

Area Tecnica Ricerca

Via Andrea Pisano, 120 – 56122 Pisa (Italia)
Tel. +39 050 535111 – Fax +39 050 535651

Simulatore in ambiente ALTERLEGO

Guida d'uso

BOZZA

Maggio 2006

Uso ristretto

“Questo documento, allegati inclusi, contiene informazioni di proprietà di Enel SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l’esplicito consenso di Enel SpA. Qualora fosse stato ricevuto per errore si prega di informare tempestivamente il mittente e di distruggere la copia in proprio possesso”

N°	Date	Elaboration	PM Check	Approval
00	11/04/2007	<i>Claudio Mosti Alessio Bardi Rita Sasso Silvia Righi Francesco Macone Ferdinando Manzo</i>	<i>Claudio Zeppi</i>	

Indice

1	Introduzione	4
1.1	Obiettivo del documento	4
1.2	Simulatori e livello di simulazione[48],[44],[14]	4
1.3	Workflow dello sviluppo di un simulatore[14],[42]	9
1.4	Specifiche del simulatore[39], [14].....	15
1.4.1	Specifiche Tecnica Generale (GFS – General Function Specification), [49]	15
1.4.2	Specifiche Funzionali (TFS – Technical Function Specification) [39],[14], [50]	21
1.4.3	Assegnazione dei dati di configurazione[40].....	43
1.4.4	Stato iniziale del processo [39]	52
1.4.5	Topologia task.....	54
1.4.6	Documentazione Modelli e Moduli (DMM – Document Models & Modules) [51]	56
1.4.7	Specifiche funzionali dell'automazione[23]	58
1.4.8	Definizione della topologia di automazione	61
1.4.9	Assegnazione dati di configurazione e stato iniziale della regolazione.....	83
2	Ambiente di simulazione ALTERLEGO® [7]	85
2.1	Macrocomponenti del sistema di simulazione ALTERLEGO®[38],[35],[13],[30],[34]	87
2.2	L'attività LEGOCAD[5],[19],[22].....	97
2.2.1	Topology: definizione dello schema di un modello [6],[8],[38]	101
2.2.2	Data Editor: definizione delle condizioni al contorno e dei dati del processo[8],[38]	109
2.2.3	Steady State: calcolo delle condizioni stazionarie [8], [38].....	113
2.2.4	Transient Calculation: calcolo delle condizioni stazionarie [38]	146
2.3	L'attività REGOCAD[5],[19],[22],[34]	179
2.3.1	Sistemi di automazione di un impianto.....	180
2.3.2	Configurazione del tool LEGOMMI-Config	181
2.3.3	Creazione delle directory	181
2.3.4	Configurare la task di controllo	181
2.3.5	Definizione del sistema di controllo	186
2.3.6	Indicare le directory di lavoro	186
2.3.7	Importare le librerie	186
2.3.8	Creare o importare le pagine	187
2.4	L'attività DISPLAY[5],[19],[22],[34]	188
2.4.1	Configurare la task MMI.....	193
2.4.2	Gerarchia di plant displays (PD) e control windows (CW)	194
2.4.3	Assegnazione della gerarchia.....	197
2.4.4	Inserimento di una malfunzione.....	197
2.4.5	La modalità Event driven.....	199
2.4.6	Generazione delle stazioni	199
2.4.7	Definizione delle OW (Operating Window)e IW (Indicating Window)	203
3	Manutenzione e documentazione del simulatore [1], [2], [3], [10], [11], [12], [9]	207
3.1	DBMS – Data Base Management System	207
3.1.1	DB di processo - Architettura	211
3.1.2	DB di automazione - Architettura	214
3.2	Configurazione del sistema di simulazione	221
3.3	CVS- Concurrent Version System	236

4	Workflow di generazione di un simulatore [14]	240
4.1	Aggiornamento variabili d'ambiente	240
4.2	Procedura di test dei modelli[43],[44],[45],[47],[20]	241
4.3	Generazione del simulatore con task LEGO CAD®	252
4.3.1	Collegamento tra task.....	253
4.3.2	Verifica presenza files.....	260
4.3.3	Verifica corretta compilazione task di processo	260
4.4	Generazione SCADA e MMI [34]	261
4.5	Generazione del simulatore con task non-LEGO CAD®	268
4.5.1	Integrazione di una task LEGO CAD® con una task non-LEGO CAD®	272
5	Esempi di modelli sviluppati in LEGO CAD®	274
5.1	Modello “Esempio” 23-01-04.....	274
5.2	Modello “Esempio” 23-01-04.....	277
5.3	Modello “Cogen” - circuito vapore a circolazione forzata 23-01-04 [8]	285
6	Esempio Automazione [34]	306
6.1	Creazione della task REGO	308
6.2	Misuratore di temperatura (H001)	311
6.2.1	Instanziare il modulo T	312
6.2.2	Instanziare i moduli I/O	316
6.3	Regolazione (H002)	Errore. Il segnalibro non è definito.
6.3.1	Inizializzazione del modulo CCON-S.....	327
6.3.2	Inizializzazione del modulo Sommatore.....	328
6.3.3	Inizializzazione del modulo CC	329
6.3.4	Inizializzazione del modulo Continous Drive.....	330
6.3.5	Inizializzazione del modulo Moltiplicatore	331
6.3.6	Inizializzazione dei moduli I/O.....	332
6.3.7	Compilazione	332
6.4	Set point (H003).....	333
6.4.1	Inizializzazione del modulo O-SPC	333
6.5	Posizione valvole (H004).....	335
6.5.1	Instanziare il modulo Posizione valvola FUMI	335
6.5.2	Instanziare il modulo Posizione valvola ACQUA	335
6.6	Valvola manuale acqua (H005).....	337
6.6.1	Inizializzazione del modulo CC	337
6.6.2	Inizializzazione del modulo CD.....	337
6.7	Connessione tra variabili delle task di regolazione.....	339
6.7.1	Connessione di variabili in una pagina REGO	339
6.7.2	Connessione di variabili tra pagine REGO di TASK diverse	339
6.7.3	Connessione tra variabili di regolazione e di processo	339
6.7.4	Connessione di allarmi del tipo A, P, T	340
6.7.5	Connessione di variabili per il caso in esame	341
6.8	Compilazione della task REGO	342
6.9	Creazione del simulatore.....	346
6.10	Lancio del simulatore.....	358
6.10.1	Prove di regolazione.....	359
6.11	Modifiche al processo	364
6.12	Configurazione del database	369
6.12.1	Operazioni sul CAM (cam.mdb).....	370

6.12.2	Operazioni sul database dell'automazione (automazione_link.mdb)	372
6.13	Creazione di MMI e SCADA.....	390
6.13.1	Procedura preliminare	391
6.13.2	Costruzione dei sinottici e configurazione dei CAI.....	392
6.13.3	Ultime operazioni sul DB dell'automazione.....	398
6.14	Controlli formali sul simulatore.....	406
6.15	Lancio del simulatore.....	421
6.15.1	Prove di funzionamento	424
APPENDICI	425
Appendice 1. -	Indicazioni pratiche di utilizzo di ALTERLEGO®	426
Appendice 2. -	Libreria dei simboli MOD in ALTERLEGO®	468
Appendice 3. -	Le librerie di moduli in ambiente ALTERLEGO®[18],[32],[31],[8]	469
Std (standard)	502
Appendice 4. -	I principali processi processi di ALTERLEGO® [6],[30],[7]	505
Appendice 5. -	Impostazione e risoluzione numerica del sistema matematico in ALTERLEGO®[6],[5],[8],[21]	522
Appendice 6. -	Prontuario moduli della libreria di processo standard LEGOCAD®	527
Appendice 7. -	Collegamento delle task di processo del simulatore dinamico Del CC di Priolo Gargallo.....	555
Appendice 8. -	Caratteristiche dei componenti richieste nella documentazione di consegna[41]...558	
7	Riferimenti bibliografici	577

1 Introduzione

1.1 Obiettivo del documento

Questo documento vuole dare una linea-guida per la creazione del un simulatore dinamico di un generico impianto e riporta il workflow del progetto di un simulatore.

Nella prima parte (dal capitolo 1) viene dettagliato il workflow di sviluppo di una simulatore, con tutti i documenti e le fasi di sviluppo, mentre il resto del documento è un vero e proprio prontuario per l'uso dell'ambiente di simulazione ALTERLEGO®. Anche se la prima parte del documento ha validità generale, ci sono vari riferimenti all'ambiente di simulazione ALTERLEGO® che possono essere approfonditi nella seconda parte. Nell'approfondimento dell'ambiente di simulazione ALTERLEGO® ci sono anche esempi di modelli di processo con regolazione realizzati nell'ambiente che sono utili per capire i passaggi più delicati nello sviluppo.

1.2 Simulatori e livello di simulazione[48],[44],[14]

Il simulatore è uno strumento software per riprodurre fedelmente la dinamica dell'impianto nelle condizioni operative. Un simulatore dinamico viene prevalentemente utilizzato per addestrare gli operatori e gli ingegneri di processo ad operare sull'impianto. Tuttavia può essere impiegato anche per verificare progettare e collaudare modifiche all'impianto in modo da ridurre gli inconvenienti. Il particolare un simulatore dinamico consente:

- la verifica del dimensionamento del macchinario in condizioni sia statiche che dinamiche,
- la verifica ed ottimizzazione del sistema di controllo,
- la verifica e l'ottimizzazione della funzionalità dell'interfaccia uomo-macchina,
- la verifica e messa punto delle procedure operative,
- lo studio di migliorie e ottimizzazioni dell'assetto di esercizio,
- l'addestramento del personale di esercizio

Il simulatore è generalmente sviluppato sfruttando un ambiente di simulazione per lo sviluppo di modelli di simulazione; tali modelli collegati tra loro consentono di simulare modelli di processo d'impianto o sottosistemi d'impianto e modelli di automazione. Il simulatore è completato con una interfaccia uomo-macchina che consente di interagire con i modelli di simulazione in tempo reale mediante sinottici che replicano le funzionalità tipiche di una sala controllo di un impianto.

Nella Figura 1 sono riportate le tre parti di un simulatore:

- modello di simulazione del processo fisico
- modello di simulazione del sistema di automazione
- sistema interfaccia uomo-macchina¹ (**MMI**)

¹ L'interfaccia operatore (Man Machine Interface) è lo strumento di interazione tra l'operatore/addestratore e il simulatore. E' costituito da una serie di sinottici, finestre e stazioni che replicano i quadri di comando di un impianto vedi capitolo 1.4.7.

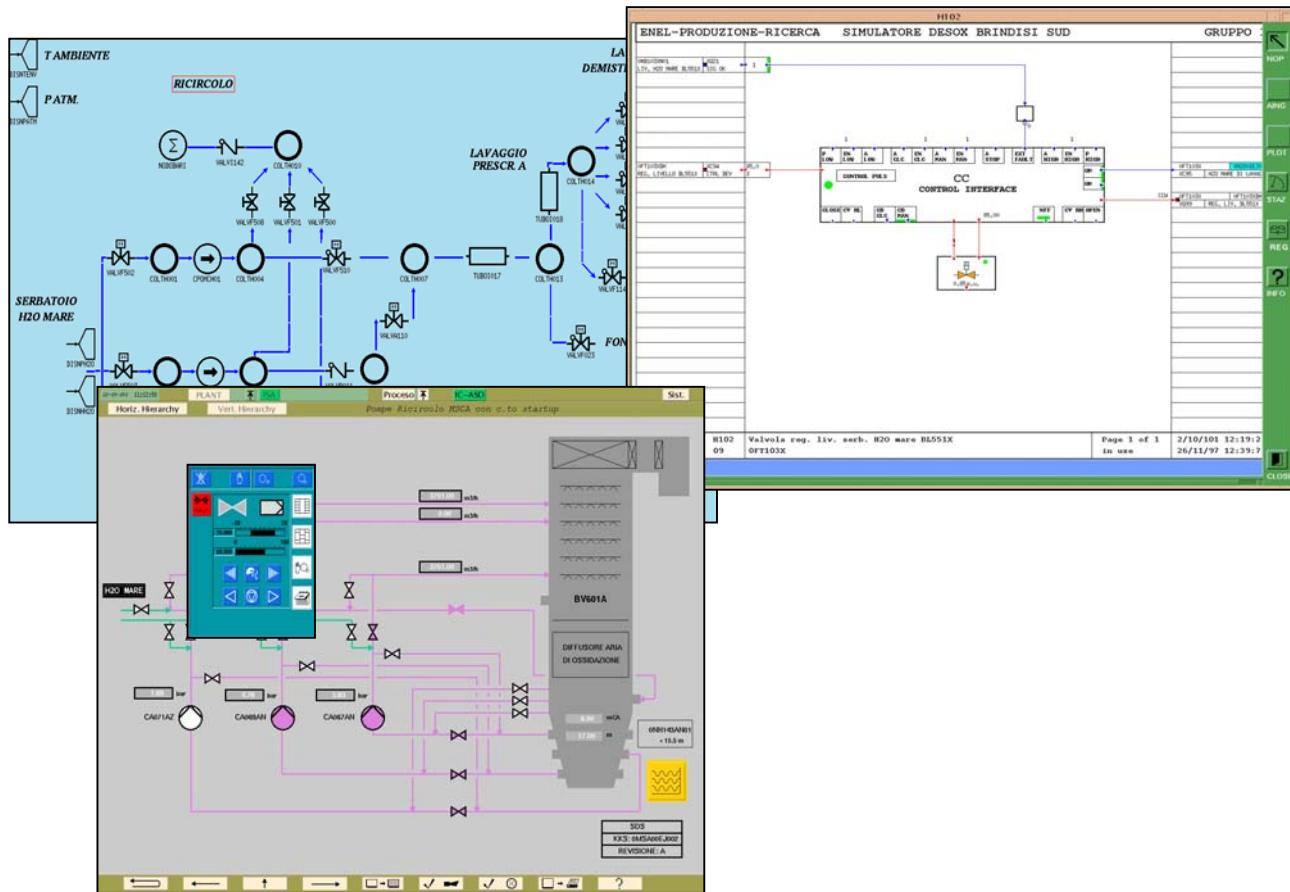


Figura 1 – Modello di simulazione del processo, dell’automazione e interfaccia uomo-machcina di un simularore

Il grado di dettaglio della riproduzione dell’impianto può essere classificato secondo tre tipologie di simulatore:

1. Simulatore ingegneristico (**PDS**-Process Dynamic Simulator).

Il simulatore ingegneristico consente di effettuare i normali transitori di impianto a partire dal carico minimo tecnico [**CMT**]² fino al carico massimo continuo [**CMC**] e include:

- simulazione dinamica in tempo reale dei sistemi principali di impianto
- simulazione delle regolazioni, delle sequenze di manovra e delle logiche necessarie per consentire il corretto funzionamento del simulatore nel campo operativo previsto
- interfaccia operatore semplificata per consentire l’attuazione dei singoli componenti di impianto, l’interazione con le regolazioni implementate e l’esecuzione delle variazioni di carico previste
- piattaforma hardware prevista: PC (Windows NT o LINUX).

² Vedi più avanti le definizioni di carico

Questo primo livello di simulazione ha lo scopo di supportare gli ingegneri di processo nella fase di valutazione della stabilità dinamica dell'impianto durante variazioni di carico, di testare la resa dei componenti. Inoltre consente di valutare modifiche impiantistiche.

Il simulatore ingegneristico (PDS) potrà essere inizializzato a partire da una qualunque delle condizioni operative sotto elencate:

- pieno carico
- 50 % di carico
- minimo tecnico

2. Simulatore per analisi di processo (**PTS**-Process Training Simulator).

Il simulatore di processo consente di simulare, oltre alle normali variazioni di carico, la regolazione primaria e secondaria di frequenza, le variazioni della tipologia dei fluidi usati (mischele di combustibili), le manovre di scatto relative ai singoli componenti di impianto e le manovre di avviamento e fermata dell'impianto.

In più rispetto alla versione PDS, il simulatore PTS prevede:

- estensione dell'ambito di simulazione per alcuni moduli di componenti di processo, al fine di consentire la simulazione in condizioni di "fuori progetto" (azzeramento ed inversione delle portate, azzeramento di frazioni massiche di componenti chimici)
- simulazione delle sequenze di manovra e delle logiche necessarie per consentire:
 - Avviamento da freddo dell'impianto
 - Presa di carico fino al carico nominale continuo
 - Variazioni di carico
 - Fermata dell'impianto senza raffreddamento
 - Fermata dell'impianto con raffreddamento
 - estensione dell'interfaccia operatore necessaria per l'esecuzione delle manovre di fermata e ripartenza dell'impianto
- gestione dei malfunzionamenti standard dei componenti:
 - Scatti di alcuni macchinari doppi
 - Blocco componente (per esempio TG o TV)
 - Malfunzionamento di alcune misure

Il simulatore di processo o di addestramento (PTS) sarà inizializzato a partire dalla condizione di impianto fermo, pronto per l'avviamento. I modelli devono consentire la simulazione con variazioni di carico a rampa e a gradino dal minimo tecnico al carico nominale senza rottura di componenti o tubazioni.

Le prestazioni del simulatore durante la simulazione di condizioni stazionarie e transitorie soddisferà alle seguenti condizioni:

- il simulatore evidenzierà scatti di componenti o di sistemi e attuazioni nello stesso modo con cui questi si verificano sull'impianto di riferimento
- il simulatore non evidenzierà scatti di componenti o di sistemi e attuazioni che non si verificano sull'impianto di riferimento

- la sequenza degli scatti e delle attuazioni sarà la stessa di quella dell'impianto di riferimento.

Il simulatore dovrà poter partire da 5 condizioni di funzionamento diverse comprese tra il minimo tecnico e il CMC. Questi stati sono i seguenti:

- Carico Nominale Continuo [**CNC**]: è la potenza erogata dall'impianto al 100% della potenza in modo continuativo in condizioni ambientali nominali ($T_a=15^{\circ}\text{C}$);
- Carico Massimo Continuo [**CMC**]: è la potenza erogata dall'impianto in modo continuativo in qualunque condizione ambientale ($T_a=0-40^{\circ}\text{C}$) compresa nell'range di progetto;
- Carico Minimo Tecnico [**CMT**]: è la minima potenza erogata dall'impianto senza pregiudizio per l'integrità e la durata del macchinario anche se con valori di emissione superiori ai limiti applicabili.

3. Simulatore per l'addestramento operatore (**OTS**-Operating Training Simulator). E'un simulatore full-replica dell'impianto con interfaccia operatore identica a quella presente in sala controllo sull'impianto. In questa versione del simulatore sono replicati fedelmente tutti i modelli di automazione con i relativi allarmi. L'interazione con il simulatore avviene mediante sinottici, stazioni di controllo e stazioni di misura.

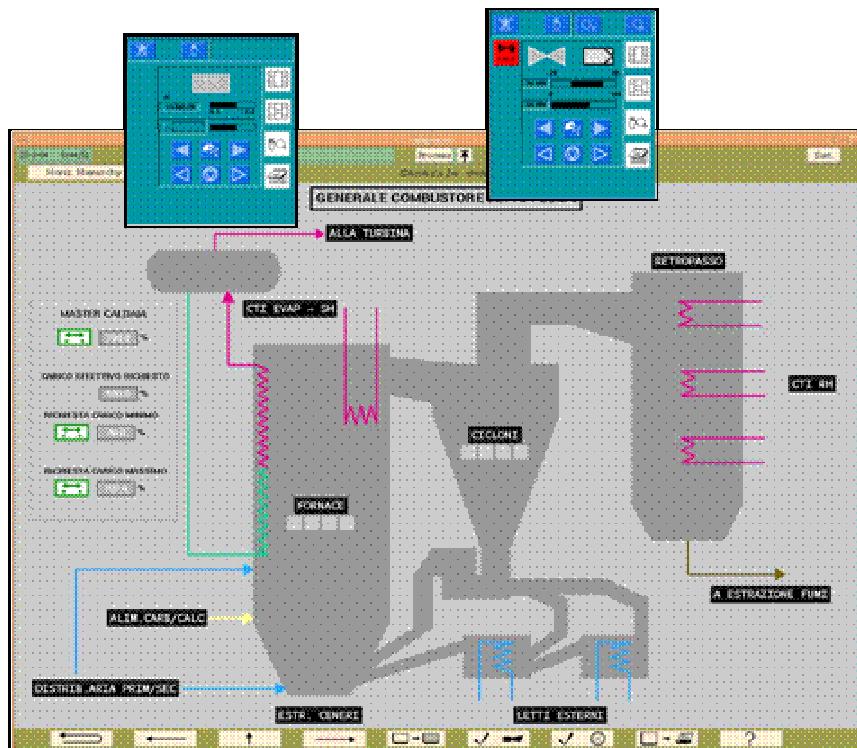


Figura 1: Console interfaccia operatore con le stazioni di manovra di un simulatore per addestrare il personale

Il simulatore prevede una serie di test che normalmente include quanto segue:

- collaudo dei modelli integrati in condizioni stazionarie ai carichi previsti,
- analisi delle prestazioni del simulatore in condizioni transitorie: variazioni di carico a rampa e a gradino
- verifica dell'interfaccia grafica del simulatore relativa ai sistemi principali
- verifica della funzionalità della console operatore di comando del simulatore

Al fine di validare il simulatore, i valori delle variabili d'impianto più significative risultanti dal simulatore verranno confrontati ai valori d'impianto; la differenza tra valori d'impianto e valori simulati deve rientrare nella tolleranza indicata nella Specifica Tecnica Generale.

I valori delle variabili principali calcolati in ogni stato stazionario, necessari all'utilizzatore per il calcolo dei bilanci termici, devono essere in accordo con i dati di progetto al corrispondente carico con un errore max del 5%. Le risposte transitorie delle principali variabili devono essere simulate con un errore max del 10% (ad ogni istante) rispetto alle corrispondenti variabili di impianto.

I test eseguiti sui modelli sviluppati, in versione “standing alone”, si possono dividere in due gruppi:

1. Verifica della validità del modello costituito da un test di stabilità (30' di deriva)
2. Verifica del rispetto delle funzionalità variazioni di carico

1.3 Workflow dello sviluppo di un simulatore[14],[42]

Il workflow di generazione di un simulatore comprende tutti gli step analitici di studio del processo e della regolazione di un impianto, e la successiva traduzione in un modello di simulazione utilizzabile a vari livelli di dettaglio. Gli step sono costituiti da:

- Acquisizione e gestione della documentazione, studio del processo ed elaborazione delle Specifiche funzionali (**TFS** – Technical Function Specification) e della Specifica Tecnica Generale (**GFS** - General Function Specification) del simulatore con i relativi diagrammi semplificati d'impianto: **POD** (Process Oriented Diagram), **BFD** (Block Flow Diagram) e **PFD** (Process Flow Diagram)³.

Questa parte comprende una analisi della documentazione di progettazione e di collaudo per determinare il grado di simulazione di ogni parte d'impianto. Tale analisi viene condotta attraverso l'utilizzo di un **DBMS** (DataBase Management System) e di altri strumenti ausiliari di supporto⁴.

- Sviluppo delle **task**⁵ di processo stand alone. Nel dettaglio comprendono:

- l'elaborazione della topologia generale delle task (**MOD**-Model Oriented Diagram) secondo la libreria dei moduli⁶ dell'ambiente di simulazione.
- l'elaborazione dei dati di inizializzazione⁷ dei blocchi⁸ di ogni task. Tali dati si ottengono dai bilanci termici⁹:
- l'elaborazione dei dati fisici e geometrici di ogni blocco di ogni task (**MAD**¹⁰- Model Assignment Data). Per lo sviluppo delle tabelle MAD viene utilizzato un Database specifico per un simulatore dinamico di processo.

Il Database viene anche impiegato durante la fase b) nello sviluppo del simulatore sfruttando l'integrazione di questo potente strumento con l'ambiente di simulazione. La configurazione di un simulatore prevede la definizione di alcuni DB (DataBase) parte integrante di un DBMS che consente di gestire la documentazione d'impianto e i parametri dell'ambiente di simulazione¹¹.

Tali informazioni sono contenute in tabelle del DB, e vengono imputate nelle maschere di introduzione-dati. L'utilizzo del DBMS consente una rapida consultazione della documentazione e

³ Per i dettagli vedi il capitolo 1.4.1

⁴ Nel capitolo 3 verrà fatta approfondito l'argomento relativo al DBMS.

⁵ Le task sono i modelli in cui è diviso un simulatore. Esistono le task di processo e task di regolazione. Le task di processo simulano una parte del processo fisico, mentre le task di regolazione simulano la logica e l'attuazione del controllo di processo. Per gli approfondimenti vedi capitolo 2

⁶ I moduli sono programmi scritti in codice che simulano un elemento fisico dell'impianto.

⁷ Si distinguono i dati di inizializzazione dai dati di configurazione. Mentre i primi sono relativi alle condizioni termofluidodinamiche del fluido di processo, i secondi si riferiscono alle caratteristiche geometriche-meccaniche dell'elemento d'impianto simulato.

⁸ Un blocco in un ambiente di simulazione costituisce un modello di simulazione di una parte elementare d'impianto (per esempio una valvola o un tubo).

⁹ I bilanci termici sono dati che dovrebbero essere conseguenti insieme alla documentazione di dettaglio dell'impianto. In ogni caso i bilanci termici devono essere dettagliati in ogni tratto per estrarre i dati di configurazione dei blocchi.

¹⁰ Il MAD è un foglio Excel in cui sono calcolati i dati geometrici e le variabili di configurazione di un blocco.

¹¹ Attualmente questo DBMS è costituito da alcuni DB Access. Per maggiori dettagli vedi il capitolo 3

la verifica di integrità delle informazioni stesse e dall'altro la produzione automatica dei dati necessari per la configurazione (MAD) e la compilazione degli oggetti nell'ambiente di sviluppo del simulatore¹².

Seguendo i punti a) e b) elencati del workflow, il processo fisico può essere tradotto in un modello di simulazione. I passi da seguire nell'ambiente di simulazione sono:

1. istanziazione dei blocchi (implementazione dei MOD nell'ambiente di simulazione);
 2. inserimento delle variabili iniziali di processo e dei dati fisici/geometrici dei blocchi utilizzando i MAD;
 3. collegamento tra i blocchi istanziati;
 4. simulazione allo stazionario e in regime dinamico dei moduli (o delle task) per arrivare alla convergenza;
 5. test del modello
- c) Realizzazione di una specifica (**DMM**-Documentation Model & Modules) che descrive il modello e moduli appartenenti costituita in particolare da:
- a. la descrizione di ogni blocco utilizzato nelle task;
 - b. la prestazione generale del modello di ogni area funzionale con i dati specifici di ogni modulo appartenente all'impianto;
- d) Sviluppo delle task¹³ di regolazione stand alone. Nel dettaglio comprendono:
- a. la descrizione di ogni blocco utilizzato nelle task;
 - b. la prestazione generale del modello di ogni area funzionale con i dati specifici di ogni modulo appartenente all'impianto;
- e) Test e integrazione del simulatore
- ;

Come esempio di come possano essere strutturate le attività si nota dal diagramma di Gaant dello sviluppo del simulatore del ciclo combinato di Priolo Gargallo

¹² Per maggiori dettagli si veda capitolo 3

¹³ Le task sono i modelli in cui è diviso un simulatore. Esistono le task di processo e task di regolazione. Le task di processo simulano una parte del processo fisico, mentre le task di regolazione simulano la logica e l'attuazione del controllo di processo. Per gli approfondimenti [vedi più avanti](#)

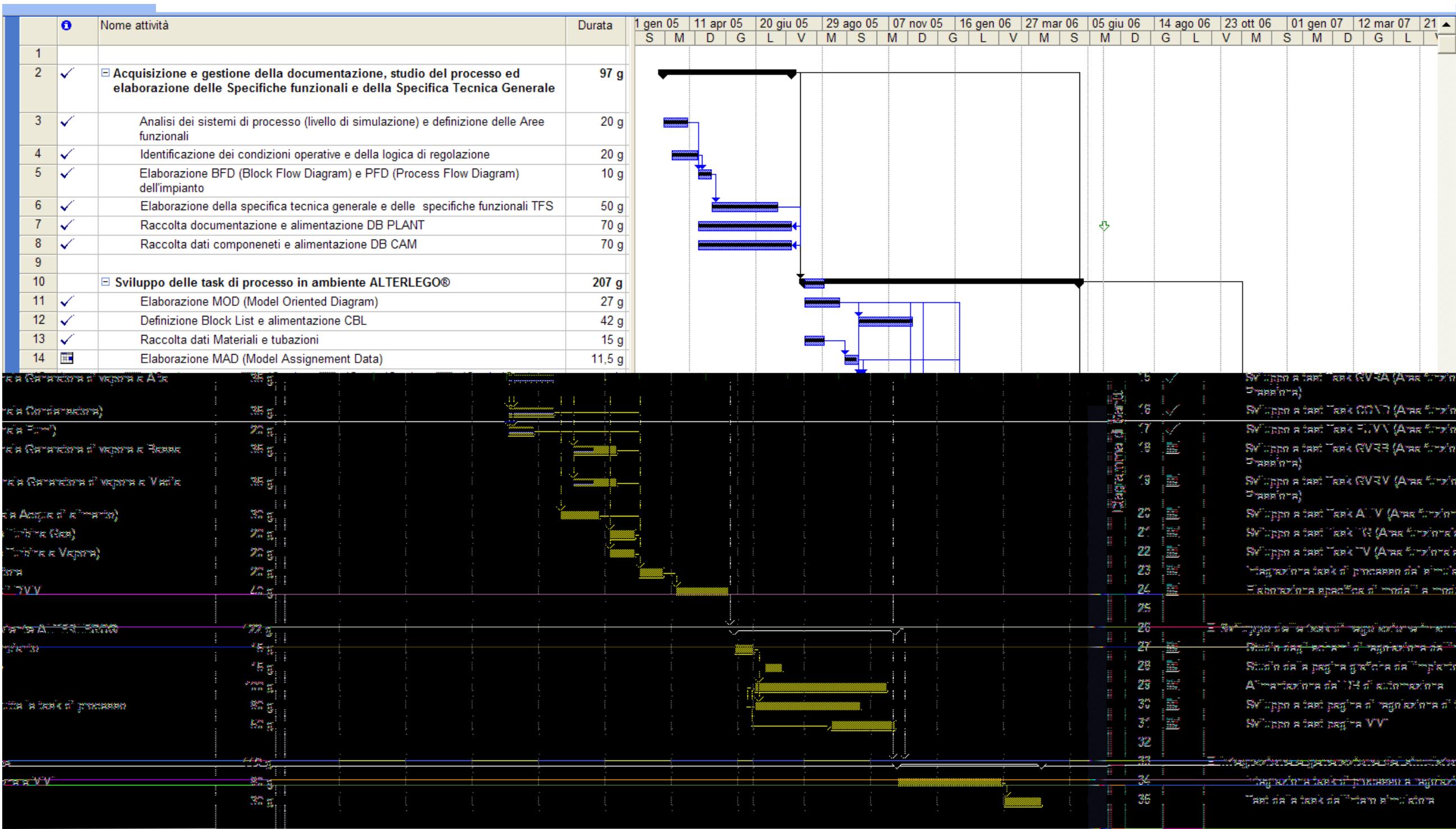


Figura 2 – Diagramma di Gantt dello sviluppo di un simulatore del ciclo combinato di Priolo Gragallo in ambiente ALTERLEGO

La documentazione fornita a corredo di un simulatore generalmente è la seguente.

1. Documentazione sulla configurazione, la manutenzione e uso dell'architettura HW/SW del sistema di simulazione.
2. Documentazione di progettazione del simulatore.
3. Documentazione di collaudo del simulatore

La documentazione dell'ambiente di simulazione utilizzato per lo sviluppo del simulatore è un manuale di uso dell'ambiente di sviluppo.

La documentazione sulla configurazione, la manutenzione e uso dell'architettura HW/SW del sistema di simulazione, fornisce indicazioni sull'utilizzo del simulatore e sul contenuto delle librerie dei modelli e moduli di calcolo dell'ambiente di simulazione utilizzato, elaborati nel corso dello sviluppo del simulatore:

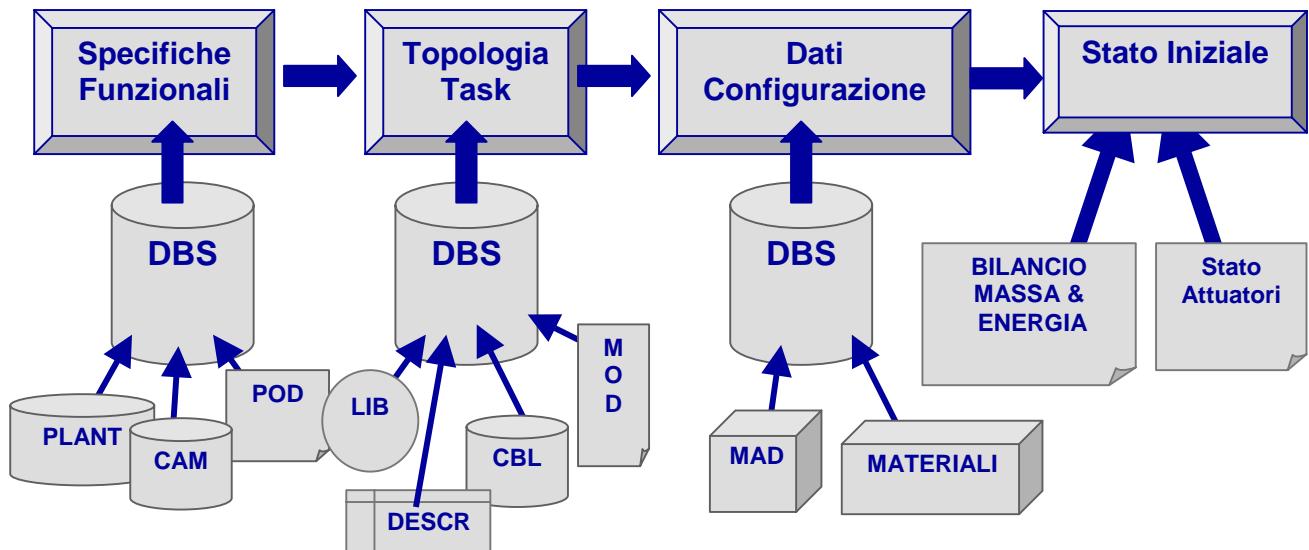
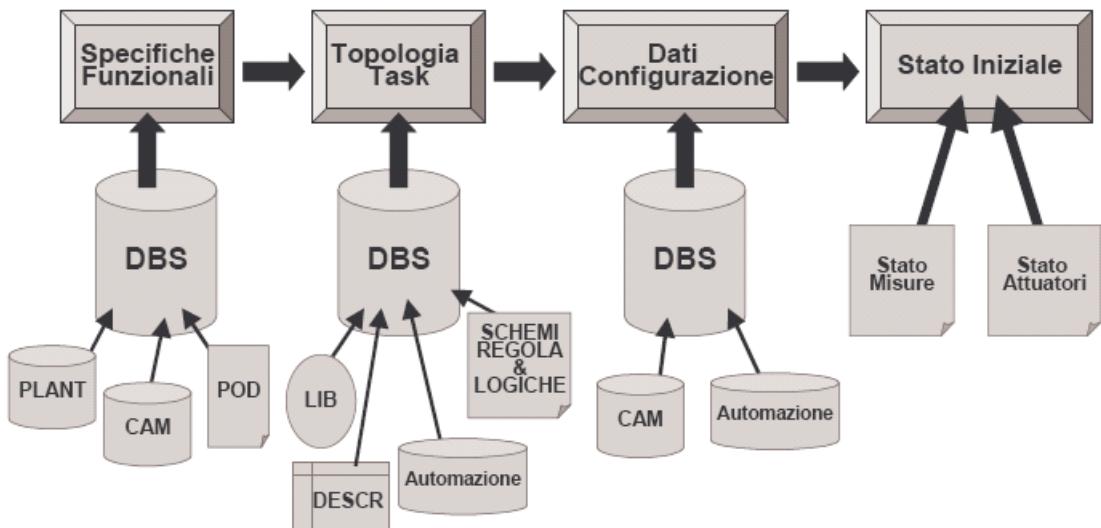
- Manuali utente con la struttura generale del software di simulazione
- Manuale della libreria dell'ambiente di simulazione

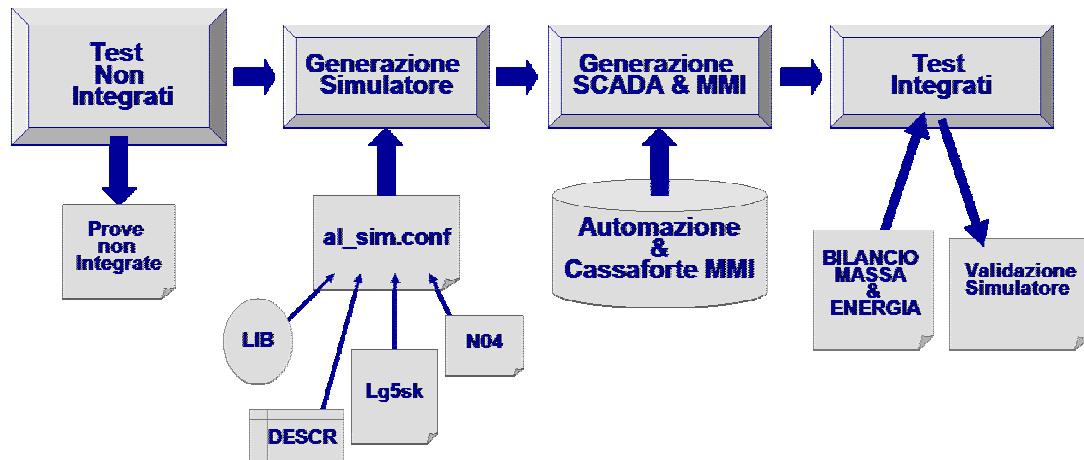
La documentazione di progettazione del simulatore che include i documenti relativi all'impianto simulato:

- Specifica tecnica generale del simulatore
- Specifiche funzionali del processo (**PSF**) e dell'automazione con i relativi diagrammi (POD, PFD etc.)
- Descrizione dei modelli (DMM) con gli schemi modellistici di processo e di automazione

La documentazione di collaudo include i documenti relativi al test del simulatore ed alle procedure di accettazione.

Il workflow di un simulatore è schematizzato nei vari passi in Figura 2: Work-flow task di processo.


Figura 2: Work-flow task di processo

Figura 3: Work-flow task di regolazione


Figura 3 – Workflow test e integrazione del simulatore

1.4 Specifiche del simulatore[39], [14]

La documentazione di progettazione del simulatore include i documenti relativi all'impianto simulato:

- Specifica Tecnica Generale del simulatore (**GFS** - General Function Specification)
- Specifiche Funzionali di processo e dell'automazione (**TFS** – Technical Function Specification)
- Descrizione dei modelli (DMM) con gli schemi modellistici di processo (MOD) e di automazione

1.4.1 Specifiche Tecnica Generale (GFS – General Function Specification), [49]

Le Specifica Tecnica Generale definisce lo scopo e le modalità di sviluppo del simulatore con:

- criteri generali di progetto del simulatore
- descrizione del processo da simulare con le caratteristiche generali dell'impianto
- analisi modellistica del processo con la definizione delle aree funzionali dell'impianto (compreso il diagramma di blocco semplificato BFD e overall process flow diagram PFD¹⁴)
- la definizione del livello di simulazione delle varie parti di impianto
- strategia di controllo
- prestazioni del simulatore con i transitori e malfunzionamenti tipici con i relativi test di validazione
- descrizione della struttura del codice

La Specifica Tecnica Generale deve comprendere almeno:

- un'introduzione in cui si descriva brevemente l'impianto e la sua potenzialità, il livello di simulazione e lo scopo del documento
- una descrizione dettagliata del processo e delle sue fasi più importanti, con esposizione dei carichi principali che ne definiscono il funzionamento
- lo scopo della costruzione del simulatore
- la suddivisione dell'impianto in aree funzionali e i loro livelli di simulazione
- una descrizione delle funzioni svolte da ciascuna area funzionale sviluppata, che verrà approfondita nella specifica funzionale dell'area stessa
- la descrizione della strategia di controllo
- la descrizione delle procedure di avviamento e start-up
- le semplificazioni adottate per creare il simulatore
- la suddivisione delle varie aree di processo in task di processo e relative task di regolazione
- il diagramma a blocchi dell'impianto (BFD Block Flow Diagram).

¹⁴ IL PFD (Process Flow Diagram) ha lo scopo di rappresentare l'intero processo con i flussi principali e le regolazioni principali. Si differenzia dal BFD perché riporta un dettaglio maggiore sia dei componenti sia dei flussi dell'impianto. Inoltre per ogni componente e per ogni flusso vengono riportate le condizioni termofluidodinamiche ricavate dai bilanci termie e di materia.

Il primo passo da affrontare è la suddivisione dell'impianto in aree funzionali che viene effettuata normalmente con il criterio di raggruppare all'interno dei sistemi, funzionalità e processi COMPLETI, separando i vari fluidi e le eventuali zone auto-consistenti, e cercando di mantenere basso il numero di variabili di scambio. L'interazione tra sistemi si definisce attraverso un numero limitato di flussi massici ed energetici di ingresso e di uscita. Il risultato di questa attività produce il BFD e il PFD.

Questa suddivisione è utile per poter testare separatamente diverse porzioni di impianto prima della connessione finale.

Nella specifica funzionale di ogni sistema viene riportato uno schema dei collegamenti con le altre aree di impianto e una descrizione dei flussi di connessione. Tali confini, che rappresentano le condizioni al contorno del sistema, non devono creare instabilità al momento della connessione

Di seguito vengono riportati il BFD e il PFD di un impianto a ciclo combinato:

- BFD (Block Flow Diagram) dell'impianto a ciclo combinato della centrale di Priolo Gargallo
- PFD (Process Flow Diagram) dell'impianto a ciclo combinato della centrale di Priolo Gargallo.

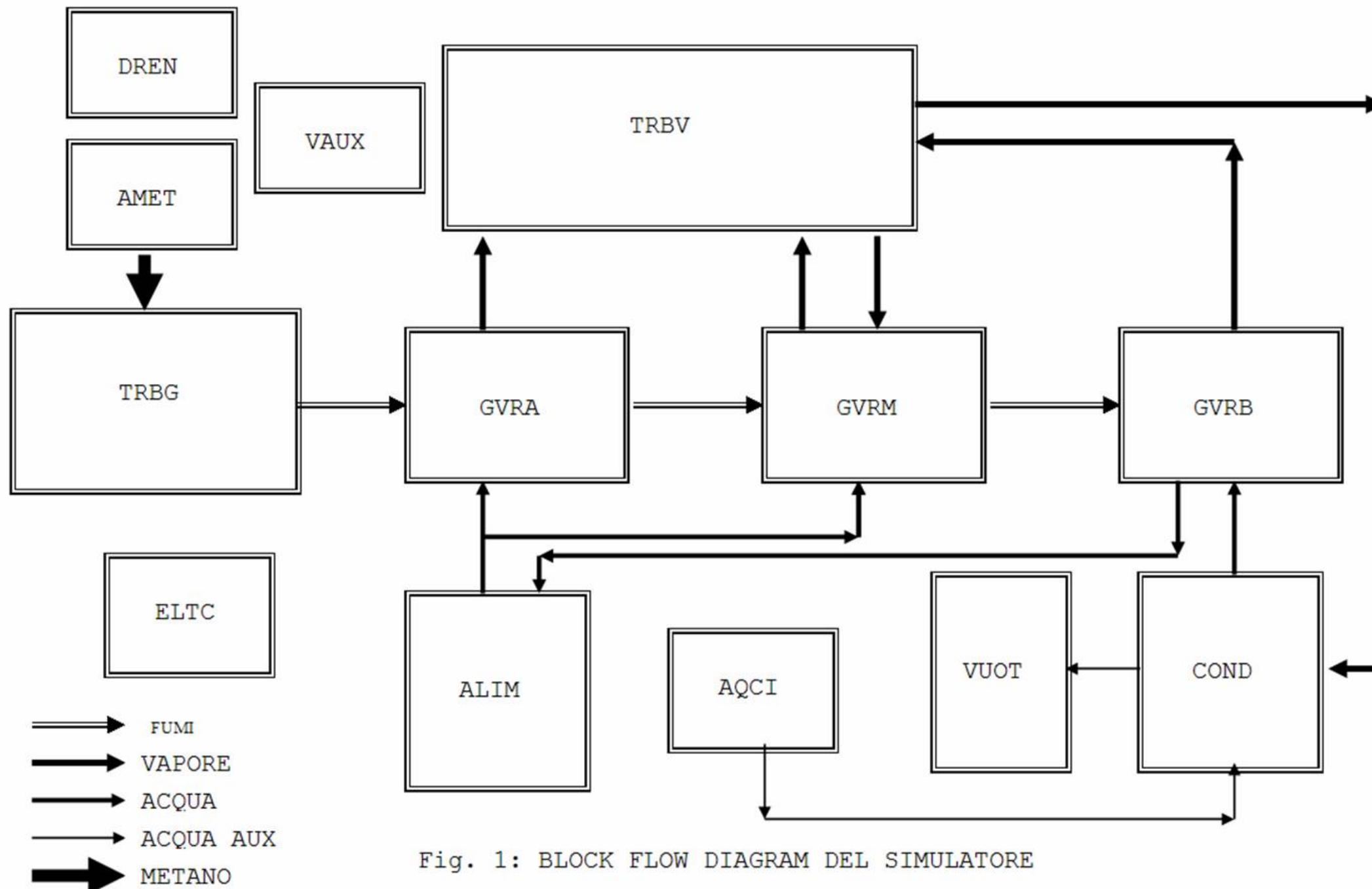
Di seguito si riporta l'intestazione e il sommario tipico di una specifica tecnica:



Figura 4: Intestazione della specifica tecnica generale del simulatore dinamico del CC di Priolo Gargallo

1	INTRODUZIONE	3
2	CARATTERISTICHE GENERALI DELL' IMPIANTO	4
3	CRITERI GENERALI DEL SIMULATORE	6
4	AREE FUNZIONALI DELL' IMPIANTO	10
5	DESCRIZIONE DELLE AREE FUNZIONALI	15
6	STRATEGIA DI CONTROLLO	26
7	TECNOLOGIA MODELLISTICA	32
8	7.1 Semplificazioni di carattere generale	32
9	8 ANALISI MODELLISTICA	34
10	8.1 Fluidi di processo	34
11	8.2 Fluido fumi	34
	8.3 Fluido Acqua Vapore	34
9	TASK DI PROCESSO	35
10	TASK DI REGOLAZIONE	36
11	LIBRERIE DI PROCESSO	37
	ALLEGATO A: DIAGRAMMA DI BLOCCO SEMPLIFICATO	38
	ALLEGATO B: DIAGRAMMA DI OVERALL PROCESS FLOW DIAGRAM	41
	ALLEGATO C: DIAGRAMMI DI CONTROLLO	43

Figura 5: Sommario della specifica tecnica generale del simulatore dinamico del CC di Priolo Gargallo


Fig. 1: BLOCK FLOW DIAGRAM DEL SIMULATORE
Figura 6: Esempio di un Block flow Diagram

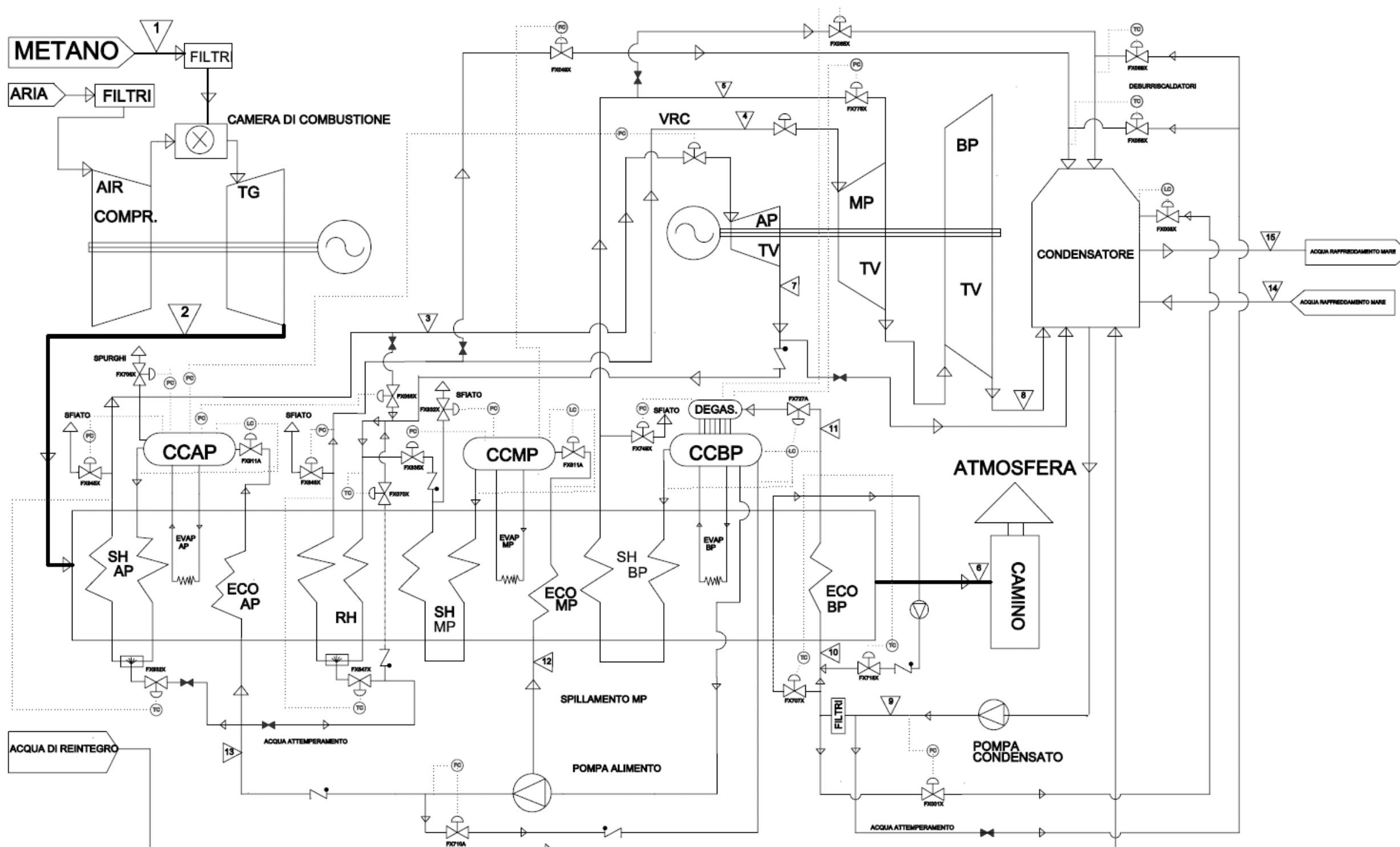


Figura 7: Esempio di un PFD: Simulatore del CC di Priolo Gargallo

1.4.2 Specifiche Funzionali (TFS – Technical Function Specification) [39],[14], [50]

L’elaborazione delle Specifiche Funzionali del simulatore è il momento di progettazione globale, esso presuppone l’analisi accurata del processo, dell’automazione, delle loro interazioni e prevede la definizione degli obiettivi da raggiungere.

Le Specifiche Funzionali sono il documento che definisce quali sistemi e componenti di impianto saranno, e come verranno, simulati. Costituiscono il documento di riferimento per la definizione delle caratteristiche tecniche del prodotto e per le successive fasi di realizzazione, test ed accettazione.

Le Specifiche funzionali, come primo prodotto dell’attività, costituiscono il documento chiave nella conduzione del progetto e in quanto tali è previsto un momento di accettazione formale da parte del cliente per la verifica sostanziale del rispetto delle specifiche contrattuali.

Le Specifiche Funzionali delle singole aree definiscono l’estensione del livello di simulazione sia per ciò che riguarda il processo sia per l’automazione di impianto e devono comprendere:

1. INTRODUZIONE con la descrizione dell’area funzionale trattata, il suo nome e il nome del Simulatore di cui fa parte
2. OBIETTIVI E REQUISITI DELLE TASK SIMULATE, specificando le funzioni che deve assolvere la porzione di impianto trattata
3. DESCRIZIONE DEL SISTEMA SIMULATO: descrizione del processo dettagliata, con elenco di: componenti di linea, temperature, portate e pressioni principali, caratteristiche costruttive degli elementi principali della task (es: per un generatore di vapore verranno specificate le superfici di scambio termico eventuali rapporti di circolazione, numero di tubi, diametri e lunghezze, temperature ecc.)
4. l’elenco degli altri sistemi con cui interagisce e il modo in cui avviene questa interazione
5. la definizione del livello di simulazione per i componenti di impianto da decidere in base all’utilizzo che si vorrà fare dello strumento Simulatore con la descrizione della semplificazione dei componenti e delle misure, e dei malfunzionamenti simulati
6. FUNZIONI DI CONTROLLO: descrizione delle logiche di regolazione principali, con la relativa strumentazione e schemi logici
7. DIAGRAMMI ORIENTATI AL PROCESSO: schemi di processo orientati al modello modello POD¹⁵ (Process Oriented Diagram) ottenuti a partire dai P&I originali
8. RIFERIMENTI: si riporta una tabella con elenco dei documenti di progetto cui si fa riferimento
9. le tabelle di componenti, attuatori e misure simulati

¹⁵ I POD sono descritti più in dettaglio nel capitolo 1.4.2.1

Di seguito si riporta l'intestazione e il sommario tipico di una specifica tecnica:

 Data: 12/09/05 Rev.: 01	Simulatore Dinamico Ciclo Combinato Priolo ENL-TFS-GVRA-001-01	Pag. 1 di 1																																
<p style="text-align: center;"><u>Simulatore Dinamico Impianto a Ciclo Combinato Priolo Gargallo</u></p>																																		
<p>Codice Documento: ENL-TFS-GVRA-001 Tipo Documento: SPECIFICA FUNZIONALE</p>																																		
<p>Area Funzionale: GVRA GENERATORE VAPORE A RECUPERO (alta pressione)</p>																																		
<p>Sistemi Impianto: 51A - Generatore di vapore AP 64A - Vapore principale</p>																																		
<p>Distribuzione Riservata</p>																																		
<table border="1"><tr><td>1</td><td>12/09/2005</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>0</td><td>01/07/2005</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Rev</td><td>Issue</td><td>Page</td><td>ENEL PROD</td><td>CPH</td><td>ENEL PROD</td><td>CPH</td><td>Project Manager</td></tr><tr><td></td><td>Date</td><td>changed</td><td>Prepared by</td><td></td><td>Checked by</td><td></td><td>Approval</td></tr></table>			1	12/09/2005							0	01/07/2005							Rev	Issue	Page	ENEL PROD	CPH	ENEL PROD	CPH	Project Manager		Date	changed	Prepared by		Checked by		Approval
1	12/09/2005																																	
0	01/07/2005																																	
Rev	Issue	Page	ENEL PROD	CPH	ENEL PROD	CPH	Project Manager																											
	Date	changed	Prepared by		Checked by		Approval																											

Figura 8: Intestazione della specifica funzionale del simulatore dinamico del CC di Priolo Gargallo

1 INTRODUZIONE	3
2 RIFERIMENTI ALLA SPECIFICA GENERALE	4
3 SIMULAZIONE DI PROCESSO	5
3.1 Obiettivi & Requisiti	5
3.2 Descrizione del processo	6
3.3 Funzioni di controllo	9
4 SIMULAZIONE DI PROCESSO	11
4.1 PLANT ORIENTED/CONTROL DIAGRAMS	11
5 RIFERIMENTI DELLA SIMULAZIONE DI PROCESSO	12
5.1 DOCUMENTI DI PROGETTO DI RIFERIMENTO	12
5.2 VARIABILI DI SCAMBIO	13
5.3 INTERFACCIA CON GLI ALTRI SOTTOSISTEMI	14
5.4 INFORMAZIONI SUI COMPONENTI	15
6 RIFERIMENTI ATTUATORI E MISURE	17
6.1 INFORMAZIONI SUGLI ATTUATORI	17
6.2 VALVOLE DI CONTROLLO	17
6.3 VALVOLE DI SICUREZZA	19
6.4 VALVOLE MANUALI ED ALTRE (NON INCLUSE IN PRECEDENZA)	20
6.5 MISURATORI, TRASMETTITORI & VARIABILI CONTROLLATE E MONITORATE	20
7 ALLEGATO A: DIAGRAMMI DI PROCESSO SEMPLIFICATO (POD)	21
8 ALLEGATO B: SCHEMI FUNZIONALI DI REGOLAZIONE	24

Figura 9: Sommario della specifica funzionale del simulatore dinamico del CC di Priolo Gargallo

CAT	DESCRIZIONE
A	<p>Tubazioni, condutture, collettori saranno simulate da:</p> <ul style="list-style-type: none"> • un <u>modulo del collettore</u> con massa metallica equivalente e capacità interna per rappresentare il transiente termico e fluidodinamico. • un <u>modulo di tubazione</u> supplementare, se necessario, con l'altitudine piezometrica corretta e coefficiente d'attrito per rappresentare l'effetto idrostatico e la perdita di carico.
B	<p>Non saranno simulati individualmente filtri e trappole di vapore. Il loro coefficiente d'attrito sarà preso in considerazione nel calcolare il coefficiente d'attrito totale del modulo di simulazione che è dedicato a rappresentare il componente d'impianto principale più vicino (come valvole d'intercettazione, tubazioni, ...). In questo caso verrà considerata la perdita di carico dovuta a filtri e alle trappole di vapore.</p>

	<p>Dal punto di vista della simulazione, questo approccio è completamente accettabile se:</p> <ul style="list-style-type: none"> • il componente principale che è scelto per rappresentare filtri e trappole di vapore non è una valvola di controllo. Infatti, in questo caso, dovrebbe essere usato il coefficiente di scarico corretto. • un'importante misuratore di perdita di carico non è presente attraverso il componente semplificato (per la gestione del misuratore del filtro perdita di carico, vedi capitolo 8 - punto A).
C	Non saranno simulate valvole di misura e condutture.

Tabella 1: Esempio di definizione di una semplificazione di componente di sistema

CAT	DESCRIZIONE
A	<p>Non sarà simulata la misura della perdita di carico attraverso i filtri (ad esclusione di letti misti e powdex).</p> <p>Sarà possibile dare all'operatore la possibilità di introdurre un segnale d'allarme "forte perdita di carico attraverso il filtro" a significare un parametro remoto per il sistema di automazione, il cui effetto è dedicato solo per simulare le reazioni del sistema di automazione e MMI.</p> <p>In questo caso, un effetto sul comportamento d'impianto sarà simulato correttamente, solamente se il sistema di automazione fornisce una reazione dopo la segnalazione d'allarme; se, al contrario, la segnalazione d'allarme viene gestita solamente dal sistema MMI, nessun effetto sarà introdotto sulla perdita di carico e restrizione di flusso a causa di un'azione molto trascurabile.</p>
B	Non saranno simulate misure di prova di accettazione.
C	Non si simuleranno misure locali a meno che queste vengano considerate per l'elaborazione degli schemi di regolazione o automazione.

Tabella 2: Esempio di definizione di malfunzionamenti di una misura

CAT	TIPO MISURATORE	MALFUNZIONE	EFFETTO
A	Temperatura, Pressione, Flusso, Livello, Velocità	Mancanza alimentazione	Blocco o Chiusura
		Fallimento acquisizione segnale	Blocco, Apertura o Chiusura
		Errore misuratore	Blocco, Apertura o Chiusura

Tabella 3: Esempio di definizione di malfunzionamenti simulati di un amisura

CAT	TIPO ATTUATORE	MALFUNZIONE	EFFETTO
A	Elettro/Pneumatico Elettro/Idraulico Valvola	Mancanza alimentazione	Blocco o Chiusura
		Segnalazione d'errore	Blocco, Apertura o Chiusura
		Grippaggio del pistone	Blocco
		Grippaggio valvola servoassistita	Blocco, Apertura o Chiusura
		Errore misuratore	Apertura o Chiusura
B	Attuatore Servo motore	Mancanza alimentazione	Blocco o Chiusura
		Segnalazione d'errore	Blocco, Apertura o Chiusura
		Grippaggio del motore	Blocco
C	Valvole di sicurezza	Malfunczione generale	Blocco in posizione chiusa Blocco in posizione aperta Blocco in posizione intermedia
D	Motori di Valvole a solenoide,	Mancanza alimentazione	Stop motore

	Ventilatori, Pompe, Compressori	Grippaggio del motore	Stop motore
--	------------------------------------	--------------------------	-------------

Tabella 4: Esempio di definizione di malfunzionamenti di un attuatore

Nelle Specifiche Funzionali le aree funzionali d'impianto sono suddivise in sottosistemi di impianto¹⁶. I sottoinsiemi d'impianto possono essere divisi in tre categorie secondo l'estensione ed il livello di simulazione richiesti. L'estensione fa riferimento alla lista dei componenti del sottosistema che vengono in un qualche modo simulati.

Il livello di simulazione si riferisce invece all'accuratezza del modello e a come i fenomeni fisici vengono riprodotti.

Per i sottosistemi di impianto si prevedono tre categorie di simulazione:

1. FS [Fully Simulated]
 - Simulazione accurata utilizzando modelli fisici
 - Simulazione dei componenti e attuatori oggetto di controllo
 - Simulazione delle logiche di controllo corrispondenti
 - I componenti eserciti localmente sono comunque accessibili attraverso l'interfaccia della stazione di simulazione
 - I componenti utilizzati solo per la fase di manutenzione e messa in conservazione dell'impianto non sono considerati
2. PS [Partially Simulated]: Solo una parte del sistema è simulata, in relazione a ciò che è necessario per le procedure di esercizio e le logiche di controllo e protezione.
3. LS [Logically Simulated]: Il sistema è simulato attraverso l'utilizzo di funzioni logiche o semplici correlazioni, al fine di generare le uscite necessarie per la chiusura dei bilanci di processo, per le procedure di esercizio e le logiche di controllo e protezione.
4. NS [Not Simulated]: Il sistema è completamente escluso dagli scopi della simulazione; gli ingressi e le uscite costituiscono per il simulatore dei limiti di batteria.

In relazione alla loro importanza nell'impianto, i componenti sono classificati in tre categorie.

Categoria 1: Simulazione fisica completa

Categoria 2: Simulazione fisica con alcune ipotesi semplificative

Categoria 3: Simulazione logica

La maggior parte dei componenti appartengono alla categoria 1.

La distribuzione dei componenti fra le tre categorie sarà oggetto di valutazione nel corso della stesura delle specifiche funzionali.

¹⁶ I sottosistemi d'impianto sono definiti secondo una classificazione del costruttore. Possono esistere varie classificazioni: dalla più generale KKS (vedi capitolo 1.4.2.2), a quelle specifiche di ogni fornitore (ENELPOWER).

Nelle Specifiche funzionali sono definite anche le tipologie degli attuatori dei componenti:

ATT	DESCRIZIONE
R	Valvole di regolazione
M	Valvole motorizzate comandate a distanza
P	Valvole pneumatiche comandate a distanza
O	Valvole oleodinamiche comandate a distanza
E	Valvole a comando elettromagnetico a distanza
S	Valvole di sicurezza
H	Valvole manuali
V	Altri tipi di valvole
C	Servomotori di ventilatori, compressori e pompe
A	Altri attuatori

Tabella 5: Tabella di definizione della tipologia degli attuatori

Le Specifiche Funzionali saranno preparate per il Simulatore PDS ed aggiornate, ove necessario in fase di definizione dei successivi simulatori.

Le Specifiche Funzionali sono soggette all'approvazione di Produzione ed eventualmente riviste tra le parti prima di iniziare l'attività implementativa di dettaglio.

Questo tipo di analisi porta alla definizione delle aree di impianto simulate, del loro livello di simulazione e alla loro schematizzazione in sottoinsiemi interagenti. Per ogni sottosistema si devono definire l'estensione e le modalità di simulazione (solutore e librerie di moduli usate). I sottosistemi saranno simulati in task di processo e di regolazione.

Durante le fasi di stesura delle Specifiche Funzionali dovranno essere quindi disponibili le seguenti tipologie di documenti:

DL	Lista dei Documenti
SD	Descrizione del Sistema
P&ID	Diagramma di Processo e Strumentazione
H&MFB	Bilancio Energetico e di Massa
CDS	Fogli Dati dei Componenti
ISO	Diagramma Isometrico
OPP	Procedure Operative d'Impianto

Tabella 6: Lista dei documenti esterni

La DL riporta la lista dei documenti consegnati dal cliente. Devono comprendere tutte le tipologie dei documenti riportati in Tabella 6. Tale lista in generale viene consegnata più volte con varie revisioni e costituisce un riferimento per il **Data Freezing** ovvero il momento in cui si definisce la documentazione di riferimento per lo sviluppo del simulatore che deve essere accettata da parte del cliente. Le richieste di modifiche al simulatore derivanti da revisioni di documentazione pervenute dopo il data freeze saranno soggette a valutazione di fattibilità, relativamente al rispetto del programma temporale di realizzazione del simulatore, e ad eventuale trattativa economica. Le richieste di modifica e le successive valutazioni effettuate saranno riportate in opportuno verbale che dovrà essere firmato per accettazione da entrambe le Parti.

Nella SD Descrizione del Sistema viene riportata una descrizione del processo e delle funzionalità dei componenti principali con riferimenti ai fluogrammi strumentati di impianto P&ID e ai bilanci di massa e di energia dell'impianto alle diverse condizioni di funzionamento e nei diversi assetti.

Devono essere consegnati i CDS fogli dati dei componenti relativi a:

- valvole di by-pass e critical services, valvole di regolazione e pneumatiche ON-OFF, valvole di intercettazione moto-rizzate, manuali, di non ritorno e di sicurezza con criteri di intervento; i dati necessari sono indicati nella scheda allegata (sez. VALVOLA);
- pompe, compressori; i dati necessari alle pompe ed ai compressori sono indicati nelle schede allegate (sez. POMPA e COMPRESSORE);
- corpi cilindrici, degasatori, serbatoi;
- scambiatori di calore: evaporatori, suriscaldatori, economizzatori, scambiatori del sistema acqua servizi;
- generatori TG e TV (con curve caratteristiche);
- trasformatori;
- motori a induzione principali;
- generatore diesel;
- batteria tampone

Insieme con i CDS fogli dati dei componenti vengono consegnate:

- la lista delle misure e del campo di misura
- la lista degli attuatori,

- i disegni costruttivi dei componenti principali di impianto con fogli progetto tubazioni e classi tubazioni, composite indicanti gli eventuali dislivelli e sezioni piping
- le assonometrie e le disposizioni dell'impianto

Per quanto riguarda l'automazione la documentazione che deve essere consegnata è la seguente:

- la lista dei regolatori,
- gli schemi di controllo con le logiche di automazione (la lista delle soglie di allarme e dei parametri di regolazione)
- Manuale descrittivo ed operativo del DCS (SIEMENS, ELSAG-ABB, ALSTOM) comprendente almeno:
 - Interfacce e modalità operative (es. stazioni di comando)
 - Sistema allarmi
 - Animazioni grafiche.
- Descrizione dei blocchi funzionali SIEMENS, ELSAG-ABB, ALSTOM riguardanti regolazione ed automazione.
- Descrizione delle diverse parti costituenti il sistema di regolazione ed automazione.
- Diagrammi funzionali di regolazione ed automazione per i diversi sistemi d'impianto automazione (la lista delle soglie di allarme e dei parametri di regolazione)
- Sinottici di processo
- Elenco stazioni di comando e controllo e loro tipologia.
- Pagine di sinottico con trendlines e variabili rappresentate.
- Elenco allarmi, soglie di intervento e loro trattamento.
- Layout dei quadri di sala manovra.
- Layout sala in cui sarà installato il simulatore.

Per quanto riguarda la fase di collaudo:

- Curve caratteristiche di impianto e dei principali componenti d'impianto da progetto e/o condizioni reali di funzionamento.
- Andamento delle variabili più significative relative ai macchi-nari principali durante i transitori previsti.

Tali documenti sono di ausilio nella lettura delle OPP Procedure Operative d'Impianto che contengono le procedure operative di avviamento, fermata normale e di emergenza ed esercizio (variazioni di carico etc.).

Nel caso i dati non siano interamente disponibili (o palesemente errati) per il termine stabilito per la raccolta dati (Data Freezing data), la conduzione del progetto richiederà una revisione del contratto in termini di pianificazione temporale, di prestazioni del prodotto e/o di valutazione economica.

Di seguito viene riportato un diagramma a blocchi dal quale si capisce l'ordine cronologico delle azioni da svolgere per ottenere le Specifiche Funzionali

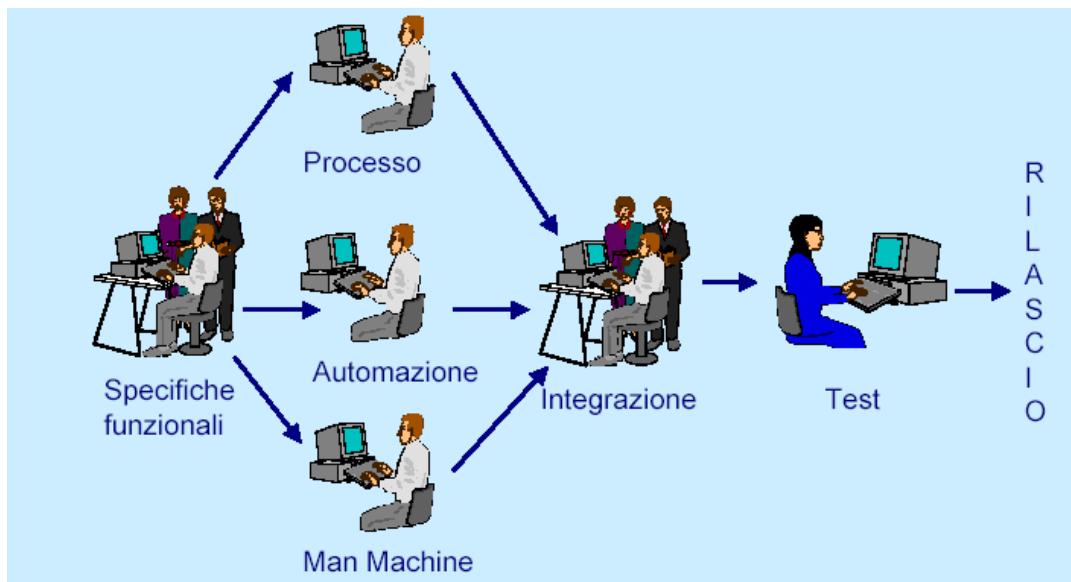


Figura 10: Workflow di un simulatore dinamico

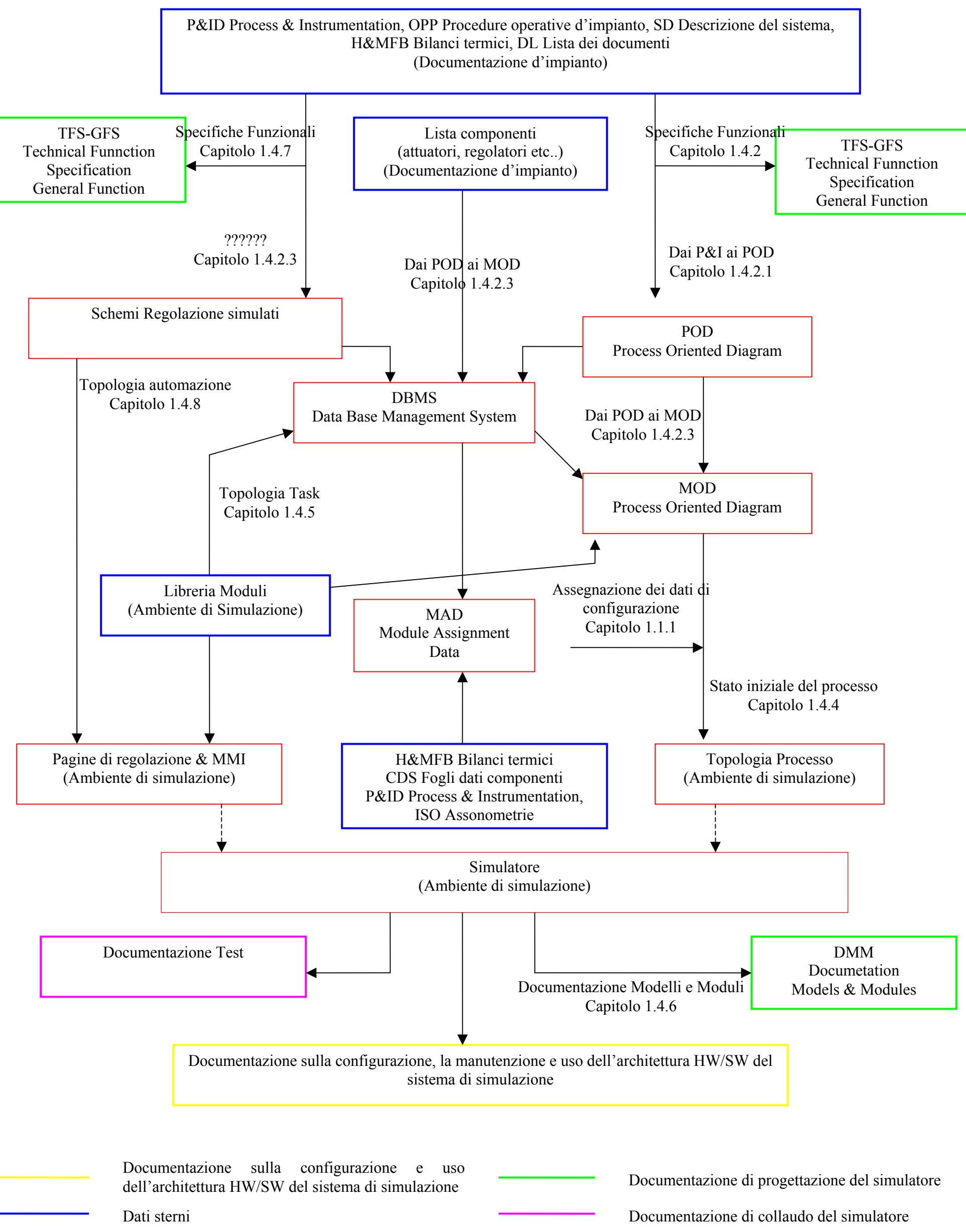


Figura 11: Workflow di un simulatore dinamico

1.4.2.1 Dai P&I ai POD [39], [40]

Seguendo quanto descritto nel capitolo 1.4.2 i passi 1,2,3,4 comportano in prima istanza una analisi della documentazione di progetto e di collaudo esistente. Durante l'analisi critica, la documentazione deve essere opportunamente archiviata mediante un DataBase della documentazione.

Questo DB costituisce l'archivio informatico del progetto¹⁷, in cui sono catalogati tutti i documenti ricevuti durante la fase di specificazione dello sviluppo del simulatore. Si utilizza durante la fase di stesura delle specifiche funzionali, per reperire informazioni sulla descrizione del processo, degli schemi logici di regolazione, su dati di produzione ecc.

Le principali informazioni sui documenti in esso contenuti sono:

- Aree e sottoinsiemi a cui si riferiscono
- Disciplina e tipo di documento
- Titolo del documento
- Revisione
- Nome e codifica del fornitore
- Codifica Enel
- Data di ricevimento
- Riferimento all'eventuale catalogazione cartacea ecc. ecc.

Tali documenti sono utilizzati in un secondo DB per referenziare componenti, attuatori e misure inseriti nel simulatore con la relativa documentazione¹⁸.

IL DB CAM contiene la descrizione dei componenti di impianto, misure e attuatori. La tabella dei componenti contiene, per ogni elemento:

- la sigla
- la descrizione
- il gruppo funzionale di appartenenza
- il livello di simulazione
- i documenti di riferimento.

La tabella delle misure descrive le misure analogiche e digitali che afferiscono al sistema di controllo dell'impianto, le informazioni legate alla tipologia della misura e dello strumento, le informazioni legate alla simulazione della misura e della sua rappresentazione nella task di processo o di automazione. La tabella degli attuatori descrive gli organi di attuazione attraverso i quali si realizza il comando e controllo dell'impianto con informazioni legate alla sua simulazione e alla sua rappresentazione nelle task.

Un terzo DB completa la gestione dei dati e variabili di processo di un simulatore¹⁹. Esso viene utilizzato nella fase di definizione della topologia dei sistemi, descrive ciascun blocco di libreria utilizzato nel MOD, con l'indicazione dei componenti di impianto che rappresenta e in quale misura,

¹⁷ Questo DB attualmente è un DB Access che viene denominato PLANT è parte di un DBMS. Per approfondimenti vedi capitolo 3.

¹⁸ Questo DB attualmente è un DB Access che viene denominato CAM (Component Actuator Measure). Per approfondimenti vedi capitolo 3

¹⁹ Questo DB attualmente è un DB Access che viene denominato CBL (Component to Block List) ed è il terzo ed ultimo DB. Per approfondimenti vedi capitolo 3

il suo nome e una sua breve descrizione ed è utile per avere traccia di come il processo reale è stato tradotto nel MOD.

L'analisi critica del processo comprende anche la verifica della corrispondenza dei P&I con lo stato dell'impianto, la verifica dei bilanci materiali e termici in ogni punto dell'impianto²⁰ e l'approfondimento dei documenti costruttivi delle parti più critiche da simulare.

Dall'analisi della documentazione nascono le valutazioni modellistiche che permettono di effettuare le dovute semplificazioni del processo necessarie per lo sviluppo di ogni task del simulatore. In generale è buona norma che ad una task di processo corrisponda un'area funzionale, ma non è una regola. Ad esempio nel simulatore di una centrale termoelettrica a ciclo combinato, in cui esistono sia il percorso del fluido acqua-vapore che dei fumi, può presentarsi il dubbio se sia meglio creare una task FUMI che comprenda solo il percorso dei fumi, dalla loro uscita dalla turbina fino al camino, oppure se inserire in ogni task che simula il percorso del fluido acqua-vapore il corrispondente scambio termico con i fumi (il confine tra la task FUMI e le altre potrebbe essere rappresentato dalle superfici metalliche di scambio termico).

Se viene creata una task FUMI i vantaggi sono:

- poter seguire i fumi in tutto il loro percorso
- poter ricavare i parametri di scambio termico da passare al sistema acqua-vapore
- poterla dividere in più parti (scambiatori) da poter inserire in altre task.

Gli svantaggi sono:

- una integrazione tra task più complicata in quanto i valori delle variabili da connettere devono essere molto vicini
- la necessità di ipotizzare coefficienti di scambio congruenti

In queste situazioni più complesse, in fase di definizione della topologia, sarà utile comunque replicare ogni scambiatore della task FUMI nella task con cui è collegata, lato acqua-vapore.

Questo criterio vale per definire sia i confini di task di processo che di automazione.

Queste considerazioni permettono di produrre il primo documento utile per la definizione della topologia modellistica: lo schema di processo semplificato (POD). Tale schema si ricava generalmente dai diagrammi strumentati di processo (P&I), eliminando i componenti e le linee che non vengono simulati. I criteri di semplificazione dipendono da livello di dettaglio desiderato per il simulatore e da fenomeni e manovre che si vogliono replicare. Di solito vengono simulate le linee di processo principali, con le relative valvole di regolazione principali, escludendo la strumentazione legata a punti di misura, sfiati e drenaggi non usati nel normale esercizio. Sui POD compaiono le sigle dei componenti, delle misure e degli attuatori, oltre che i riferimenti agli altri sistemi simulati e non. Si utilizzano programmi di disegno (CAD) con i quali si esegue una vera e propria semplificazione dei P&I, seguendo alcune regole generali che saranno comuni a tutte le Aree Funzionali e che sono qui di seguito riportate.

Non vengono generalmente simulati i seguenti componenti di processo:

- linee di spуро/ lavaggio della strumentazione
- sistemi relativi alla strumentazione chimica (linee di aspirazione e trattamento campioni).
- linee di by-pass della strumentazione

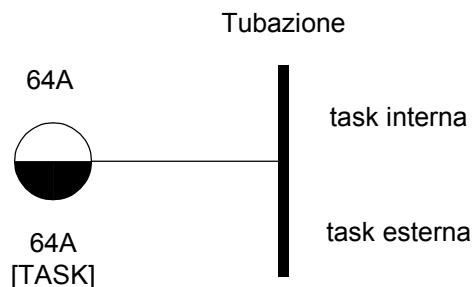
²⁰ Tale verifica può essere fatta prendendo direttamente contatti con la centrale (salsa controllo) o mediante un software di acquisizione dati di centrale in tempo reale.

AREA TECNICA RICERCA

- linee di drenaggio manuali delle tubazioni
- linee di svuotamento per manutenzione dei serbatoi
- valvole di sfiato delle tubazioni utilizzate nelle fasi di manutenzione dell'impianto.
- linee intercettate da valvole manuali bloccate in posizione chiusa, se utilizzate per la manutenzione
- valvole di intercettazione della strumentazione, riduzioni delle tubazioni e giunti di dilatazione; le corrispondenti perdite di carico verranno comunque considerate, attribuendole ai componenti simulati posti immediatamente a monte o valle di essi
- misure di campo non trasmesse al sistema di controllo

Eventuali ulteriori semplificazioni devono essere dettagliate nelle Specifiche Funzionali delle singole aree di impianto.

Nel Diagramma Orientato all'Impianto, per punti di confine tra due sistemi che appartengono a task di processo diverse, la simbologia adottata consiste in un cerchio con una metà bianca (più la SIGLA del sistema) ed una metà nera (più la SIGLA del sistema ed il nome della task di processo esterna fra parentesi quadra); è possibile che le SIGLE coincidano.



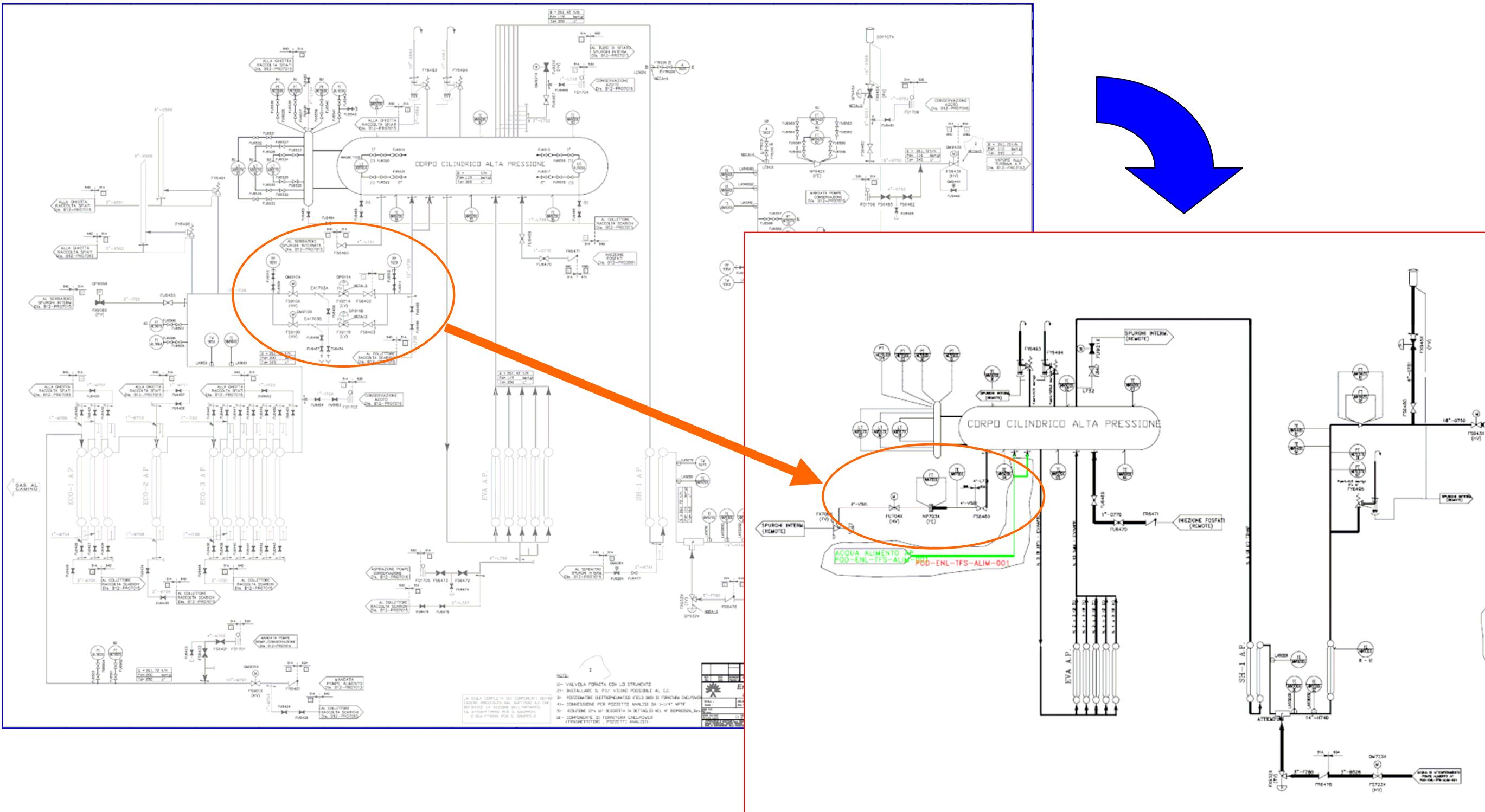


Figura 12: Processo di semplificazione dai P&I ai POD

1.4.2.2 Il sistema di codifica dell'impianto [15],[16]

Il sistema di classificazione dei componenti d'impianto per centrali termoelettriche è un elemento portante e di base che è indispensabile conoscere per sviluppare un simulatore.

Il sistema di codifica è tipico del fornitore dell'impianto.

Tra i vari sistemi di codifica il sistema "KKS" (Kraftwerk-Kennzeichensystem) serve per identificare impianti, sezioni e l'equipment in generale rispettando la tipologia e la logistica. Tale sistema è utilizzato dagli ingegneri di varie discipline nelle varie attività di pianificazione costruzione, esercizio e manutenzione.

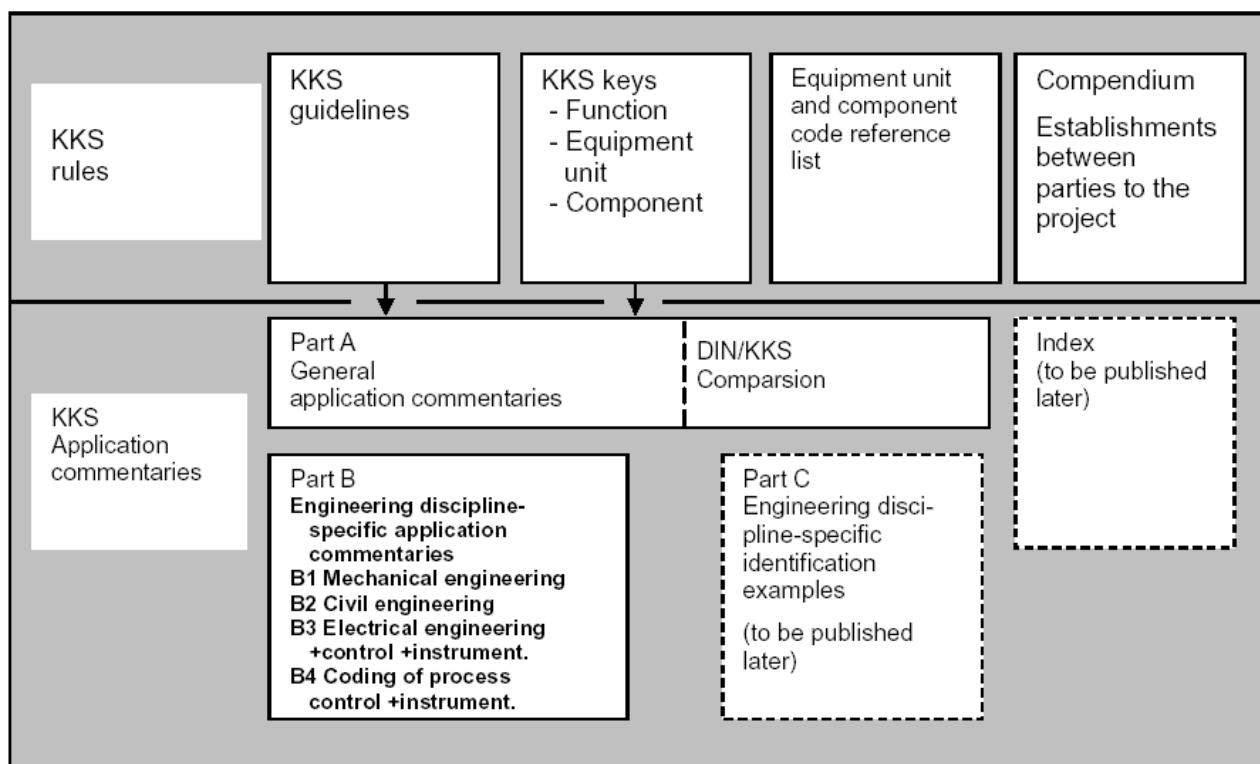


Figura 4: Logica del sistema KKS

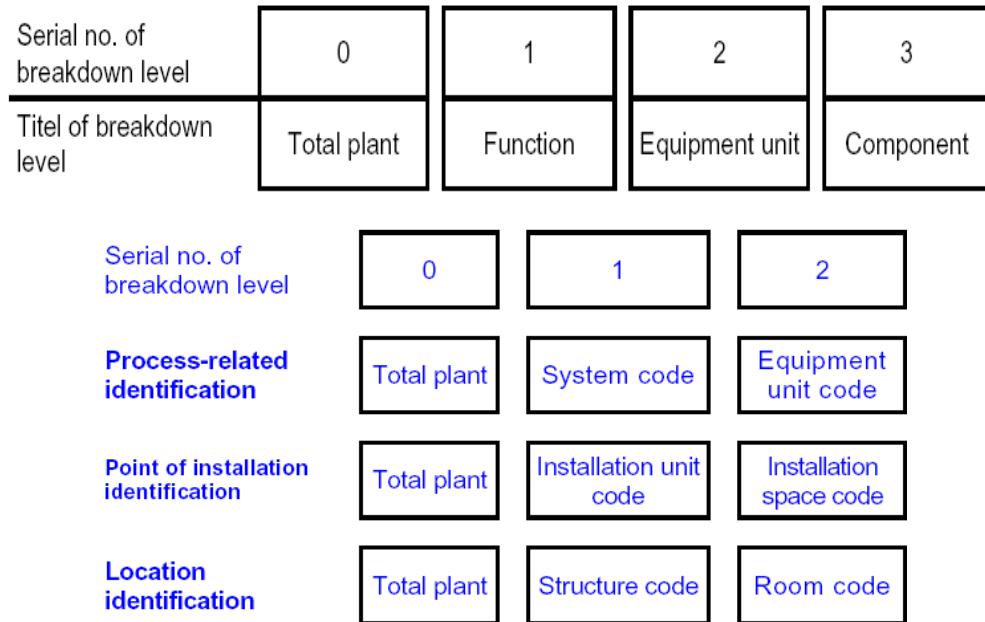
Il sistema KKS utilizza tre tipi di codice per identificare un componente:

- Codice Precess-related
- Codice Point of installation
- Location code

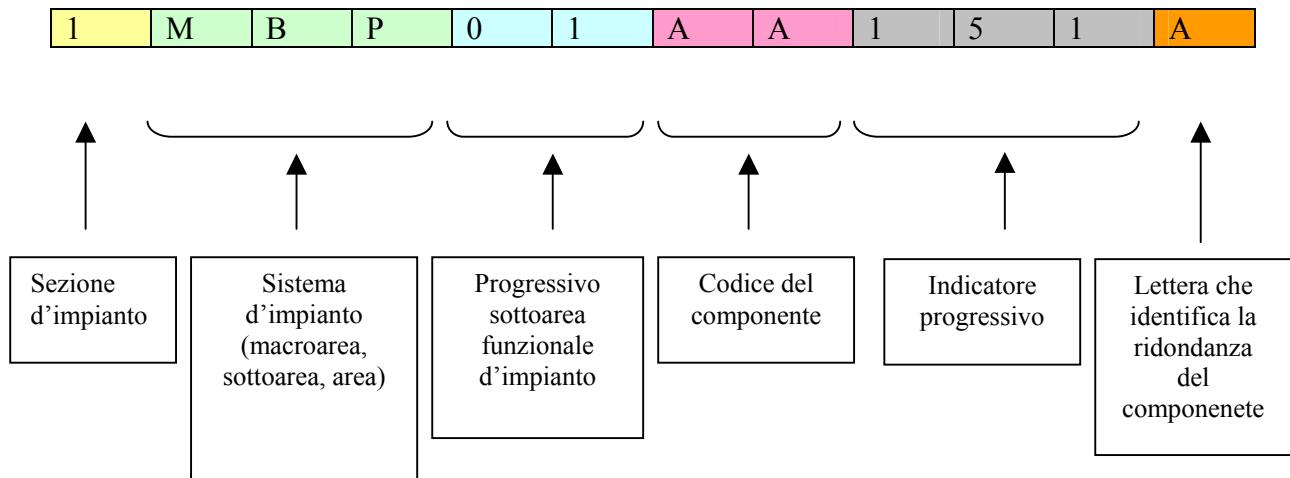
Il primo si basa sulla differente funzionalità (civile, elettrica, automazione) dei componenti.

Il secondo si basa sulla localizzazione del componente (sala controllo, pannelli, campo)

Il terzo si basa sulla localizzazione logistica.


Figura 5: Schema di identificazione del sistema KKS

La codifica KKS è costituita da 12 caratteri che identificano univocamente ogni componente d'impianto.



La gestione dei dati d'impianto è stata utilizzata nell'ambiente di simulazione ALTERLEGO® per garantire l'univocità e la corrispondenza della nomenclatura dei componenti simulati con i componenti reali. La codifica KKS è stata completata sfruttando dei codici standard per creare i collegamenti tra le variabili. Tali codici fanno riferimento alla tipologia di variabile (ad esempio una misura, un allarme etc. aggiungendo dei caratteri alla sigla dei KKS). Se non viene utilizzato il KKS come codifica dell'impianto è necessario sfruttare quella del fornitore ponendo attenzione alle

regole di composizione delle sigle delle variabili nel simulatore al fine di evitare duplicazioni di variabili²¹

1.4.2.3 Dai POD ai MOD[14],[40]

Le Specifiche Funzionali insieme con i POD determinano il livello di simulazione dei vari componenti del P&I. Il passo successivo è quello di tradurre in uno diagramma modellistico i componenti del POD sfruttando i moduli della libreria dell'ambiente di simulazione.

In questa fase dobbiamo necessariamente riferirci all'ambiente di simulazione che verrà trattato nella seconda parte del documento applicando le dovute semplificazioni.

In questo documento faremo riferimento all'ambiente di simulazione ALTERLEGO®²² [Alg_globalproduct-2004_REDHAT Enterprise 3_rel/](#). Su sistema operativo Linux Linux Red Hat Enterprise 3.

Quando si traduce il POD in MOD il criterio da cui partire sono i punti di misura nel P&I.

Dal punto di vista generale, per quanto riguarda il processo, alcune semplificazioni da applicare sono le seguenti:

- le tubazioni vengono simulate con un collettore di capacità termica e volumetrica equivalente, considerando se necessario, gli effetti piezometrici
- le perdite di carico sono attribuite agli organi di intercettazione o di controllo posti immediatamente a monte o a valle della tubazione, ad esempio a valvole (eventualmente multistadio) o a diaframmi. Nel caso di flusso monofase sono preferibili le valvole, nel caso si verifichi una evaporazione si preferisce utilizzare dei diaframmi, (anche per problemi di rumore).
- la distribuzione dimensionale della dissipazione termica e delle perdite di carico lungo le tubazioni in genere non è rilevante ai fini della simulazione del processo.

Per quanto riguarda la simulazione dei trasduttori di misura, si può applicare la seguente semplificazione: le misure multiple afferenti ad una stessa variabile di processo si possono considerare come un'unica misura di processo, in quanto i malfunzionamenti legati a strumentazione ridondata non sono simulate. La gestione dei malfunzionamenti dei trasduttori avverrà a livello di simulatore OTS, nell'ambito della simulazione della regolazione e dell'interfaccia operatore.

Nella elaborazione del MOD La prima cosa da fare è completare il cartiglio con le informazioni richieste:

²¹ A tale scopo si raccomandano regole pratiche standardizzate per l'ambiente di simulazione ALTERLEGO® che è possibile consultare nel capitolo 4.3.1

²² L'ambiente di simulazione ALTERLEGO® è descritto approfonditamente nella seconda parte del documento a partire dal capitolo 2

 <p>Addestramento Specialistico</p>		ENEL produzione COMMESSE Job OSGT1101 Simulatore impianto Ciclo Combinato "la Casella"	
TITOLO: Allegato 1 a: Title: Annex 1 to: Documentazione del Modello di Processo NOME SISTEMA			
CODICE DOCUMENTO: Document code: MOD XXXXX	TIPO DOCUMENTO: Document type: MODEL ORIENTED DIAGRAM	FORMATO: Format: A	NOME FILE: File name: Mod_Xxxxx
REV. 0 gg/mm/aa DATA: DATA:	Nome DISEGNATO DA: Drawn by:	Nome CONTROLLATO DA: Checked by:	Nome APPROVATO DA: Approved By:
<small>IL PRESENTE ELABORATO PROGETTUALE E' DI PROPRIETA' DI SFERA S.p.A. E' FATTO DIVIETO A CHIUNQUE DI PROCEDERE, IN QUALSIASI MODO E SOTTO QUALSIASI FORMA, ALLA SUA RIPRODUZIONE, ANCHE PARZIALE, OVVERO DIMULGARE A TERZI QUALSIASI INFORMAZIONE IN MERITO, SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE RILASCIATA PER ISCRITTO DA SFERA S.p.A. .</small>			
<small>This design document is the property of SFERA S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part and to provide to others any related information, without previous written consent of SFERA S.p.A. .</small>			

Figura 6: Cartiglio del MOD

Nel MOD deve essere utilizzata un elenco di librerie dell'ambiente di simulazione:
La libreria è suddivisa in sottocartelle per tipi di componenti:

- Collettori
- Comandi
- Componenti
- Elettrico
- Indicatori
- Misuratori
- Scambiatori
- Serbatoi
- Valvole

In (Appendice 4. - Libreria dei simboli MOD in ALTERLEGO[®]) è riportata la legenda dei simboli della libreria ALTERLEGO.

Ciascuna icona della libreria rappresenta, di norma, un differente modulo, ed è destinata alla costruzione del MOD (in alcuni casi, moduli affini possono essere rappresentati con la stessa icona). Quando si utilizza un'icona, occorre assegnare il nome del blocco rappresentato dall'icona ed il relativo codice KKS o ASUF²³ (o i codici, nel caso il modulo simuli più componenti).

Le icone debbono essere collegate seguendo il flusso dei fluidi che evolvono nel processo. Le icone relative agli scambiatori di calore e quelle relative ai condotti fumi debbono essere utilizzate in modo da evidenziare con chiarezza la corrispondenza fra le diverse celle dello scambiatore e quelle del condotto fumi (vedi Figura 7):

²³ Vedi più avanti capitolo 1.4.2.2

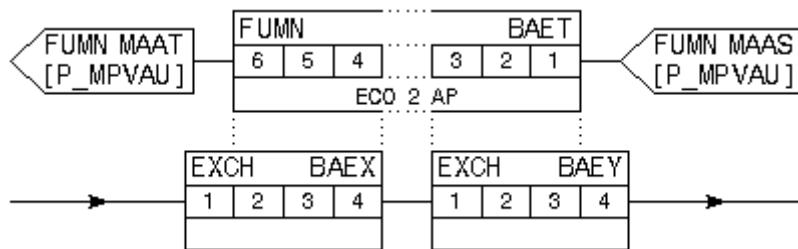


Figura 7: Esempio di collegamento nel MOD

Nel MOD, i punti di confine fra due task di processo debbono essere rappresentati con l'apposita icona, come è mostrato nell'esempio riportato nella figura precedente.

Come si vede in tale esempio, all'interno dell'icona debbono essere riportati sulla prima riga il nome del modulo e quello del blocco con cui ci si collega nell'altra task, e nella seconda riga il nome completo della task confinante racchiuso fra parentesi quadre.

Il MOD dovrà contenere le seguenti informazioni:

- sigle dei componenti principali simulati
- sigle di attuatori e misure calcolate che costituiscono l'interfaccia con la task di automazione corrispondente
- sigle di variabili di ingresso e di uscita della task da connettere con altre task.

In questa fase deve essere adottata una nomenclatura dei blocchi istanziati.

Per quanto riguarda la nomenclatura dei blocchi, si riportano alcune regole: il modulo di libreria ha il suo nome standard che identifica lo strumento, ma deve avere anche un nome univoco nell'intero simulatore, di massimo 4 caratteri, che lo identifichi all'interno del processo.

In genere si tende a dare ai componenti “non principali” un nome i cui 2 primi caratteri identifichino la task di appartenenza, ad esempio CO per la task COND (condensato), GA per la task GVRA (generatore di vapore a recupero ad alta pressione) ecc. ecc., e i secondi 2 siano un numero progressivo, da 00 a 99. Un primo problema sorge se la task comprende più di cento moduli: in questo caso si deve trovare un metodo alternativo, come ad esempio, una sola lettera per la task e un numero progressivo a 3 cifre.

Per i componenti “principali”, come condensatori, pompe, corpi cilindrici, economizzatori, evaporatori, surriscaldatori, risurriscaldatori, valvole di regolazione e valvole motorizzate, si cerca di dare nomi ad hoc più specifici.

Al modulo VACT si può dare un nome che sia il numero progressivo del modulo VALV cui è associato, se questo è numerato, oppure il nome del modulo VALV se questo è battezzato, cambiando magari l'ultimo carattere in un numero progressivo (ad esempio il VACT associato alla valvola COCH si chiamerà VACT COC1).

Un'altra regola può essere questa:

i nomi delle task di processo debbono rispettare le seguenti regole:

- il nome della task è di sette caratteri; i primi due caratteri debbono essere ‘P_’; gli altri debbono descrivere il sistema simulato dalla task (es. P_ELETT, P_TVAPO, ...);

- i nomi dei blocchi sono di quattro caratteri; il primo identifica la task, gli altri tre identificano il blocco all'interno della task. I tre caratteri di identificazione del blocco debbono essere alfabetici (si usa l'alfabeto inglese di 26 caratteri) e debbono essere progressivi, a partire da AAA, AAB, ... fino a ZZY, ZZZ.

Tali regole non sono assolute, ma soggette a personalizzazioni a seconda delle problematiche che si presentano in corso d'opera.

In generale è sempre bene seguire la classificazione utilizzata dal costruttore: il sistema KKS è una alternativa efficace e sicura ma piuttosto rigida e poco intuitiva.

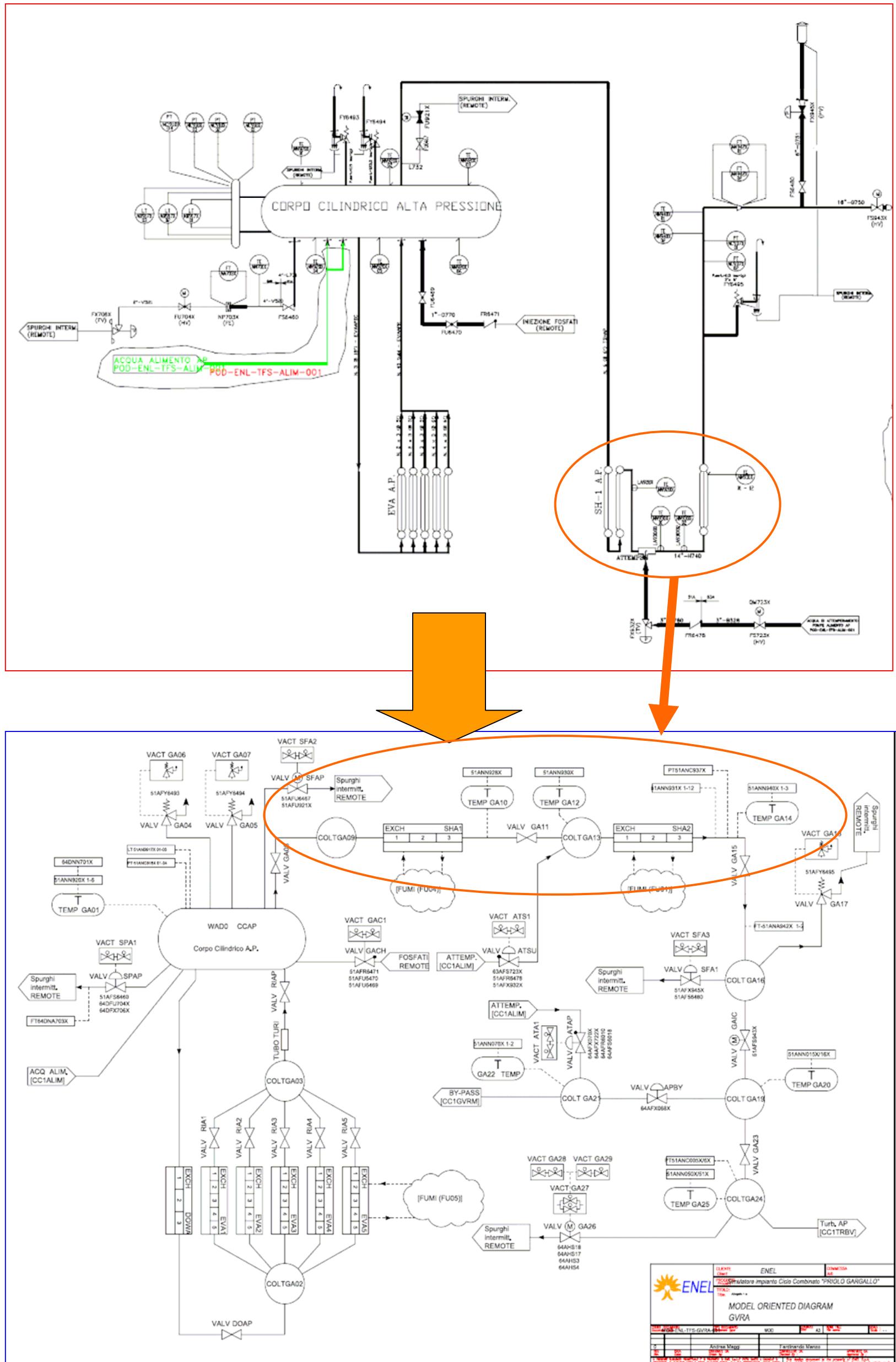


Figura 13: Procedura di traduzione di un POD in un MOD

1.4.3 Assegnazione dei dati di configurazione[40]

Parallelamente ai MOD vengono utilizzati dei fogli Excel personalizzati per ciascun blocco di libreria di ogni task, denominati MAD (Model Assignment Data), che hanno l'obiettivo di calcolare i dati di configurazione di ogni blocco partendo dei fogli dati componenti e dai bilanci di materia ed energia.

Tale necessità si ha perché:

- I dati sono espressi in altre unità di misura di non ovvia conversione (es. diametri e spessori in pollici)
 - I dati sono espressi in unità di misura non direttamente convertibili (es. portate nominali dichiarate in volume anziché in massa)
 - Alcuni dati non sono direttamente dichiarati dal costruttore (es. la massa, la capacità termica ed i volumi interni delle tubazioni)
 - Alcuni dati definiti singolarmente per ciascun componente reale devono essere “combinati” per definire i dati di un blocco dell’ambiente di simulazione. Questa eventualità si verifica spesso perché la corrispondenza modellistica con gli elementi reali non è 1:1. Ad esempio più tubazioni convergenti o contigue possono essere simulate come un unico collettore. In questo caso la massa e spessore da assegnare al blocco deve essere la media di quelli delle tubazioni.

1	Type of component:	HEADER					
2	LEGO block name:	COLT	G002		Task:	CC1GVRA	
3	Description:			BLOCK_DESCRIPTION			
4	Fluid:	WATER					
5	Database CBL:	FILE_CBL					
6	Component list						
7		Tag	Frazione	Note			
8		1 51EVAAPDC	0%	ing			
9		2 51AEVAPIN1	100%	usc			
10		3 51AEVAPIN2	100%	usc			
11		4 51AEVAPIN3	100%	usc			
12		5 51AEVAPIN4	100%	usc			
13		6 51AEVAPIN5	100%	usc			
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30	Supplier data						Aux. data
31							
32	n° tubes #	Ext.diam.	Thickness	Lenght	Material	KKS Code	Fraction %
33		mm	mm	m			
34	3	460	30	26.9	A106Gr.B	51EVAAPDC	0
35	3	143.47	13.753	7.329	A106Gr.B	51AEVAPIN1	100
36	3	134.209	12.09	11.479	A106Gr.B	51AEVAPIN2	100
37	3	150.551	12.443	11.011	A106Gr.B	51AEVAPIN3	100
38	3	147.394	11.436	11.436	A106Gr.B	51AEVAPIN4	100
39	3	146.721	11.223	19.281	A106Gr.B	51AEVAPIN5	100
40							
41							
42							
43							
44							

Figura 8: Esempio di corrispondenza tra componente reale e blocco

I MAD sono fogli Excel collegati con il DBMS, pertanto il nome del foglio Excel deve corrispondere al nome completo (di otto caratteri, che comprende anche il nome del modulo istanziato) del blocco trattato e contengono un'intestazione riempita automaticamente i seguenti dati:

- nome del modulo,
- descrizione del componente simulato dal modulo,
- codice KKS,
- componenti simulati,
- nome del blocco nell'ambiente di simulazione,
- riferimenti alla documentazione usata per il reperimento dei dati,

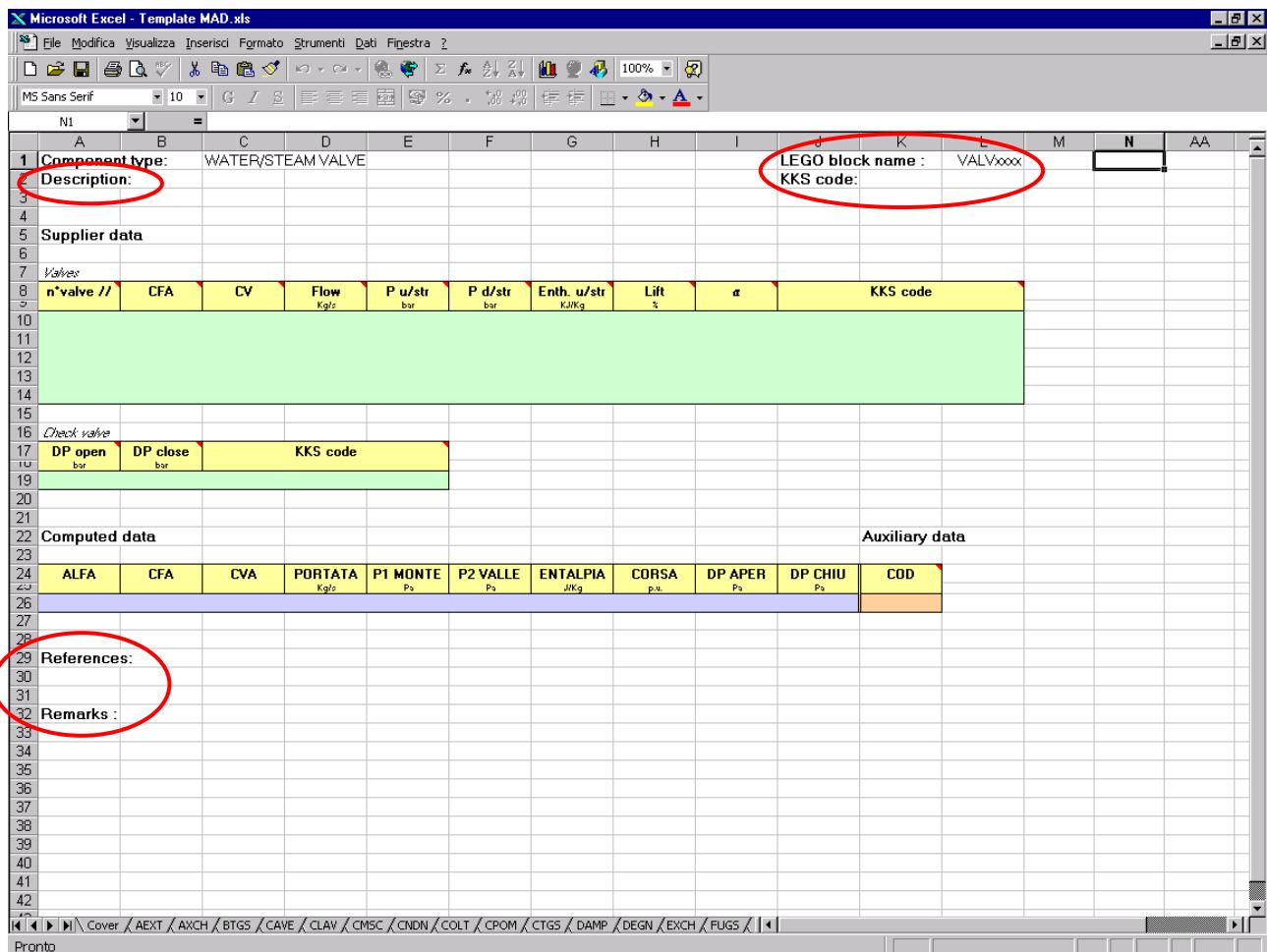
ed un template suddiviso in una serie di Fogli, uno per ciascun modulo della libreria dell'ambinete di simulazione.

Ogni foglio contiene tabelle costruite ad hoc per quel modulo, alcune delle quali da riempire con i dati reperiti accuratamente nella documentazione dell'impianto (Disegni costruttivi, Fogli dati componenti etc.) da inserire in caselle non protette da scrittura e contrassegnate dal colore verde; questi dati sono utilizzati per il calcolo dei dati di configurazione (Computed Data) inseriti in caselle protette da scrittura e contrassegnate dal colore fucsia e forniti nella forma richiesta dalle finestre di input del modulo. Esiste anche una sezione dedicata agli Auxiliary Data introdotti dal modellista perché non forniti dal fornitore del componente di impianto, ma strettamente legati alla simulazione.

Nel dettaglio un foglio MAD è tipicamente diviso in tre sezioni:

- Dati del Fornitore
- Dati Calcolati
- Dati Ausiliari
- Altre sezioni

Microsoft Excel - Template MAD.xls



Component type: WATER/STEAM VALVE																								
1	Description:	LEGO block name : VALVxxxx KKS code:																						
3																								
4																								
5	Supplier data																							
6																								
7	Valves																							
8	n°valve //	CFA	CV	Flow Kg/s	P u/str bar	P d/str bar	Enth. u/str KJ/Kg	Lift %	α	KKS code														
9																								
10																								
11																								
12																								
13																								
14																								
15																								
16	Check valve																							
17	DP open bar	DP close bar	KKS code																					
18																								
19																								
20																								
21																								
22	Computed data																							
23																								
24	ALFA	CFA	CVA	PORTATA Kg/s	P1 MONTE Ps	P2 VALLE Ps	ENTALPIA J/Kg	CORSA p.u.	DP APER Ps	DP CHIU Ps	COD													
25																								
26																								
27																								
28																								
29	References:																							
30																								
31																								
32	Remarks :																							
33																								
34																								
35																								
36																								
37																								
38																								
39																								
40																								
41																								
42																								

Figura 9: Template MAD

Dati del Fornitore:

Questa sezione deve essere riempita con i dati provenienti dai fornitori e/o con i dati prelevati dalle norme (UNI, ISO, ANSI, ...); la colonna superiore contiene le descrizioni dei dati da inserire. Qualora uno o più dati non siano disponibili, lo sviluppatore li stimerà sulla base della sua esperienza modellistica e/o rilevandoli da fogli dati di impianti affini: in tal caso il dato stimato verrà evidenziato come in figura (vd. sotto). La sezione “Dati del Fornitore” è evidenziata dal colore verde.

Dato non disponibile
 (stimato dal modellista)

CV	Flow Kg/s	P u/str bar	P d/str bar	Enth. u/str KJ/Kg
	25	40	25	

Figura 10: Dati del fornitore nel MAD

Dati Calcolati:

Questa sezione contiene i dati calcolati dal foglio MAD in funzione di quelli forniti nella sezione precedente, sulla base delle elaborazioni necessarie al loro inserimento nel file di configurazione/inizializzazione (nell'ambiente di simulazione ALTERLEGO® file **f14.dat**). La sezione “Dati Calcolati” è evidenziata dal colore fucsia.

Dati Ausiliari:

Questa sezione contiene dati particolari, non provenienti dal fornitore ma introdotti dal modellista in quanto strutturalmente connessi alla simulazione del componente (es. il modello matematico utilizzato per la risoluzione dell’equazione caduta/portata in una valvola).

La sezione “Dati Ausiliari” è evidenziata dal colore arancio. Se, come di norma avviene, i dati della sezione “Dati Ausiliari” devono essere forniti nel file di configurazione/inizializzazione (nell’ambiente di simulazione ALTERLEGO® file **f14.dat**) insieme con quelli calcolati dal foglio MAD, essa è posta a fianco della sezione “Dati Calcolati”; in caso contrario è posta a fianco della sezione “Dati del Fornitore”.

Altre sezioni

- Descrizione: breve descrizione del/dei componente/i simulato/i.
- Codice KKS/ASUF: codici KKS/ASUF del/dei componente/i.
- Blocco LEGO: nome completo del blocco LEGOCAD (otto caratteri).
- Riferimenti: elenco dei documenti dei fornitori utilizzati.
- Note: eventuali note aggiuntive.

Nei MAD esistenti per l'ambiente di simulazione ALTERLEGO^{®24} sono presenti vari fogli di lavoro con i template di ogni blocco di processo della libreria LEGOCAD[®]. I template disponibili sono contenuti nel file **TEMPLATE_MAD.xls**.

L'aggiunta di un nuovo template comporta la sua associazione al modulo di libreria corrispondente nel CBL.

Attualmente i fogli presenti nel template sono:

AEXT, AXCH, BTGS, CAVE, CLAV, CMSC, CNDN, COLT, CPOM, CTGS, DAMP, DEGN, FUGS, FUMN, PLEN, SERA, SERB, TREN, TTGS, TUBO, VAIN, VALV.

Naturalmente è possibile creare all'interno del MAD fogli Excel per moduli LEGOCAD[®] diversi da quelli della lista, appartenenti ad altre librerie. Per ogni task viene creato un file il cui nome è **mad_taskname.xls**.

Tali template sono collegati con i fogli Excel MATERIALI_E_TUBAZIONI che contiene:

- caratteristiche materiali (sigla, densità, calore specifico, conducibilità termica...)
- caratteristiche tubazioni (sigla, materiale, diametro, spessore, lunghezza...)
- caratteristiche scambiatori (sigla, materiale, diametri, numero tubi...)

Per ogni task viene definito un template, cui viene assegnato il nome della task, che conterrà tanti fogli quanti sono i moduli appartenenti alla task stessa, denominati con il nome ufficiale del modulo.

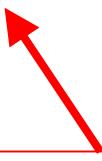
²⁴ L'ambiente di simulazione ALTERLEGO[®] è descritto approfonditamente nella seconda parte del documento a partire dal capitolo 2

Type of component: **VALVOLA**
LEGO block name: **VALV GA05** Task: **CC1GVRA**
Description: **BLOCK_DESCRIPTION** KKS: **51AFY6494**
Fluid: **WATER**
Database CBL: **D:\Documents and Settings\it**

Component list:

Tag	Frazione	Note
1	51AFY6494	
2		
3		
4		
5		
6		
7		

Dati relativi al componente


Supplier data

Valves										KKS code
n°valve //	CFA	CV	Flow Kg/s	P u/str bar	P d/str bar	Enth. u/str KJ/Kg	Lift %	□		
1	1	1	65.0	124.50	4.00	2718	85	2.5	51AFY6494	


Check valve

DP open bar	DP close bar	KKS code

Dati letti dalla documentazione d'impianto

Computed data

ALFA	CFA	CVA	PORTATA Kg/s	P1 MONTE Pa	P2 VALLE Pa	ENTALPIA J/Kg	CORSO p.u.	DP APER Pa	DP CHIU Pa	COD
2.5	1	1	65	12450000	400000	2718000	85			

Auxiliary data
References:

Dati calcolati dal foglio



Figura 14: MAD di un elemento valvola del simulatore dinamico del CC di Priolo Gargallo

TIPO DATI	DATI	U.M
SUPERFICIE TOTALE DI SCAMBIO TERMICO	4397.4	m ²
NUMERO TOTALE TUBI	315	
NUMERO TUBI IN LARGHEZZA	105	
NUMERO TUBI IN PROFONDITA'	3	
DIAMETRO ESTERNO TUBO	0.038	m
DIAMETRO INTERNO TUBO	0.025	m
SEZIONE INTERNA TUBO	0.00049	m ²
SPESORE DEL TUBO	0.0065	m
LUNGHEZZA PARTE ALETTATA DEL TUBO	21	m
MATERIALE TUBO	A213T22	
PASSO TRASVERSALE TUBI	0.09	m
PASSO LONGITUDINALE TUBI	0.09	m
NUMERO DELLE PARTENZE IN PARALLELO	3	
NUMERO COLLETTORI SUPERIORI	3	
DIAMETRO ESTERNO COLLETTORE SUPERIORE	0.24	m
MATERIALE COLLETTORI SUPERIORI	A336F22	
NUMERO COLLETTORI INFERIORI	3	
DIAMETRO ESTERNO COLLETTORE INFERIORI	0.219	m
MATERIALE COLLETTORI INFERIORI	A335P11	
TIPO DI ALETTA	SEGMENTATA	
ALTEZZA ALETTA	0.013	m
LARGHEZZA ALETTA	0.004	m
SPESORE ALETTA	0.0012	m
MATERIALE ALETTA	TP409	
PASSO ALETTA (N° ALETTE/METRI)	130	
TEMPERATURA INGRESSO FUMI	591.5	C°
TEMPERATURA USCITA FUMI	569	C°
TEMPERATURA INGRESSO ACQUA		
TEMPERATURA USCITA VAPORE	539.79	C°
PORTATA USCITA VAPORE	261170.39	kg/h
PRESSIONE USCITA VAPORE	100.95	bar
ENTALPIA USCITA VAPORE	3473.58	kJ/kg

Figura 15: MAD “Caratteristiche scambiatori” del simulatore dinamico del CC di Priolo Gargallo

Sigla Materiale	Densità [kg/m³]	Calore Specifico [J/(kg·°C)]	Conducibilità termica [watt/m°C]	Commento					
10CrMo9 10	7800.00	574.93	36.10	2 ¹ / ₄ Cr-1Mo 623,15K					
TP409	7850.00	460.24	52.30						
A36	7850.00	460.24	52.30						
A210A1	7850.00	460.24	52.30						
A213T12	7850.00	460.24	52.30						
A213T22	7850.00	460.24	52.30						
A106Gr.B	7850.00	460.24	52.30	C - Mn - Si (ASTM)					
A53B	7850.00	460.24	52.30	C - Mn (ASTM)					
A335	7850.00	460.24	52.30	Cr - Mo (ASTM)					
15Mo3	7900.00	573.18	40.30	C- ₁ / ₂ Mo 623,15K					
15NiCuMoNb5	7900.00	573.18	40.30	Dati provvisori					
18Cr10NiTi	7900.00	501.00	15.30	18Cr-10Ni-Ti 373,15K 1.4541(WN), S32100(UNS)					
AC	7900.00	573.18	40.30	Acciaio al carbonio					
ACGM16	3347.61	868.58	4.56	Acciaio al carbonio gommato 16"					
ACGM20	3357.04	867.14	4.58	Acciaio al carbonio gommato 20"					
ACGM24	3360.43	866.62	4.59	Acciaio al carbonio gommato 24"					
ACGM28	3367.65	865.53	4.60	Acciaio al carbonio gommato 28"					
ACGM32	3370.94	865.03	4.61	Acciaio al carbonio gommato 32"					
ACGM4	3907.40	795.14	3.38	Acciaio al carbonio gommato 4"					
ACGM6	3699.99	819.76	3.75	Acciaio al carbonio gommato 6"					
ACGM8	3518.71	843.65	4.10	Acciaio al carbonio gommato 8"					
CS	7900.00	573.18	40.30	It is not a material					
CuNi9010	8930.00	390	395	RAME C70600					
Fe44BFN	7900.00	573.18	40.30	Acciaio al carbonio					
GOMMA	1100.00	1737.00	0.15	Gomma rivestimento interno					
H II	7900.00	493.20	42.20	C-Si-Mn 373,15K-423,15K 1.0425(WN), H II (DIN)					
P91	7900.00	573.18	40.30	Not available					
PRESCRFU	3630.29	828.66	4.18	Acciaio al carbonio gommato PreScrubber, ingresso fumi					
PRESCRUB	4057.00	778.95	3.55	Acciaio al carbonio gommato PreScrubber					
PRFV	2000.00	1500	1.5	Plastica rinforzata con fibre di vetro					
SA106B	7900.00	578.05	43.20	C-Si 623,15K					
SA192	7900.00	578.05	43.20	C-Si 623,15K					
SA210A1	7900.00	578.05	43.20	C-Si 623,15K					
SA213T12	7850.00	575.64	38.50	1Cr- ₁ / ₂ Mo 623,15K					
SA213T22	7800.00	574.93	36.10	2 ¹ / ₄ Cr-1Mo 623,15K					
SA335P91	7780.00	577.99	27.70	9Cr-1Mo 623,15K					
SCRUBBER	2974.63	932.86	5.77	Acciaio al carbonio gommato Scrubber					
ST35.8	7900.00	573.18	40.30	Not available					
ST37.8	7900.00	573.18	40.30	Not available					
TP409	7900.00	558.29	20.20	18Cr-8Ni 623,15K					
VR	1500.00	1500	1.5	VETRORESINA					
X5CrNi1810	7900.00	491.55	15.30	18Cr-10Ni 323,15K					
FE510A1KI	7900.00	573.18	40.30	UNI EN 10155 S355 JOWP					
FE430C	7900.00	573.18	40.30	UNI EN 10025 S275 JO					
References :	Manuale dell'Ingegnere (Nuovo Colombo) - 81° edizione								
DN	Diametro esterno [mm]	Spessore acciaio [mm]	Spessore gomma [mm]	Volume acciaio	Volume gomma	Volume totale	Densità risultante [kg/m³]	Calore Specifico risult. [J/(kg·°C)]	Conducibilità termica risult. [watt/m°C]
4"	114.30	6.02	4.00	2047.77	1234.74	3282.51	3907.40	795.14	3.38
6"	168.27	7.11	4.00	3599.68	1885.53	5485.21	3699.99	819.76	3.75
8"	219.07	8.18	4.00	5419.34	2496.99	7916.33	3518.71	843.65	4.10
16"	406.40	9.52	4.00	11869.52	4817.30	16686.82	3347.61	868.58	4.56
20"	508.00	9.52	4.00	14908.08	6094.01	21002.09	3357.04	867.14	4.58
24"	558.80	9.52	4.00	16427.36	6732.36	23159.72	3360.43	866.62	4.59

Figura 16: MAD “Materiali e tubazioni” del simulatore dinamico del CC di Priolo Gargallo

In genere l'uso dei MAD è propedeutico alla fase di configurazione dell'ambiente di simulazione²⁵, ma a convergenza raggiunta se ne può eseguire l'aggiornamento.

L'assegnazione dei dati alla task di processo in LEGOCAD® si esegue utilizzando l'attività DATI dell'ambiente di simulazione di ENEL. Il prodotto di questa fase è il file **f14.dat**.

²⁵ Vedi capitolo 2

Nel corso dell'attività debbono essere inserite all'interno del file **f14.dat** i corretti valori dei dati fisici e geometrici. I dati fisico/geometrici sono, per loro natura, indipendenti dalla condizione di funzionamento attuale; per i blocchi per cui è stato utilizzato il foglio MAD, i dati verranno estratti da tale foglio; altrimenti verranno direttamente desunti dai dati del fornitore e/o dall'esperienza modellistica dello sviluppatore della task.

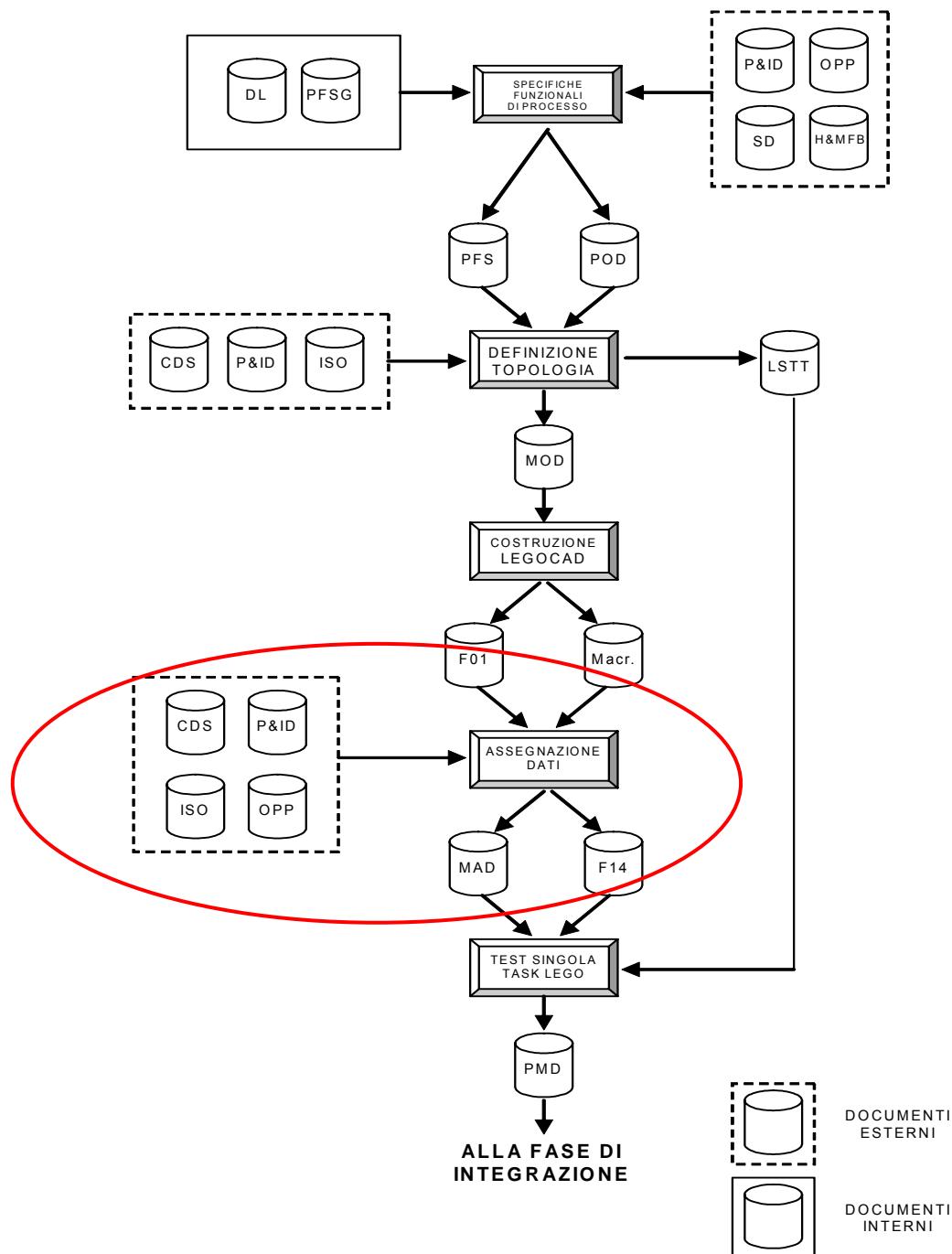


Figura 11: Work flow applicato all'ambiente di simulazione LEGOCAD®

1.4.4 Stato iniziale del processo [39]

Nell'ambiente di simulazione ALTERLEGO® [Alg.globaLproduct-2004 REDHAT Enterprise 3 rel/](#) come in altri sistemi di simulazione per definire uno stato del sistema coincidente con un assetto dell'impianto è necessario definire lo stato iniziale delle variabili di processo (e di regolazione). Tale stato è definito stato stazionario, e definisce i valori iniziali delle variabili di stato da associare ad ogni componente della rete modellistica, secondo i bilanci di massa e di energia.

Ad ogni componente della rete si devono associare pressioni, temperature dei fluidi e dei metalli, portate e composizioni delle masse, coefficienti di scambio, livelli di serbatoi e altri dettagli dipendenti dal modulo stesso. Inoltre si devono definire le condizioni al contorno, ovvero i dati di partenza per il calcolo.

Il sistema configurato nelle condizioni note può essere risolto calcolando numericamente lo stato stazionario. Ogni sistema di simulazione ha il proprio metodo di calcolo dello stazionario, alcuni lo calcolano facendo evolvere il sistema dinamicamente per tempi molto lunghi, altri lo calcolano staticamente.

ALTERLEGO® obbliga lo sviluppatore a calcolare esattamente lo stato stazionario in modo statico prima di procedere con una simulazione in regime transitorio²⁶.

Nel calcolo statico è possibile modificare il sistema da risolvere imponendo i vincoli (condizioni al contorno) del sistema tra le variabili assegnate. In genere tali condizioni sono portate, temperature e composizioni dei fluidi in ingresso e stato degli attuatori (apertura delle valvole di controllo, numero di giri di pompe, on-off di valvole o ventilatori ecc.). Alcune condizioni al contorno costituiranno l'interfaccia con le task confinanti.

Utilizzando alcuni programmi di calcolo, come ad esempio Gate CYCLE, si possono eseguire bilanci termici sulle varie linee di processo, in modo da individuare le condizioni termodinamiche lungo il percorso dei fluidi, da utilizzare come dati di inizializzazione per il calcolo dello stazionario o come verifica di tale calcolo. Si possono utilizzare anche software di acquisizione dati come il PI²⁷ per verificare sia i dati di convergenza sia quelli di input delle varie task.

I bilanci materiali e termici dell'impianto dovrebbero essere la parte fondamentale della consegna dei documenti, ma talvolta sono incompleti o mancano del tutto.

Generalmente vengono forniti in forma di tabelle che riportano i valori termofluidodinamici dei fluidi dell'impianto secondo i vari punti di misura (vedi Figura 12)..

Nel corso dell'attività debbono essere inserite all'interno del file **f14.dat** i corretti valori delle seguenti condizioni:

- condizioni al contorno (variabili di ingresso)
- stato atteso del sistema (variabili di uscita)

I valori delle variabili di ingresso e di uscita dipendono invece dallo stato dell'impianto; si avranno pertanto più file **f14.dat** diversi, uno per ciascuna condizione di funzionamento dell'impianto che il modellista deve inserire:

Si riporta un esempio, delle condizioni al contorno fornite nella documentazione del CC di Priolo Gargallo nelle varie condizioni di carico:

²⁶ Vedi più avanti gli step di sviluppo di un simulatore al capitolo

²⁷ Il software PI è un software che consente di acquisire i dati reali d'impianto come pressioni, temperature etc.

N°	Descrizione	Unità	CNC	CMA	CCT	CMT
1	Temperatura ambiente	°C	15.00	15.00	15.00	15.00
2	Pressione ambiente	bar	1.013	1.013	1.013	1.013
3	Umidità relativa	%	0.60	0.60	0.60	0.60
4	Potenza linda TG	MW	257.40	167.31	133.85	25.74
5	Potenza linda TV	MW	132.05	103.40	93.03	28.65
6	Potenza linda totale	MW	389.45	270.71	226.88	54.39
7	Efficienza linda totale	%	56.98	54.51	52.86	29.35
8	Potenza termica ingresso TG (PCI)	MW	683.48	496.57	429.22	185.28
9	Portata gas TG	kg/s	650.50	506.16	455.35	449.92
10	Temperatura gas TG	°C	591.00	591.00	591.00	344.47
11	Portata condensato	kg/s	98.13	76.00	68.26	35.83
12	Temperatura condensato	°C	27.83	26.27	25.74	23.48
13	Portata ingresso ECOBP	kg/s	98.13	76.00	68.26	32.96
14	Portata by-pass ECOBP	kg/s	0.00	0.00	0.00	2.87
15	Portata ricircolo ECOBP	kg/s	40.65	33.79	31.06	12.80
16	Portata ECOBP	kg/s	138.77	109.79	99.32	45.76
17	Temperatura ingresso ECOBP	°C	60.00	60.00	60.00	60.00
18	Temperatura ingresso degasatore	°C	137.11	135.35	134.79	142.89
19	Portata pompa alimento MP	kg/s	16.86	13.16	11.80	15.48
20	Portata pompa alimento AP	kg/s	73.29	58.23	52.91	15.89
21	Portata vapore EVABP	kg/s	7.99	4.62	3.57	4.46
22	Pressione vapore EVABP	bar	4.49	4.50	4.51	4.50
23	Temperatura vapore EVABP	°C	147.82	147.88	147.96	147.92
24	Entalpia vapore EVABP	kJ/kg	2,742.8	2,742.9	2,743.0	2,742.9
25	Portata vapore EVAMP	kg/s	16.69	13.03	11.68	15.33
26	Pressione vapore EVAMP	bar	16.42	12.99	11.77	8.00
27	Temperatura vapore EVAMP	°C	202.61	191.57	187.09	170.42
28	Entalpia vapore EVAMP	kJ/kg	2,792.5	2,785.4	2,782.1	2,767.5
29	Portata Blowdown MP	kg/s	0.17	0.13	0.12	0.15
30	Portata vapore EVAAP	kg/s	72.54	56.15	50.50	15.73
31	Pressione vapore EVAAP	bar	105.44	84.41	76.82	50.00
32	Temperatura vapore EVAAP	°C	314.88	298.74	292.15	263.91
33	Entalpia vapore EVAAP	kJ/kg	2,717.9	2,753.4	2,764.4	2,794.2
34	Portata Blowdown AP	kg/s	0.73	0.56	0.51	0.16
35	Portata uscita SHBP	kg/s	7.99	4.62	3.57	4.46
36	Pressione uscita SHBP	bar	3.81	4.27	4.37	4.29
37	Temperatura uscita SHBP	°C	300.78	296.12	292.39	255.09
38	Entalpia uscita SHBP	kJ/kg	3,069.3	3,058.6	3,050.7	2,974.1
39	Portata uscita SHMP	kg/s	16.69	13.03	11.68	15.33
40	Pressione uscita SHMP	bar	15.43	12.23	11.10	6.34
41	Temperatura uscita SHMP	°C	306.24	293.19	287.78	246.62
42	Entalpia uscita SHMP	kJ/kg	3,051.7	3,031.4	3,022.8	2,949.2
43	Portata uscita SHAP	kg/s	72.55	57.64	52.37	15.73
44	Pressione uscita SHAP	bar	100.95	80.85	73.60	49.55
45	Temperatura uscita SHAP	°C	539.79	540.37	539.80	344.28
46	Entalpia uscita SHAP	kJ/kg	3,473.6	3,495.7	3,501.8	3,056.9
47	Portata uscita RH	kg/s	82.18	65.14	59.06	29.23
48	Pressione uscita RH	bar	13.93	11.03	10.01	4.26
49	Temperatura uscita RH	°C	539.81	539.57	539.02	343.32
50	Entalpia uscita RH	kJ/kg	3,561.0	3,563.3	3,563.1	3,155.7
51	Portata attemperamento SH	kg/s	0.01	1.49	1.87	0.00
52	Portata uscita attemperatore SH	kg/s	72.55	57.64	52.37	15.73
53	Temperatura uscita attemperatore SH	°C	450.00	439.10	432.54	339.34
54	Entalpia uscita attemperatore SH	kJ/kg	3,238.7	3,242.2	3,237.1	3,043.0
55	Portata attemperamento RH	kg/s	0.00	0.00	0.00	0.00
56	Portata uscita attemperatore RH	kg/s	82.18	65.14	59.06	29.23
57	Temperatura uscita attemperatore RH	°C	400.06	399.78	399.25	312.18
58	Entalpia uscita attemperatore RH	kJ/kg	3,257.3	3,261.4	3,262.0	3,091.0
59	Portata vapore ingresso TVAP	kg/s	72.55	57.65	52.37	15.73
60	Pressione vapore ingresso TVAP	bar	95.89	76.79	69.89	49.19
61	Temperatura vapore ingresso TVAP	°C	537.66	538.64	538.22	343.93
62	Entalpia vapore ingresso TVAP	kJ/kg	3,473.6	3,495.7	3,501.8	3,056.9
63	Portata vapore ingresso TVMP	kg/s	82.19	65.16	59.06	29.23
64	Pressione vapore ingresso TVMP	bar	13.37	10.59	9.61	4.08
65	Temperatura vapore ingresso TVMP	°C	539.56	539.35	538.83	343.15
66	Entalpia vapore ingresso TVMP	kJ/kg	3,561.0	3,563.3	3,563.1	3,155.7
67	Portata vapore uscita TVAP	kg/s	65.50	52.11	47.38	13.90
68	Pressione vapore uscita TVAP	bar	15.91	12.62	11.45	4.86
69	Temperatura vapore uscita TVAP	°C	293.03	294.77	294.91	176.41
70	Entalpia vapore uscita TVAP	kJ/kg	3,020.7	3,033.8	3,037.3	2,804.3
71	Portata vapore VRF ingresso GVR	kg/s	65.50	52.11	47.38	13.90
72	Pressione vapore VRF ingresso GVR	bar	15.43	12.23	11.10	4.81
73	Temperatura vapore VRF ingresso GVR	°C	292.43	294.29	294.47	176.23
74	Entalpia vapore VRF ingresso GVR	kJ/kg	3,020.7	3,033.8	3,037.3	2,804.3
75	Portata vapore ingresso TVBP	kg/s	7.98	4.62	3.57	4.46
76	Pressione vapore ingresso TVBP	bar	3.59	4.20	4.33	4.23
77	Temperatura vapore ingresso TVBP	°C	300.56	296.04	292.33	255.00
78	Entalpia vapore ingresso TVBP	kJ/kg	3,069.4	3,058.6	3,050.7	2,974.1
79	Portata vapore ingresso cross over	kg/s	97.03	75.15	67.47	35.41
80	Pressione vapore ingresso cross over	bar	3.49	2.70	2.42	1.12
81	Temperatura vapore ingresso cross over	°C	346.38	345.14	344.32	205.74
82	Entalpia vapore ingresso cross over	kJ/kg	3,163.5	3,162.5	3,161.4	2,886.2
83	Portata vapore ingresso condensatore	kg/s	97.03	75.15	67.47	35.41
84	Pressione condensatore	bar	0.034	0.031	0.030	0.025
85	Entalpia condensatore	kJ/kg	2,426.7	2,436.1	2,441.8	2,376.9
86	Titolo vapore ingresso condensatore	%	0.95	0.95	0.96	0.93
87	Temperatura vapore ingresso cond.	°C	26.13	24.45	23.85	21.22
88	Portata acqua raffreddamento	kg/s	9,785.0	9,785.0	9,785.0	9,785.0
89	Temperatura ingresso acqua raffr.	°C	18.46	18.46	18.46	18.46
90	Temperatura uscita acqua raffr.	°C	23.99	22.77	22.35	20.45
91	Portata condensato	kg/s	98.12	76.00	68.25	35.83
92	Pressione condensato	bar	0.030	0.030	0.030	0.030
93	Temperatura condensato	°C	26.13	24.44	23.85	21.22
94	Temperatura gas ingresso GVR	°C	591.00	591.00	591.00	344.47
95	Temperatura gas uscita SH AP AT	°C	568.54	566.29	564.96	344.03
96	Temperatura gas uscita RH AT	°C	535.54	532.83	531.30	340.23
97	Temperatura gas uscita SH AP BT	°C	485.06	479.03	476.47	332.40
98	Temperatura gas uscita RH BT	°C	459.62	453.32	450.59	320.05
99	Temperatura gas uscita EVA AP	°C	325.89	308.97	302.02	267.18
100	Temperatura gas uscita SH MP	°C	319.90	303.24	296.41	261.50
101	Temperatura gas uscita SH BP	°C	316.			

1.4.5 Topologia task

Esistono due filosofie nella costruzione della task:

- nella prima si inserisce un modulo per volta nella fase di definizione della topologia in LEGOCAD® (vedi capitolo 1.4.5) e si passa subito alla definizione dei dati fisici e geometrici (configurazione) e di inizializzazione. Solo dopo che ciascun modulo della task restituisce risultati plausibili e omogenei con quelli degli altri moduli è consigliabile eseguire i collegamenti delle variabili, anche se esiste comunque la possibilità che tali collegamenti creino dei problemi.
- Secondo l'altra filosofia si instanziano, si collegano e si fanno convergere progressivamente i moduli uno dopo l'altro.

In Appendice 8. - Prontuario moduli della libreria di processo standard LEGOCAD® si riporta una descrizione dettagliata di alcuni moduli della libreria LEGOCAD® e il loro corretto uso, soprattutto per quanto riguarda l'assegnazione dei vincoli al sistema numerico. Intanto si riportano alcune utili indicazioni:

- nel simulatore di una centrale termoelettrica, la task FUMI, di cui si è parlato nel capitolo è quella che probabilmente avrà il maggior numero di collegamenti con altre task e quindi presenterà più problemi: ad esempio, la superficie di scambio di ciascuno scambiatore lato fumi dovrà corrispondere esattamente con quella dello stesso scambiatore lato acqua-vapore, per evitare di avere problemi di incongruenza.

- nel caso di una valvola, si mettere **NOTO** all'alzata e si fa calcolare la pressione in uscita, in questo modo si deve cercare di ottenere una pressione in uscita uguale a quella di ingresso del modulo successivo, per avere meno problemi in fase di collegamento. Ma non sempre è così. Infatti, nelle task tipo GVRB del simulatore della centrale termoelettrica, l'evaporatore (il riser) è costituito da una serie di moduli EXCH in parallelo alimentati da un unico collettore, ciascuno seguito da una valvola e confluenti tutti in uno stesso COLT. Le pressioni di uscita da ciascuna valvola devono essere molto simili in quanto andranno collegate allo stesso collettore, per questo, nel calcolo dello stazionario, si sbloccano le alzate e si bloccano le pressioni, inoltre si utilizza un modulo NODO che passa i coefficienti di attrito a ciascun EXCH, in modo da poterli imporre NOTI. Variando il coefficiente di attrito sul NODO, si possono ottenere le pressioni desiderate in uscita delle VALV. Infine il COLT di uscita dagli EXCH può essere sostituito provvisoriamente con un MIXN (par. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), in modo da calcolare le entalpie tenendo sotto controllo le pressioni. Questo metodo di utilizzo dei moduli ausiliari è utile per separare il calcolo idrodinamico da quello termico e risolvere un'incongruenza per volta.

Infine, per variare i coefficienti di scambio termico sugli EXCH in maniera congruente con il FUMN corrispondente nella task FUMI, intanto conviene replicare questo ultimo modulo a fianco dell'EXCH con cui scambia calore, come anticipato nel par. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, inoltre conviene utilizzare un modulo DISN (par. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

- per evitare problemi di innescio della circolazione naturale nella task dell'evaporatore, si dovrebbe mettere il clapet ad una valvola che sta a monte del riser, ma distribuire più di un clapet all'interno del circuito non va bene per problemi di propagazione delle pressioni in fase di avvio a freddo (numericamente non si riesce a calcolare lo stazionario dell'avviamento a freddo).

Il file prodotto in questa fase è l'**f14.dat** da cui il sistema parte per il calcolo dello stazionario. Tale calcolo avviene con una tolleranza di default di 0,00001 che può essere aumentata. Se il sistema raggiunge la convergenza, i dati calcolati non devono essere salvati sull'**f14.dat**, ma sul file **f24.dat** utilizzato dal sistema come file di input per calcolare il transitorio. Durante il transitorio il sistema calcola di nuovo tutti gli output, anche se gli è stato attribuito il “NOTO”.

1.4.6 Documentazione Modelli e Moduli (DMM – Document Models & Modules) [51]

Oltre alle Specifiche Tecniche Funzionali relative ai sottosistemi di impianto, verrà prodotta anche la documentazione Modelli e Moduli relative allo sviluppo modellistico. Tali documenti DMM (Document Models & Modules) descrivono lo sviluppo dei modelli nell'ambiente di simulazione utilizzato. In particolare tali documenti devono riportare:

- riferimenti alla topologia generale del modello MOD e POD
- diagramma del modello
- dati di processo ricavati dai bilanci materiali e termici
- dati assegnati al modello MAD
- caratteristiche dell'ambiente di simulazione utilizzato
- moduli della libreria dell'ambiente di simulazione modello
- prove di stabilità
- prove di variazioni di carico

Tutte le informazioni da inserire in questi due documenti saranno reperibili all'interno del DBMS. Durante la descrizione della topologia deve essere definito il nome della task; in questa fase si possono utilizzare varie regole.

le regole principali

Di seguito si riporta l'intestazione e l'indice di una DMM:

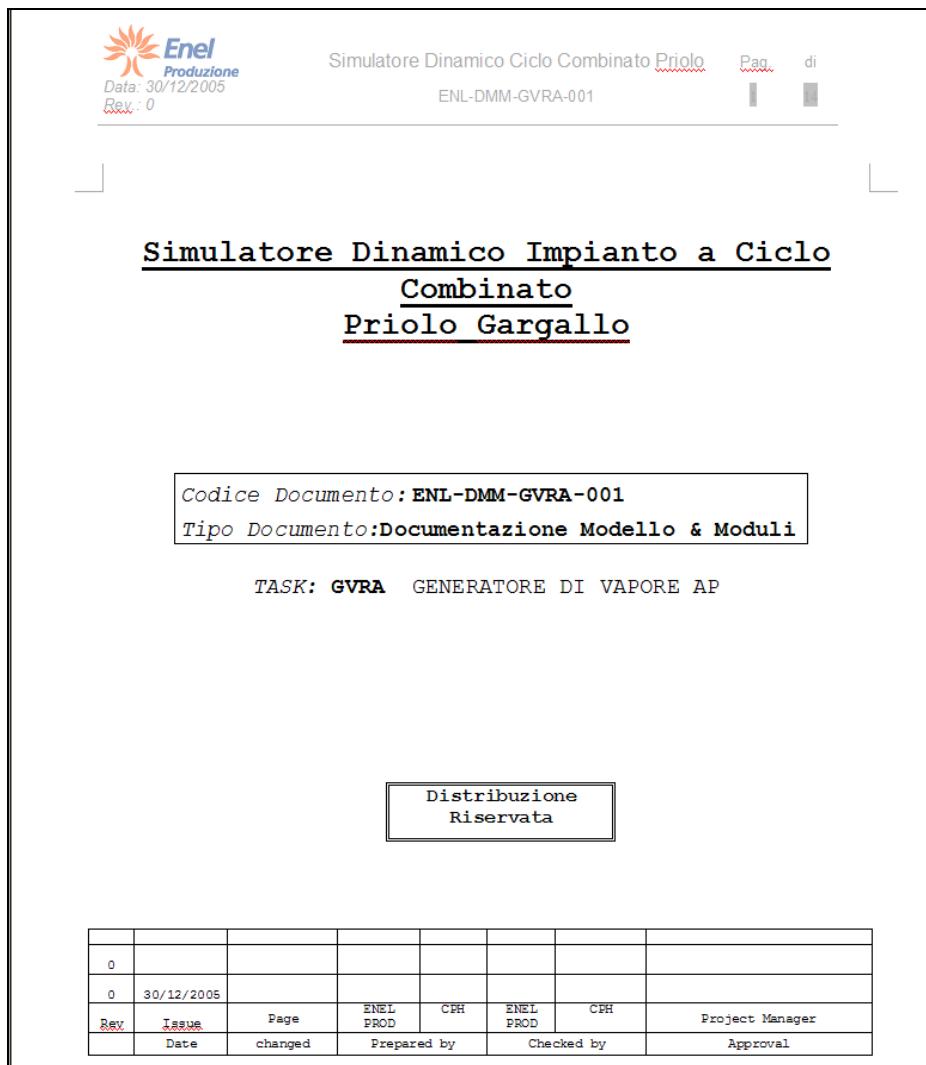


Figura 17: Intestazione di una specifica di modelli e moduli

0	INTRODUZIONE	3
1	RIFERIMENTI	4
2	TOPOLOGIA GENERALE DEL MODELLO	5
2.1	DIAGRAMMA DEL MODELLO	5
2.2	DATI DI PROCESSO	5
2.3	DATI ASSEGNNATI AL MODELLO	6
3	MODULI DEL MODELLO	7
4	PROVE DEL MODELLO	9
4.1	GENERALITA'	9
4.2	PROVE DI STABILITA'	9
4.3	PROVE DI VARIAZIONI DI CARICO	9

Figura 18: Sommario di una specifica dei modelli e moduli

1.4.7 Specifiche funzionali dell'automazione[23]

Nelle specifiche funzionali dell'automazione sono definite nel dettaglio le logiche di regolazione che sono implementate nel simulatore e le pagine grafiche che consentono di interagire con i parametri delle pagine di regolazione.

In un simulatore PTS le logiche sono realizzate replicando fedelmente gli schemi logici di regolazione e automazione presenti nella documentazione d'impianto (vedi Figura 20, Figura 21, Figura 22), mentre in un simulatore PDS nel quale la regolazione è semplificata, le logiche possono essere realizzate semplificando gli schemi esistenti. Talvolta è più complesso semplificare le logiche esistenti e si preferisce progettarle ex novo.

Per definire la topologia della regolazione e dell'automazione dell'impianto si deve discriminare quali dinamiche del processo non vengono simulate.

Le dinamiche si possono definire secondo una classificazione di base:

1. Dinamiche che prevedono solo transitori di carico tra il CMT e il CNC (per esempio regolazione secondaria)
2. Dinamiche che prevedono transitori di carico tra il CMT e il CNC con regolazione di frequenza (regolazione primaria determinata dal carico della rete) e condizioni al contorno
3. Dinamiche che prevedono transitori di carico tra il CMT e il CNC con regolazione di frequenza e load rejection
4. Dinamiche che prevedono transitori di carico tra il CMT e il CNC con regolazione di frequenza e load rejection e scatti TG e TV, round down

Il caso (1) è si riferisce alla regolazione secondaria che interviene allorquando il GRTN invia una richiesta di produzione per correggere il piano di produzione giornaliero. Tale dinamica esclude l'implementazione delle logiche di regolazione e di automazione più complesse che richiedono oltretutto una robustezza delle task di processo elevata.

In questo caso è possibile semplificare le logiche esistenti partendo dagli schemi forniti con la documentazione d'impianto, oppure implementarli ex-novo quando tale semplificazione non sia conveniente.

In questa configurazione si esclude il blocco

Il caso (2) prevede l'implementazione di una regolazione più complessa che prende in considerazione logiche più dettagliate sulla TG con la logica di regolazione primaria. La regolazione primaria prende origine da uno sbilanciamento tra la potenza immessa in rete e carico elettrico richiesto. Quando esiste uno sbilanciamento la frequenza della rete elettrica si scosta dal valore nominale di 50 Hz. Tale variazione determina una autoregolazione sugli impianti di generazione determinando una variazione della potenza che i macchinari immettono in rete. Sulla rete elettrica nazionale tale regolazione interviene già quando la frequenza si scosta di 1/1000 di Hz mentre su reti più limitate tipo quelle regionali è sufficiente quando lo scostamento di 1/10 di Hz. Tale variazione interviene su tutte le macchine dell'impianto e in primo luogo sulla TG e TV.

L'adeguamento dei macchinari alla variazione di frequenza avvinea con velocità diverse e dipende dall'inerzia del macchinario.

La regolazione primaria ha una caratterizzazione proporzionale (e quindi non riesce a eliminare completamente lo scostamento tra la richiesta di carico e la produzione) ed ha un effetto rapido sul macchinario, mentre la regolazione secondaria è integrale e tende a eliminare lo scostamento a tempi lunghi.

Le dinamiche dei macchinari sono diverse e in particolare la TV impiega 1/10 di secondo per rispondere alla richiesta, mentre la TG è più veloce. Nella regolazione combinata l'azione correttiva è costituita da una regolazione primaria associata ad una regolazione secondaria.

La regolazione primaria dell'impianto è automatica e ha luogo fino ad uno scostamento tra potenza immessa e carico richiesto del 5%. Quando la frequenza scende sotto i 47 Hz intervengono le logiche di protezione per evitare il danneggiamento dei macchinari isolando il gruppo di generazione.

Esiste un terzo tipo di regolazione definita regolazione in isola che interviene quando il gruppo viene isolato dalla rete elettrica nazionale, nella quale se lo scostamento di frequenza supera gli 0.3 Hz .

Per analizzare le dinamiche del punto (2) è necessario prendere in considerazione anche le condizioni al contorno che influiscono sulle prestazioni del TG. Dato che la regolazione del combustibile dipende da vari parametri:

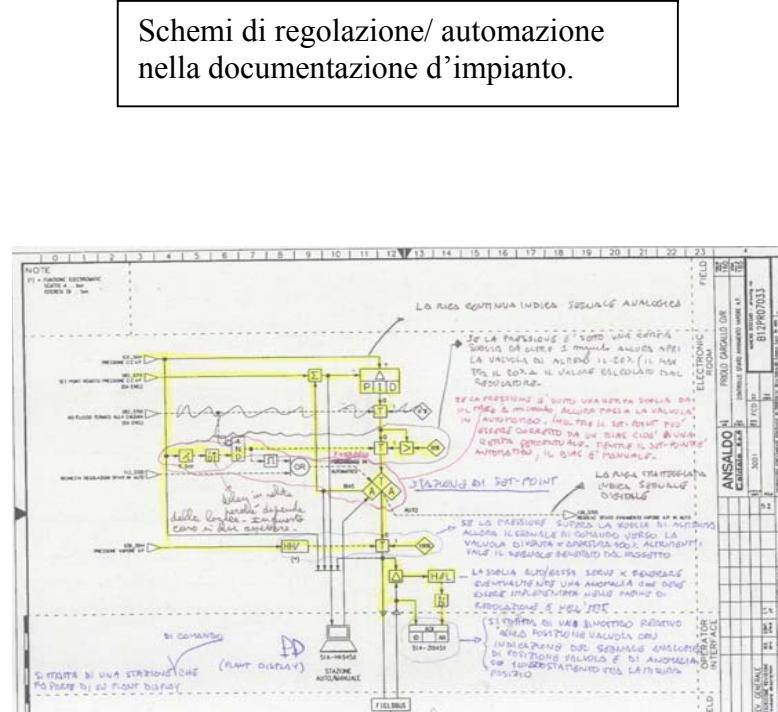
- richiesta di carico
- termoregolazione (temperatura 1° stadio della TG)
- rapporto di compressione
- curve di avviamento
- regolazione di velocità
- regolazione del carico max

Il caso (3) prevede l'implementazione di una regolazione ancora più complessa che prende in considerazione altre logiche della TG. In particolare deve essere previsto Load Rejection con il quale si intende la sequenza di azioni automatiche manovre, riguardanti i gruppi termoelettrici, attivata dall'apertura dell'interruttore di gruppo in seguito a guasti esterni all'unità. La logica di Load Rejection ha lo scopo di regolare la velocità del gruppo a valori prossimi a quella nominale e ridurre, o eliminare, l'adduzione di combustibile per adeguare la potenza prodotta a quella dei servizi ausiliari di centrale e di consentire così il rapido rientro in produzione dell'unità.

Il caso (4) prevede anche logiche per gestire il round down, ovvero logiche che prevedano la riduzione istantanea del carico del 50% del TG dovute a cause tipo humming.

Nelle specifiche funzionali dell'automazione devono essere riportate le logiche di regolazione e automazione e i sinottici che permettono di interagire con i parametri della regolazione.

Documentazione



Schemi in ALTERLEGO

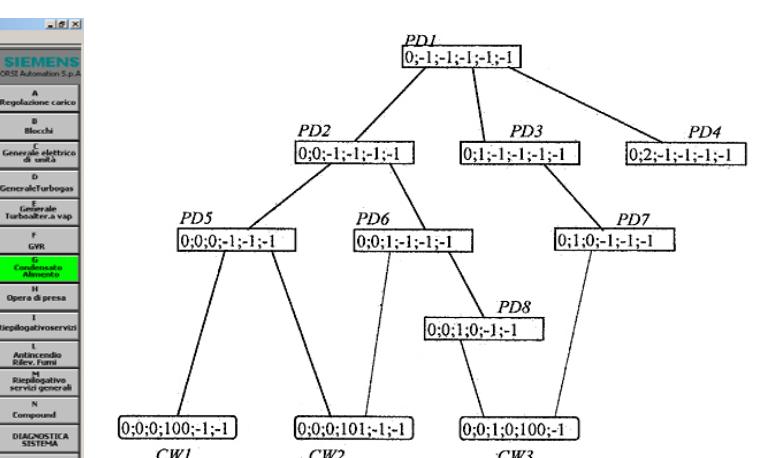
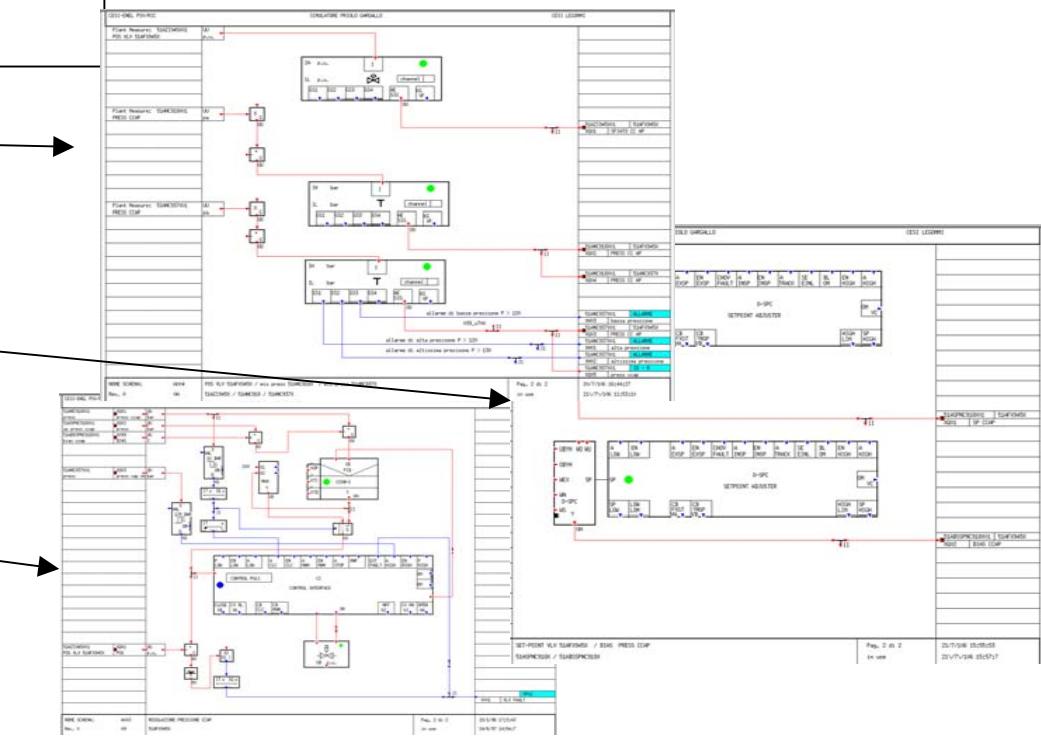
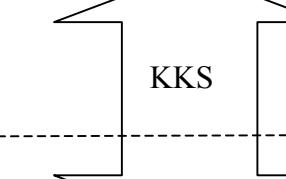
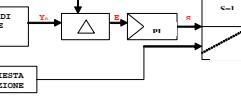
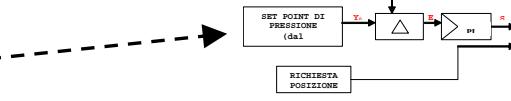
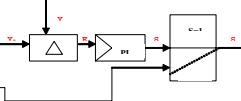
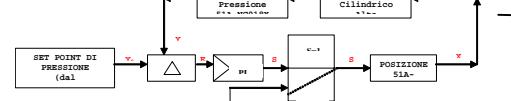
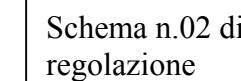
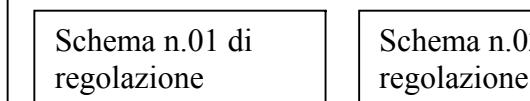


Figura 19: Schema di lavoro per implementare l'automazione

1.4.8 Definizione della topologia di automazione

La topologia dell’automazione è definita con:

- logiche di regolazione e automazione
- sistemi MMI e SCADA²⁸

Come illustrato nel flusso di lavoro di Figura 19, le logiche di regolazione e automazione definiscono gli elementi delle catene di regolazione del processo, mentre il sistema MMI e SCADA implementano il sistema di supervisione e controllo della sala controllo che permette di interagire con i sistemi di regolazione.

Le logiche di regolazione e automazione simulati vengono implementate a partire dagli schemi presenti nella documentazione d’impianto trasposti nell’ambiente CONFIG²⁹. La fase di implementazione degli schemi è supportata dal Database Automazione (vedi capitolo 0 e 6) che permette di creare i collegamenti tra Plant Display, Control Window e gli schemi di regolazione attraverso il meccanismo dei KKS (vedi capitolo 1.4.2.2).

Inoltre consente di completare il sistema documentale delle specifiche funzionali dell’automazione tramite report preconfigurati.

Per quanto riguarda l’automazione del livello di simulazione PDS, si riportano alcune note preliminari:

- Misure: le misure che sono sottoposte a correzione, vengono corrette lato processo ed arrivano all’automazione già elaborate. Lato automazione si terrà conto dell’attendibilità delle misure utilizzate per la correzione per elaborare la validità della misura corretta. La misura arriva unica dal processo. In futuro verrà modificato il blocco misura per gestire l’elaborazione delle misure doppie e triple.

Il blocco misura deve essere inserito anche per le grandezze calcolate (quelle cioè che fino ad oggi si gestivano come link analogici diretti).

- Attuatori: si inseriscono tutti gli altri attuatori, escluse le valvole manuali. Queste ultime si potranno raccogliere in futuro in una task di automazione a parte che gestisce i remote parameter.
- Per le serrande va aggiunta l’icona dell’attuatore relativo nella pagina regolazione.
- Sinottici: si costruisce un albero di sinottici semplificato e basato essenzialmente sui P&I, da rivedere poi alla luce dell’interfaccia reale.
- Regolazioni: si inseriscono le regolazioni legate ai sistemi simulati con le logiche minime necessarie.
- Blocchi: se possibile le cause di blocco devono essere inserite ed elaborate, però producono solamente delle segnalazioni (da riportare su un sinottico dedicato)
- SCADA: per il PDS non è previsto SCADA.

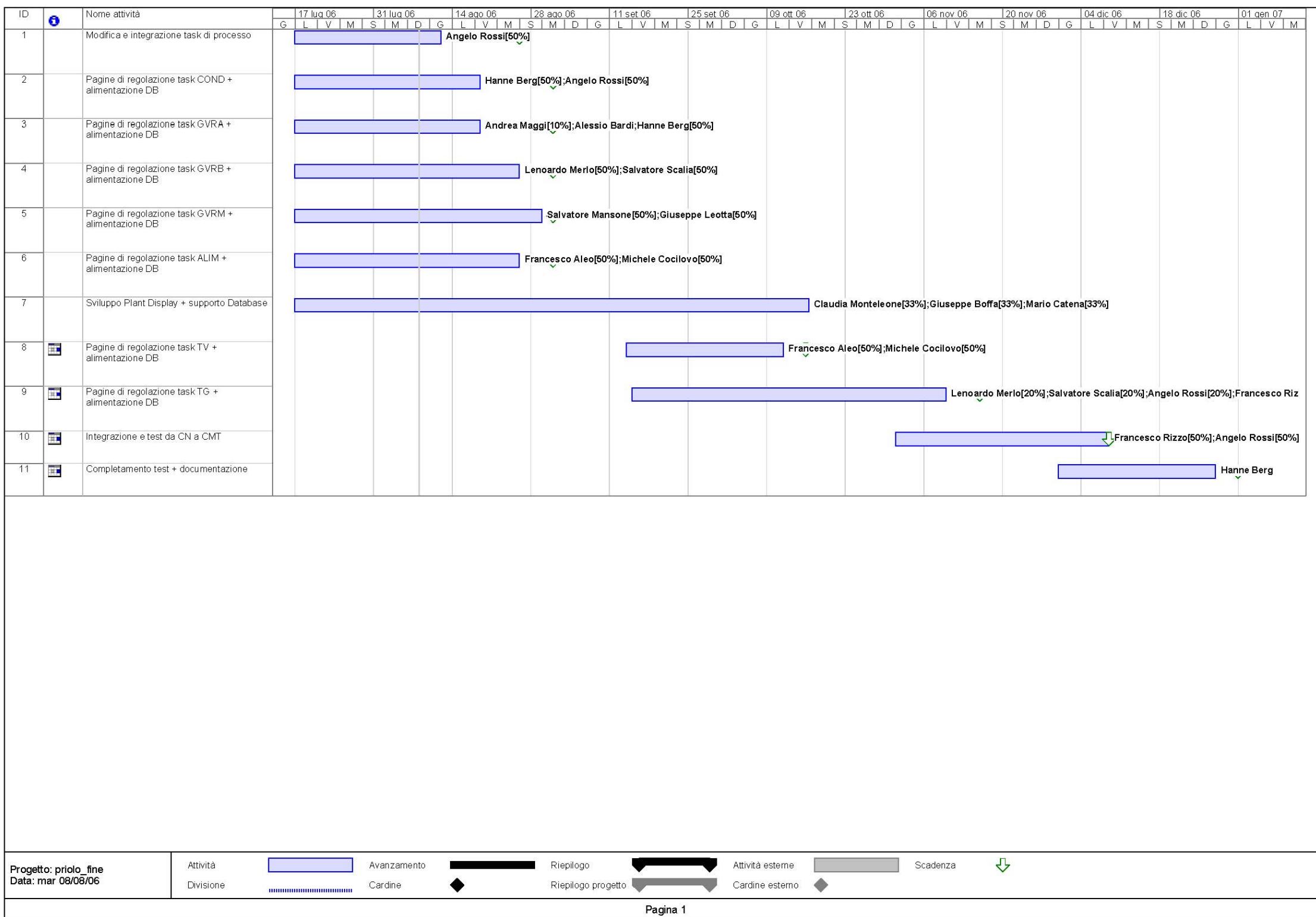
²⁸ Il sistema MMI (Man Machine Interface) è il sistema integrato nell’ambiente di simulazione ALTERLEGO® che consente di interagire con i modelli di regolazione secondo interfacce grafiche simili a quelle presenti in sala controllo sull’impianto. Il sistema SCADA è il sistema integrato nell’ambiente di simulazione ALTERLEGO® che permette di gestire i malfunzionamenti e gli allarmi. Per i dettagli vedi il capitolo 2.4.1.

²⁹ CONFIG è lo strumento dell’ambiente di simulazione ALTERLEGO® che consente di implementare le pagine di regolazione dell’applicativo LEGOMMI® (vedi capitolo 2.4.1 per una descrizione dettagliata)

AREA TECNICA RICERCA

Di seguito si riporta un programma temporale delle attività relative alla regolazione.

Come si nota le attività di sviluppo delle pagine di regolazione in ambiente ALTERLEGO® devono essere svolte simultaneamente a quelle di inserimento dati nel DB automazione. Inoltre è possibile condurre simultaneamente lo sviluppo dei sinottici



1.4.8.1 Logiche di regolazione e automazione

Nelle specifiche funzionali dell'automazione devono essere descritte le logiche di controllo del processo individuando la tipologia e ogni elemento della catena della catena di regolazione³⁰. I documenti che possono essere utili per questo sono riportati di seguito:

Figura 20: Documenti utili per approfondire la regolazione dell'impianto

³⁰ Per i dettagli del sistema di regolazione vedi il capitolo 2.3.1.

AREA TECNICA RICERCA

Tali documenti riportano gli schemi logici utilizzando una legenda di simboli. Tali schemi in genere sono degli overview che trascurano i dettagli.

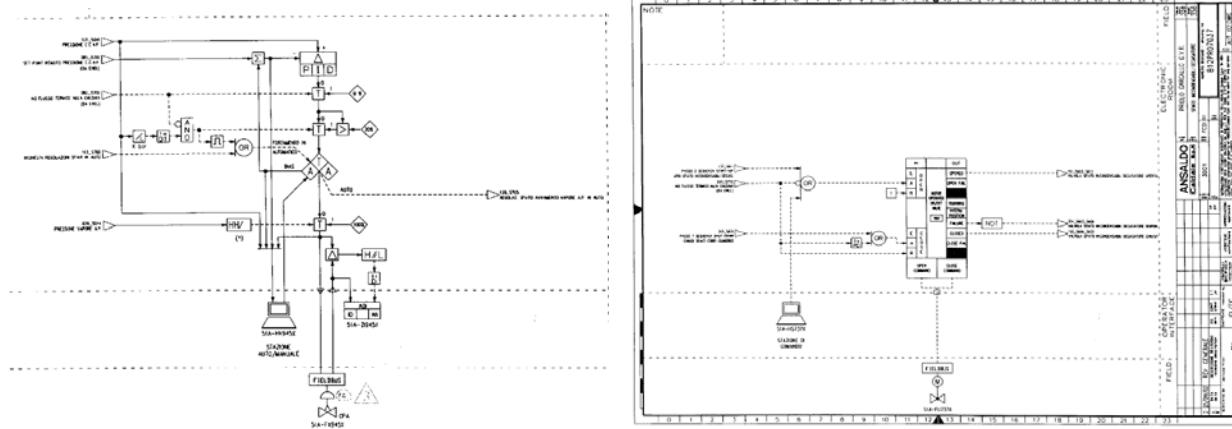


Figura 21: Documenti utili per approfondire la regolazione dell'impianto

Nella Figura 22 è riportata la descrizione della catena di regolazione che dovrebbe essere presente nella specifica funzionale. Nella esemplificazione viene indicato l'attuatore (elemento centrale della regolazione) sia nel POD sia nel documento di consegna dell'impianto accompagnato da uno schema semplificato della catena di regolazione.

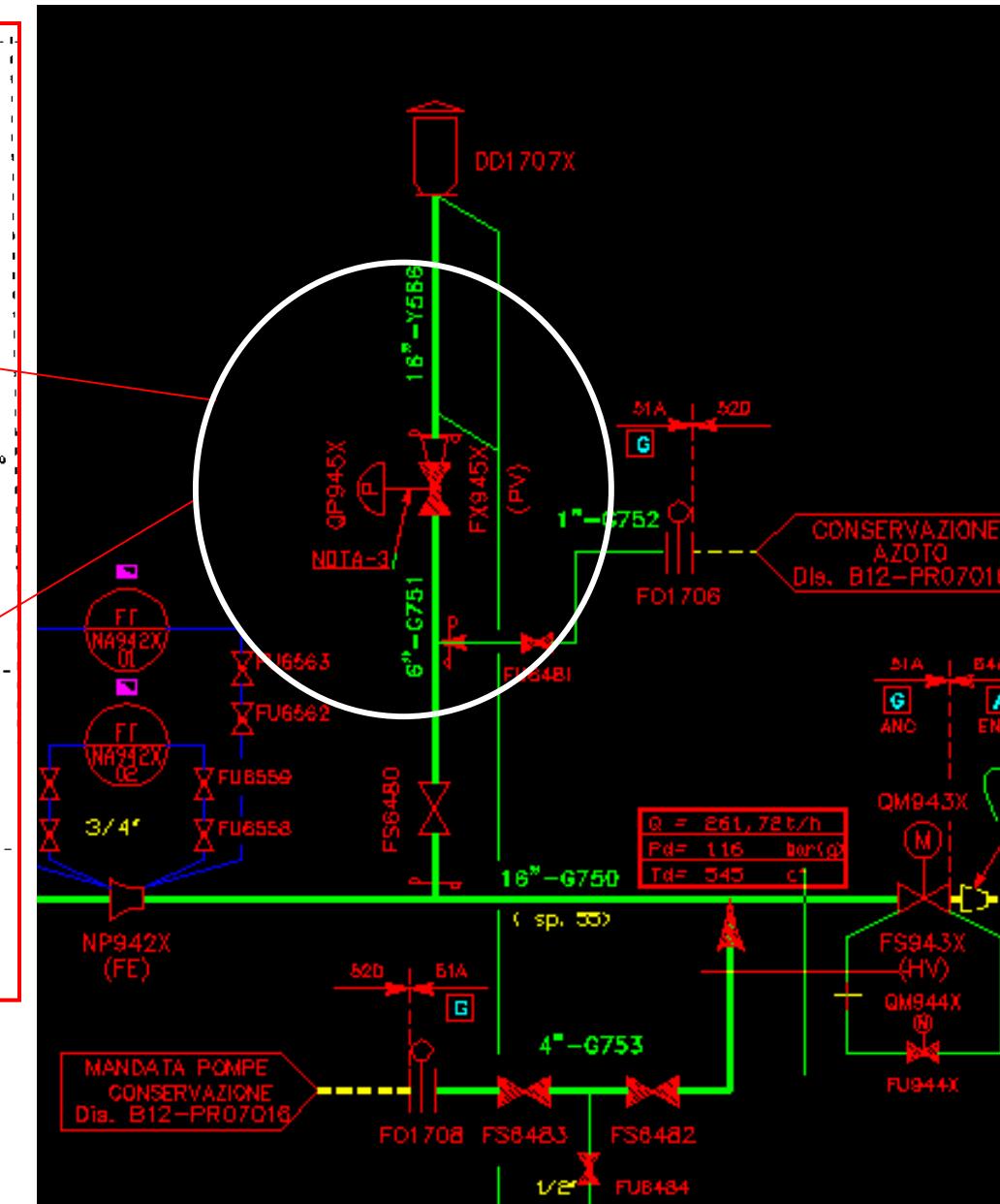
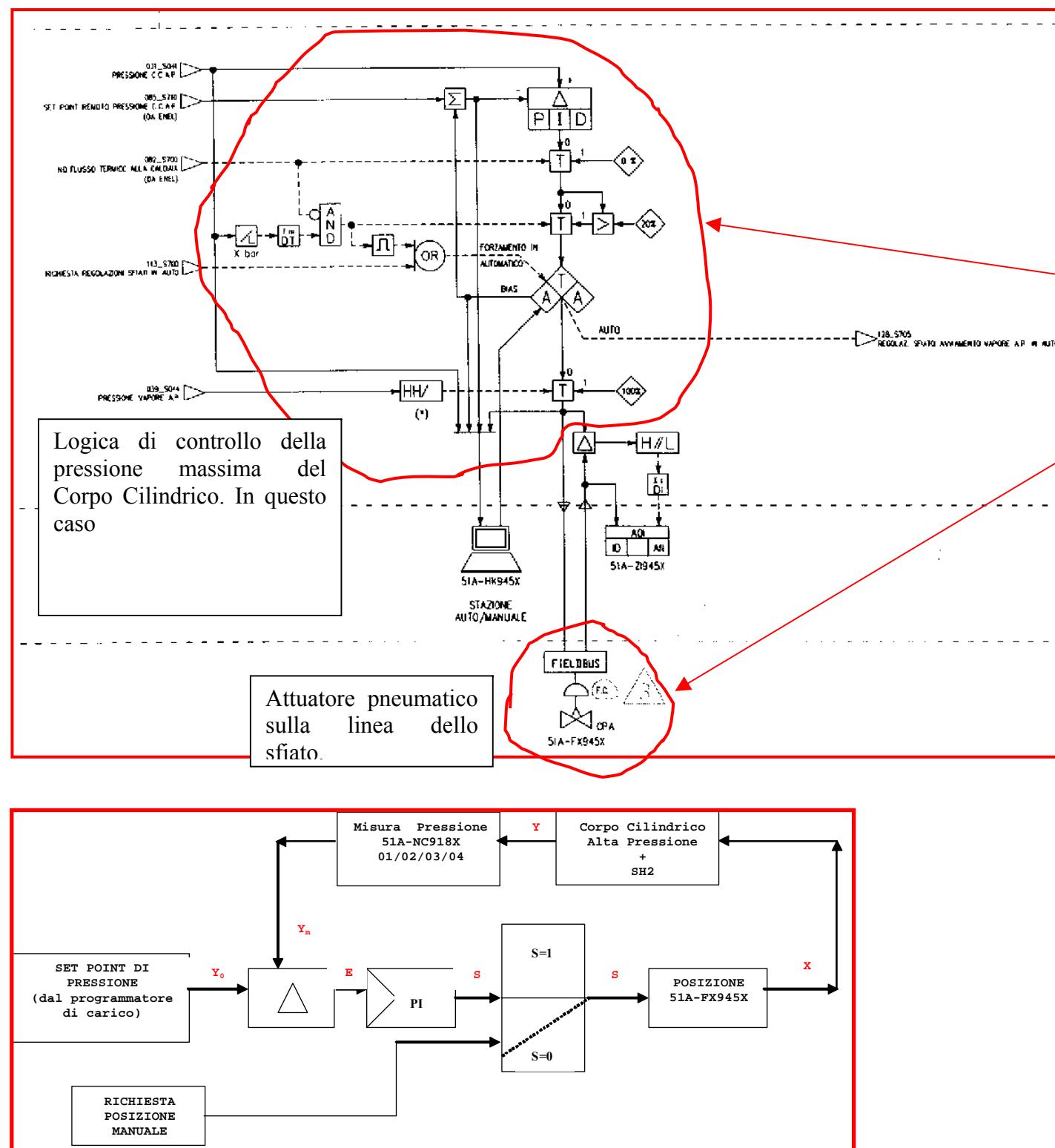


Figura 22: Processo di traduzione dagli schemi logici di regolazione in MOD automazione

Per ogni catena di regolazione deve essere definita la tipologia individuando i 3 elementi:

1. regolatore, specificando l'algoritmo di controllo
2. attuatore
3. misuratore

Gli schemi di regolazione più frequenti sono riportati nella Figura 23.

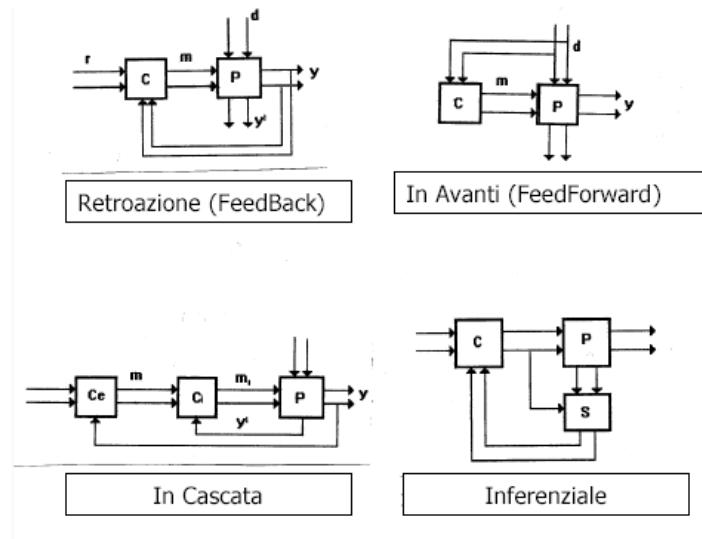


Figura 23: Tipologie di schemi di un processo

Di seguito si riportano 2 esempi di semplificazione di logiche di regolazione catene di regolazione del simulatore del CC di Priolo Gargallo.

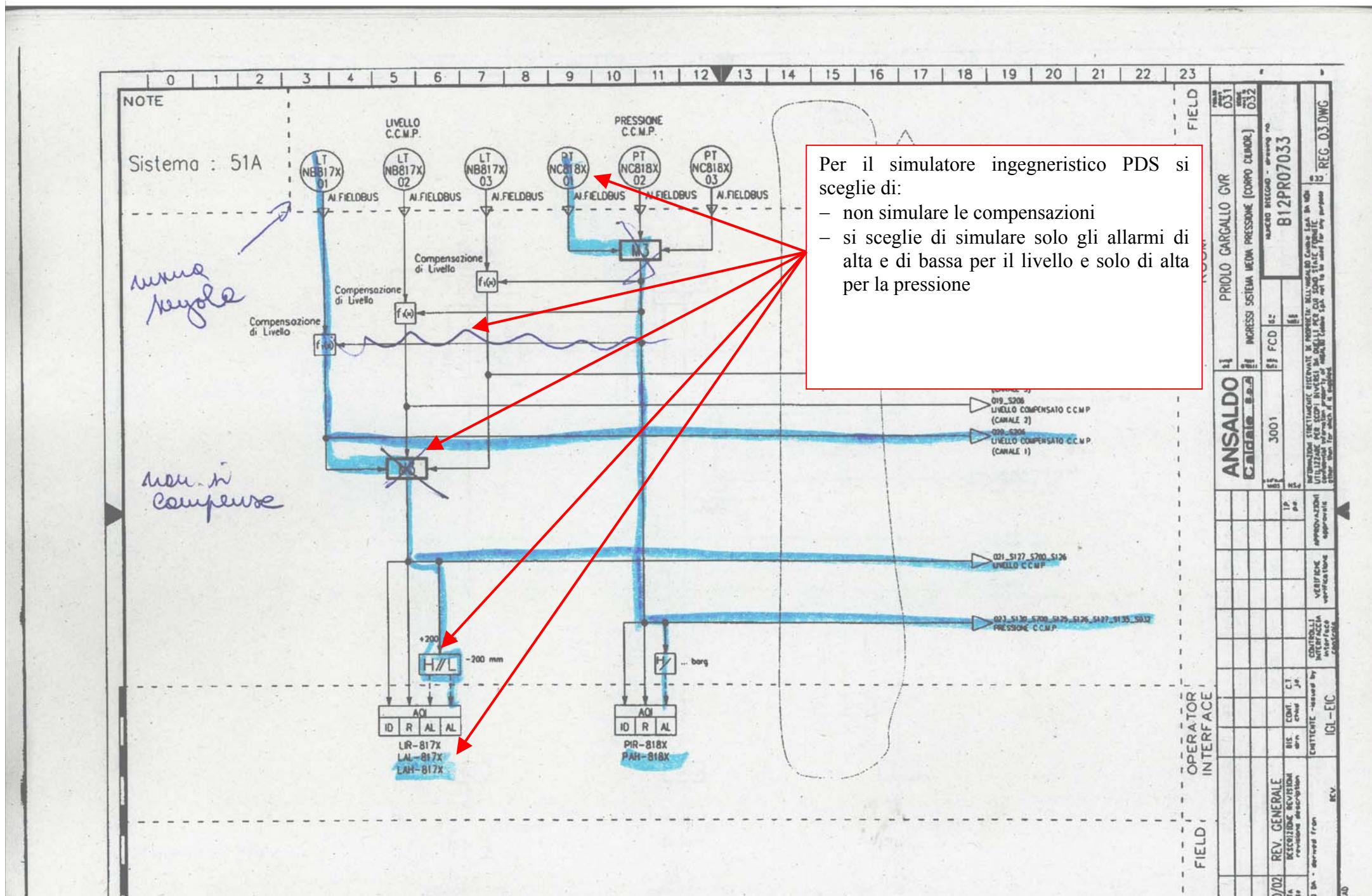


Figura 24: Processo di semplificazione dagli schemi logici di regolazione

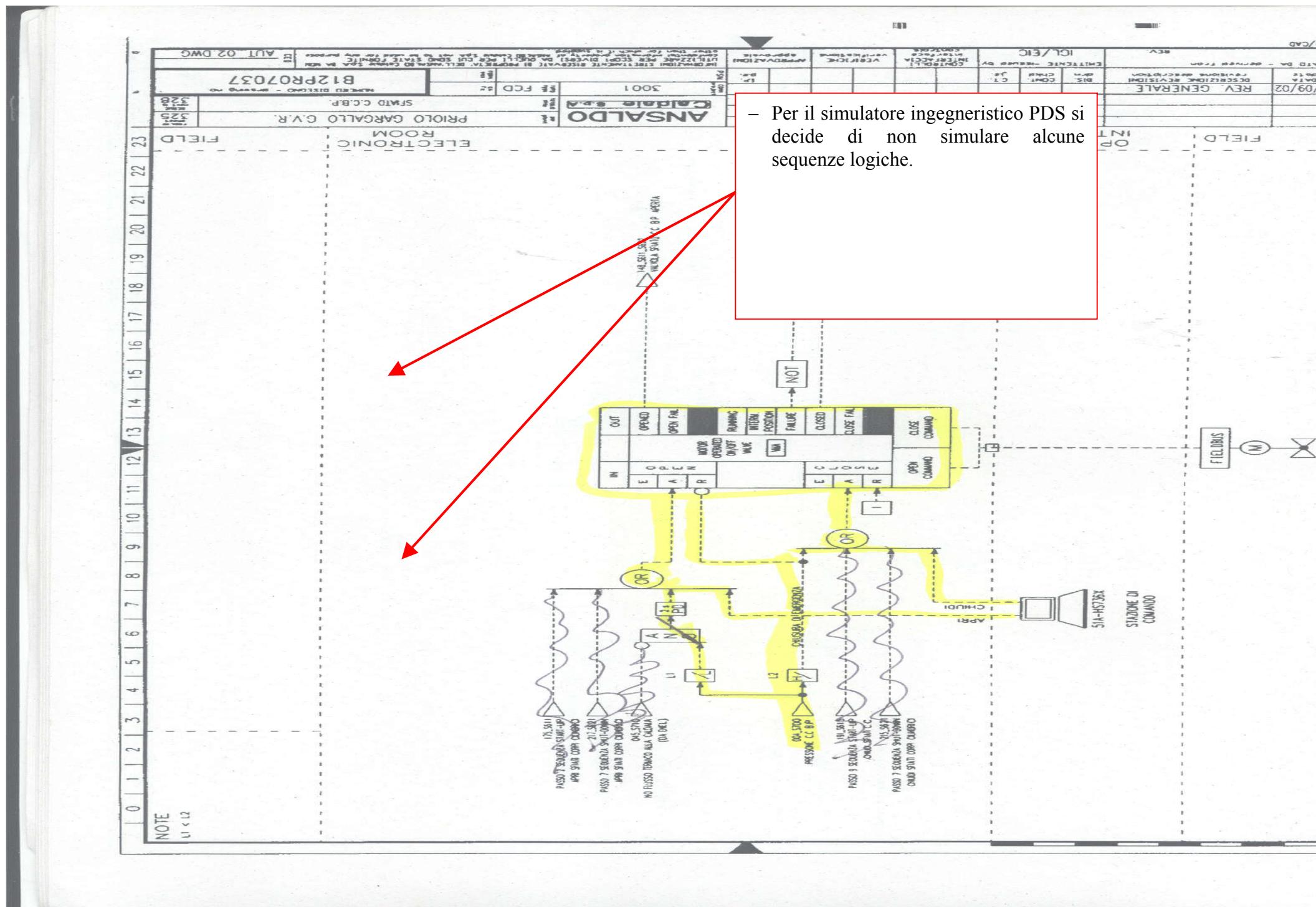


Figura 25: Processo di semplificazione dagli schemi logici di automazione

Di seguito sono riportati in dettaglio gli schemi di regolazione di 3 processi secondo una catena in retroazione (feedback) vedi Figura 20, feedback in cascata Figura 23 e feedback+ feedforward Figura 24.

Tali schemi devono accompagnare la descrizione delle catene di regolazione e gli schemi di regolazione semplificati. Tale traduzione è analoga al passaggio logico tra P&I e POD che deve essere fatto per il processo. Successivamente gli schemi semplificati devono essere implementati in ambiente LEGOMMI® come riportato nelle Figura 29 e Figura 30.

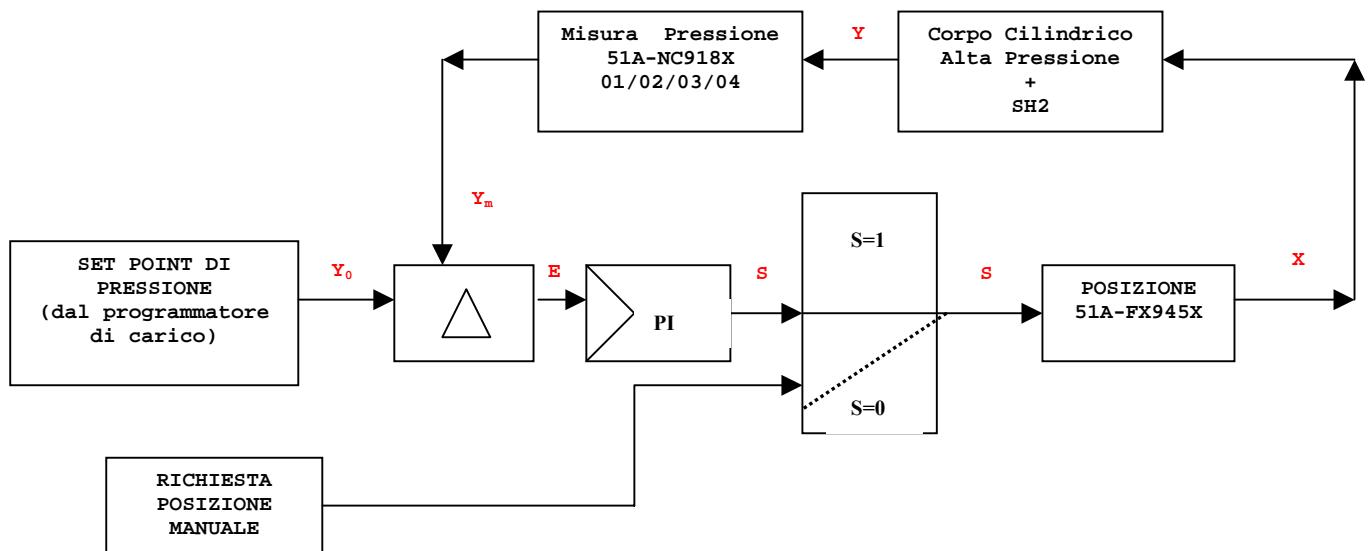
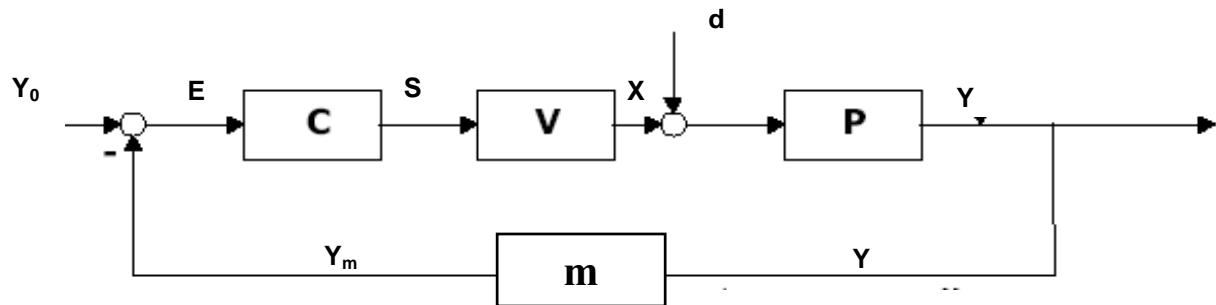


Figura 26: Schema a blocchi della regolazione con anello chiuso (feedback) della pressione del corpo cilindrico di alta pressione del CC di Priolo Gargallo

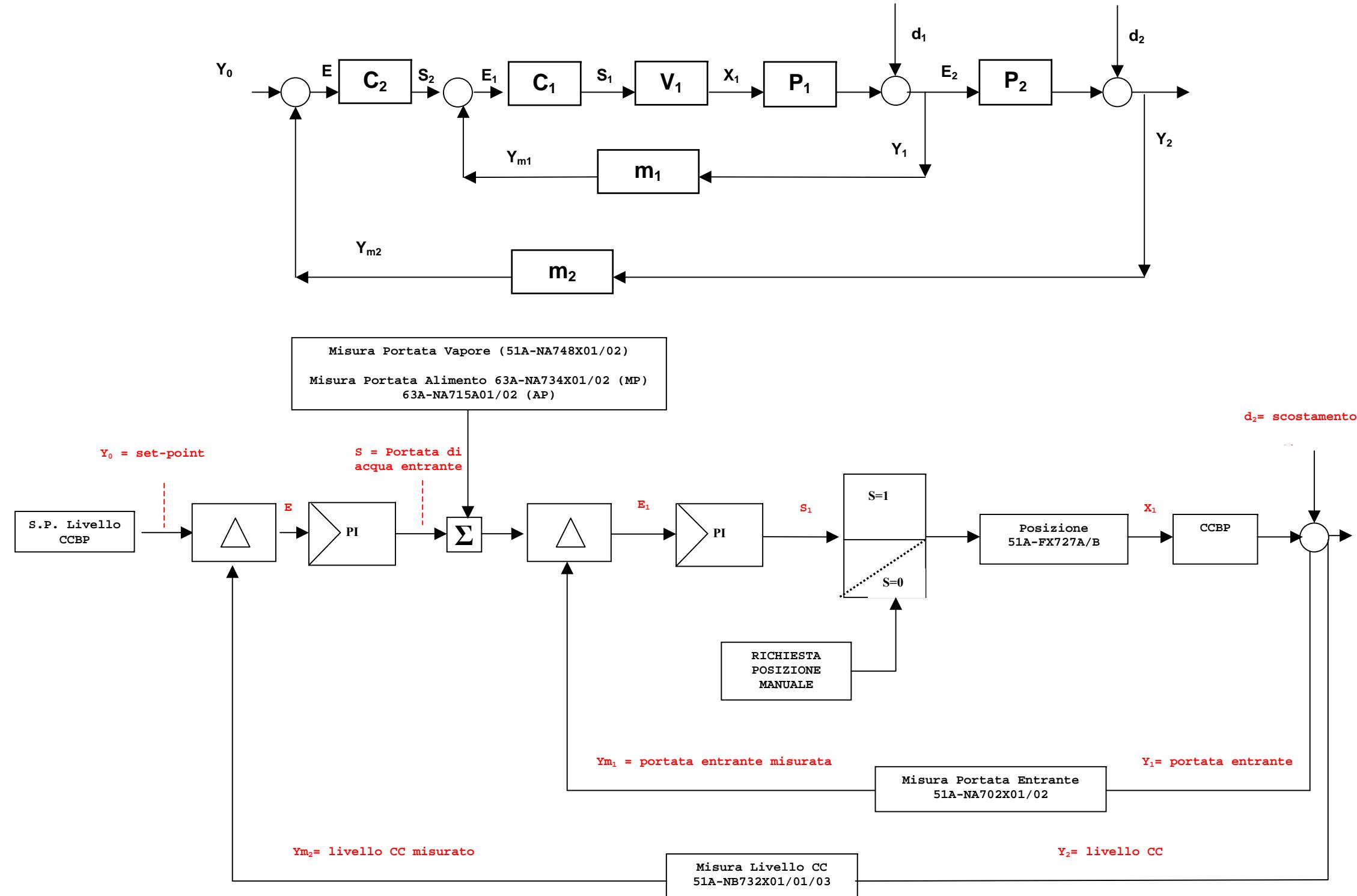


Figura 27: Schema a blocchi della regolazione con anello chiuso (feedback + cascata) del livello del corpo cilindrico di alta pressione del CC di Priolo Gargallo

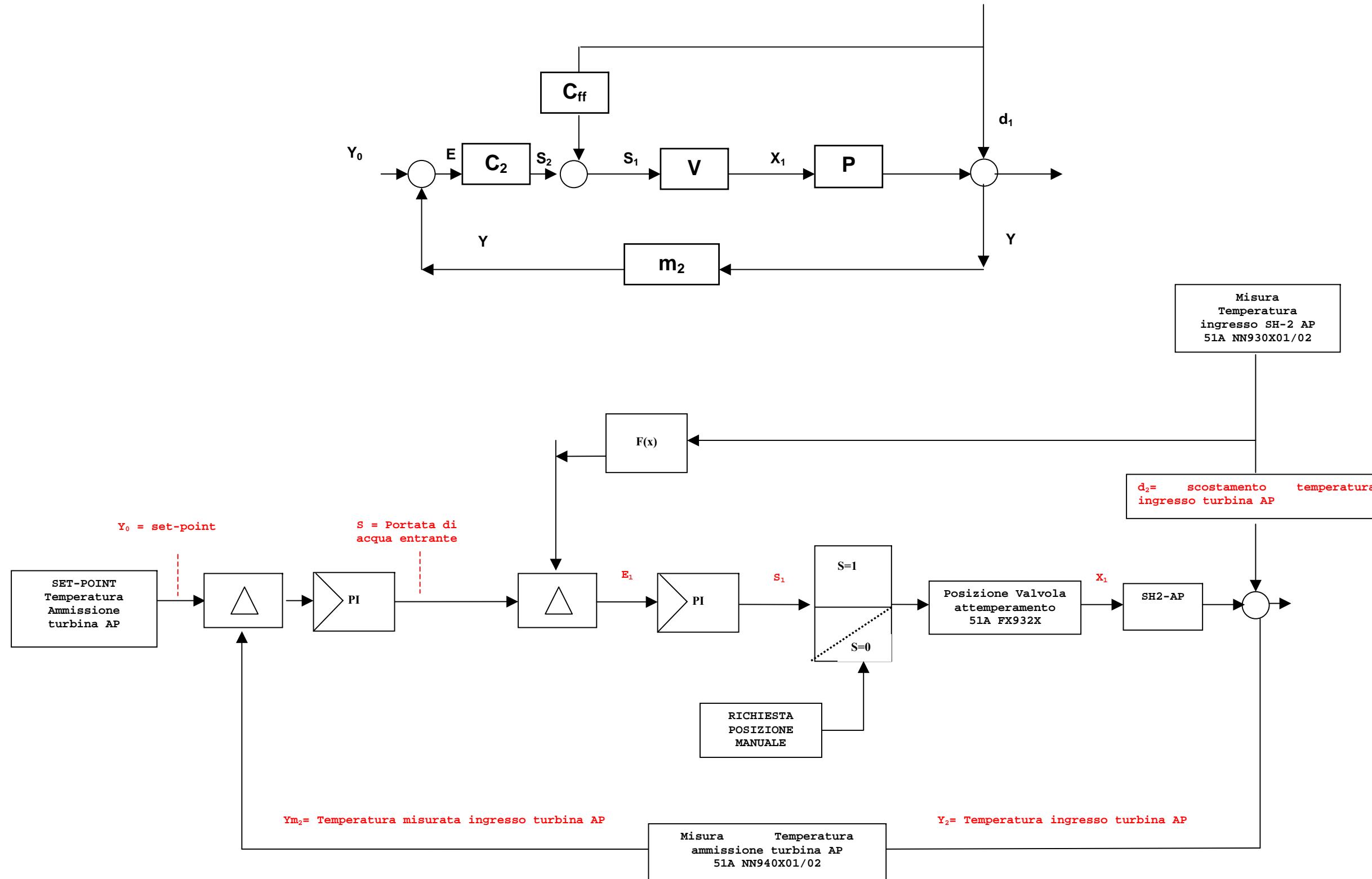


Figura 28: Schema a blocchi della regolazione con anello chiuso (feedback + feedforward) della temperatura di ammissione alla turbina AP del CC di Priolo Gargallo

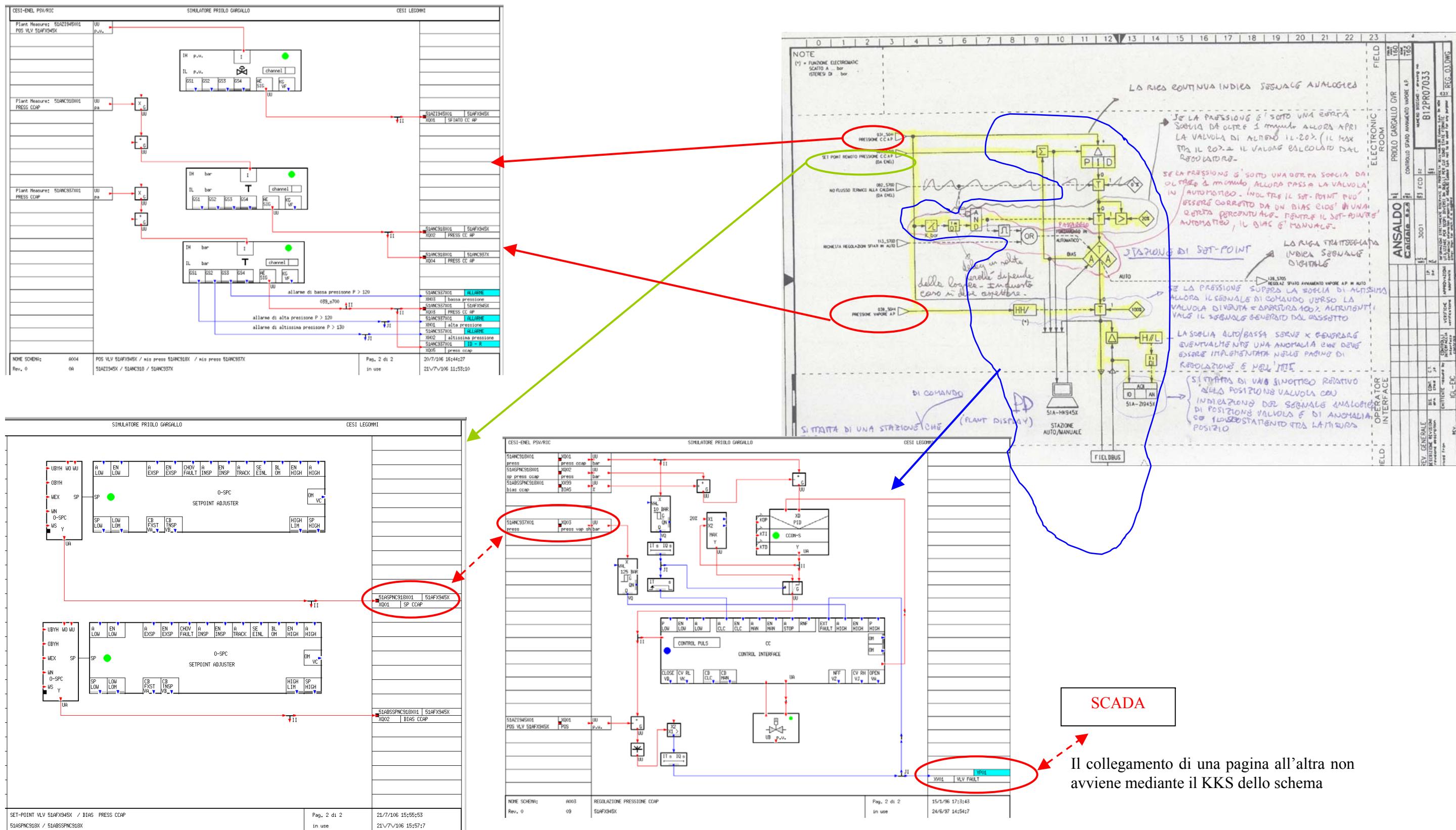


Figura 29: Traduzione di uno schema di regolazione dell'impianto in più schemi di regolazione in LEGOMMI®

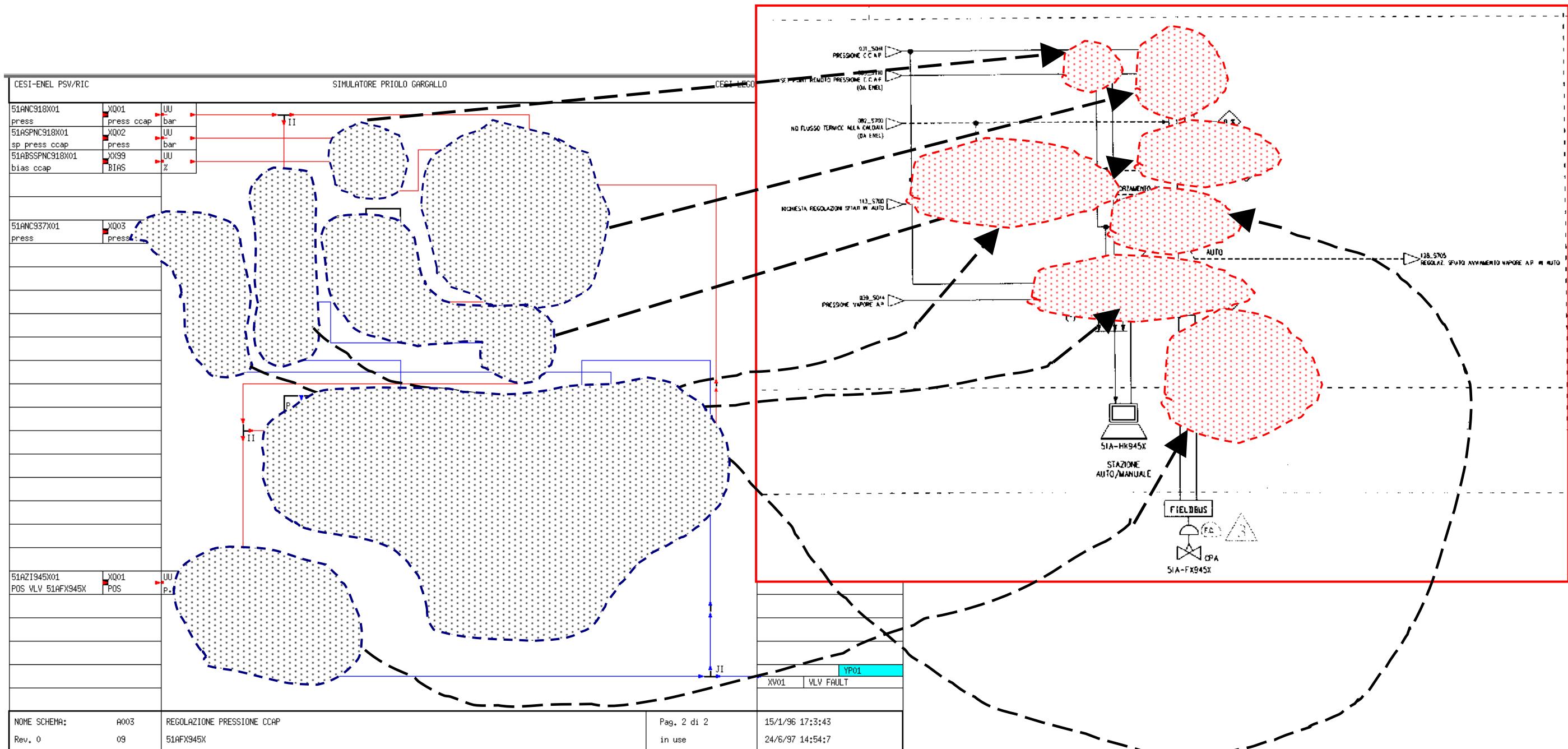


Figura 30: Traduzione di uno schema di regolazione dell'impianto in più schemi di regolazione in LEGOMMI®

1.4.8.2 Sinottici

Oltre alle logiche di regolazione del processo, le specifiche funzionali dell'automazione devono definire i sinottici che vengono implementati. I sinottici fanno parte del sistema MMI³¹.

I sinottici sono pagine grafiche che permettono di visualizzare le variabili di processo, gli allarmi, etc. Inoltre permettono di interagire anche con tutti i parametri delle logiche di regolazione.

In un simulatore PTS sono replicate fedelmente le logiche di regolazione e automazione, ma non vengono replicati fedelmente i sinottici così come appaiono in sala controllo.

In un simulatore OTS invece il simulatore comprende anche la replica fedele di tutti i sinottici che appaiono in sala controllo (MMI). Il sistema MMI costituisce l'interfaccia utente per osservare e/o interagire con la simulazione e/o con l'elaborazione dei dati relativi al sistema allarmi SCADA.

Nelle specifiche funzionali dell'automazione deve essere descritta l'organizzazione della gerarchia dei sinottici con i PD (Plant Display), CW (Control Windows).

Nell'esempio seguente il sinottico PD1 è quello che generalmente contiene i dati salienti di tutto l'impianto. Da qui l'operatore può raggiungere il PD2, PD3 e PD4 che rappresentano solitamente aree impianto. Da ognuno di essi è poi possibile raggiungere ulteriori PD contenenti il dettaglio di sistemi dell'area a cui sono collegati. Chiaramente ogni sinottico può avere un solo "padre" e differenti "figli". Alla base della gerarchia ci sono le CW (le foglie) che sono costituite dalle stazioni di comando, dalle stazioni di set-point etc. (vedi capitolo

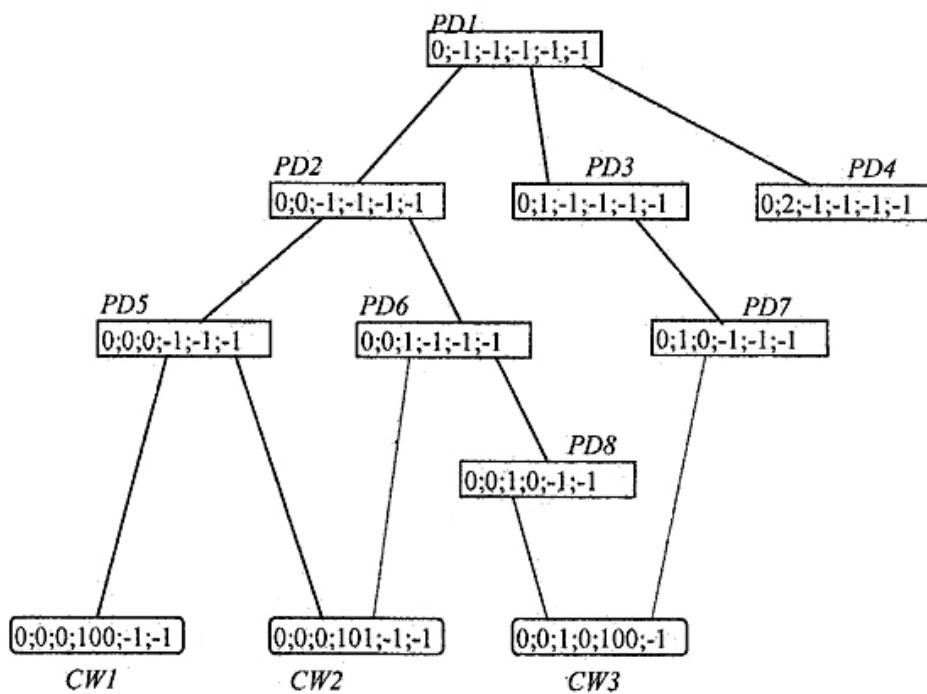
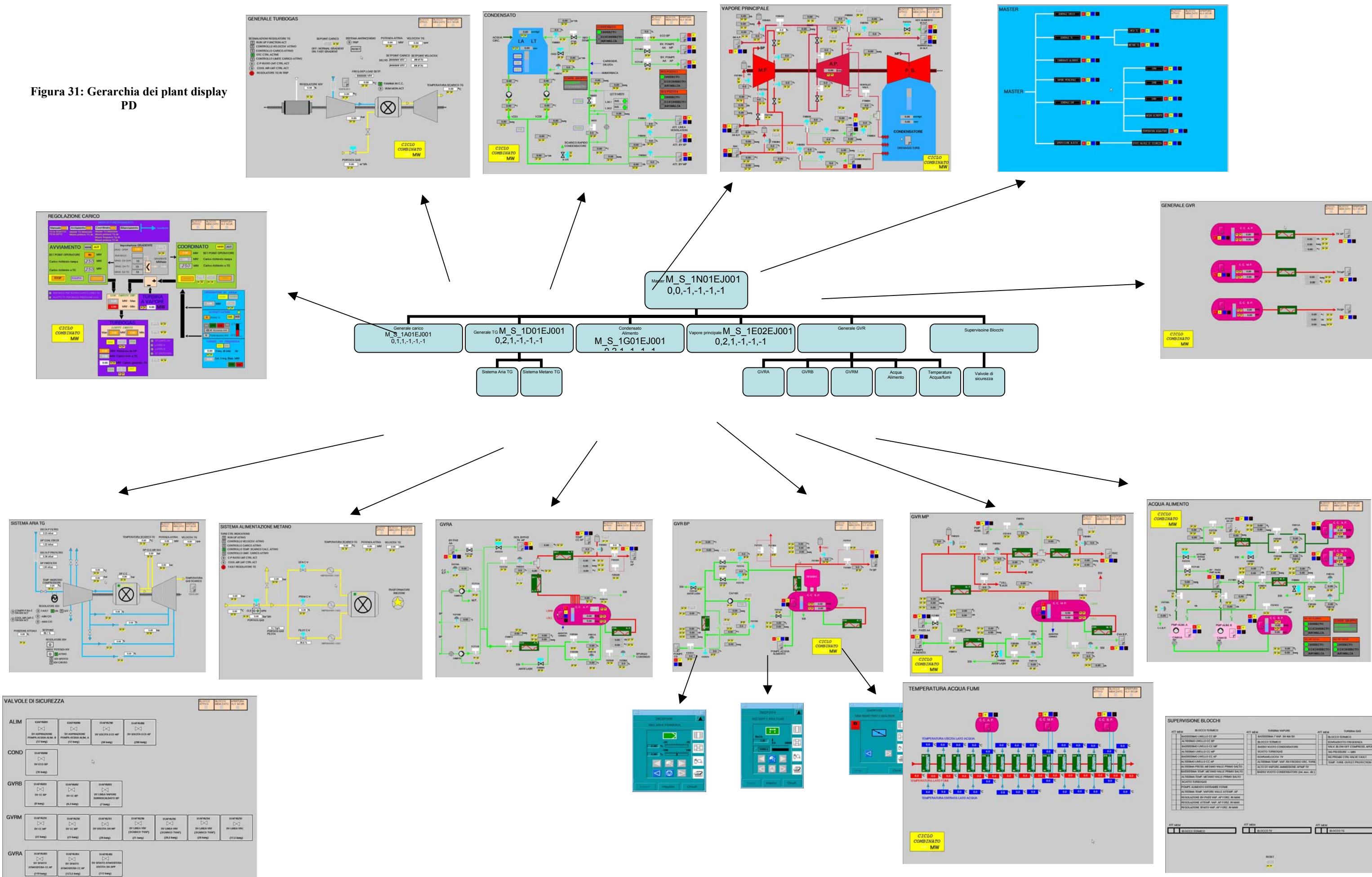


Figura 13 - Diagramma delle gerarchie

Di seguito si riporta la struttura dei plant display per il simulatore PDS del CC di Priolo Gargallo. Per definire la gerarchia dei sinottici è necessario avere un plant display master dal quale parte la navigazione attraverso quelli realtivia ad ogni area funzionale. Ogni area funzionale può avere a sua volta dei plant display a livello inferiore per visualizzare e interagire con i vari sistemi di impianto

³¹ Per i dettagli sul sistema MMI vedi capitolo 0.

(vedi ad esempio l'area funzionale TG nella Figura 23). Per realizzare i sinottici si deve trarre spunto dai POD e possibilmente dalle pagine grafiche del sistema di supervisione dell'impianto direttamente in sala controllo.

AREA TECNICA RICERCA
Figura 31: Gerarchia dei plant display PD


La navigazione attraverso i PD avviene attraverso i pulsanti di navigazione sulle barre verticali e orizzontali.

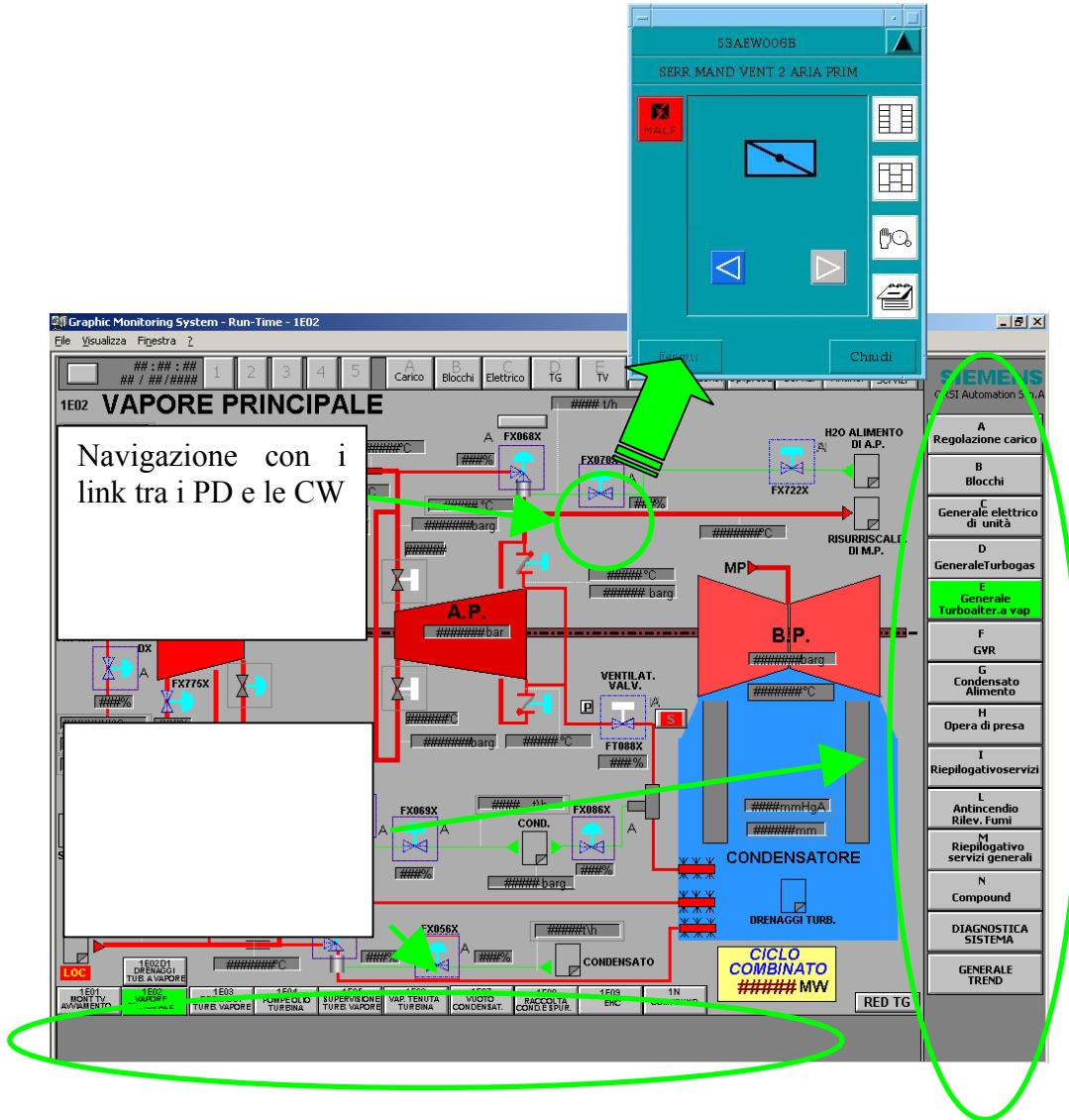


Figura 32: Navigazione tra i PD e CW

1.4.9 Assegnazione dati di configurazione e stato iniziale della regolazione

L'assegnazione dei dati della regolazione si basa sulla configurazione di:

- misure
- attuatori
- regolatori

Come per il processo si dovrebbe disporre dei MAD per la inizializzazione dei componenti della regolazione. Tuttavia dato che non esistono dei moduli aggregati che hanno una corrispondenza 1 a molti tra moduli di libreria dell'ambiente di simulazione e elementi reali dell'impianto, si preferisce inizializzare direttamente il modulo dopo lo sviluppo.

Come accennato nel capitolo 1.3 e successivamente nel capitolo 3, il DBMS che gestisce i dati e la documentazione d'impianto è composto di vari DB. Allo stato attuale il DBMS è costituito da DB access. Il DB CAM relativo ai componenti, attuatori e misure deve contenere tutti i componenti d'impianto presenti nei POD e deve essere alimentato durante nella fase di sviluppo delle task di processo. In esso devono essere presenti anche i dati relativi alle misure che sono presenti negli schemi di regolazione.

Quando si affronta la configurazione e l'inizializzazione del sistema di regolazione e automazione, si deve procedere all'inserimento dei dati degli schemi di regolazione/automazione nel DB Automazione. Dato che il DB Automazione è integrato con il DB CAM, il censimento delle misure e degli attuatori già realizzato nel DB CAM non è necessario ripeterlo nel DB Automazione.

L'inserimento dei dati relativi alle catene di regolazione comprende quindi i dati relativi a:

- misure
- attuatori

già presenti perché inseriti in fase di sviluppo delle task di processo e i dati relativi a:

- regolatori
- cassetti
-

Lo stato iniziale della regolazione viene definito attraverso le finestre di inizializzazione del tool CONFIG. Nella Figura 33 è riportata la finestra di inizializzazione del modulo S587 – CC Control Interface.

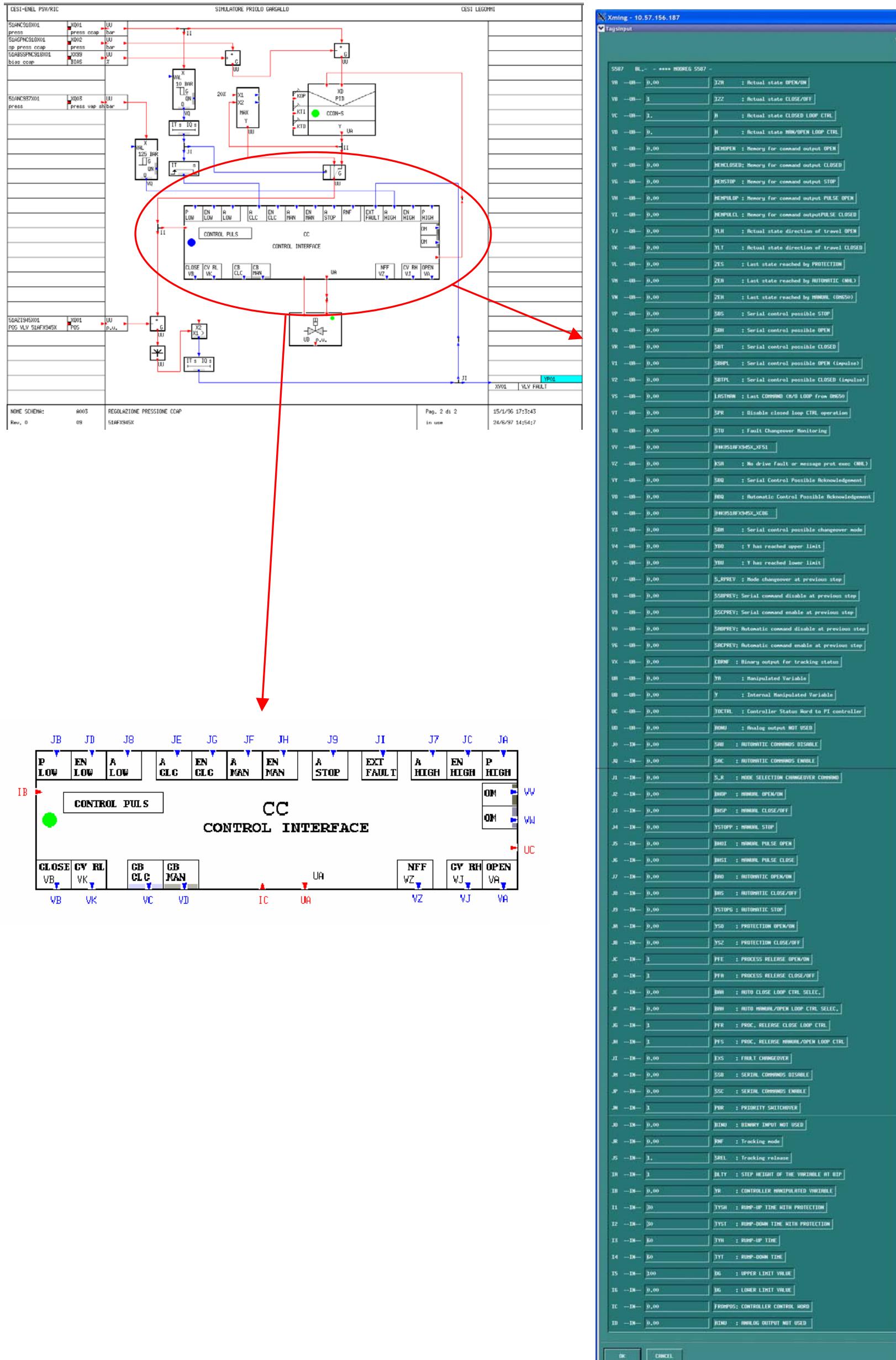


Figura 33: Inizializzazione modulo CC

2 Ambiente di simulazione ALTERLEGO®

[7]

Nei capitoli seguenti sono descritte i macrocomponenti che costituiscono l'ambiente di simulazione ALTERLEGO®. ALTERLEGO® è un ambiente di simulazione sviluppato in linguaggio fortran77 e C nato negli '70 da un progetto congiunto EDF-ENEL per realizzare simulari dinamici di addestramento del personale per gli impianti nucleari. L'ambiente è in grado di simulare dinamicamente sia il processo sia il sistema di automazione fino ad una replica dei sinottici e dei quadri di sala controllo. Negli anni '80 e '90 il sistema si è evoluto sviluppando una interfaccia grafica e librerie in grado di simulare efficacemente la maggior parte dei sistemi di potenza grazie ad una vasta libreria. Mentre in passato ALTERLEGO® aveva bisogno di workstation con sistema operativo UNIX oggi è possibile sviluppare un simulatore su PC con sistema operativo Linux. E' disponibile anche una versione PC con sistema operativo Windows.

Spazio disco utilizzato dal codice

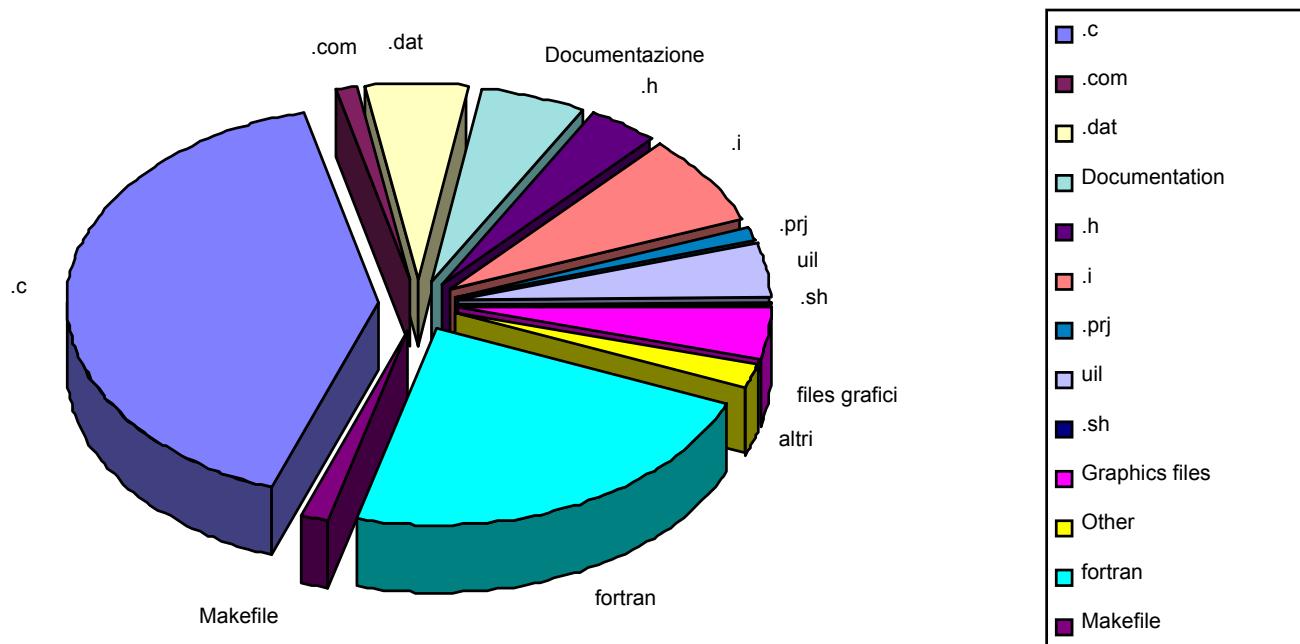


Figura 34: Sistema ALTERLEGO®

Tipo	File	MByte
Moduli ALTERLEGO®	382	12,5
Codice ALTERLEGO®	81	4,2
File .C	1282	25,1
File .H	365	1,3
File .I	177	3,2
TOTALE	2317	46,6

2.1 Macrocomponenti del sistema di simulazione ALTERLEGO®[38],[35],[13],[30],[34]

L'ambiente di simulazione di processi di ALTERLEGO® è composto da strumenti che coprono tutte le fasi di costruzione del simulatore di un impianto. La seguente figura mostra i vari componenti e il loro uso:

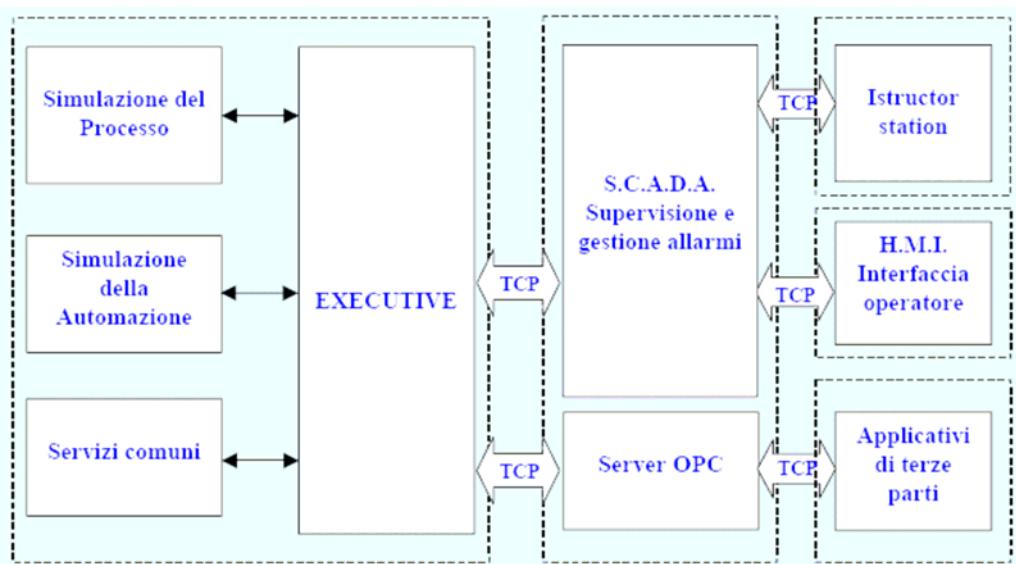


Figura 14 – Architettura di ALTERLEGO

ALTERLEGO® è un ambiente di simulazione che consente lo sviluppo il test e l'integrazione di più task di processo o di automazione, al fine di rappresentare in tempo reale il comportamento dinamico di impianti complessi.

I modelli possono essere realizzati in una singola task o in più task (multitask) collegate tra loro; nelle **task** singole è possibile rappresentare:

- Semplici modelli di processo di impianti o sottosistemi di impianto.
- Modelli dettagliati di processo di componenti o sottosistemi di impianto.
- Modelli di processo o di automazione per simulatori multitask

E' indispensabile utilizzare le multitask per rappresentare:

- PDS (Process Design Simulator): un simulatore con processo ed automazione semplificati rispetto al normale funzionamento dell'impianto.
- PTS (Process Training Simulator): un PDS con capacità di start-up e shutdown ed un **MMI** semplificato.
- OTS (Oriented Training Simulator): un simulatore full replica con un **MMI** completo e **modelli di automazione** dettagliati.

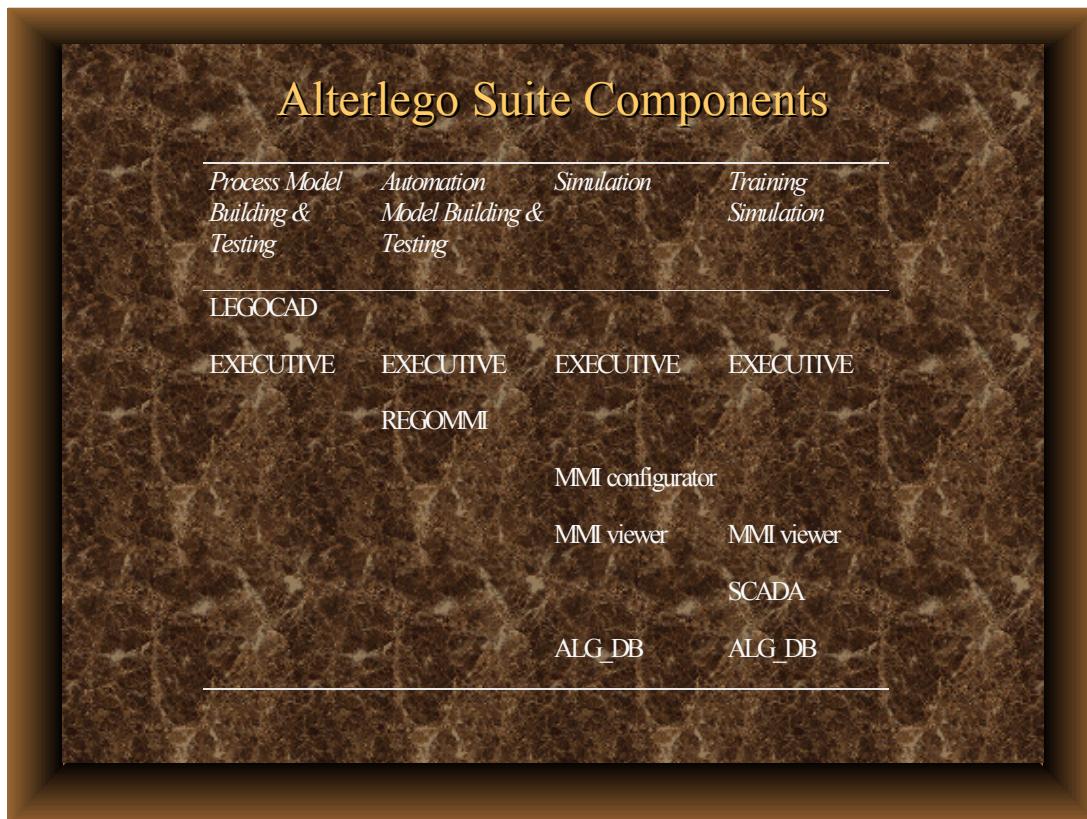


Figura 15 - Componenti di AlterLegò

Tali **modelli** si devono creare utilizzando i seguenti applicativi che fanno parte di ALTERLEGO[®]:

- LEGOCAD[®], applicativo per la costruzione di un modello complesso mediante la connessione dei blocchi fino al run-time test. E' costituito da una serie di attività integrate in una interfaccia

grafica (CAD) che gestisce la creazione dei blocchi mediante la **istanziazione** di **moduli**³² trascinandoli dalla libreria dei moduli (di processo e di regolazione) in una **page**.

- REGOMMI®, applicativo per la costruzione di un modello di automazione partendo da una libreria di moduli predefiniti (Siemens Teleperm)
- LEGOMMI® (MMI configurator), applicativo per la costruzione delle pagine interfaccia operatore MMI. Permette di creare PD (Plant Display), OW (Operating Window) e AS (Automation Schemes) per replicare il sistema di interfaccia uomo-macchina tipico di una sala controllo.

La simulazione dei processi di ALTERLEGO® si basa sui seguenti elementi base:

- un motore per il calcolo delle variabili in regime stazionario e dinamico di un modello complesso³³;
- una libreria di moduli (vedi
- Appendice 5. - Le librerie di moduli in ambiente), i quali implementano in codice FORTRAN77® **modelli** fisico-matematici di componenti d'impianto (valvole, pompe ...) o di processo fisici.
- **tavole termodinamiche** per definire le proprietà dei fluidi di processo (acqua, gas di combustione ...) in funzione delle variabili del modello.
- una serie di utility tra cui **Librarian**, **Graphics**, **H2O Tables**, **Documentation**; in particolare **H2O Tables**, è un tool permette di calcolare le proprietà fisiche di acqua in fase liquida e vapore sfruttando le **tavole termodinamiche**, **Librarian** è il tool che permette di gestire la libreria dei **moduli**, **Graphics** è il
- SKED: è il tool di simulazione run-time (chiamato anche “schedulatore”) che permette la gestione della **simulazione** di un **macrosistema** mediante un banco di manovra
- MMI viewer: permette di interagire con la simulazione mediante interfacce grafiche tipiche dell'interazione uomo/macchina presente sull'impianto.
- SCADA: permette di gestire gli allarmi e i malfunzionamenti del simulatore.

³² Per i dettagli su vari moduli dell'ambiente di simulazione vedi il capitolo “MODULES THEORY/LIBRARY” nel documento

³³ Per approfondimenti vedi Appendice 7. - Impostazione e risoluzione numerica del sistema matematico in ALTERLEGO® e [6] in bibliografia

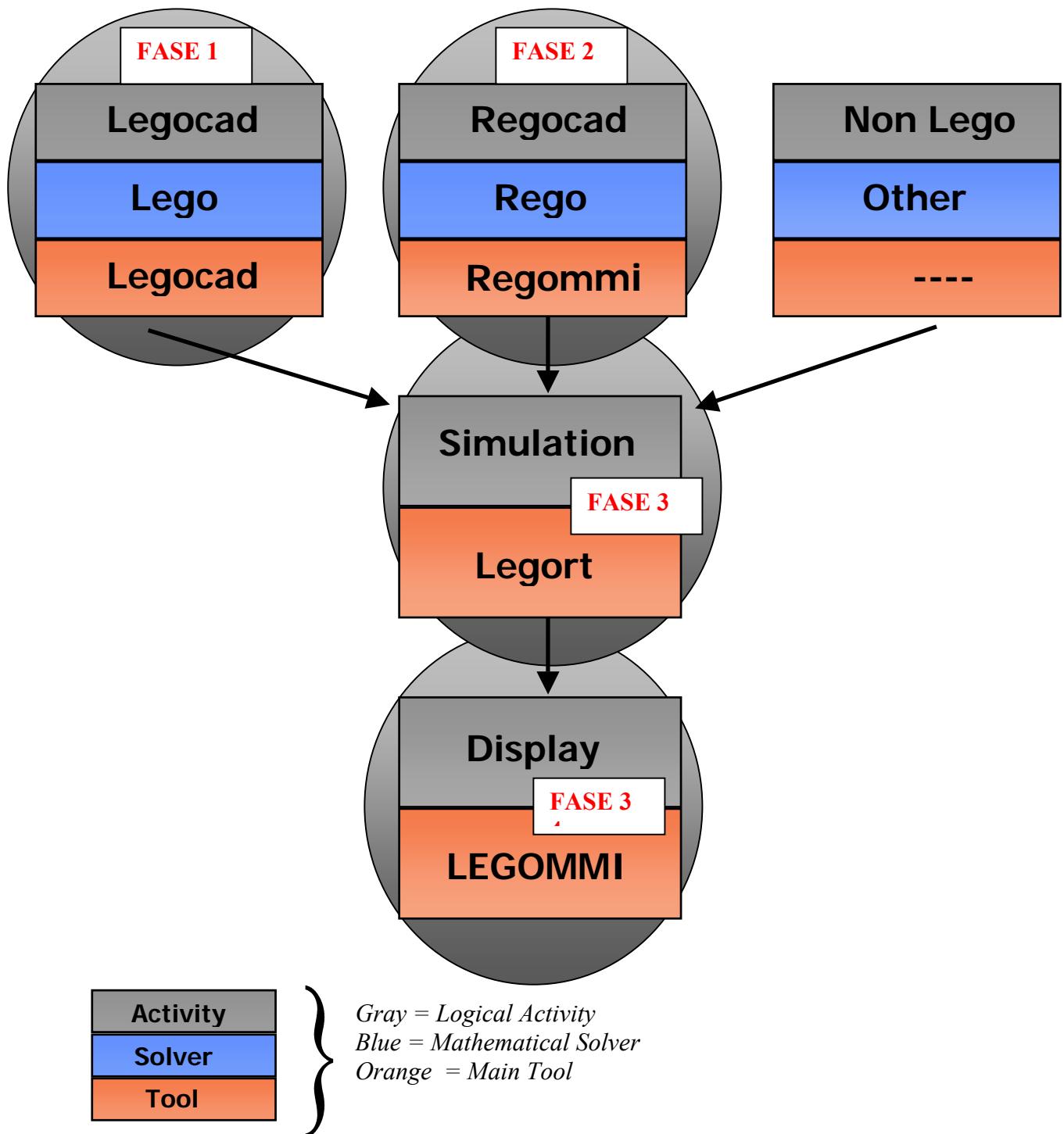


Figura 16 - Componenti di ALTERLEGO

La simulazione prevede l'uso di modelli matematici basati su leggi fisiche generali, su equazioni dinamiche di bilancio dei trasferimenti di massa, di energia e di reazioni chimiche. I modelli matematici dei diversi processi sono generalmente basati su equazioni non lineari che possono essere algebriche o differenziali a seconda delle necessità. Oltre alle librerie di modelli di componente, l'ambiente include librerie per il calcolo delle proprietà termodinamiche di alcuni dei principali fluidi di processo.

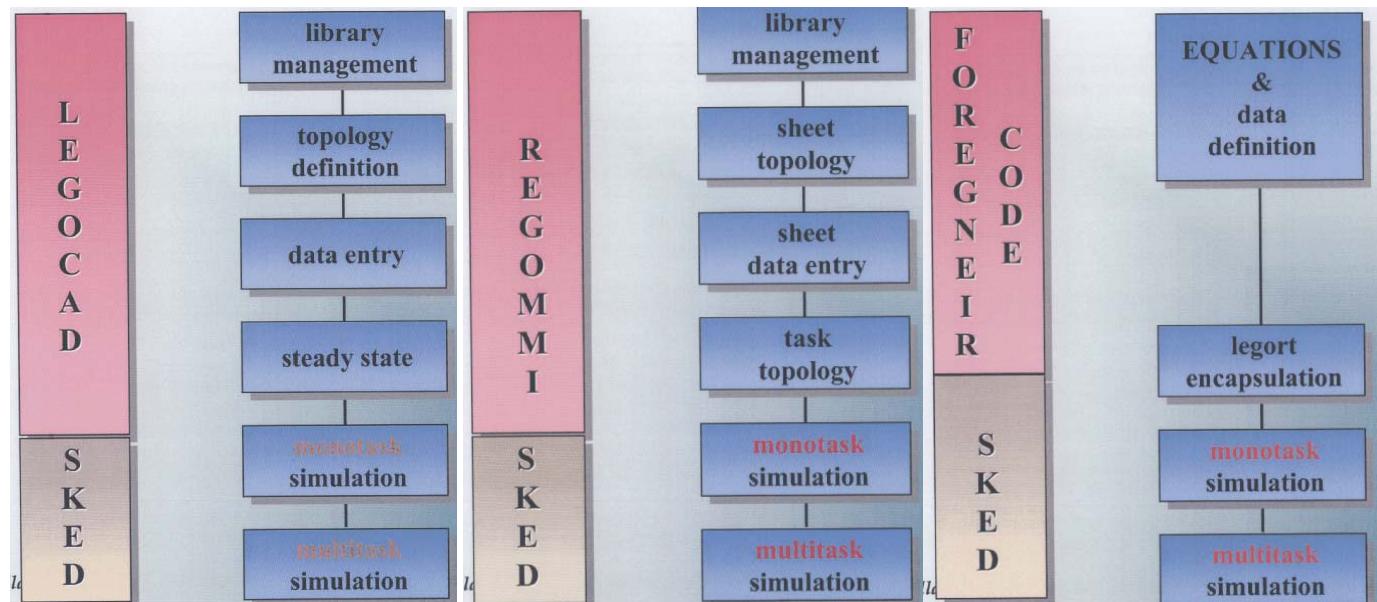


Figura 17 – Workflow task

L'intero simulatore è creato integrando³⁴ le task di processo, automazione e le task MMI..

ALTERLEGO® permette anche di integrare task sviluppate in ambiente LEGOCAD con modelli di simulazione esterni (task NON-LEGOCAD®). Tale integrazione permette di ottenere un simulatore con modelli sviluppati indipendentemente dall'ambiente ALTERLEGO®.

³⁴ Il processo di integrazione (vedi per i dettagli il capitolo 4.3.1) consente di scambiare i dati in tempo reale fra le varie task.

Le task sono collegate fra di loro e alle task di Man Machine Interface (MMI) mediante connessioni bi-direzionali, mentre il passaggio attraverso task di gestione di allarmi (SCADA) è realizzato attraverso connessioni uni-direzionali verso le MMI. L'eventuale collegamento di ritorno può essere realizzato mediante connessione diretta MMI-LEGOCAD® o MMI-REGO (MMI – N-LEGOCAD®).³⁵

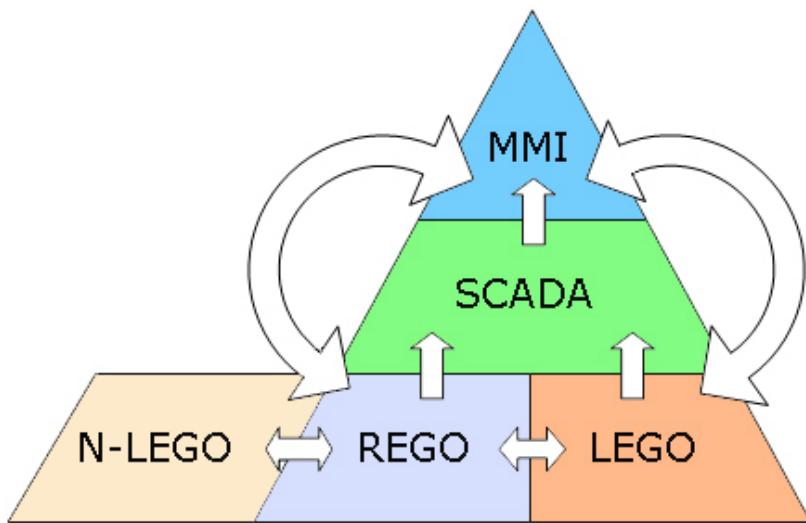


Figura 18 - Organizzazione dei macrocomponenti di ALTERLEGO®

³⁵ In realtà nell'ultima release ALTERLEGO®, con l'intento di rappresentare quanto più correttamente possibile la realtà dell'impianto, prevedono solamente il dialogo SCADA-REGO / MMI-REGO, evitando cioè di collegare direttamente le task di processo ai livelli superiori.

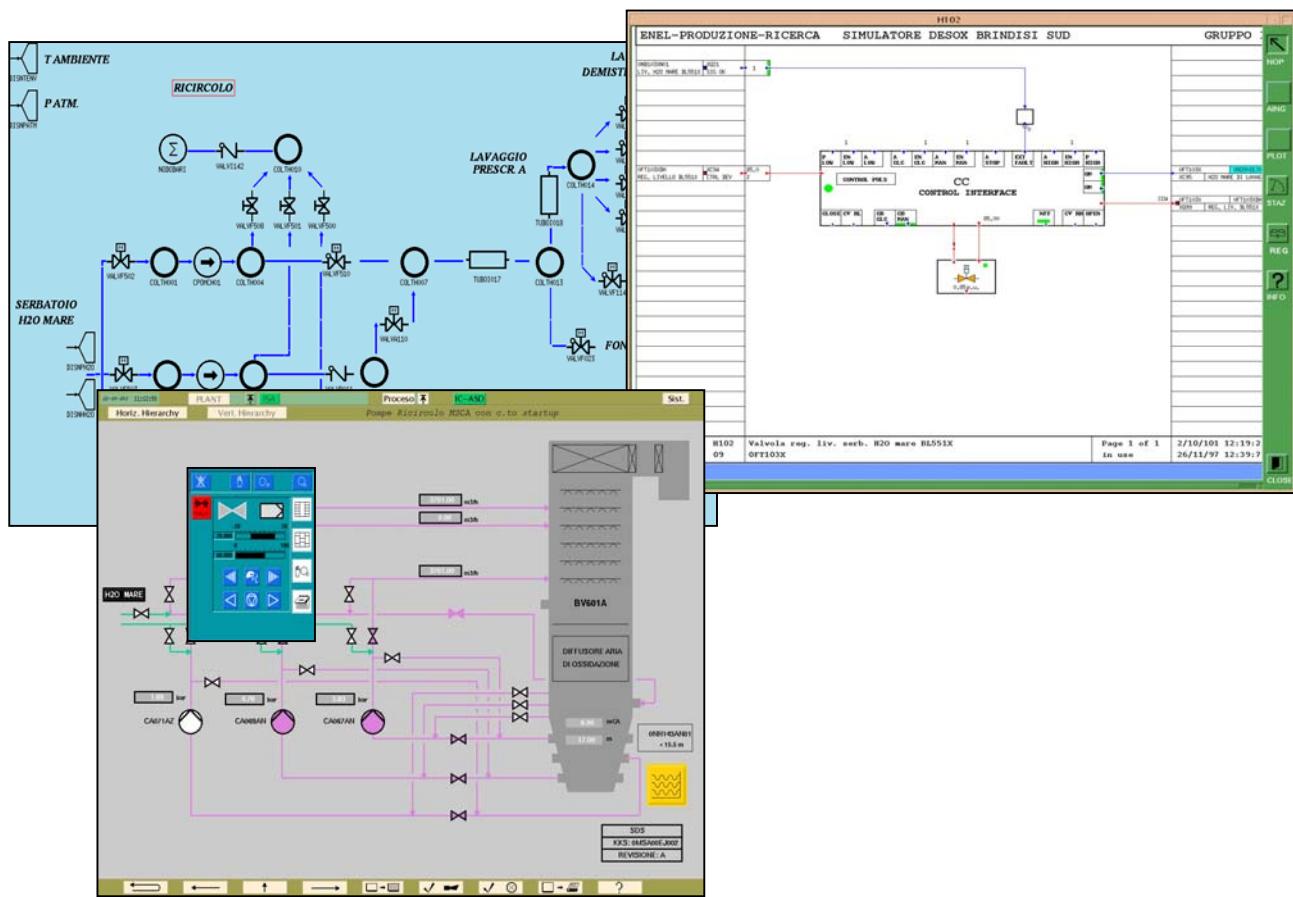


Figura 19 – Task realizzate con gli applicativi LEGOCAD®, REGOCAD® e MMI che producono rispettivamente task di processo, task di regolazione e Operatine Window (sinottici)

Le interazioni di task LEGOCAD®, REGO e N-LEGOCAD® con task sui livelli più alti della piramide possono essere di tre tipi:

- ingressi (i cui valori possono essere modificati dall'utente)
- stati
- uscite (i cui valori possono essere visualizzati e/o registrati)

Le equazioni implementate nei moduli e quindi nei modelli vengono risolte dal solutore ALTERLEGO® secondo tecniche numeriche standard con passi di tempo anche diversi, per diversi sistemi, per tenere in conto dei vari comportamenti dinamici dell'impianto [6].

La gestione della simulazione spetta al CORE di ALTERLEGO® e deve garantire la simulazione dinamica con l'interazione in tempo reale con le variabili.

La gestione della simulazione prevede la sincronizzazione delle task mediante lo SCHEDULER (net_sked) (vedi Figura 21).. La sincronizzazione avviene con:

- la gestione delle perturbazioni (mmi,xaing, xstaz)
- la gestione dei servizi ausiliari archivi di dati, snapshot (net_prepf22)
- dai sistemi di comunicazione che aggiornano le variabili di simulazione con MMI e SCADA (agg_scada, net_update, net_read).

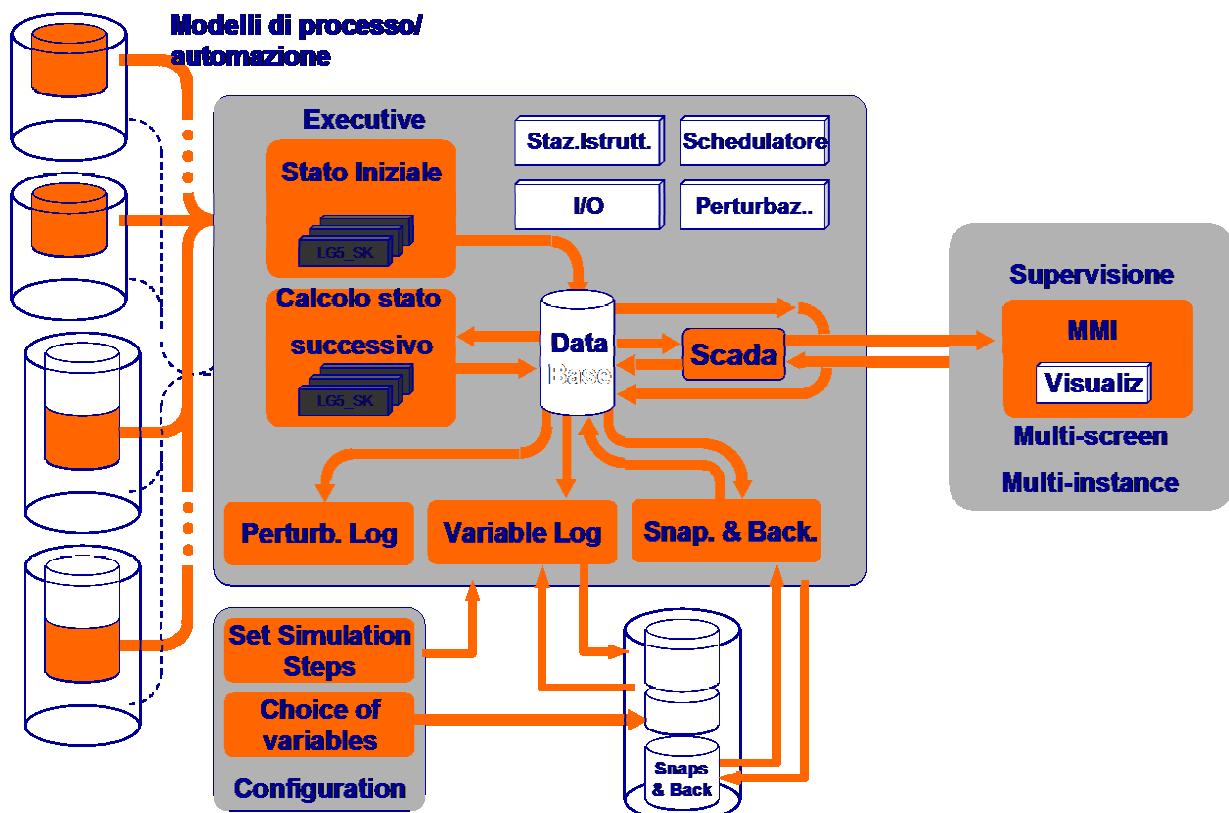


Figura 20 – Rappresentazione logica dell'ambiente di simulazione ALTERLEGO®

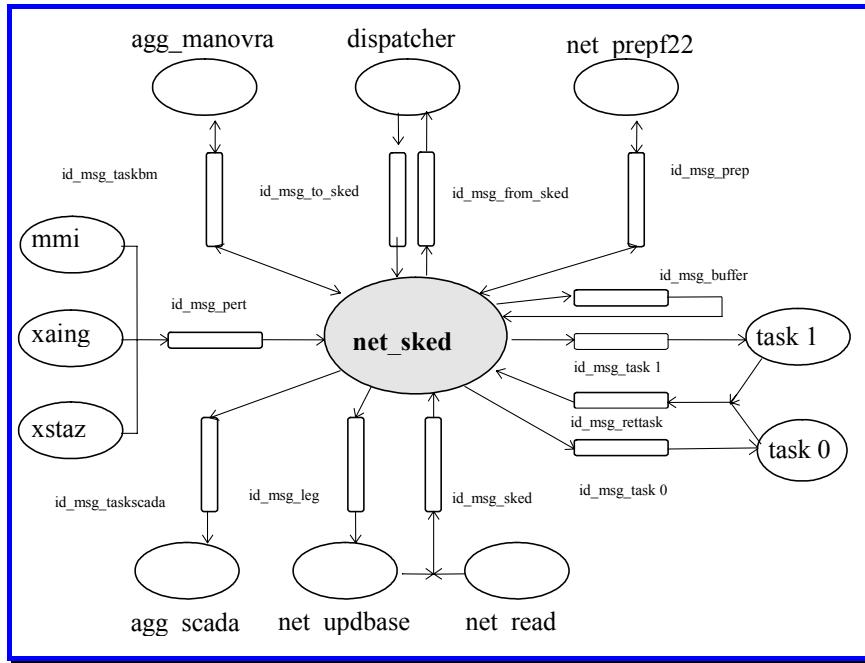


Figura 21 - Esecutivo di ALTERLEGO®

Il sistema di simulazione appena descritto viene generalmente impiegato in fase di addestramento dell'operatore di centrale.

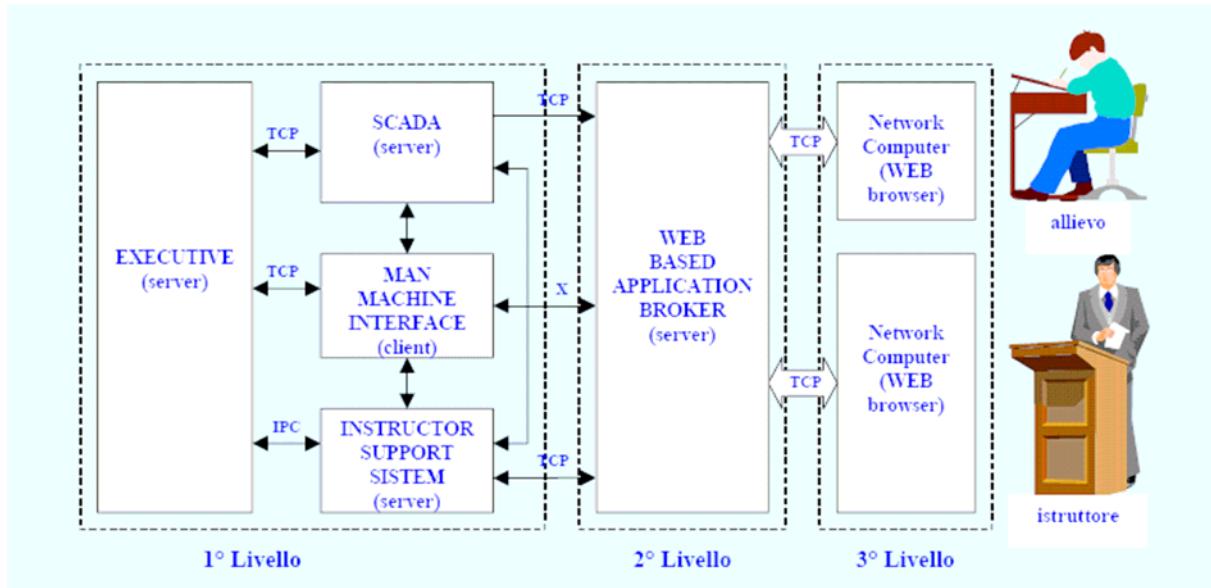


Figura 22 – Architettura di teleaddestramento

In questa fase, che normalmente precede quella di esercizio dell'impianto reale, si sfrutta la capacità del sistema di funzionare in modalità multi-macchina, con una macchina assegnata all'istruttore e le altre (3) assegnate agli allievi operatori.

L'addestramento consiste nell'attivazione di una o più malfunzioni da parte dell'istruttore, mediante l'attivazione di comandi visibili solo sulla propria postazione. Il sistema di gestione allarmi SCADA provvede alla segnalazione del guasto, a cui segue una reazione operativa da parte degli allievi finalizzata alla rimozione della malfunzione.

Nello schema di Figura 23 viene illustrata tale modalità di funzionamento.

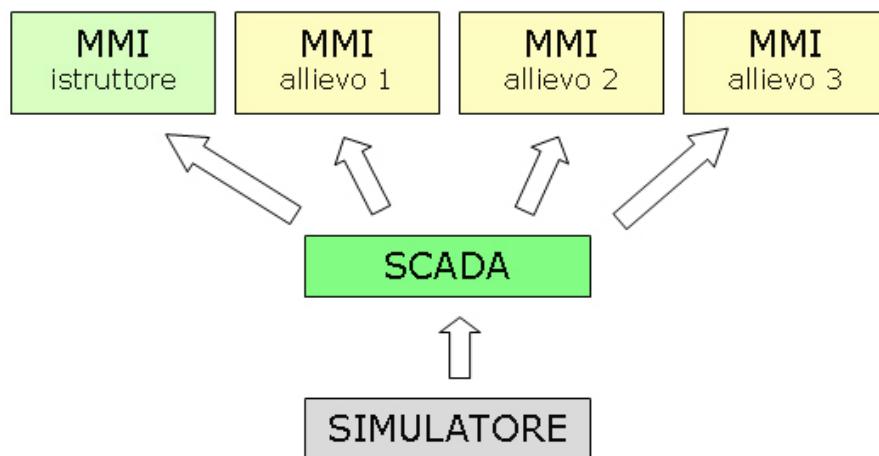


Figura 23 - Schema di funzionamento multi-macchina

2.2 L'attività LEGOCAD[5],[19],[22]

Nell'attività LEGOCAD (vedi Figura 16) si sfrutta il tool LEGOCAD® con programma **legocad** per la costruzione del modello.

LEGOCAD® contiene i seguenti oggetti:

- l'interfaccia grafica **legocad** per l'assemblaggio di un modello partendo da una libreria di moduli di processo.
- una libreria di moduli di processo (Figura 25), che costituiscono i modelli di singoli componenti d'impianto o particolari processi, i quali sono caratterizzati da:
 - un motore di calcolo per la determinazione di condizioni stazionarie e dinamiche di un modello complesso;
 - set di programmi FORTRAN;
 - struttura standard;
 - modello fisico-matematico di un componente d'impianto (valvole, pompe ...) o di un processo fisico;
 - variabili fisiche e dati geometrici definiti;
- una libreria di tavole per le proprietà dei fluidi di processo (acqua, gas di combustione ...);

Lo sviluppo di un modello di processo con **legocad** comprende le fasi di:

- 1) *Topology*: definizione dello schema del modello;
- 2) *Data Editor*: definizione dei dati del processo;
- 3) *Steady State*: calcolo delle condizioni stazionarie;
- 4) *Transient Calc.*: simulazione dinamica.

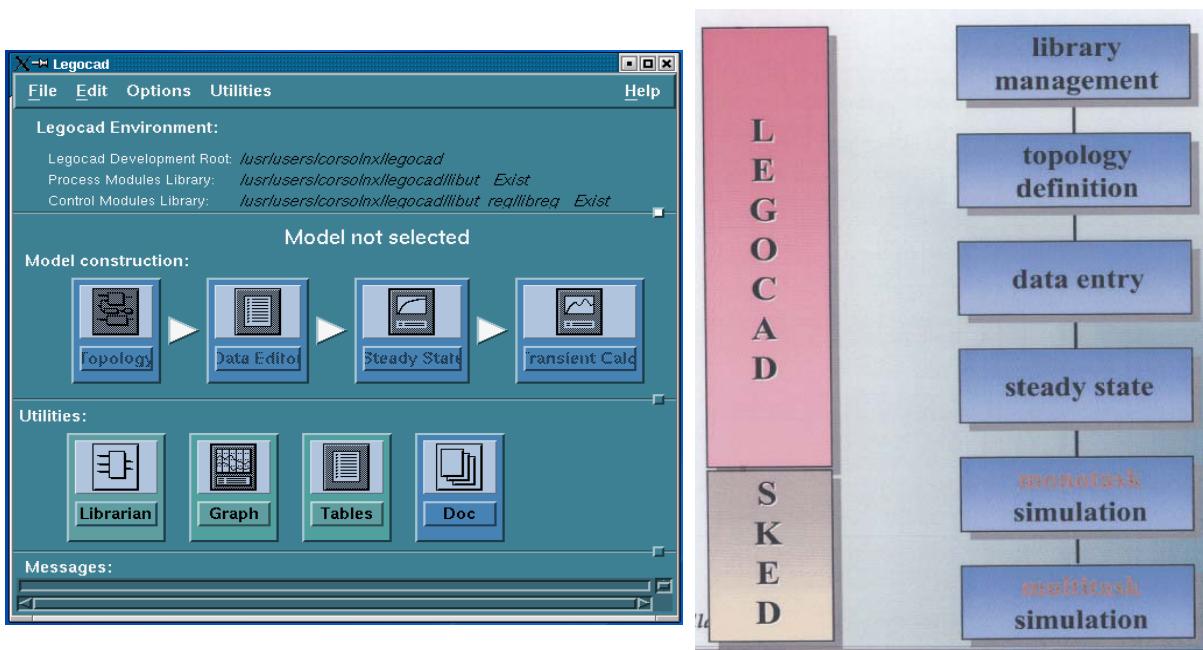


Figura 24 – Interfaccia di LEGOCAD®

La costruzione di un modello di processo è basata sulla connessione di blocchi. Alla base di ogni blocco c'è un modello teorico costituito da un sistema di equazioni differenziali.

La connessione di moduli tra loro genera un sistema di equazioni differenziali più complesso che deve essere risolto numericamente [18] a partire dalle condizioni iniziali e le condizioni al contorno.

Nei moduli sono implementati i modelli matematici che si differenziano secondo tre tipologie:

- ELEMENTI CORTI senza accumulo (modulo VALV, CPOM)
- ELEMENTI CORTI con accumulo (modulo COLT, CLAV)
- ELEMENTI LUNGHI con accumulo modulo (EXCY, FUMN)

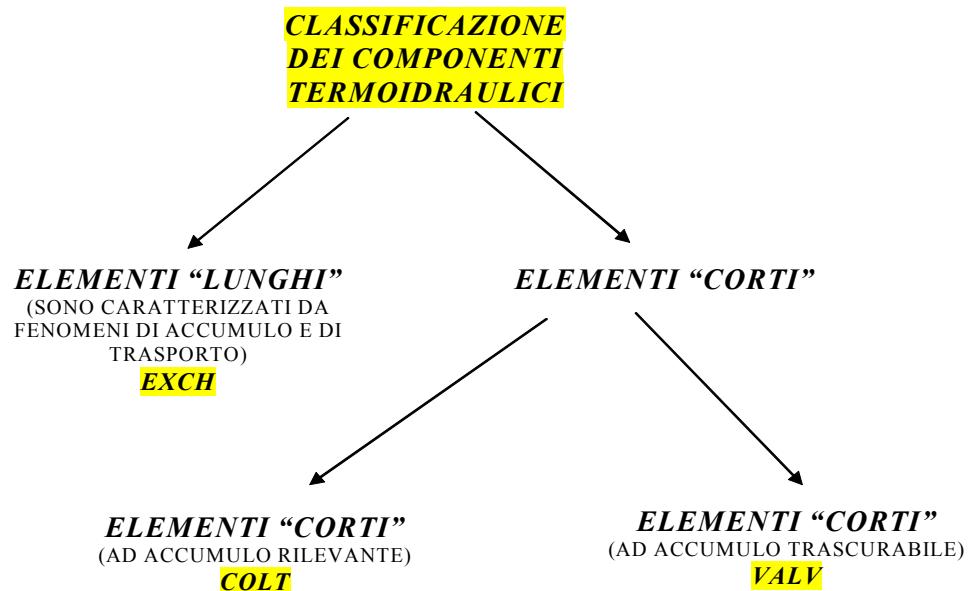


Figura 25 – Classificazione di LEGOCAD®

Negli elementi corti le variabili di stato sono valori medi delle medesime grandezze valutate su tutto il volume in cui sono trascurati i fenomeni di trasporto dipendenti dalle coordinate spaziali. Negli elementi corti con accumulo (COLT), le equazioni che descrivono il moto del fluido sono equazioni differenziali totali (rispetto al tempo), nei **modelli** degli elementi corti senza accumulo (VALV), le equazioni che descrivono il moto del fluido sono equazioni algebriche.

Negli elementi lunghi le variabili di stato non sono omogenee in tutto il volume e vengono presi in considerazione sia i fenomeni convettivi sia fenomeni di trasporto.

Negli elementi lunghi con accumulo (EXCY), le equazioni che descrivono il moto del fluido sono equazioni differenziali parziali (rispetto al tempo e alle coordinate)³⁶.

Il modello costruito può essere rappresentato con un **modello logico** che permette di impostare il sistema di equazioni da dare in pasto al motore di calcolo.

³⁶ Per i dettagli della formulazione termofluidodinamica alla base di LEGOCAD vedi [5]

Il **modello logico** può essere rappresentato come in

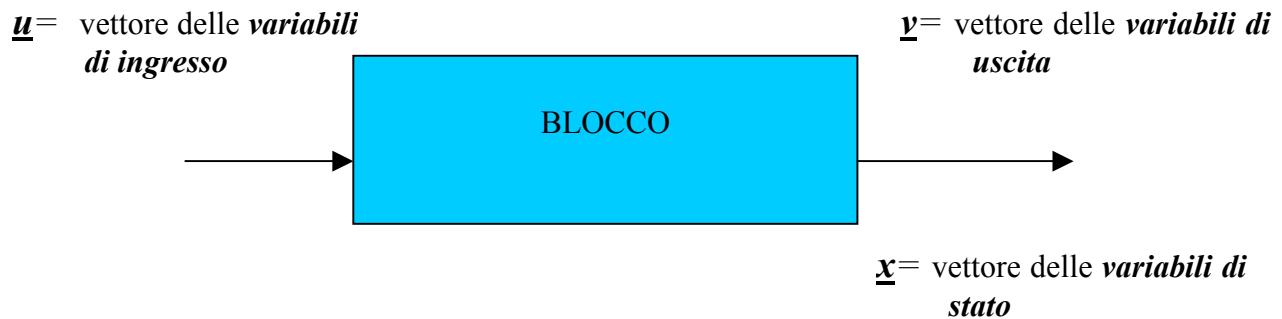


Figura 26 – Rappresentazione logica del modello implementato nell'ambiente di simulazione LEGOCAD®

Il vettore delle variabili **\underline{x}** definisce lo stato del sistema, cioè la fotografia del sistema in un determinato tempo, **\underline{y}** sono le **variabili di uscita** cioè le variabili che vengono calcolate, Le variabili **\underline{u}** , è il vettore delle **variabili di ingresso**.

Mentre nel modello teorico le **variabili di stato** compaiono sotto il segno di derivata rispetto al tempo, le **variabili di uscita** sono calcolate risolvendo equazioni alle derivate totali (elementi corti ad accumulo rilevante) o equazioni algebriche (elementi corti senza accumulo rilevante).

2.2.1 Topology: definizione dello schema di un modello [6],[8],[38]

Per definire della topologia di una **task** di processo, nella finestra LEGOCAD®, selezionare: **file->process modelling** e dopo

a) se si vuole creare una nuova task (vedi Figura 27, Figura 28).

- digitare, nella finestra **SelectModelBox**, nel campo **Select Model**, il nome del processo (non più lungo di 8 caratteri, è importante non trascurare questa limitazione perché altrimenti ci sono problemi per accedere alla fase di simulazione);
- scrivere, nella finestra **edit Text**, una breve descrizione del processo (senza limitazione di 8 caratteri).

b) se si vuole modificare una task già esistente:

- selezionare, nella finestra **SelectModelBox**, il nome della **task**.

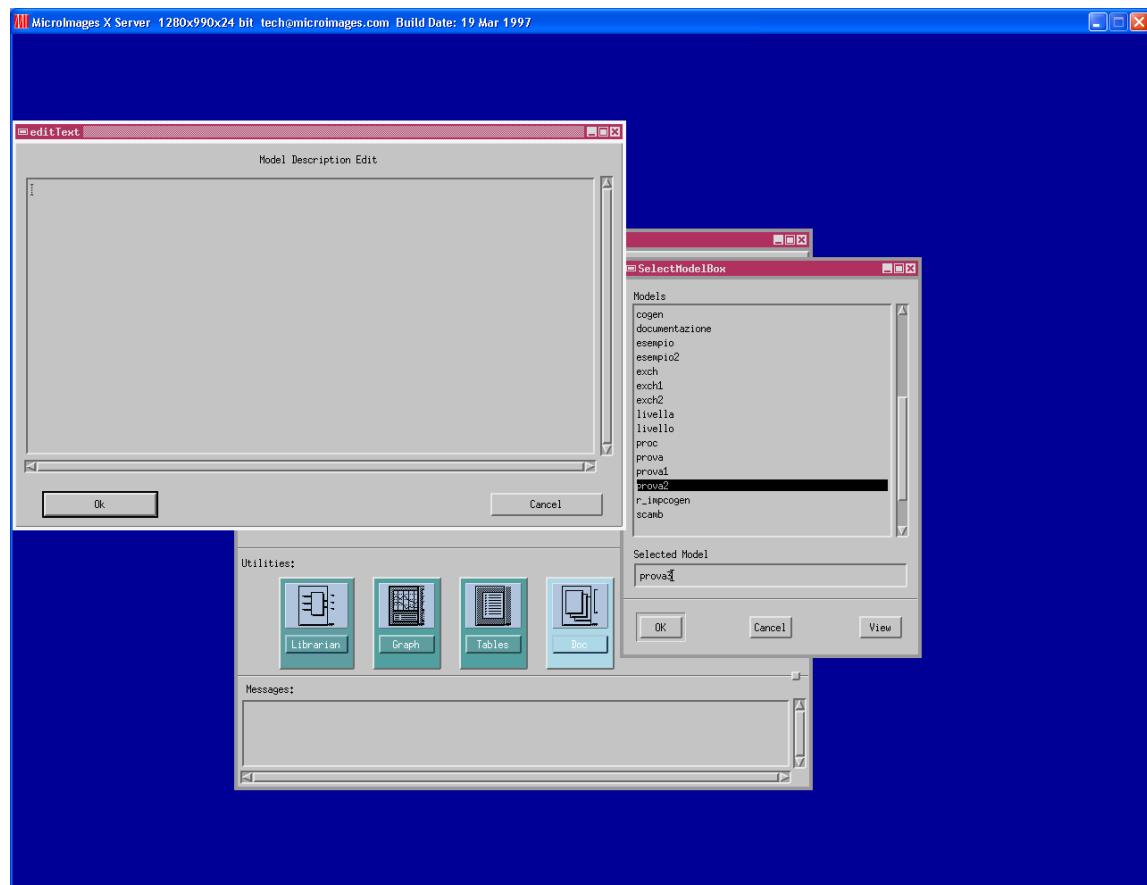


Figura 27 – Interfacce grafiche per la creazione di un nuovo modello LEGOCAD®

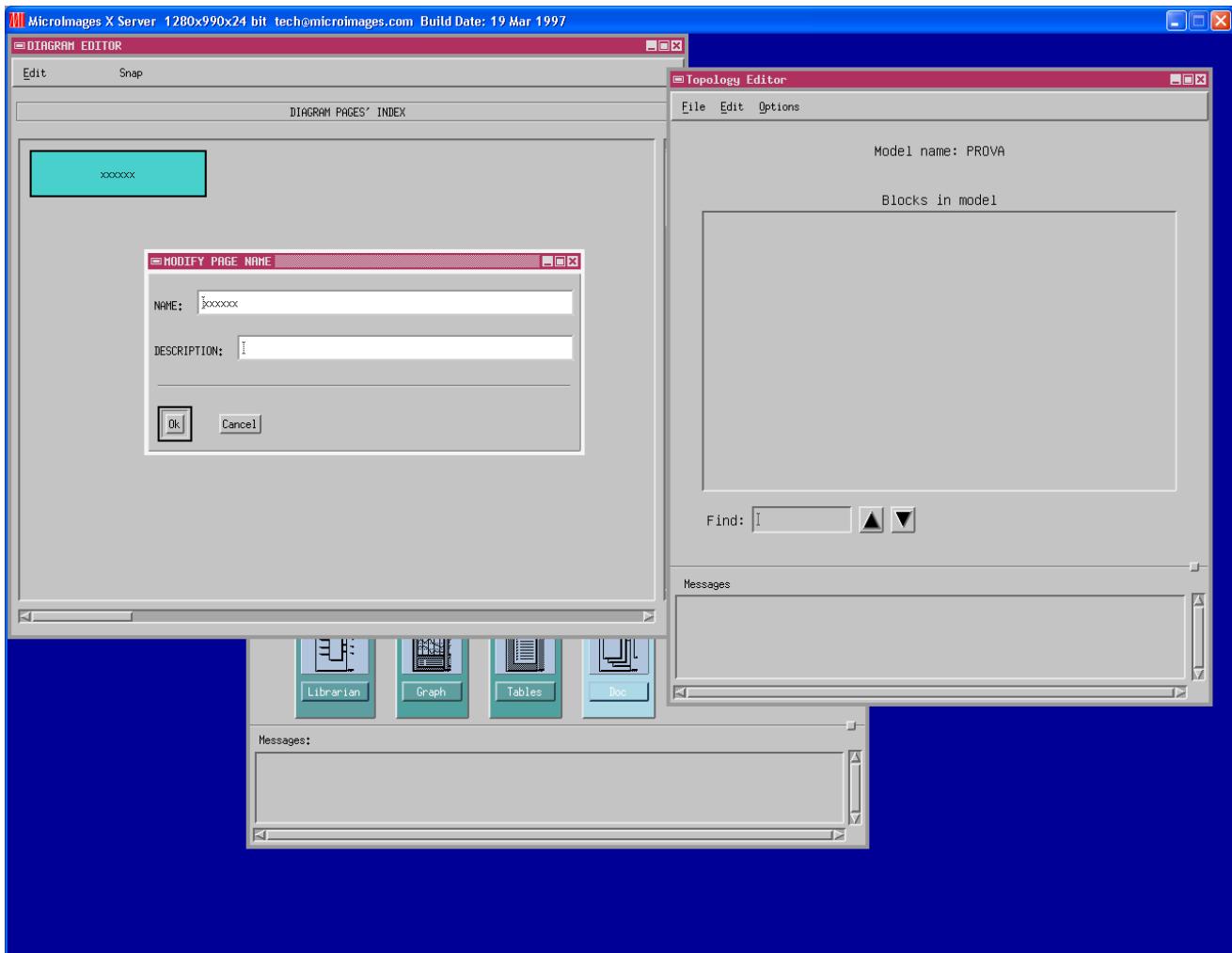


Figura 28 – Interfacce grafiche per la creazione di un nuovo modello LEGOCAD®

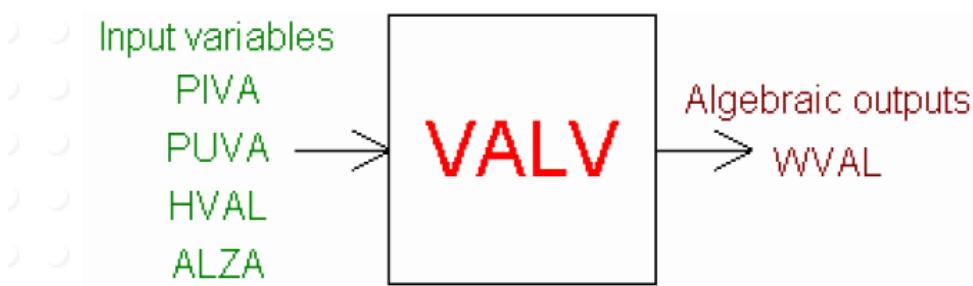
Nella finestra LEGOCAD® selezionare l'icona **[Topology]** ora illuminata, e seguire la procedura per la definizione della topologia del modello che prevede le seguenti fasi:

1. **crazione di una *task***
2. ***istanziazione* di più *moduli***
3. ***connessione* dei *blocchi***

1. Nella finestra **Diagram Editor** selezionare:

Dal menù della finestra **Diagram Editor** selezionare **edit->new** e digitare nella finestra **Create New Page** il nome della ***task*** con una breve descrizione;

- a) selezionare l'icona rettangolare con il nome della **task** appena inserito e, con il tasto destro, selezionare **[open]**: si aprirà la finestra **Page:<nome task>** su cui dovranno essere **istanziati** i **moduli** del processo.
2. Nella finestra **Topology Editor** selezionare **edit->new->process block**: si apre la finestra **New block Creation** che contiene i **moduli** da **istanziare** nella finestra **Page:<nome task>** nel modo seguente:
- selezionare il **modulo** desiderato, con la barra laterale o con il motore di ricerca;
 - selezionare il campo **BLOCK NAME** con il mouse e scrivere il nome del **modulo**, con non più di 4 caratteri; ogni grandezza riferita a un **modulo**, infatti, ha un nome costituito da 8 caratteri, di cui i primi 4 sono fissati dal sistema e i successivi sono il nome del modulo, già definito dall'utente, ad esempio, per il modulo “VALV” la variabile “ALZA”, che definisce grado di apertura della valvola, può avere il nome “ALZA????” (dove ? è un carattere a piacere)
 - selezionare il campo **DESCRIPTION** e inserire una descrizione breve dell'oggetto;
 - selezionare l'icona del singolo **modulo** con il tasto centrale (nella maggior parte dei mouse si preme la rotellina centrale o i due tasti laterali contemporaneamente) e trasportarla nella page, tenendolo premuto(vedi Figura 30);
 - fornire, nella finestra **Instantiation Dialog**, le informazioni richieste per ciascun modulo: nel caso del modulo VALV, ad esempio, (Figura 29**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) si chiede di scegliere l'output desiderato in base alle caratteristiche del modulo successivo (se quest'ultimo ha la portata come variabile di input, occorre che questa grandezza sia un output della valvola per rendere possibile la **connessione**) (1.6).



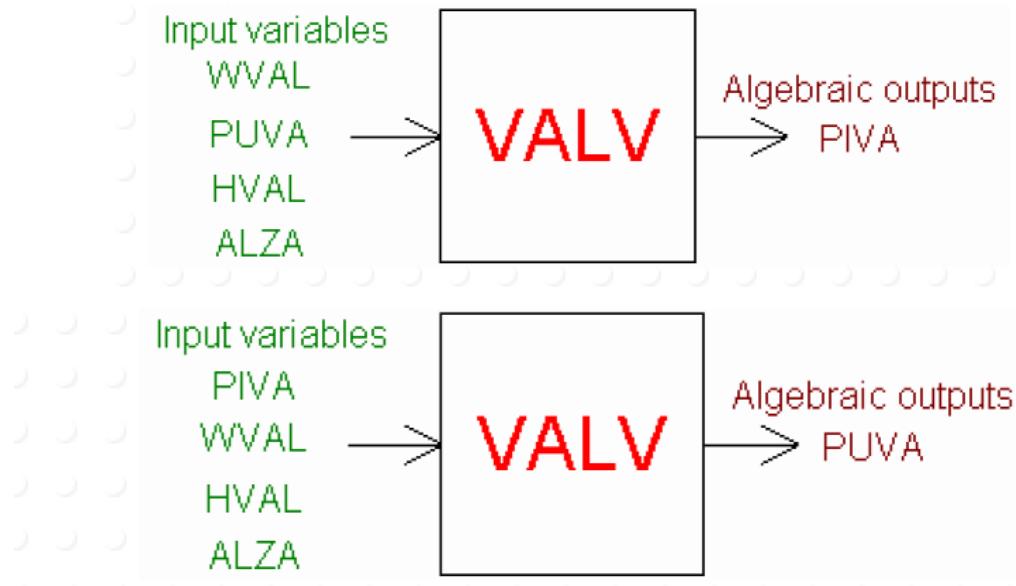


Figura 29 – rappresentazione logica del modulo LEGOCAD® VALV nelle tre versioni

- f) Con questi passaggi, posizionare tutti i moduli necessari.
- 3. Selezionare **Graphics->Add Simbol** per aggiungere linee e frecce, in modo da dare continuità allo schema del processo. Ricordarsi di salvare selezionando **file->save** dalla finestra **Topology Editor** su cui sono visualizzati il nome del modello e la lista dei moduli in essa contenuti.
- 4. Eseguire le connessioni tra le variabili: in molti casi, infatti, le grandezze presenti nelle equazioni che descrivono un modulo devono essere uguagliate a grandezze dello stesso tipo presenti in un altro modulo, poiché fisicamente si tratta della stessa grandezza. Ad esempio, la portata W_{VALV} deve essere connessa con la portata W_{COLT} in quanto è la stessa portata che attraversa le due apparecchiature.

Per accedere alla fase di collegamento dei moduli si può:

- a) selezionare uno o più moduli nella finestra **Topology Editor**, poi scegliere **edit->variables;**
- b) selezionare l'icona di un modulo e, con il tasto destro, scegliere **variables.**

In entrambi i casi, per ogni modulo si aprono le finestre varWin che contengono gli input e gli output, cioè gli ingressi e le uscite matematiche del modello fisico-matematico del componente d'impianto.

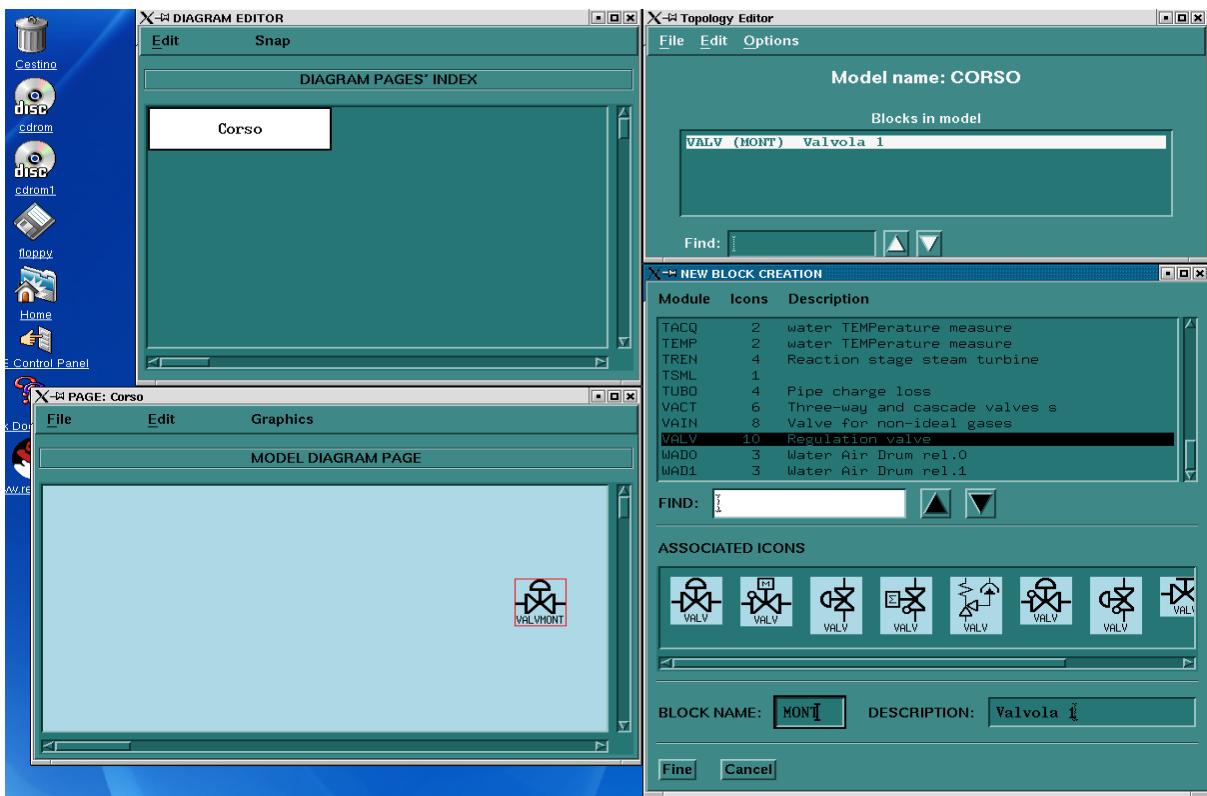


Figura 30 – Interfacce grafiche per la costruzione di un modello LEGOCAD®

Per eseguire i collegamenti:

- selezionare il nome di una variabile di output di un modulo e trasportarla, con il tasto centrale premuto, verso il corrispondente input di un altro modulo; un solo output può essere collegato a più di un input, mentre ad un input può corrispondere un solo output.;
- compare una finestra per confermare o meno l'esecuzione del collegamento premendo **OK** (Figura 32);
- se si tenta di collegare due grandezze diverse (ad esempio una Pressione con una Portata) viene segnalato un errore, ma viene data la possibilità di collegarle comunque.

Ricordarsi di salvare spesso selezionando **file->save** dalla finestra **Topology Editor**. Uscire dalla fase di definizione delle topologie con **file->exit** dalla finestra **Topology Editor**.

Alla fine della fase **Topology**, tutte le scelte operate, come moduli, variabili, collegamenti, vengono memorizzate nel file **F01.DAT³⁷[6]** (vedi Figura 33).

³⁷ Per i dettagli della procedura di gestione di una simulazione in ALTERLEGO vedi Appendice Appendix 6. - I principali processi processi di ALTERLEGO®

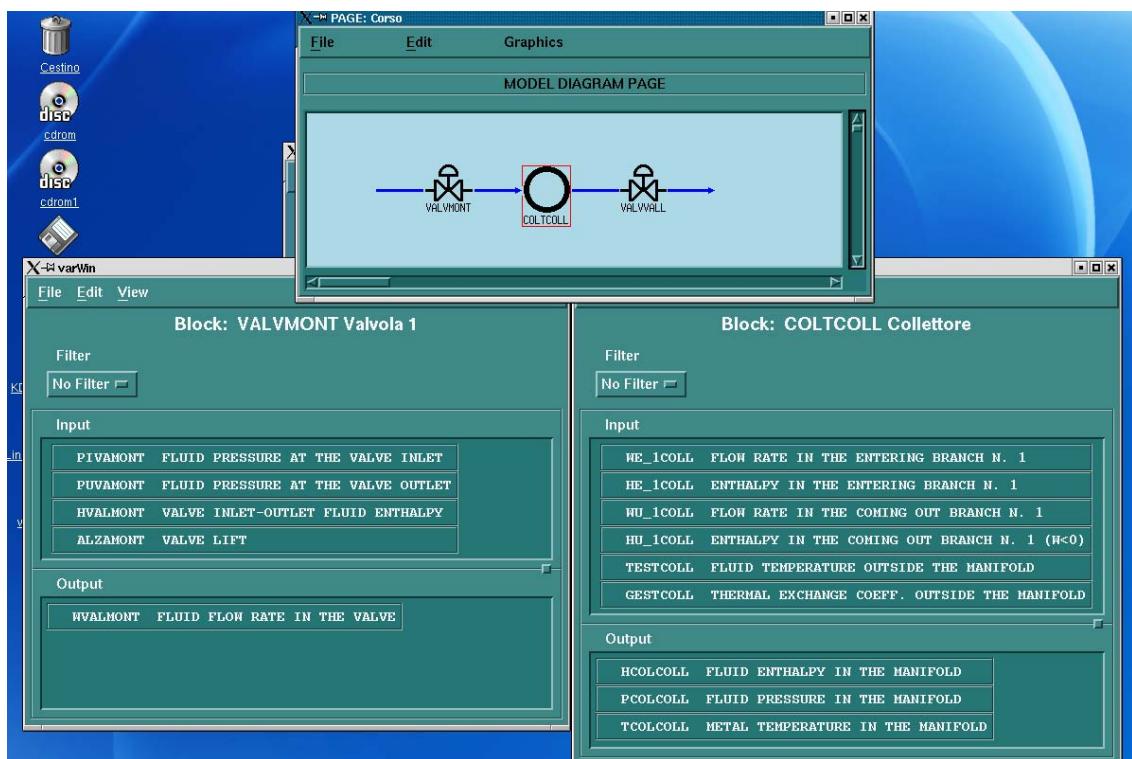


Figura 31: Interfacce grafiche LEGOCAD® per lo sviluppo di una task di processo

Le liste di variabili di stato, di uscita e di ingresso (distinte fra ingressi liberi ed ingressi collegati) e le liste di variabili dei singoli blocchi vengono registrate sul file binario **F02.DAT [6]** (vedi Figura 33).

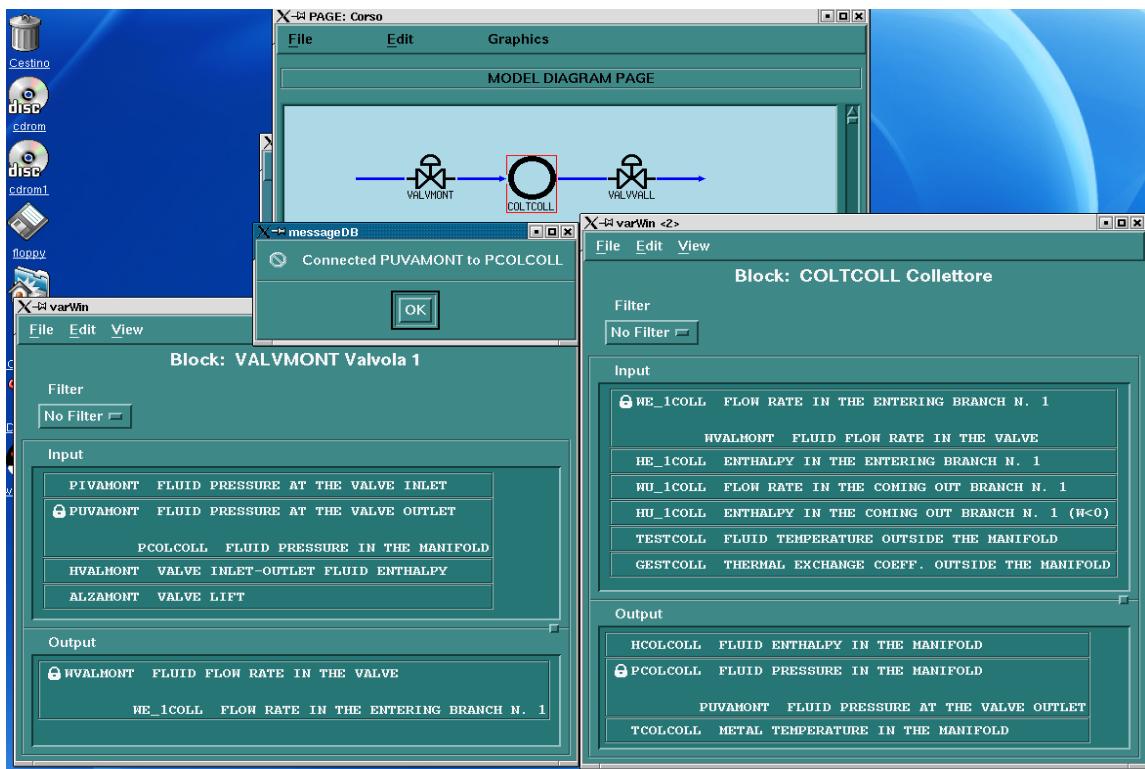


Figura 32: Interfacce grafiche LEGOCAD® per lo sviluppo di una task di processo

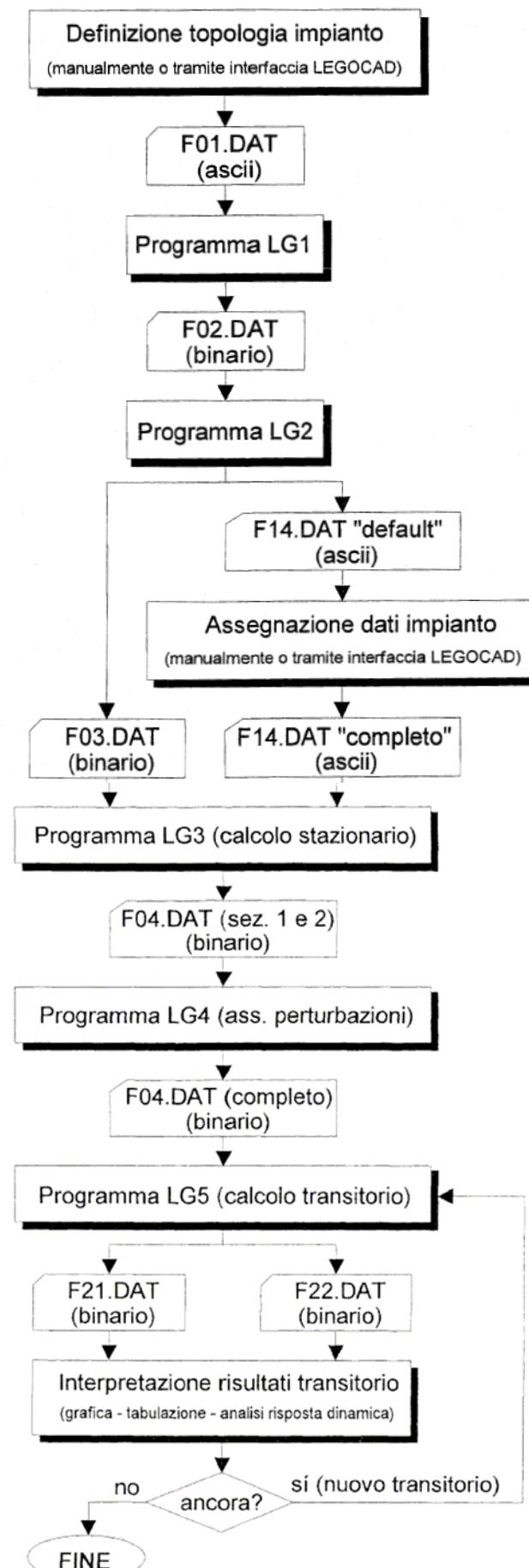


Figura 33: Schema di gestione di sistema LEGOCAD®

2.2.2 Data Editor: definizione delle condizioni al contorno e dei dati del processo[8],[38]



Il sistema di equazioni differenziali generato dalla **connessione** di più moduli istanziati nella fase di Topology deve essere risolto numericamente. Prima di accedere alla fase di Data Entry, il sistema di equazioni non è risolvibile perché il numero di equazioni è inferiore al numero di incognite e perché non sono ancora definite le condizioni iniziali e al contorno. In generale per un sistema di equazioni devono essere definite condizioni appropriate alla natura fisica del problema al fine di ottenere un modello matematico ben posto, caratterizzato da una soluzione continua³⁸.

Questa fase prevede due operazioni sulle **variabili**:

- Rendere determinato il sistema mediante la scelta di alcune incognite come **variabili note** (che entrano a far parte dei coefficienti delle equazioni insieme ai dati) (vedi Figura 36):
- l'assegnazione dei valori numerici per le **variabili** che definiscono le **condizioni iniziali** del sistema di equazioni (vedi Figura 36)

e un'operazione sui **dati** (vedi Figura 35):

- l'assegnazione di valori numerici, che definiscono i coefficienti delle equazioni. Tali valori definiscono in alcuni casi le caratteristiche geometriche e fisiche del modulo, in altri la scelta di parametri relativi al modello teorico.

Va da sé che i valori numerici dei **dati** e delle **variabili note** rimangono costanti durante la risoluzione numerica del sistema.

- 1) Per accedere alla fase di definizione dei dati e delle variabili di una task di processo, premere la freccia posta dopo l'icona di **Topology** nella finestra LEGOCAD®; l'icona **Data Editor** ora è illuminata e si può accedere a questa fase, selezionando l'icona stessa.

³⁸ Vedi per approfondimenti [21]

2) Per visualizzare l'elenco dei dati e delle variabili da compilare si può (vedi Figura 36):

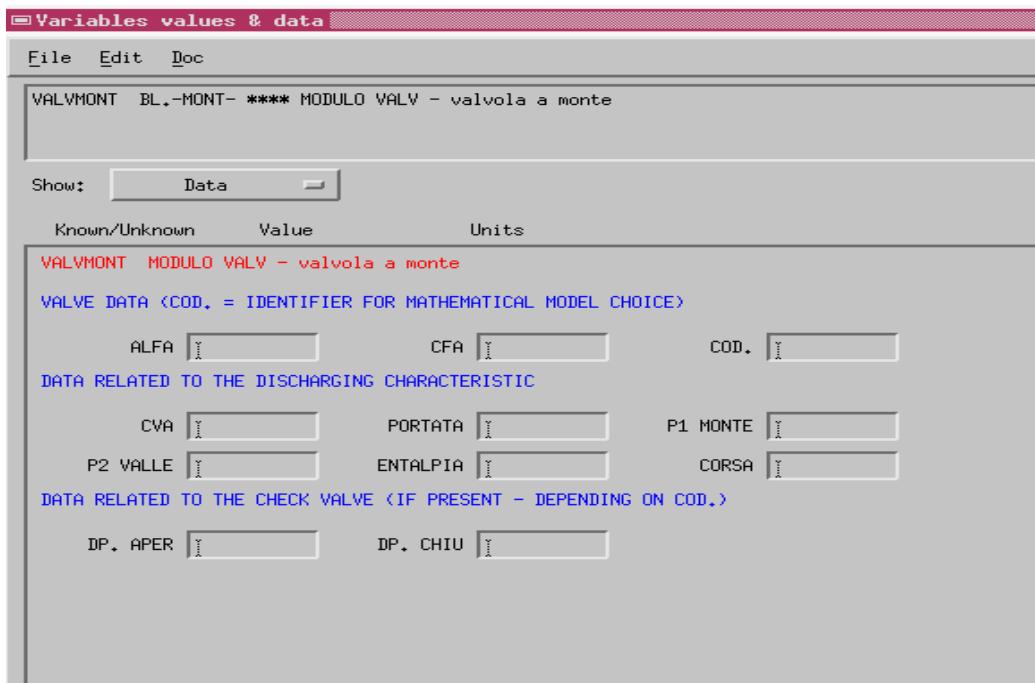
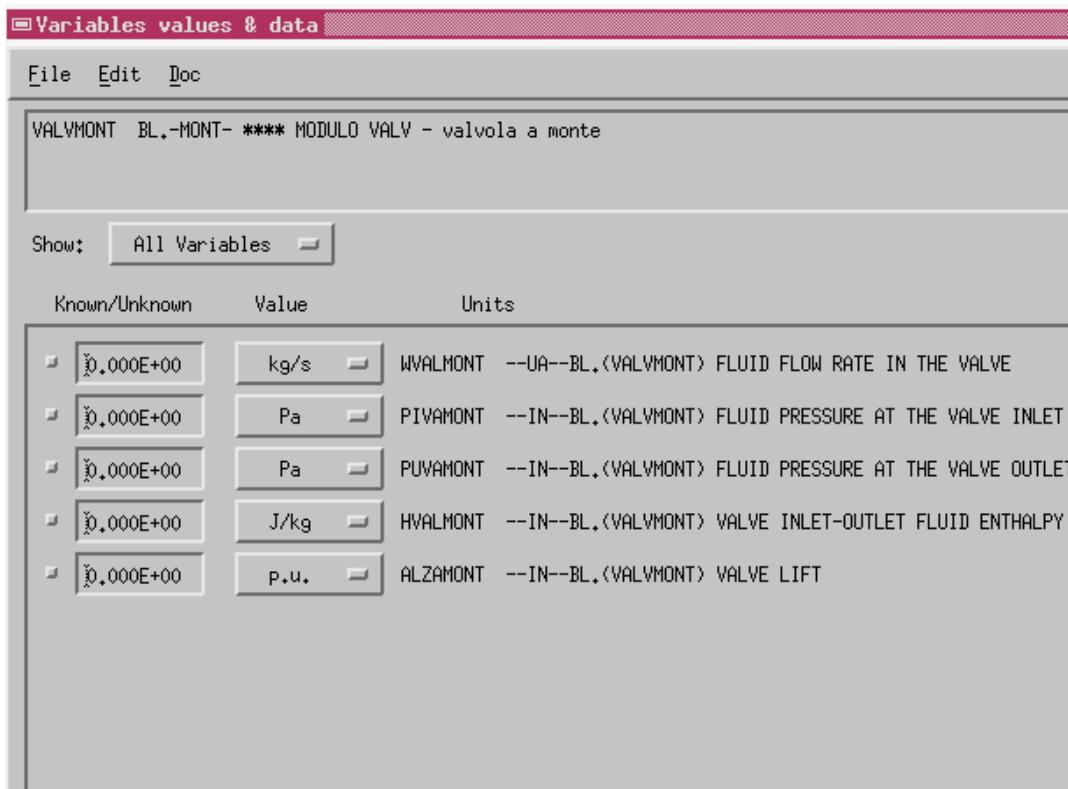
- a) selezionare l'icona con il nome della **task**, nella finestra **Diagram Editor**, premere il tasto destro e selezionare **open**; si aprirà la pagina, contenente i moduli del processo, selezionarne uno e, con il tasto destro, scegliere **variables** o **data**;
- b) selezionare uno o più moduli ed **edit->variables** o **edit->data** nella finestra **Data Editing**. In entrambi i casi, per ogni modulo, si aprono le finestre **Variables edit & data** (Figura 35 e Figura 34).

3) Per inserire i valori dei dati e delle variabili:

- a) nella finestra **Data**, inserire i dati fisici e geometrici dell'elemento selezionato con almeno una cifra decimale (ogni intero deve essere seguito da un punto) e premere **apply**;
- b) nella finestra **All Variables**, inserire:
 - nella colonna a destra, i valori numerici delle variabili come descritto sopra;
 - segnalare di rosso, premendo il pulsante a sinistra del campo, quelle che devono rappresentare le condizioni al contorno, che sono quindi **variabili note**;
 - premere **apply** (Figura 36).

In genere si tende a usare nelle **condizioni iniziali** le **variabili di ingresso** (si noti bene che le **variabili di ingresso** e le **variabili note** devono essere uguali in numero ma non necessariamente devono corrispondere). Per alcuni moduli è consigliabile imporre come **variabili note** alcune **variabili di uscita** e lasciare che il programma calcoli il valore delle **variabili di ingresso**.

I valori assegnati alle **variabili** del sistema, sono valori di primo tentativo, devono comunque essere plausibili per il nostro sistema, altrimenti si presenteranno problemi di convergenza. Nella colonna centrale sono segnalate le unità di misura del SI, ma le caselle si utilizzano anche per fare delle conversioni: si seleziona l'unità di misura del dato a disposizione, si inserisce il dato, poi si seleziona nuovamente l'unità di misura del SI, ottenendo la conversione. A destra si legge una descrizione della variabile e il suo nome di 8 caratteri (vedi Figura 35).


Figura 34: Interfaccia per imputare i dati di configurazione del modulo VALV

Figura 35: Interfaccia per imputare i dati di inizializzazione del modulo VALV

Nella finestra **Data Editing** (vedi Figura 36) vengono visualizzati il numero di equazioni del modello e il numero delle incognite, che devono essere uguali affinché il sistema sia determinato: il numero delle incognite diminuirà man mano che verranno scelte **variabili note**. Ricordarsi di salvare spesso selezionando **file->save** dalla finestra **Data Editing**. Dopo avere chiuso le finestre **Variables edit & data** di ciascun modulo con **file->close**, uscire dalla fase **Data Editor** con **file->exit** dalla finestra **Data Editing**.

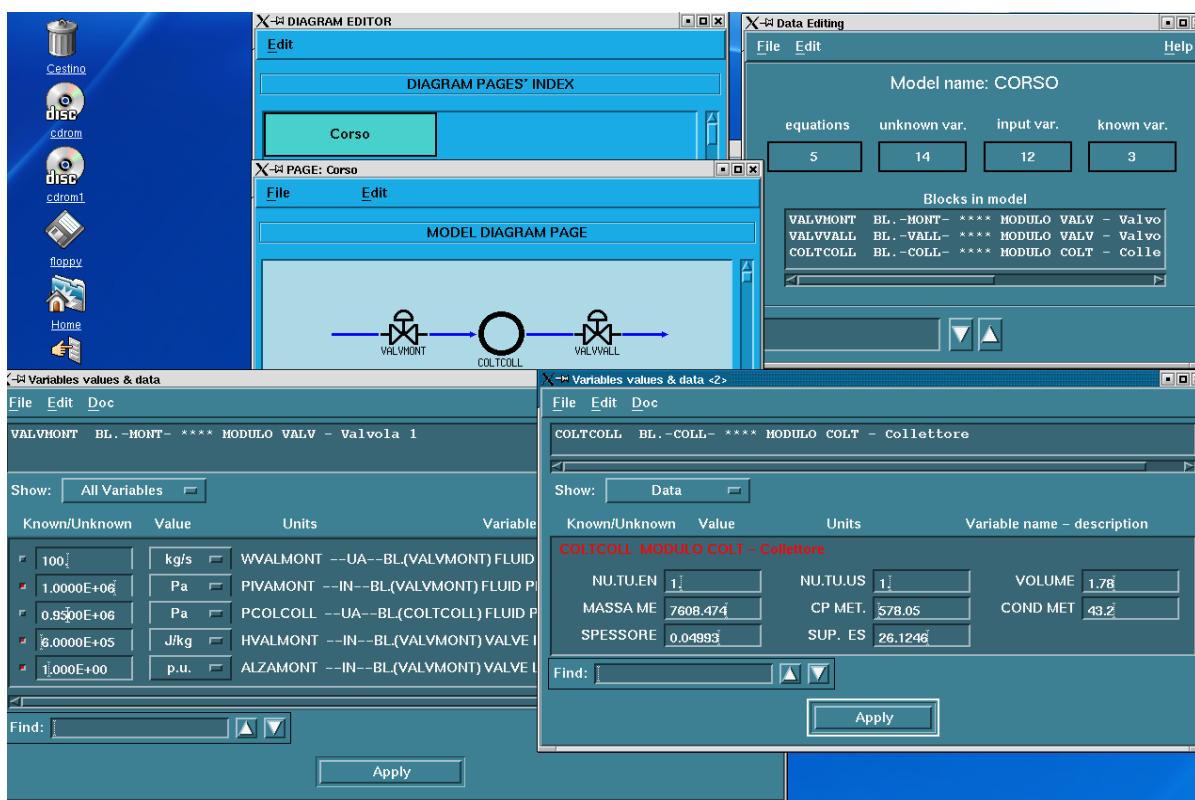


Figura 36: Interfaccia per imputare i dati di inizializzazione del modulo VALV

2.2.3 Steady State: calcolo delle condizioni stazionarie [8], [38]



Il calcolo delle condizioni in regime stazionario è una attività dell'applicativo LEGOCAD® che sfrutta il risolutore matematico (Mathematical Solver). Il calcolo in regime stazionario viene ottenuto risolvendo numericamente³⁹ il sistema di equazioni che viene definito nelle fasi precedenti (Topology e Data Editor). La risoluzione numerica del sistema di equazioni differenziali si avvale di alcuni metodi numerici⁴⁰:

- Newton-Raphson

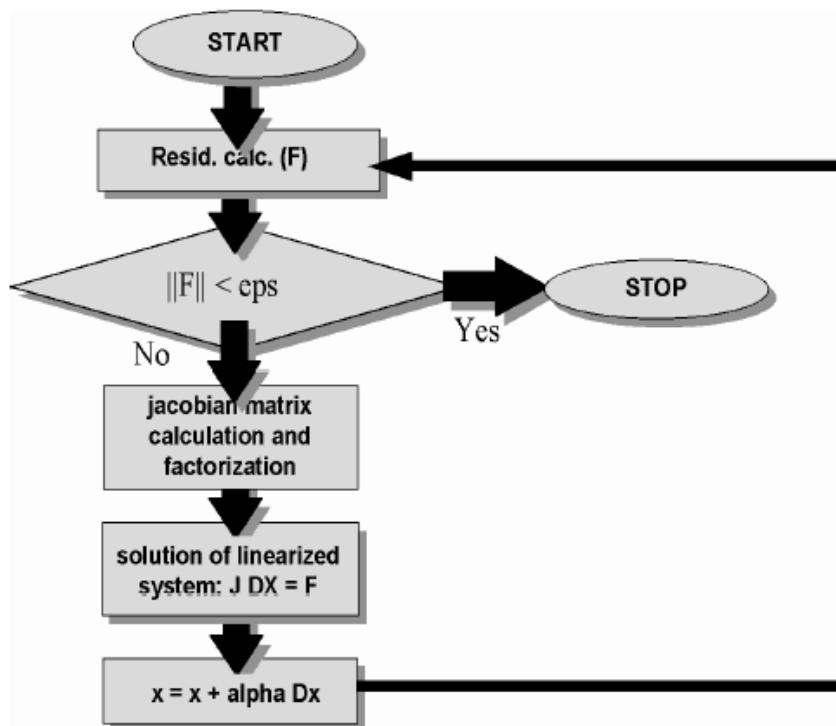


Figura 37: Schema di flusso del calcolo delle condizioni di stazionario

Nella Figura 37 è riportato il flusso delle operazioni eseguite nel calcolo. Si parte con il calcolo dei residui, se questi sono inferiori alla tolleranza prevista allora il processo ha termine, altrimenti si

³⁹ Vedi capitolo LEGO.I.4.3.1, LEGO.I.4.3.2, LEGO.I.4.3.3 in [5]

⁴⁰ Vedi il capitolo “General Theory” in [8]

computa la matrice jacobiana con la relativa fattorizzazione ottenendo nuovi valori delle variabili i cui residui saranno nuovamente confrontati con la tolleranza.

Nella finestra LEGOCAD®, premere l'icona della freccia posta dopo quella di **Data Editor**: l'icona **Steady State** ora è illuminata, si può accedere a questa fase selezionando l'icona stessa.

Si apre la finestra **Steady State Computation** nella quale compaiono sia il nome della **task** che la tolleranza (**tolerance**), usata dal programma per effettuare i calcoli iterativi (vedi Figura 39). Il calcolo iterativo inizia premendo il tasto **Start** e nella finestra durante le iterazioni vengono visualizzate le varie fasi del calcolo (iterazioni relative al calcolo dello Jacobiano e iterazioni relative alla risoluzione del sistema linearizzato).

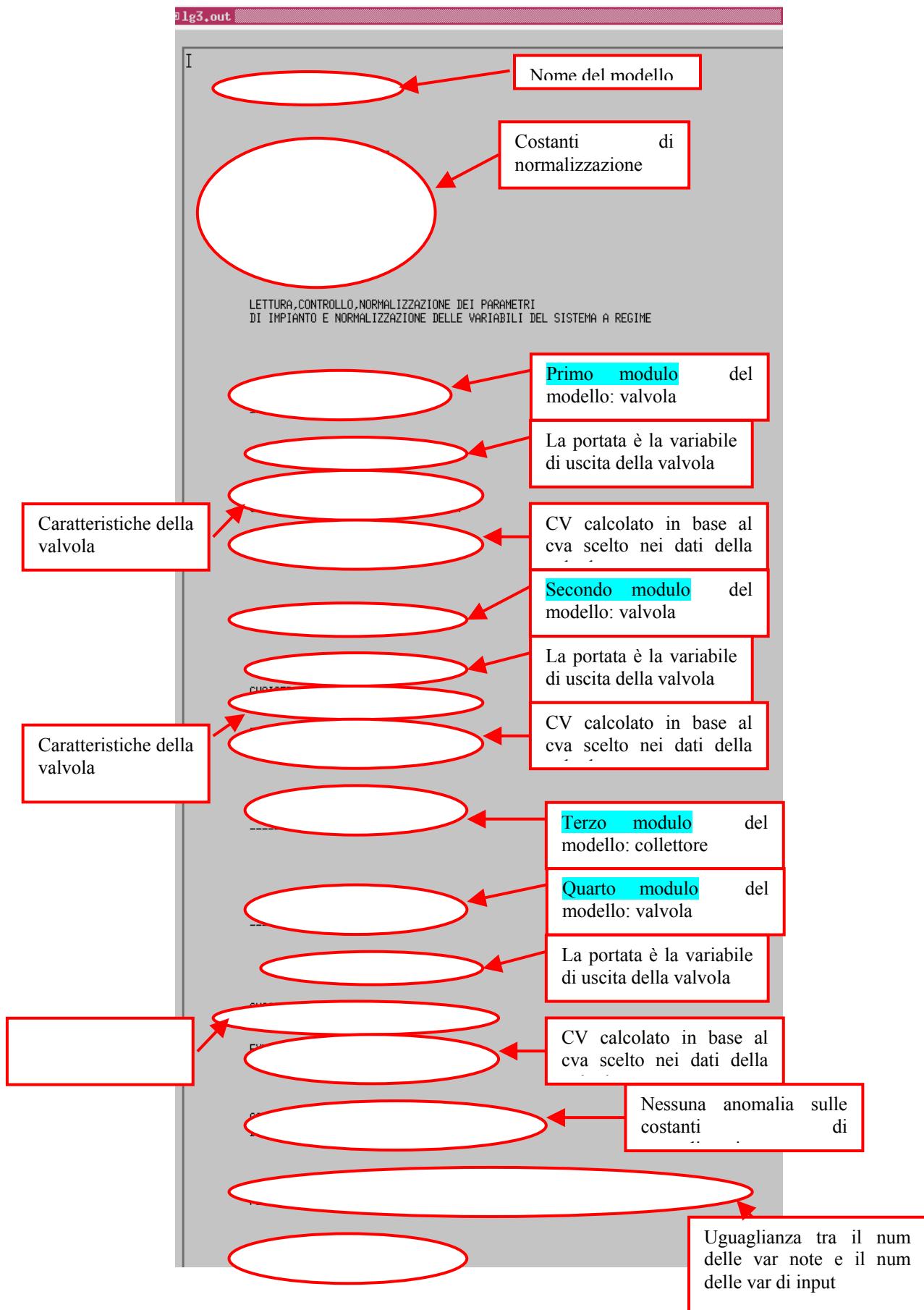
2.2.3.1 Analisi del file lg3.out

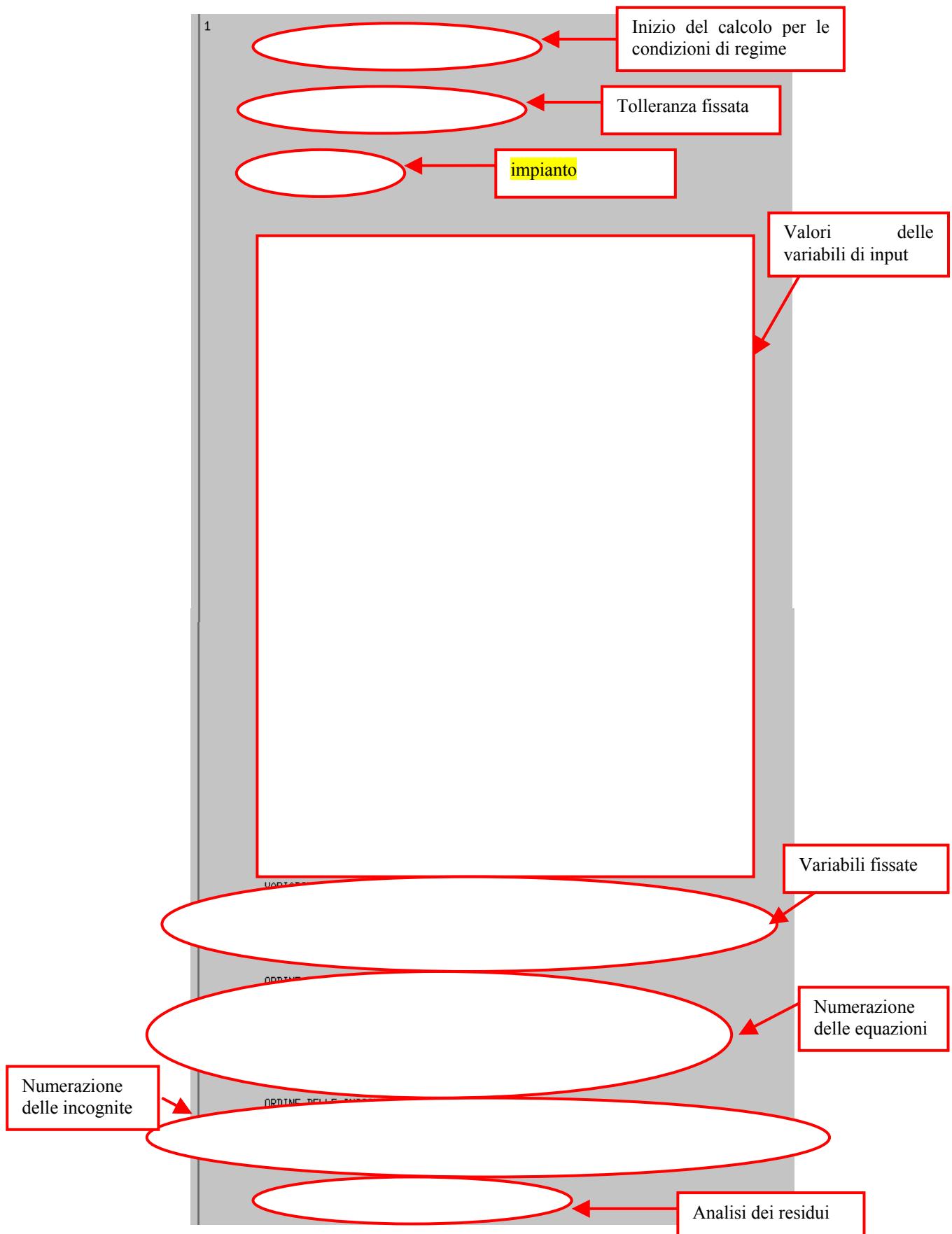
Quando si chiede l'esecuzione del calcolo stazionario si avvia il programma *LG3* che acquisisce dal file **F14.DAT** "completo" i valori iniziali delle variabili di ingresso e di uscita (assegnati dall'utente o come noti o come valori di tentativo) e i valori dei dati geometrici e fisici dei singoli blocchi.

Prima di iniziare il calcolo dello stazionario, il programma controlla che tutte le variabili collegate fra loro abbiano costanti di normalizzazione uguali, e che il numero delle variabili il cui valore viene imposto come noto sia pari al numero di ingressi liberi del sistema.

Quest'ultima condizione corrisponde a quella di avere un numero di incognite (variabili non imposte note) pari al numero di equazioni del sistema.

Dal momento che nella condizione di funzionamento cercata le derivate temporali di tutte le variabili debbono essere nulle, il programma impone che si annullino tutti i residui dei singoli blocchi senza distinguere (tranne che per il segno delle relative righe della matrice jacobiana) i residui di stato da quelli algebrici.





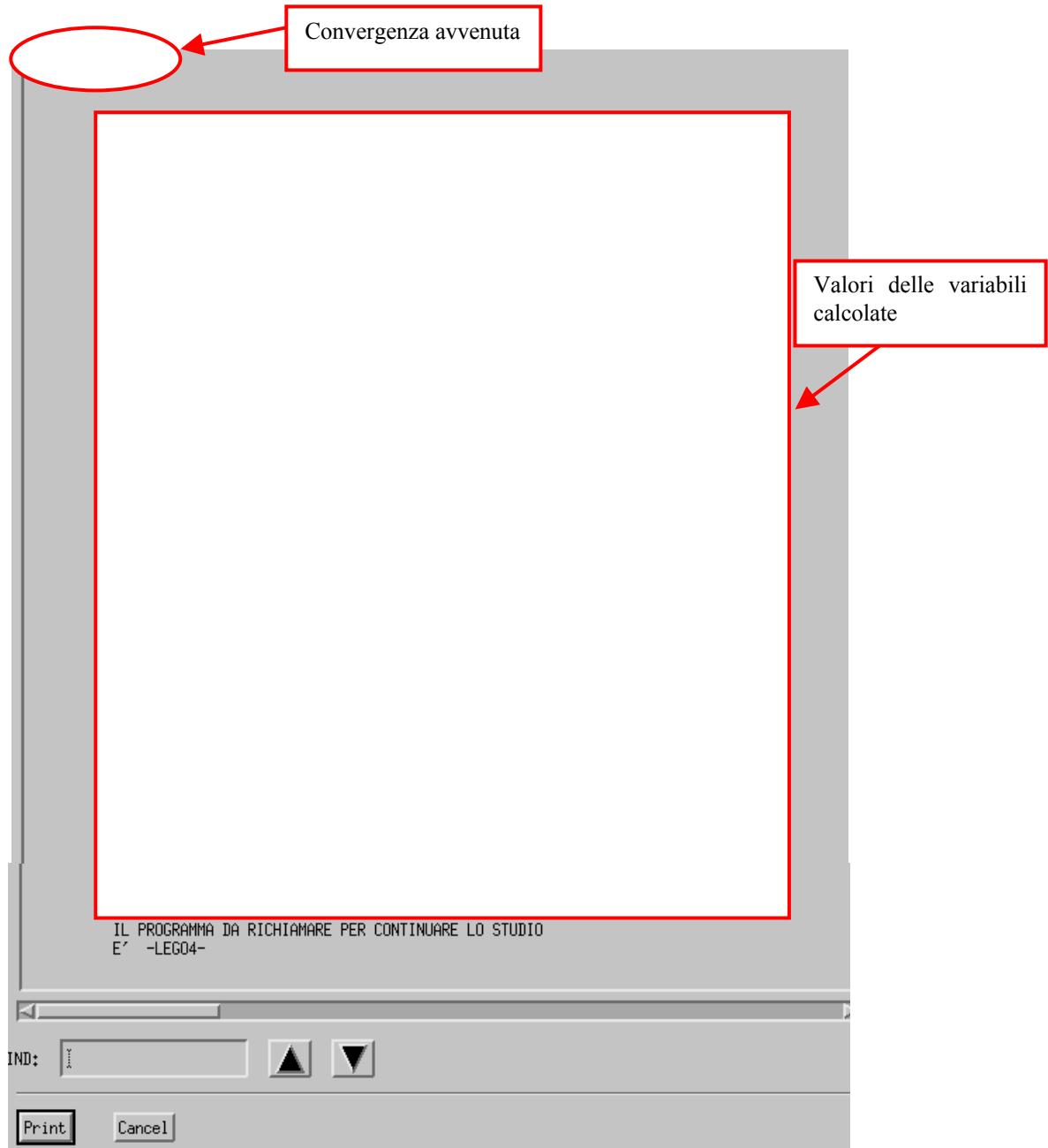


Figura 38: Finestra di LEGOCAD® che illustra i risultati del calcolo.

2.2.3.2 Risultati del calcolo dello stazionario

Dopo le iterazioni il sistema può:

a) “convergere” ed in questo caso si apre una finestra che comunica che i criteri di convergenza sono stati soddisfatti (Figura 39):

- premere **Continue**;
- selezionare **Reports->Results** nella finestra **Steady State Computation** (Figura 40);
- nella finestra **Steady State Results** che si apre, selezionare **All Model Blocks** per visualizzare la lista delle variabili e confrontare i valori assegnati dall’utente con i valori calcolati: le variabili calcolate potrebbero non avere valori plausibili, anche se il sistema converge. In tal caso è necessario modificare i relativi valori iniziali.

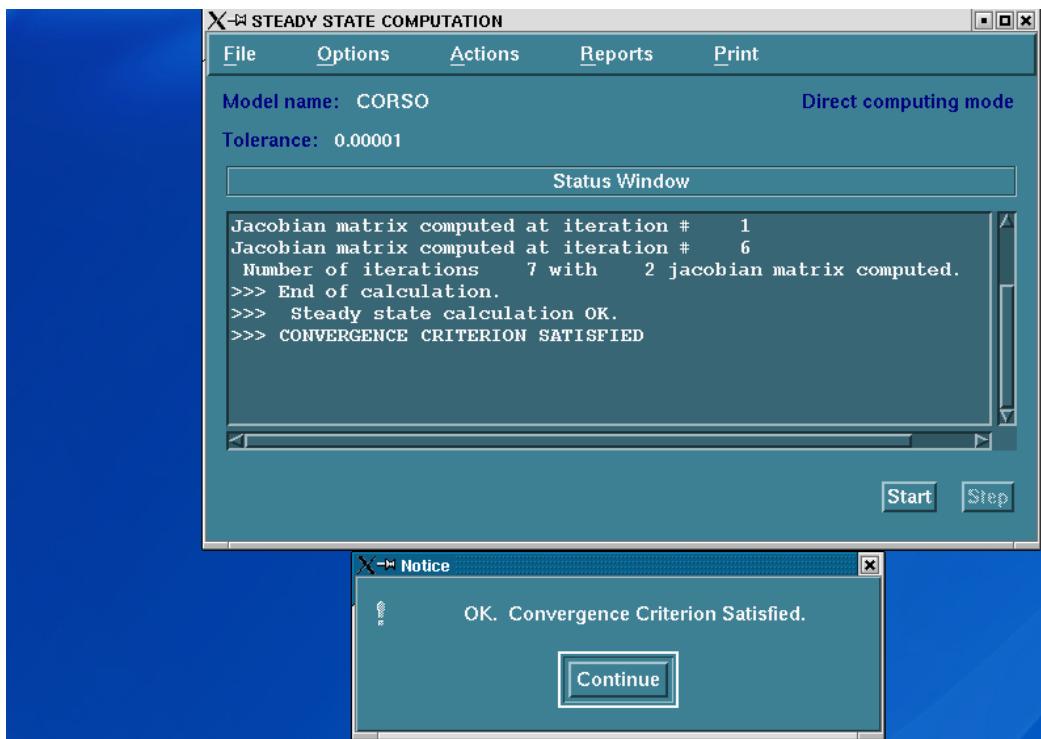


Figura 39: Finestra di LEGOCAD® del risultato del calcolo dello stazionario andato a buon fine

Quando si vuole analizzare il file **lg3.out** anche quando il criterio di convergenza è soddisfatto, nella finestra **Steady State Results** si deve selezionare:

Print->Computing reports.

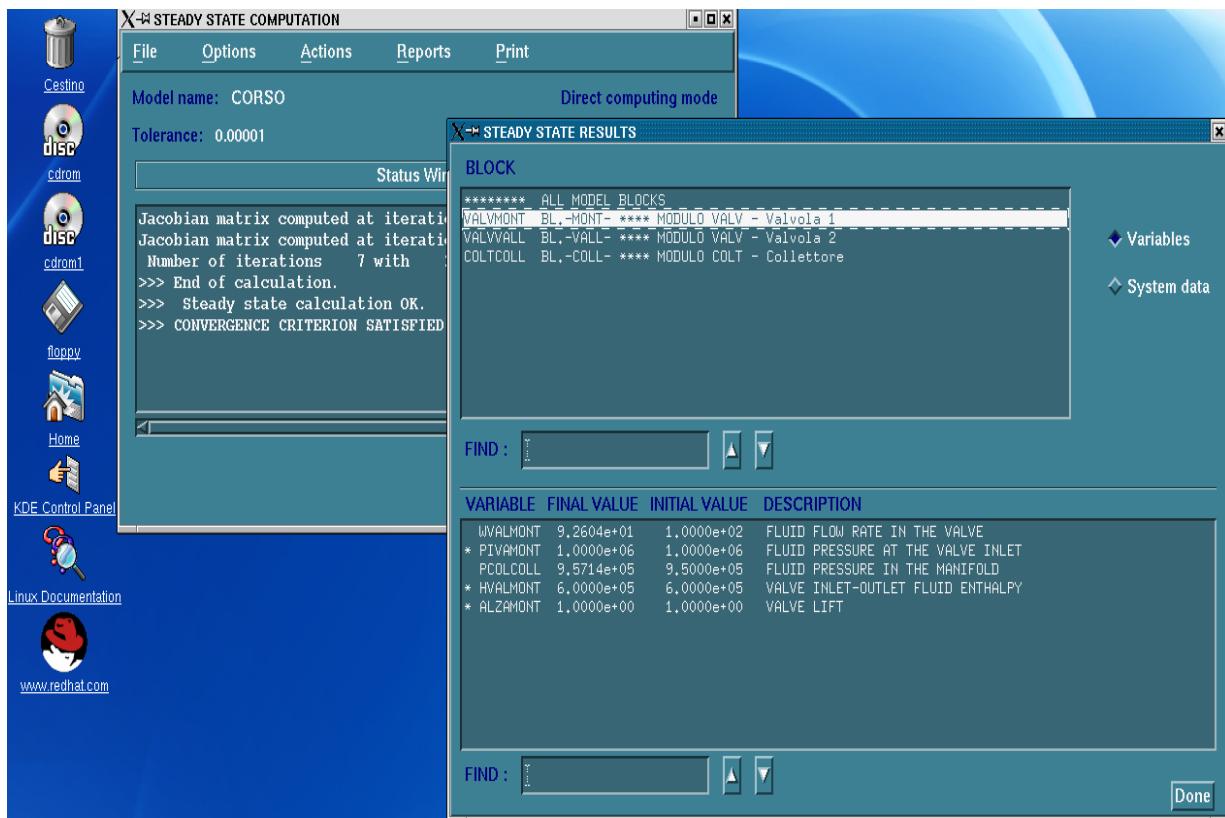


Figura 40: Finestra di LEGOCAD® dei risultati numerici del calcolo dello stazionario

Può accadere che nonostante il sistema converga, la matrice jacobiana risulti singolare.

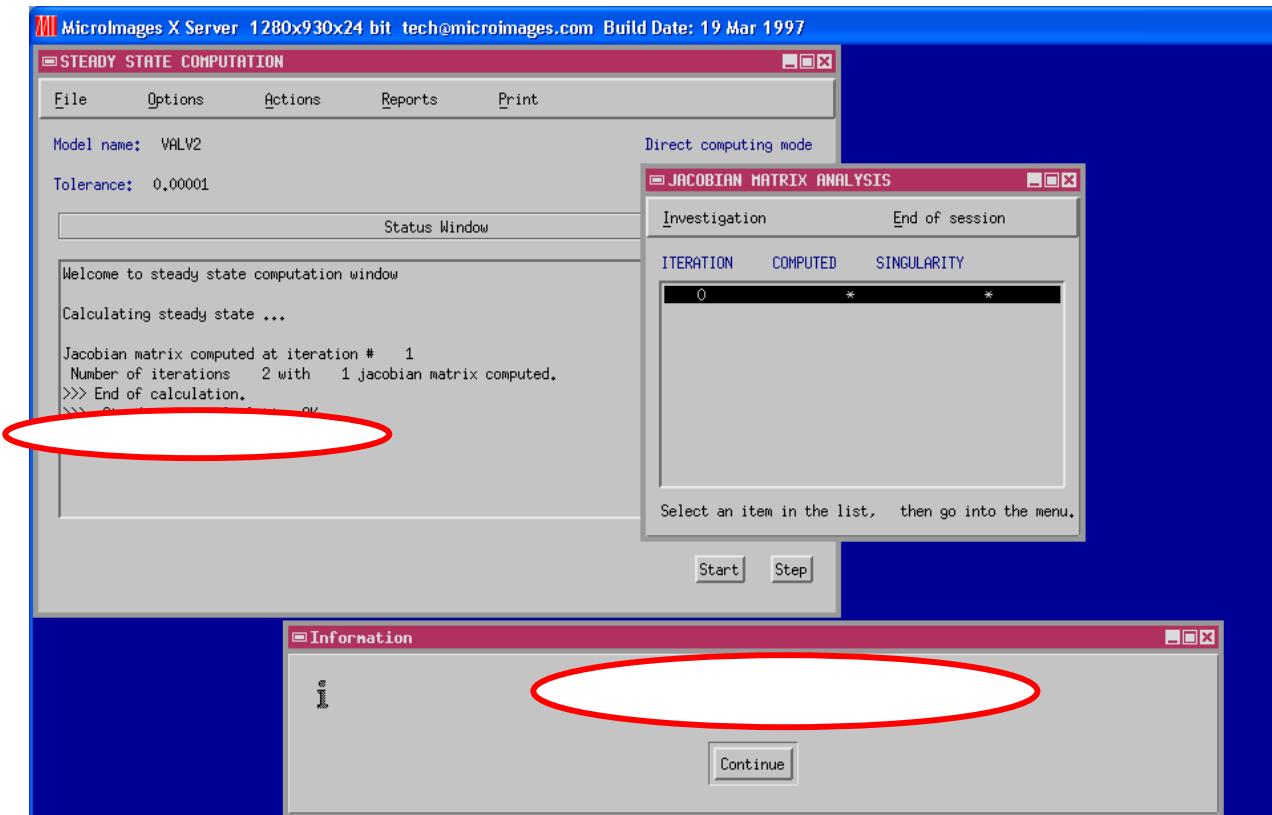


Figura 41: Finestra di LEGOCAD® del messaggio di errore dovuto alla matrice singolare

- b) “non convergere” ed in questo caso il numero di iterazioni effettuate dal sistema raggiunge n°19; selezionare **OK**, nella finestra **warning**; si apre la finestra **lg3.out** (vedi paragrafo 2.2.3.1 Analisi del file lg3.out) in cui sono riportati:
- i risultati del programma **lg3** che controlla che il numero delle variabili con il valore imposto sia pari al numero di input liberi, condizione che corrisponde a quella di avere un numero di incognite (variabili non imposte note) pari al numero di equazioni del sistema;
 - gli eventuali *residui* superiori alle **tolleranze** previste;
 - le eventuali **singolarità** della matrice jacobiana del sistema di equazioni del modello.

Per comprendere le ragioni della non convergenza, i metodi disponibili sono:

- **Reports->Results**: si apre la finestra **Steady State Computation** in cui selezionando **All Model Blocks** si possono rilevare le discordanze tra i valori delle variabili

assegnati dall'utente e i valori calcolati. Questa analisi permette di riconoscere quali potrebbero essere le variabili in errore.

- **Reports->Diagnostic->Unsatisfied equations:** si apre la finestra **Unsatisfied equations List** in cui vi è l'elenco delle equazioni non soddisfatte, ciascuna identificata dal numero assegnato nel file **lg3.out**. Cliccando due volte su una riga della lista si apre la finestra **Residuals history at System equation** che mostra dell'equazione selezionata sia i residui normalizzati che quelli valutati nel sistema MKS, ad ogni passo di iterazione. Cliccando ancora due volte su una iterazione si apre la finestra **Variables Value at the xth computing time** che visualizza l'elenco delle variabili del blocco selezionato con i relativi valori calcolati a quel passo di iterazione e i valori jacobiani.
- **Reports->Diagnostic->Iterations history:** si apre la finestra **Iterations history** che mostra, per ogni passo di iterazione, se è stato computato il calcolo della matrice jacobiana, il massimo residuo, la norma della matrice e il numero delle equazioni insoddisfatte. Cliccando due volte su uno dei passi di iterazione, si apre la finestra **Unsatisfied Residuals List** in cui vi è l'elenco delle equazioni non soddisfatte con i rispettivi residui normalizzati e valutati nel sistema MKS. Cliccando ancora due volte su una equazione si apre la finestra **Variables Value at the xth computing time** sopra descritta.
- **Reports->Diagnostic->Jacobian matrix analysis** si apre la finestra **Jacobian matrix analysis** in cui vengono segnalate le eventuali singolarità ad ogni passo di iterazione. Si sceglie un passo di iterazione e dal menu **Investigation** si seleziona:
 - **Blocks** per aprire la finestra **Block by Block Jacobian matrix** in cui, selezionando **All Model Blocks**, si visualizza la matrice jacobiana del sistema relativa al passo di iterazione scelto.
 - **Unknown variables** per aprire la finestra **Jacobian values of System variables** in cui sono elencate tutte le incognite del sistema e, selezionando una variabile per volta, si visualizzano i relativi valori presenti nella matrice jacobiana.
 - **Singularity->Information** per aprire la finestra **Information** che informa se la matrice è singolare e se eventualmente contiene righe o colonne nulle.

- **Singularity->Null rows** che, qualora ci fossero righe nulle, apre la finestra **Null Rows List** che contiene la lista delle equazioni che nella matrice jacobiana hanno la riga nulla. Selezionando una equazione si visualizzano tutte le variabili in essa contenute.
- **Singularity->Null columns** che, qualora ci fossero colonne nulle, apre la finestra **Null Columns List** che contiene la lista delle variabili che nella matrice jacobiana hanno la colonna nulla. Ciò significa che non possono essere computate dalle equazioni presenti nell'intero sistema. Tali variabili probabilmente devono essere fissate come variabili note.

Per uscire dalla fase di calcolo dello stazionario, selezionare **file->exit** e, nel caso di convergenza, appare la finestra **Save Result On Selected File**: salvare i risultati dello stazionario sul file **f24.dat** ma non sul file f14.dat e premere **OK**.

2.2.3.3 Problemi di convergenza

Messaggio di tipo 1: mancata convergenza per numero eccessivo di iterazioni

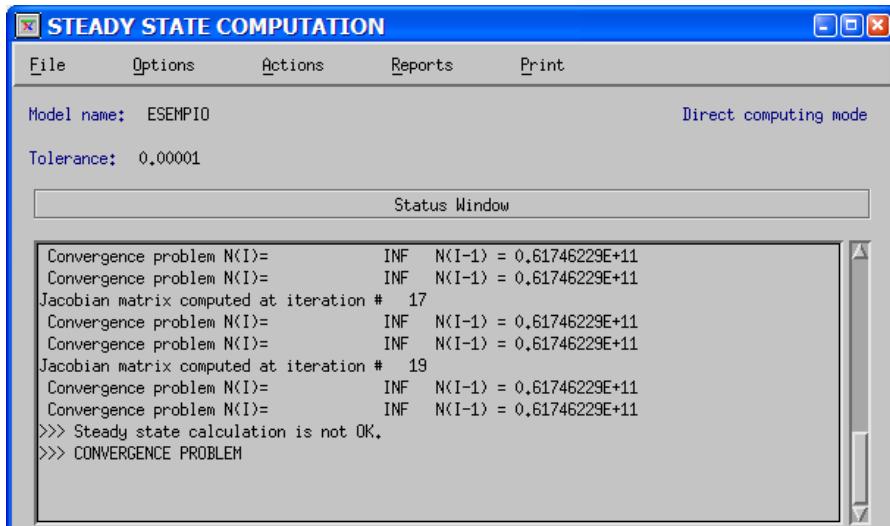


Figura 42: Messaggio di mancata convergenza dello stazionario che produce un numero di iterazioni oltre il limite

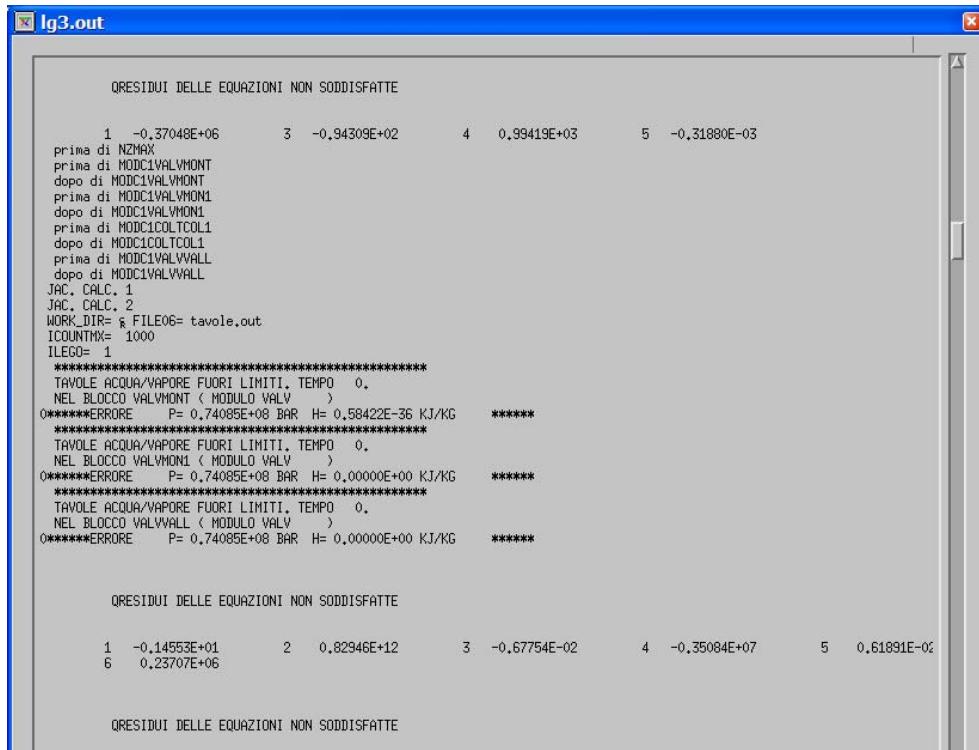


Figura 43: Messaggio di mancata convergenza dello stazionario con la conseguente uscita dalle tavole termodinamiche

CAUSA: valore della variabile molto lontano dal valore di convergenza.

Messaggio di tipo 2: convergenza raggiunta ma su dati non fisicamente accettabili

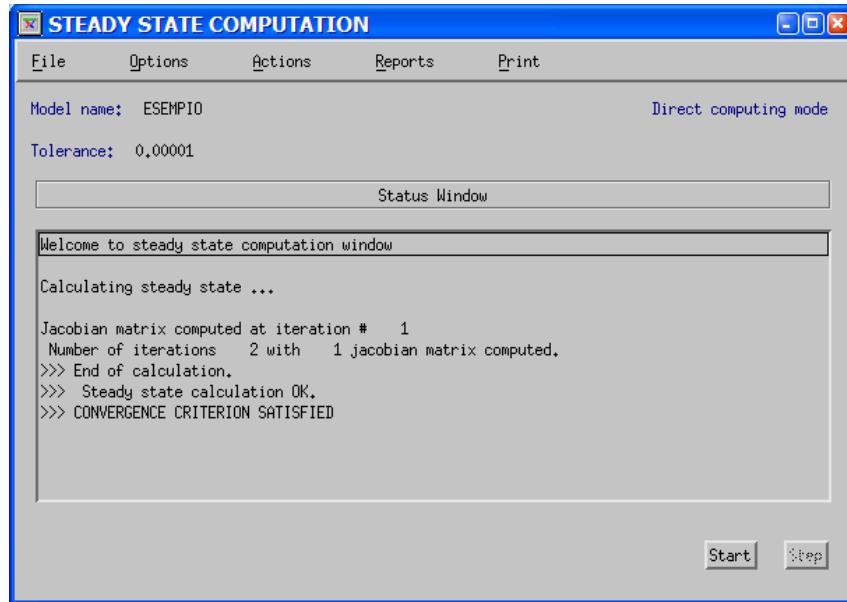


Figura 44: Messaggio di convergenza raggiunta ma su dati non fisicamente accettabili

Messaggio di tipo 3: iterazione non iniziata

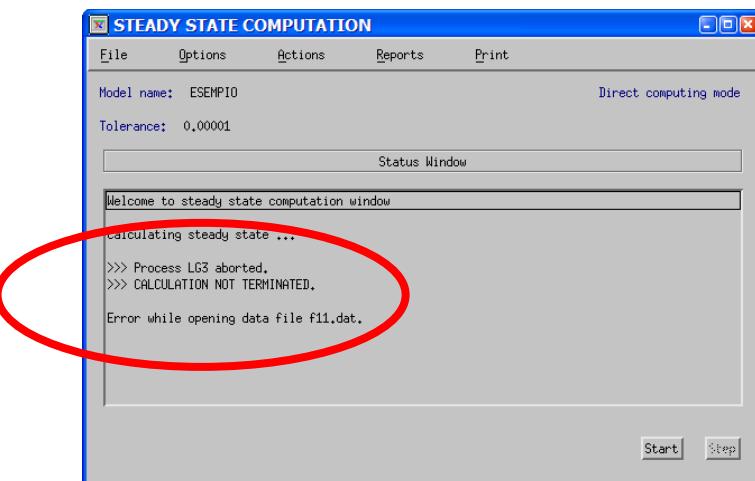


Figura 45: Messaggio di iterazione non iniziata

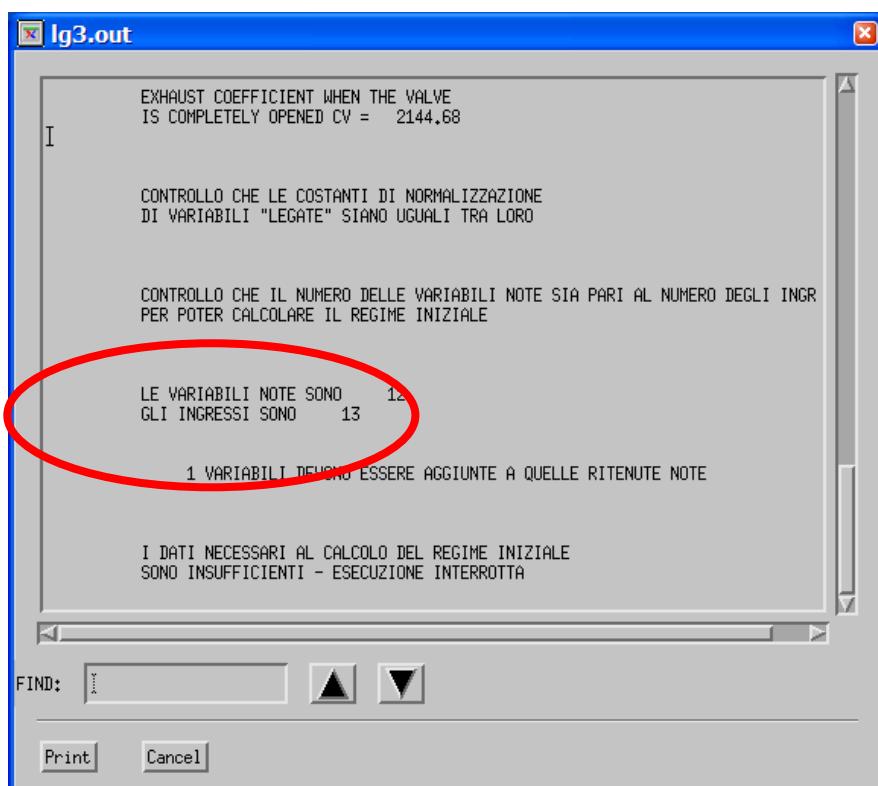


Figura 46: Messaggio che indica la causa del mancato inizio del calcolo

CAUSA: numero vincoli inferiore al numero di gradi di libertà.

Messaggio di tipo 4: mancata convergenza con un numero eccessivo di iterazioni

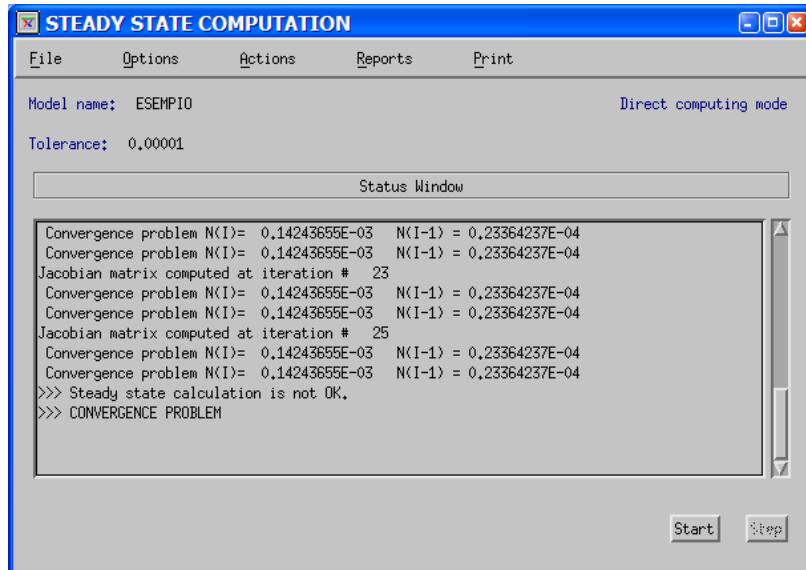


Figura 47: Mancata convergenza con un numero eccessivo di iterazioni

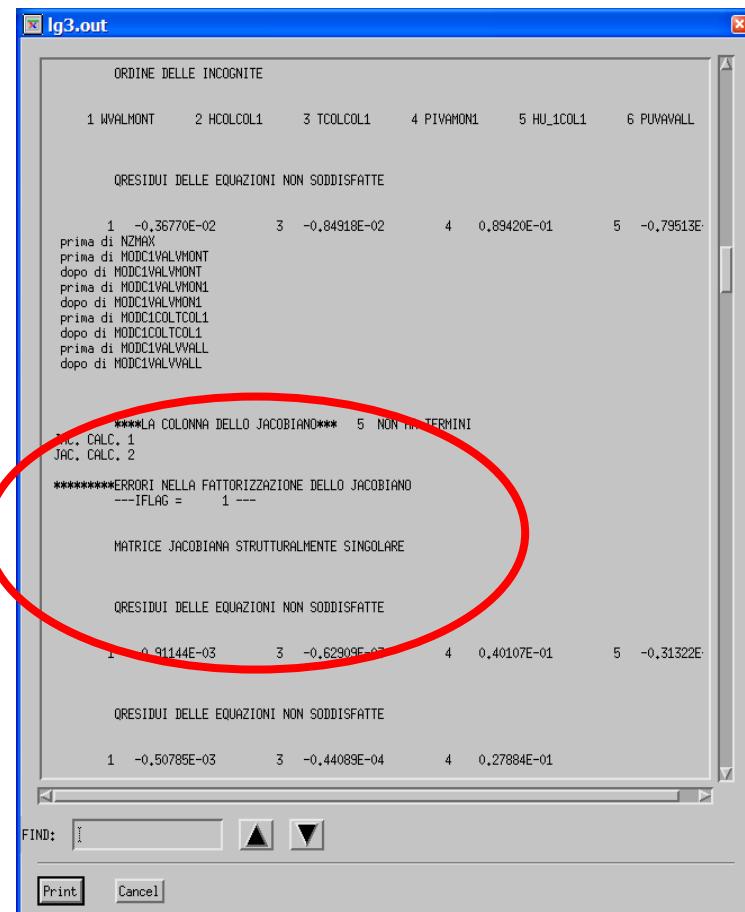


Figura 48: Messaggio che le indica la causa della mancata convergenza

CAUSA: residui che non rispettano la tolleranza

Messaggio di tipo 5: mancata convergenza per eccessive iterazioni nel calcolo della matrice jacobiana

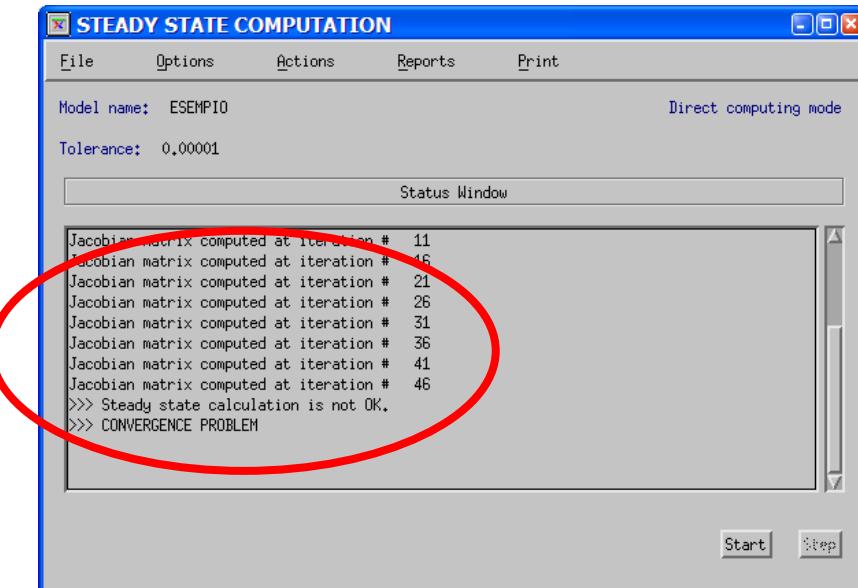


Figura 49: Messaggio di errore con mancata convergenza per eccessive iterazioni nel calcolo della matrice jacobiana

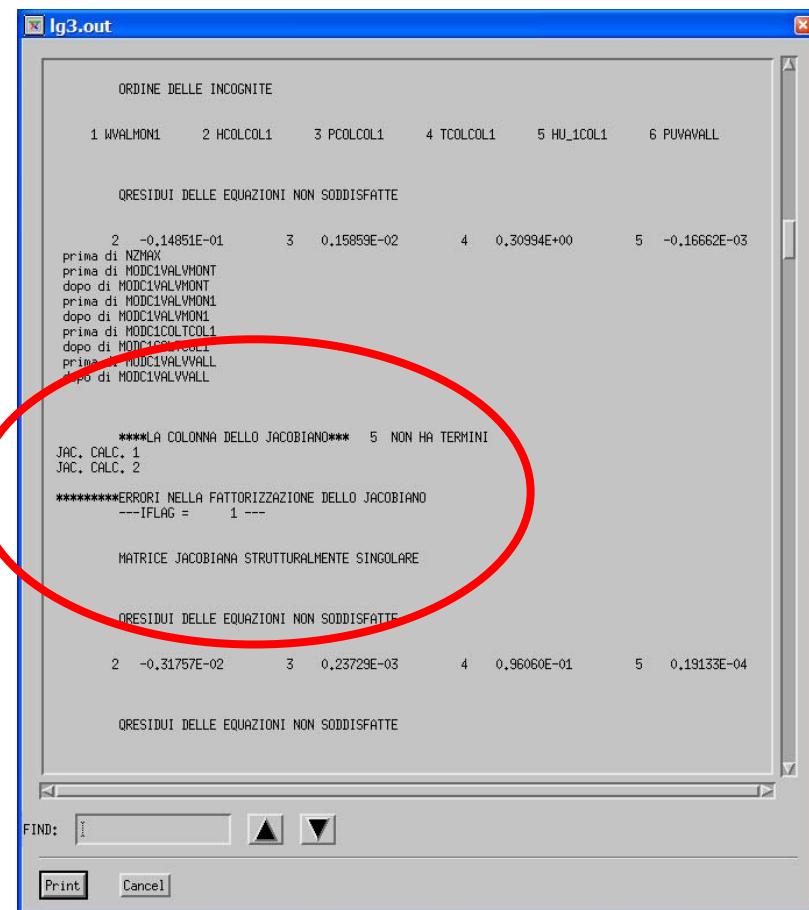


Figura 50: Indicazione della causa della mancata convergenza convergenza per eccessive CAUSA: singolarità nella matrice jacobiana

Messaggio di tipo 6: mancata convergenza per eccessive iterazioni nel calcolo della matrice jacobiana

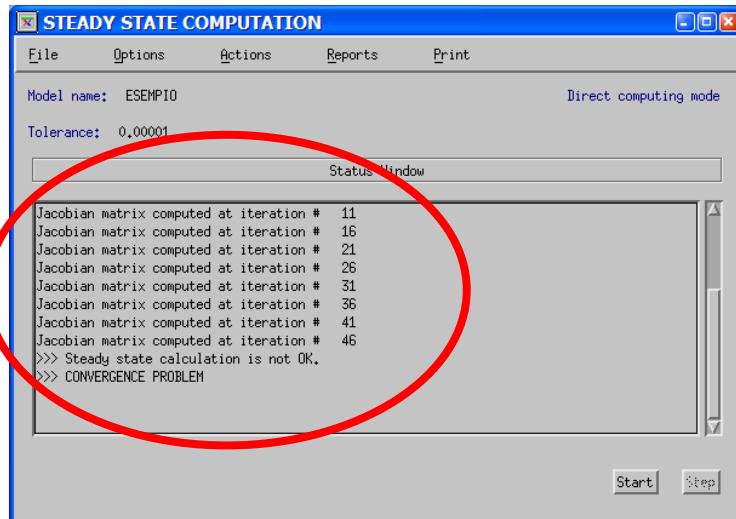


Figura 51: Messaggio di errore con mancata convergenza per eccessive iterazioni nel calcolo della matrice jacobiana

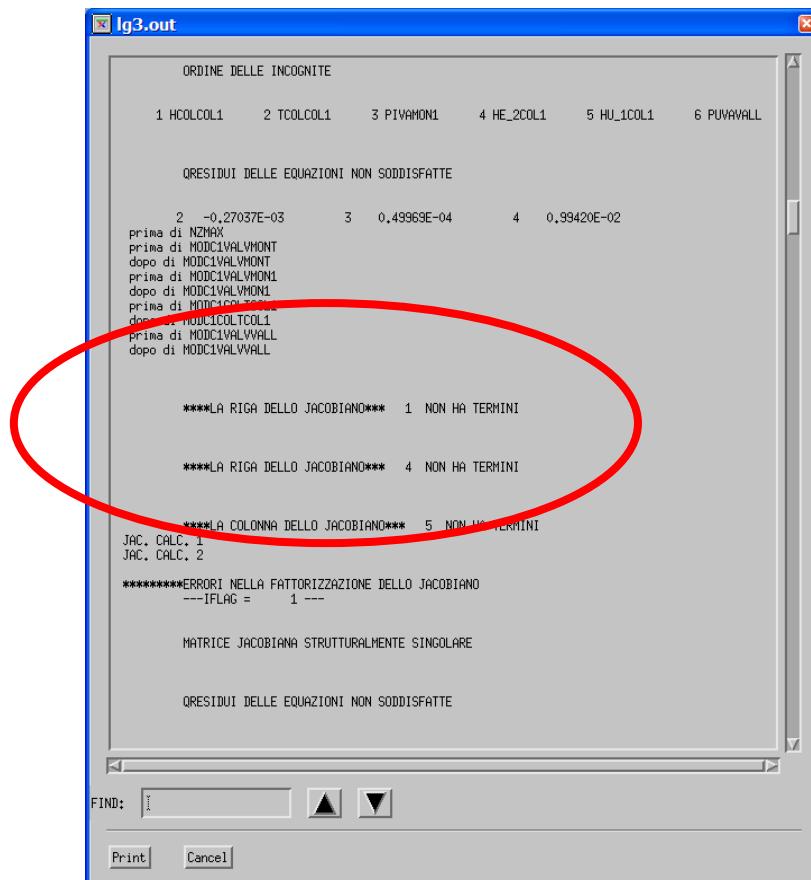


Figura 52: Indicazione della riga dello Jacobiano che ha provocato errori

CAUSA: singolarità nella matrice jacobiana

Messaggio di tipo 7: mancata convergenza per numero eccessivo di iterazioni

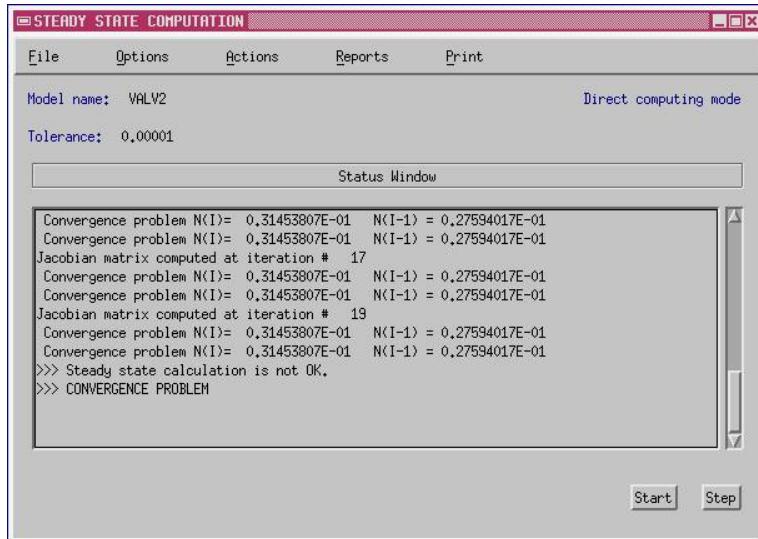


Figura 53: Messaggio di errore con mancata convergenza per eccessive iterazioni

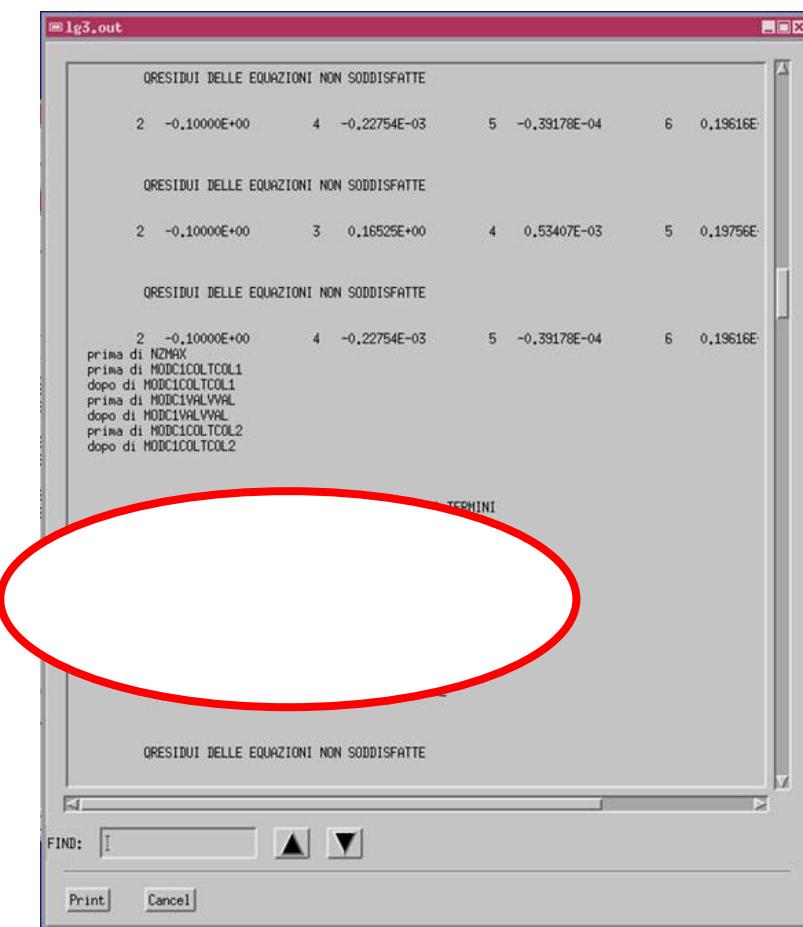


Figura 54: Indicazione della causa dell'errore che nasconde una causa reale

CAUSA: omissione del punto che deve seguire ogni intero presente nei *dati* dei vari moduli del modello

Messaggio di tipo 8: mancata convergenza con messaggio NAN

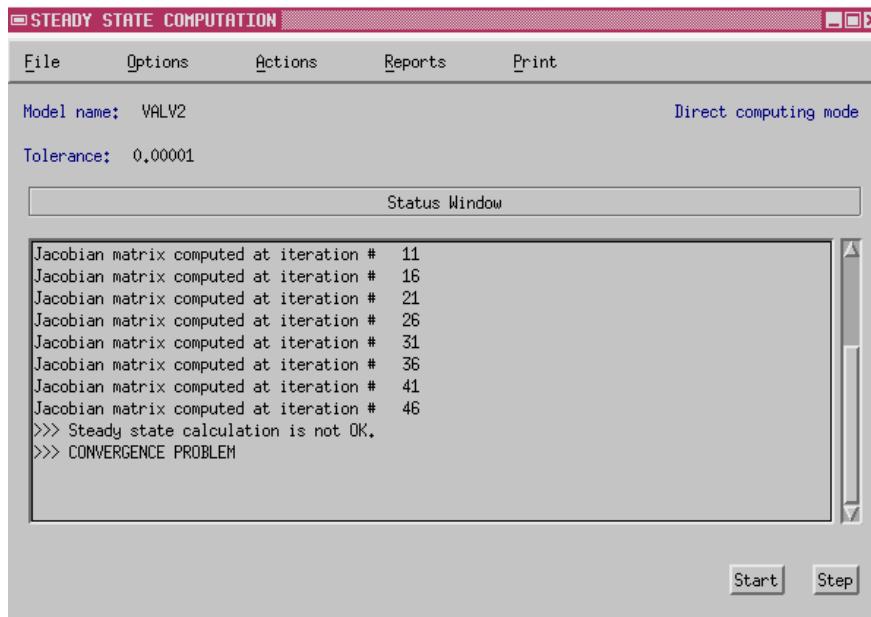


Figura 55: Messaggio di errore con mancata convergenza per eccessive iterazioni nel calcolo della matrice jacobiana

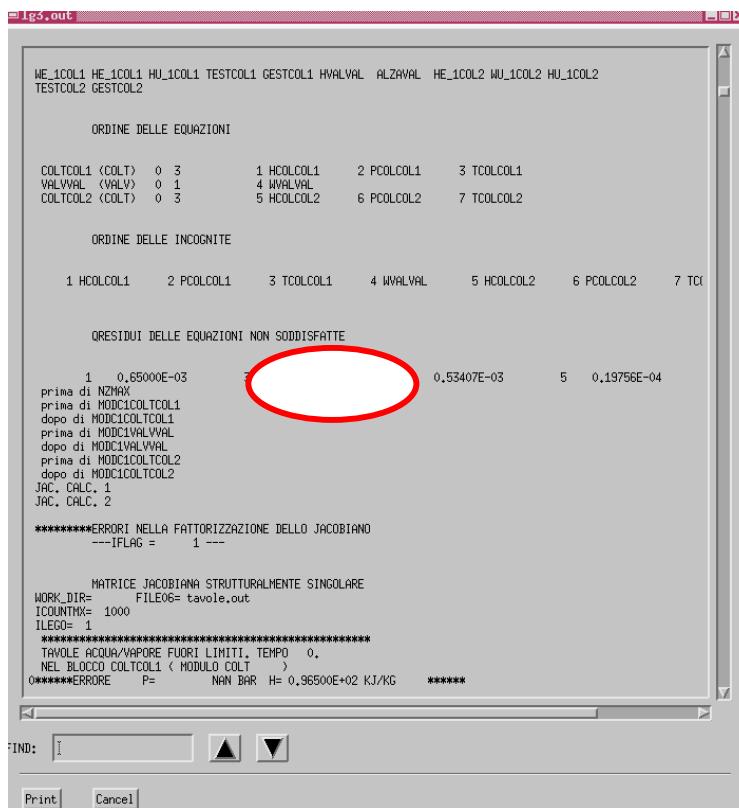


Figura 56: Mancata convergenza con messaggio NAN

CAUSA: valore mancante tra i dati fondamentali del primo collettore necessari per definire la temperatura.

2.2.3.4 Diagnostica dei messaggi di “Convergence problem”

Diagnostica del Messaggio di tipo 1

Da **Reports->Diagnostics->Jacobian Matrix analysis**
Investigation->Singularity->Information

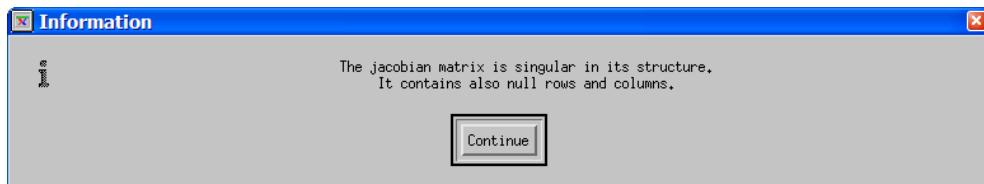


Figura 57: Tipologia 1 del messaggio

Tale messaggio

Da **Reports->Results**

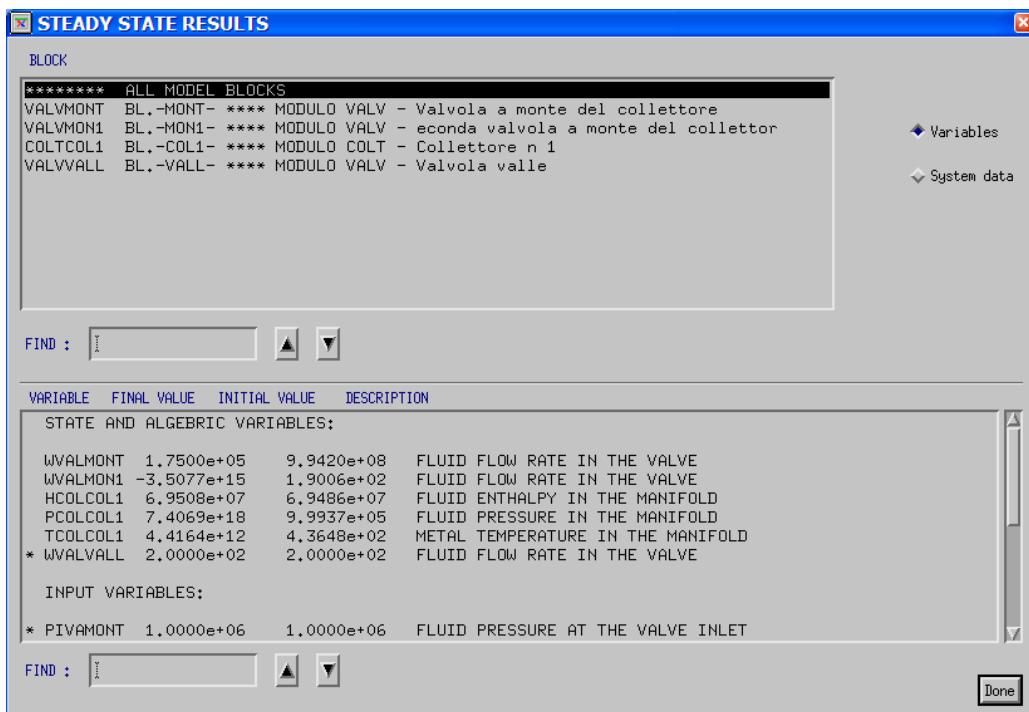


Figura 58: Scostamento dei risultati dai valori di inizializzazione

Da **Reports->Diagnostics->Unsatisfied equations**

EQUATION	BLOCK	NUMBER OF TIMES
1	VALVMONT	31
3	COLTCOL1	31
4	COLTCOL1	31
5	COLTCOL1	31
6	VALVVALL	31
2	VALVMON1	20

Select an item in the list (double click)

Figura 59: Indicazione delle equazioni non soddisfatte

Da **Reports->Diagnostics->Iteration history**

Iteration computed	Jacobian problem	Convergence Maximum residual	Norma	Unsatisfied equations of	6
0	*	-3.7048e+11	6.1746e+10	5	
1	*	8.2912e+23	inf	6	
1	*	-3.7048e+11	6.1746e+10	5	
2	*	8.2912e+23	inf	6	
3	*	8.2912e+23	inf	6	
3	*	-3.7048e+11	6.1746e+10	5	
4	*	8.2912e+23	inf	6	
5	*	8.2912e+23	inf	6	
5	*	-3.7048e+11	6.1746e+10	5	
6	*	8.2912e+23	inf	6	

Select an item in the list (double click)

Done

Figura 60: Indicazione delle equazioni non soddisfatte nella matrice ad ogni iterazione

Da **Reports->Diagnostics->Jacobian Matrix analisys**
Investigation->Blocks

BLOCK BY BLOCK JACOBIAN MATRIX AT ITERATION # 0						
BLOCK						
***** ALL MODEL BLOCKS						
VALVMONT BL.-MONT- **** MODULO VALV - Valvola a monte del collettore						
VALVMON1 BL.-MON1- **** MODULO VALV - seconda valvola a monte del collettore						
COLTCOL1 BL.-COL1- **** MODULO COLT - Collettore n 1						
VALVVAL1 BL.-VAL1- **** MODULO VALV - Valvola valle						
Select an item in the list						
Variable						
Equation		WVALMONT	WVALMON1	HCOLCOL1	PCOLCOL1	TCOLCOL1
1		7.4528e+05	0.	0.	1.0000e+00	0.
2		0.	2.6395e-02	0.	2.5000e-01	0.
3		6.8920e+01	0.	9.9416e+05	0.	0.
4		-1.0002e+00	0.	0.	0.	0.
5		0.	0.	0.	1.1928e-02	-1.0003e+00
6		0.	0.	0.	0.	1.8891e-01
Done						

Figura 61: Parti della matrice Jacobiana blocco per blocco

Diagnostica del Messaggio di tipo 2

Da **Reports->Results**

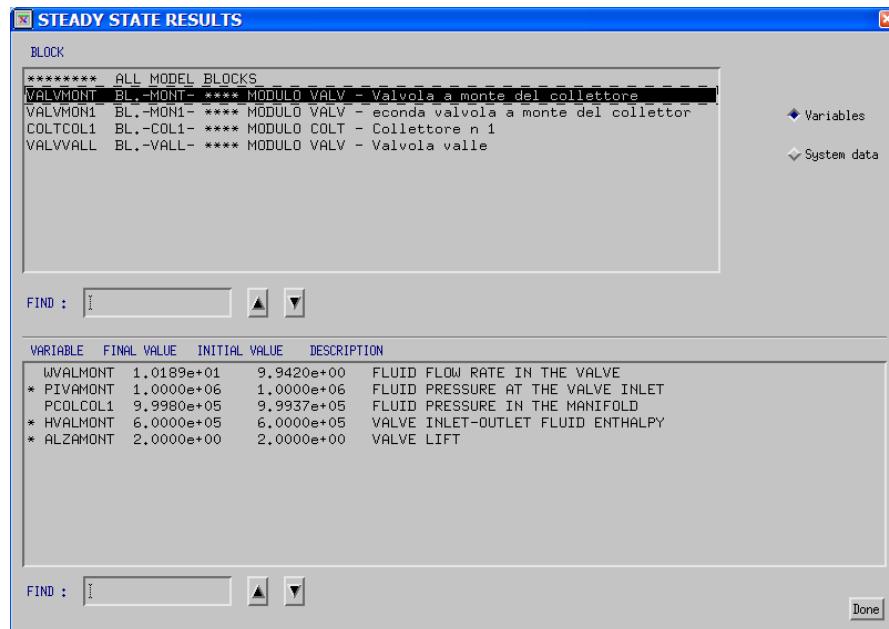


Figura 62: Scostamento dei risultati dai valori di inizializzazione

Diagnostica del Messaggio di tipo 3

Da Reports->Diagnostics->Jacob Matrix analisys
Investigation->Singularity->Information

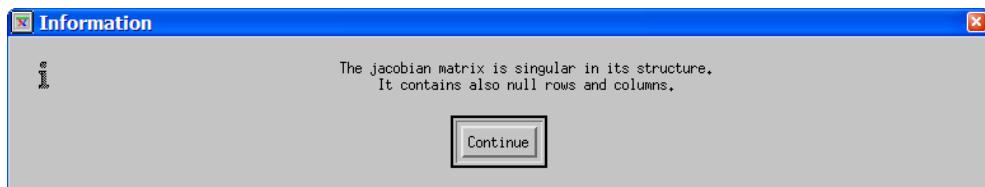


Figura 63: Messaggio di informazione sulla singolarità

Da Reports->Diagnostics->Unsatisfied equations

UNSATISFIED EQUATIONS ...		
EQUATION	BLOCK	NUMBER OF TIMES
4	COLTCOL1	35
3	COLTCOL1	9
1	VALVMONT	8
5	COLTCOL1	3

Select an item in the list (double click)

Figura 64: Equazioni non soddisfatte

Da Reports->Diagnostics->Iteration history

Iteration	Jacobian	Convergence	Maximum	Norma	Unsatisfied	equations of	6
computed	problem		residual				
0	*		8.9420e-02	1.4983e-02	4		
1			4.0107e-02	6.6871e-03	4		
2			2.7884e-02	4.6481e-03	3		
3			2.1073e-02	3.5127e-03	3		
4			1.6627e-02	2.7714e-03	3		
5	*		1.3472e-02	2.2455e-03	3		
6			3.4975e-03	5.8300e-04	4		
7			1.3826e-03	2.3049e-04	3		
8			3.9078e-04	6.5182e-05	2		
9			-1.3991e-04	2.3364e-05	1		

Select an item in the list (double click)

Done

Figura 65: Indicazione delle equazioni non soddisfatte nella matrice ad ogni iterazione

Da **Reports->Diagnostics->Jacob Matrix analisys**
Investigation->Blocks

BLOCK BY BLOCK JACOBIAN MATRIX AT ITERATION # 0					
BLOCK					
***** ALL MODEL BLOCKS					
VALVMONT BL.-MONT- **** MODULO VALV - Valvola a monte del collettore					
VALVMON1 BL.-MON1- **** MODULO VALV - seconda valvola a monte del collettore					
COLTCOL1 BL.-COL1- **** MODULO COLT - Collettore n 1					
VALVVAL1 BL.-VALL- **** MODULO VALV - Valvola valle					
Select an item in the list					
Variable					
Equation		WVALMONT	HCOLCOL1	TCOLCOL1	PIVAMON1
1		7.4565e-02	0.	0.	0.
2		0.	0.	-2.5000e-01	0.
3		9.4378e-02	2.9743e-01	-3.4609e-02	0.
4		-9.9971e-01	0.	0.	0.
5		1.4988e-03	2.2817e-01	-1.0003e+00	0.
6		0.	0.	0.	6.4000e-01
Done					

Figura 66: Parti della matrice Jacobiana blocco per blocco

Da **Reports->Diagnostics->Jacob Matrix analisys**
Investigation->Singularity->Null Columns

NULL COLUMNS LIST AT ITERATION # 0	
VARIABLE	
HU_1COL1	--IN--BL.(COLTCOL1) ENTHALPY IN THE COMING OUT BRANCH N. 1 (
The values of the above shown variables couldn't be computed by any equation in the whole system.	
Such variables are likely to be set KNOWN.	
Done	

Figura 67: Indagine sulla variabile responsabile della singolarità sulla colonna

Se andiamo a guardare il file **lg3.out** vediamo che le **variabili note** sono:

VARIABILI NOTE AL PROBLEMA

WVALMON1 PCOLCOL1 WVALVALL PIVAMONT HVALMONT ALZAMONT HVALMON1 ALZAMON1 HE_1COL1
HE_2COL1 TESTCOL1 GESTCOL1 ALZAVALL

WVALMONT

ALZAMONT

PIVAMONT

PUVAMONT

HVALMONT

VALVMONT

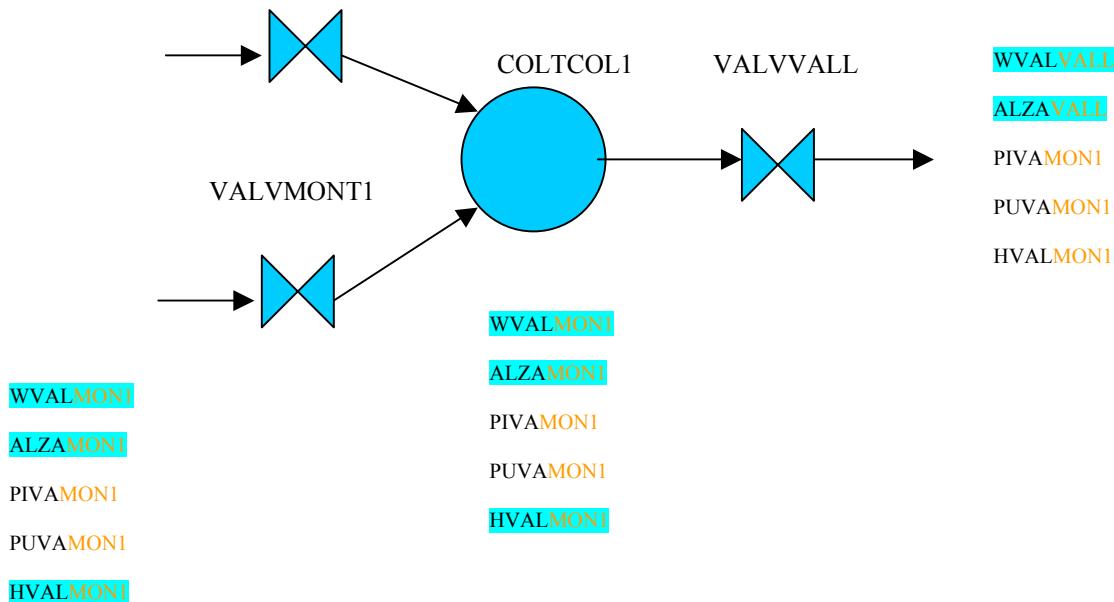


Figura 68: Esemplificazione su un semplice modello delle variabili note al problema indicate nel file lg3.out

Diagnostica del Messaggio di tipo 4

Da **Reports->Diagnostics->Jacobian Matrix analisys**
Investigation->Singularity->Information

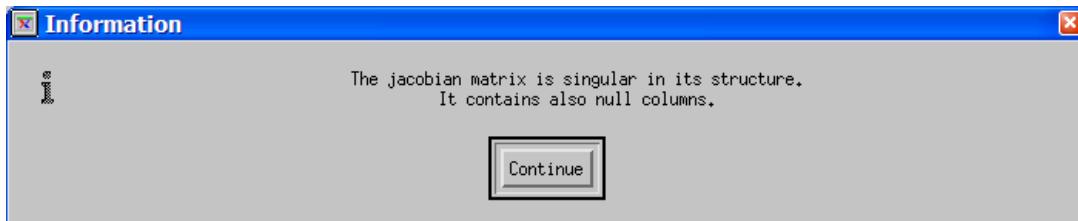


Figura 69: Messaggio di informazione sulla singolarità

Da **Reports->Diagnostics->Iteration history**

Iteration computed	Jacobian problem	Convergence Maximum residual	Norma	Unsatisfied equations of	6
0	*	3.0994e-01	5.1717e-02	4	
1		9.6060e-02	1.6019e-02	4	
2		5.0319e-02	8.3903e-03	4	
3		2.8663e-02	4.7791e-03	4	
4		1.6950e-02	2.8261e-03	3	
5	*	1.0224e-02	1.7047e-03	3	
6		2.7515e-04	4.5891e-05	1	
7		2.8089e-05	4.6826e-06	1	
8		1.5676e-05	2.6127e-06	1	
9		1.5035e-05	2.5059e-06	1	

Select an item in the list (double click) Done

Figura 70: Indicazione delle equazioni non soddisfatte nella matrice ad ogni iterazione

Da **Reports->Diagnostics->Unsatisfied equations**

EQUATION	BLOCK	NUMBER OF TIMES
4	COLTCOL1	51
3	COLTCOL1	6
2	VALVMON1	6
5	COLTCOL1	4

Select an item in the list (double click)

Figura 71: Equazioni non soddisfatte

Da **Reports->Diagnostics->Jacobian Matrix analysis**
Investigation->Blocks

BLOCK BY BLOCK JACOBIAN MATRIX AT ITERATION # 0						
BLOCK						
***** ALL MODEL BLOCKS						
VALVMONT BL.-MONT- **** MODULO VALV - Valvola a monte del collettore						
VALVMON1 BL.-MON1- **** MODULO VALV - seconda valvola a monte del collettore						
COLTCOL1 BL.-COL1- **** MODULO COLT - Collettore n 1						
VALVVALL BL.-VALL- **** MODULO VALV - Valvola valle						
Select an item in the list						
Variable						
Equation	WVALMON1	HCOLCOL1	PCOLCOL1	TCOLCOL1	HU_1COL1	PUVAVALL
1	0.	0.	1.0000e+00	0.	0.	0.
2	6.9428e-02	0.	2.5000e-01	0.	0.	0.
3	-5.3691e-03	5.1876e-01	0.	-3.731e-02	0.	0.
4	-1.0002e+00	0.	0.	0.	0.	0.
5	2.9802e-04	2.2839e-01	0.	-1.003e+00	0.	0.
6	0.	0.	-6.4000e-01	0.	0.	6.4000e-01

Figura 72: Equazioni non soddisfatte con singolarità sulla colonna

Da **Reports**->**Diagnostics**->**Jacobian Matrix analisys**
Investigation->**Singularity**->**Null Columns**

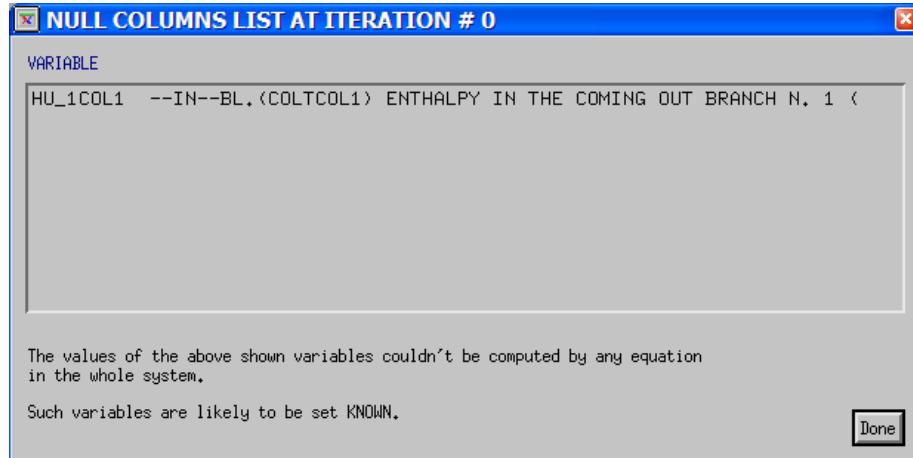


Figura 73: Indagine sulla variabile responsabile della singolarità sulla colonna

Diagnostica del Messaggio di tipo 5

Da **Reports->Diagnostics->Unsatisfied equations**

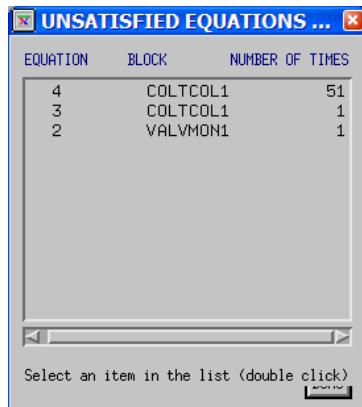


Figura 74: Equazioni non soddisfatte

Da **Reports->Diagnostics->Iteration history**

Iteration computed	Jacobian problem	Convergence Maximum residual	Norma	Unsatisfied equations of	6
0	*	9.9420e-03	1.6576e-03	3	
1		9.9420e-03	1.6570e-03	1	
2		9.9420e-03	1.6570e-03	1	
3		9.9420e-03	1.6570e-03	1	
4		9.9420e-03	1.6570e-03	1	
5	*	9.9420e-03	1.6570e-03	1	
6		9.9420e-03	1.6570e-03	1	
7		9.9420e-03	1.6570e-03	1	
8		9.9420e-03	1.6570e-03	1	
9		9.9420e-03	1.6570e-03	1	

Select an item in the list (double click)

Figura 75: Indicazione delle equazioni non soddisfatte nella matrice ad ogni iterazione

Da **Reports->Diagnostics->Jacob Matrix analisys**
Investigation->Blocks

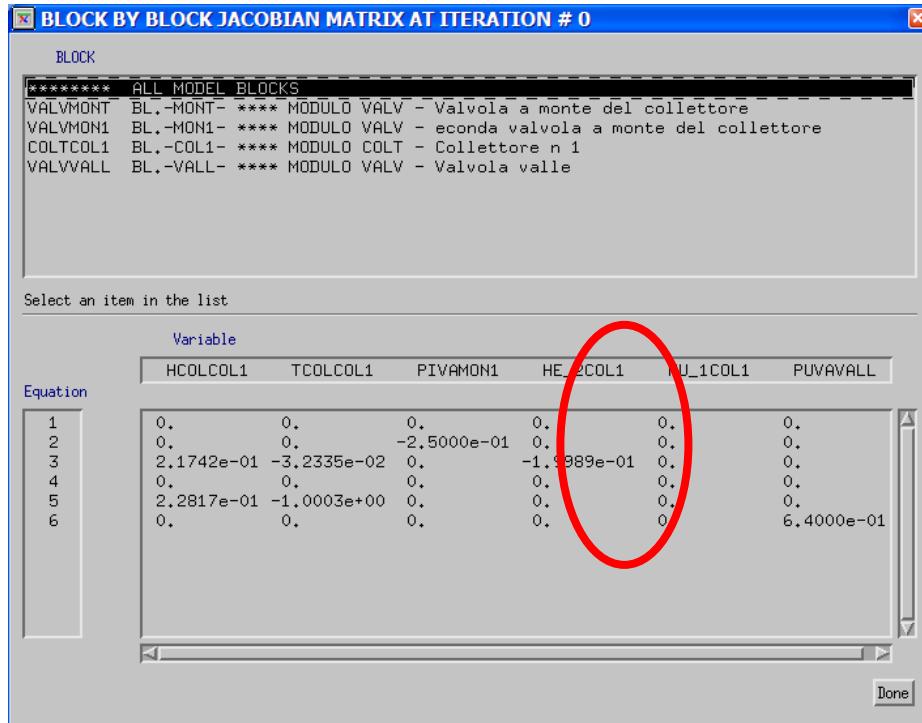


Figura 76: Equazioni non soddisfatte con singolarità sulla colonna

Da **Reports->Diagnostics->Jacob Matrix analisys**
Investigation->Singularity->Null Rows

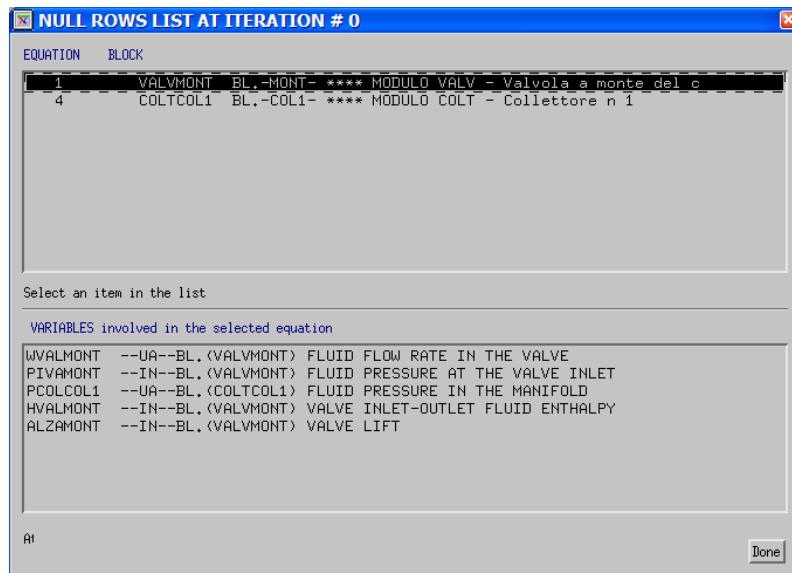


Figura 77: Indagine sulla variabile responsabile della singolarità sulla colonna

Da **Reports**->**Diagnostics**->**Jacobian Matrix analisys**
Investigation->**Singularity**->**Null Columns**

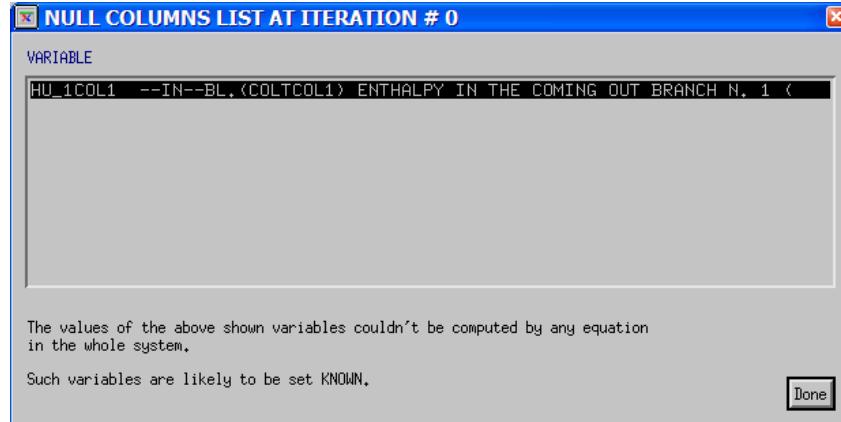


Figura 78: Indagine sulla variabile responsabile della singolarità sulla colonna

Diagnostica del Messaggio di tipo 7

Da Reports->Diagnostics->Jacob Matrix analysys
Investigation->Singularity->Information

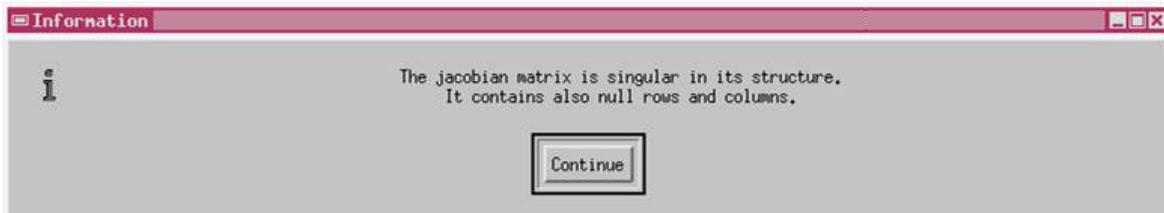


Figura 79: Messaggio di informazione sulla singolarità

Da Reports->Diagnostics->Jacob Matrix analysys
Investigation->Singularity->Null Columns

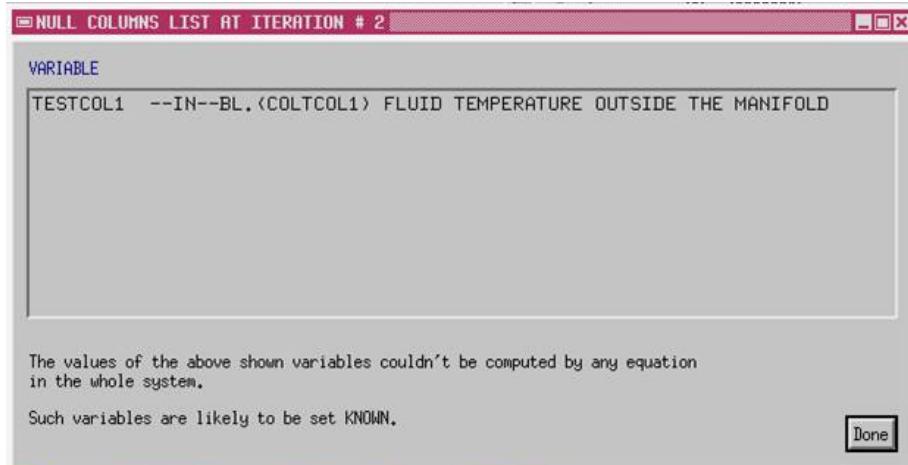


Figura 80: Indagine sulla variabile responsabile della singolarità sulla colonna

Da **Reports->Diagnostics->Jacobian Matrix analisys**
Investigation->Blocks

BLOCK BY BLOCK JACOBIAN MATRIX AT ITERATION # 0					
BLOCK					
***** ALL MODEL BLOCKS					
COLTCOL1 BL.-COL1- **** MODULO COLT - primo collettore					
VALVAL BL.-VAL - **** MODULO VALV - valvola					
COLTCOL2 BL.-COL2- **** MODULO COLT - secondo collettore					
Select an item in the list					
Variable					
	HCOLCOL1	WVALVAL	HCOLCOL2	PCOLCOL2	TCOLCOL2
Equation					
1		1.6409e-05 0.	0.	0.	0.
2		0.	0.	0.	0.
3		8.2784e-04 9.9689e-01	0.	0.	0.
4		0.	1.1833e-03	0.	2.3730e-01 0.
5		0.	-6.7303e-05	1.0306e-01	-7.7853e-05 -1.2804e-02 0.
6		0.	-9.9987e-01	0.	0.
7		0.	0.	2.3842e-01	-5.9605e-03 -1.0003e+00 0.

Figura 81: Equazioni non soddisfatte con singolarità sulla colonna

2.2.4 Transient Calculation: calcolo delle condizioni stazionarie [38]



2.2.4.1 Stati della simulazione

Lo stato “STOP”

È lo stato che il simulatore assume in avvio durante la fase di inizializzazione, al termine della quale passa in FREEZE.

Lo stato “FREEZE”

In questo stato il simulatore è attivo ma non in esecuzione; il tempo di simulazione non viene incrementato e non sono attive le funzioni automatiche della stazione istruttore. Dallo stato FREEZE è possibile commutare verso gli altri stati (tranne il REPLAY).

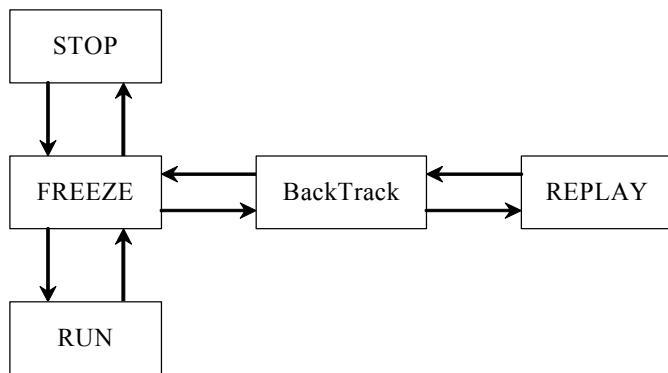


Figura 82: Messaggio di errore sul calcolo del transitorio

Lo stato “RUN”

È il normale stato di simulatore in esecuzione. La stazione istruttore esegue le operazioni automatiche (registrazione continua, snapshot automatici di backtrack, registrazione comandi). Dallo stato RUN è possibile commutare verso il FREEZE sospendendo la simulazione.

Lo stato “BACKTRACK”

Le task non sono in esecuzione e la stazione istruttore non esegue le operazioni automatiche. È possibile caricare uno degli snapshot automatici per far ripartire la simulazione da uno stato precedente, in modalità normale (FREEZE e RUN) oppure in modalità REPLAY.

Lo stato “REPLAY”

In modalità REPLAY la simulazione viene rieseguita, a partire dallo snapshot caricato, ripetendo i comandi operatore ed istruttore della sessione precedente (sono invece inibite le normali funzioni di attuazione del simulatore, sia dell'istruttore che dell'operatore). Permette quindi di ripetere una manovra analizzandone in dettaglio l'andamento temporale in modo da identificare l'istante e la causa dell'insorgere di eventuali situazioni anomale.

2.2.4.2 Funzioni della stazione istruttore

Le funzioni specifiche della Stazione Istruttore sono le seguenti:

- Funzioni privilegiate
- Avvio ed arresto della simulazione
- Comutazione dello stato della simulazione
- Gestione degli snapshot
- Gestione dei backtrack
- Registrazione e replay manovre
- Scenari pre-programmati
- Registrazione continua punti

Funzioni privilegiate

La procedura di avvio della simulazione permette all'istruttore di attivare il simulatore come utente normale o come utente privilegiato.

In modalità “utente privilegiato” ha la possibilità di eseguire alcune operazioni (normalmente non disponibili) sull’archivio delle condizioni iniziali (I.C.):

- proteggere da sovrascrittura/cancellazione le I.C.
- sovrascrivere o cancellare una I.C. protetta
- togliere la protezione ad una I.C.

- validare I.C. salvate precedentemente e marcate come “invalidi” a seguito della ricompilazione (totale o parziale) del simulatore

Avvio ed arresto della simulazione

Per avviare la simulazione l’istruttore deve dare l’apposito comando da tastiera sulla Stazione Istruttore. Il simulatore viene caricato, si inizializza automaticamente e si pone nello stato FREEZE.

La procedura di inizializzazione riporta il simulatore allo stato in cui era prima dell’ultimo shutdown eseguito: il tempo di simulazione viene letto dal file di registrazione continua, e l’ultimo backtrack registrato può essere usato per ricaricare l’ultimo stato valido del sistema.

Commutazione dello stato della simulazione

Tutte le transizioni ammissibili tra i diversi stati della simulazione debbono essere eseguite manualmente dall’istruttore. Se l’istruttore seleziona lo stato RUN dopo aver cambiato lo stato del simulatore (caricando una condizione iniziale o uno snapshot di backtrack) gli viene chiesto di fornire un “titolo” per la sessione di simulazione che verrà eseguita da quel momento in poi.

Gestione degli snapshot

L’istruttore ha la possibilità di registrare, caricare e manutenere un certo numero di differenti condizioni iniziali (I.C.). Il massimo numero di I.C. registrabili è di norma 60 (è la costante MAX_SNAPSHOT del file **Simulator**, situato nella directory del simulatore).

La finestra di interfaccia permette di:

- salvare uno snapshot del simulatore quale I.C., con un commento che ne faciliti l’identificazione (questa opzione è disponibile in tutti gli stati del simulatore, anche se il suo uso più comune è quando il simulatore è in FREEZE);
- caricare una I.C. precedentemente salvata (opzione disponibile solo se il simulatore è nello stato FREEZE);
- copiare, spostare e cancellare le I.C. e modificare i commenti ad esse associati (disponibile in tutti gli stati del simulatore);

- accettare uno o tutte le I.C. segnate come “possibilmente invalide” a seguito della ricompilazione del simulatore;
- visualizzare i valori di tutte le variabili del simulatore nello stato memorizzato in una I.C., sulla base di liste di variabili gestite dall’istruttore (disponibile in tutti gli stati).

Gestione dei backtrack

L’ambiente di simulazione Run-Time contiene una funzione che, ad intervallo fissato dell’istruttore, registra lo stato del simulatore in un file “circolare”. Il numero di backtrack contenuti nel file è di norma 30 (è la costante MAX_BACK_TRACK del file **Simulator**, situato nella directory del simulatore).

La finestra di interfaccia permette di:

- visualizzare i valori di tutte le variabili del simulatore nello stato registrato in un backtrack, sulla base di liste di variabili gestite dalla stazione istruttore (disponibile in tutti gli stati).
- caricare manualmente un backtrack (al primo caricamento il simulatore viene commutato nello stato BACKTRACK);
- passare dallo stato BACKTRACK allo stato REPLAY e viceversa (lo stato REPLAY si arresta automaticamente al termine della manovra memorizzata);
- passare dallo stato BACKTRACK allo stato FREEZE in uno dei due seguenti modi disponibili:
 - accettare la sostituzione dello stato della simulazione a seguito del caricamento dei valori eseguito in BACKTRACK;
 - ritornare alle condizioni precedenti al passaggio in BACKTRACK;

La lista degli snapshot di backtrack è visualizzata in ordine di tempo di registrazione, con evidenziati l'inizio e la fine di ciascuna sessione di simulazione. La lista può essere ripulita con le apposite funzioni di cancellazione dei backtrack.

Registrazione e replay

Tutti gli eventi esterni al modello che hanno influenzato la simulazione (cioè: tutte le variazioni delle variabili di ingresso del modello, sia in seguito alle manovre eseguite dai discenti che agli interventi dell'operatore) sono automaticamente registrate in un archivio delle perturbazioni. In modalità REPLAY queste perturbazioni vengono risottoposte al sistema nei momenti opportuni, permettendo un vero e proprio “replay” di una sessione precedente. La simulazione si arresta automaticamente al raggiungimento del tempo finale della sessione replicata o su richiesta dell'istruttore.

Registrazione continua

Una apposita interfaccia permette di selezionare le variabili del simulatore che si desidera vengano memorizzate per la visualizzazione grafica nell'archivio punti con la frequenza imposta dall'istruttore.

L'archivio punti è utilizzato in modo circolare, per cui dopo un certo numero di campioni (a cui corrisponde una durata di tempo di simulazione che dipende dal passo di registrazione) la parte iniziale della simulazione viene ricoperta.

Di norma il file può contenere un massimo di 1000 punti per una durata di 7200 campioni (sono le costanti NUM_VAR e MAX_CAMPIONI del file Simulator, situato nella directory del simulatore). Uno strumento di visualizzazione di grafici temporali permette di visualizzare i valori memorizzati. L'istruttore ha la possibilità di modificare in linea le caratteristiche del grafico (variabili rappresentate, unità di misura, scala dei tempi e delle ordinate) e di memorizzare fino a 100 grafici “preconfigurati”.

2.2.4.3 Descrizione dell'interfaccia

La figura seguente mostra l'aspetto della finestra MASTER MENU.

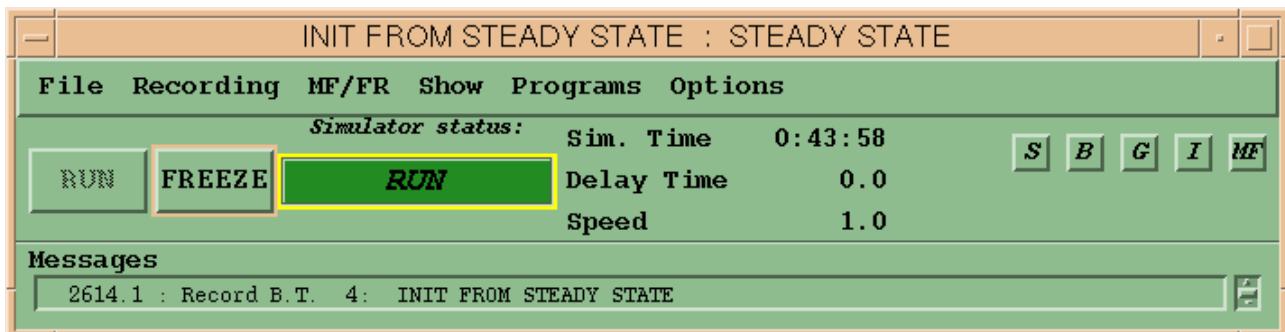


Figura 83: Banco di comando

La finestra è suddivisa nelle seguenti parti:

- una barra dei menu, da cui è possibile richiamare tutte le funzioni della stazione istruttore;
- un'area di comandi con due pulsanti (RUN e FREEZE) per avviare la simulazione, sospenderla ed eseguirla a singoli passi di tempo;
- un indicatore di stato della simulazione (lo stato è indicato sia dalla scritta che dal colore, per maggiore immediatezza);
- un'area dei tempi, che mostra il tempo di simulazione attuale, l'eventuale ritardo sul *real-time* e la velocità di simulazione;
- un'area di comando, che contiene alcuni pulsanti relativi alle principali voci di menù;
- un'area messaggi, ove sono visualizzati i comandi dell'istruttore ed eventuali messaggi di errore del simulatore;

la barra del titolo della finestra ove viene visualizzato il titolo della sessione di simulazione impostato dall'istruttore e da dove è stato caricato lo stato iniziale della simulazione (stazionario, archivio delle condizioni iniziali, backtrack).

Nella barra dei menù sono disponibili le seguenti funzioni:

VOCE DI MENU	FUNZIONE INSTRUTTORE CORRISPONDENTE
File -> Init from Snapshot ...	attiva la finestra di gestione degli snapshot (condizioni iniziali)
File -> Backtrack management	attiva la finestra di gestione dei backtrack (snapshot automatici)
File -> Step scaling	funzioni non attivabili
File -> Speed ...	
File -> Max speed	
File -> Max Sim. Time	imposta una durata massima al termine della quale la simulazione si arresta
File -> Clear	riporta a zero il tempo di simulazione e svuota il file di registrazione variabili
File -> Simulator Shutdown ...	arresta la simulazione, ferma i processi collegati e chiude l'interfaccia
Recording -> Continuos recording	attiva la finestra di gestione della registrazione continua variabili
MF/FR -> Malfunction	funzione non attivabile
Show -> Statistics	mostra l'occupazione relativa di CPU di ciascun modello (task) del simulatore
Show -> Pert. List	mostra la lista delle perturbazioni attive ed in attesa
Show -> Process list	mostra la lista dei processi UNIX di competenza dell'utente di simulazione
Programs -> Xaing	attiva lo strumento XAING che permette l'attuazione diretta di tutte le variabili di ingresso del simulatore
Programs -> User programs ...	permette di attivare programmi

	esterni (la lista è configurabile dall'utente)
Options -> Edit	configurazione della lista programmi esterni e di alcuni parametri accessori

Tabella 7: comandi dell'interfaccia

I cinque pulsanti dell'area comandi hanno i seguenti significati:

- S** attiva la finestra di gestione degli snapshot
- B** attiva la finestra di gestione dei backtrack
- G** attiva lo strumento GRAFICI (grafici temporali)
- I** attiva lo strumento XAING (attuazione diretta variabili)
- MF** pulsante non attivabile in questa versione (malfunzioni)

Quando il simulatore è in esecuzione (in stato **RUN** o in stato **REPLAY**) il rettangolo giallo intorno all'indicatore dello stato della simulazione diventa visibile e lampeggiava alla frequenza di esecuzione della simulazione.

2.2.4.4 La finestra di gestione degli snapshot

La seguente figura mostra la finestra di gestione degli snapshot.

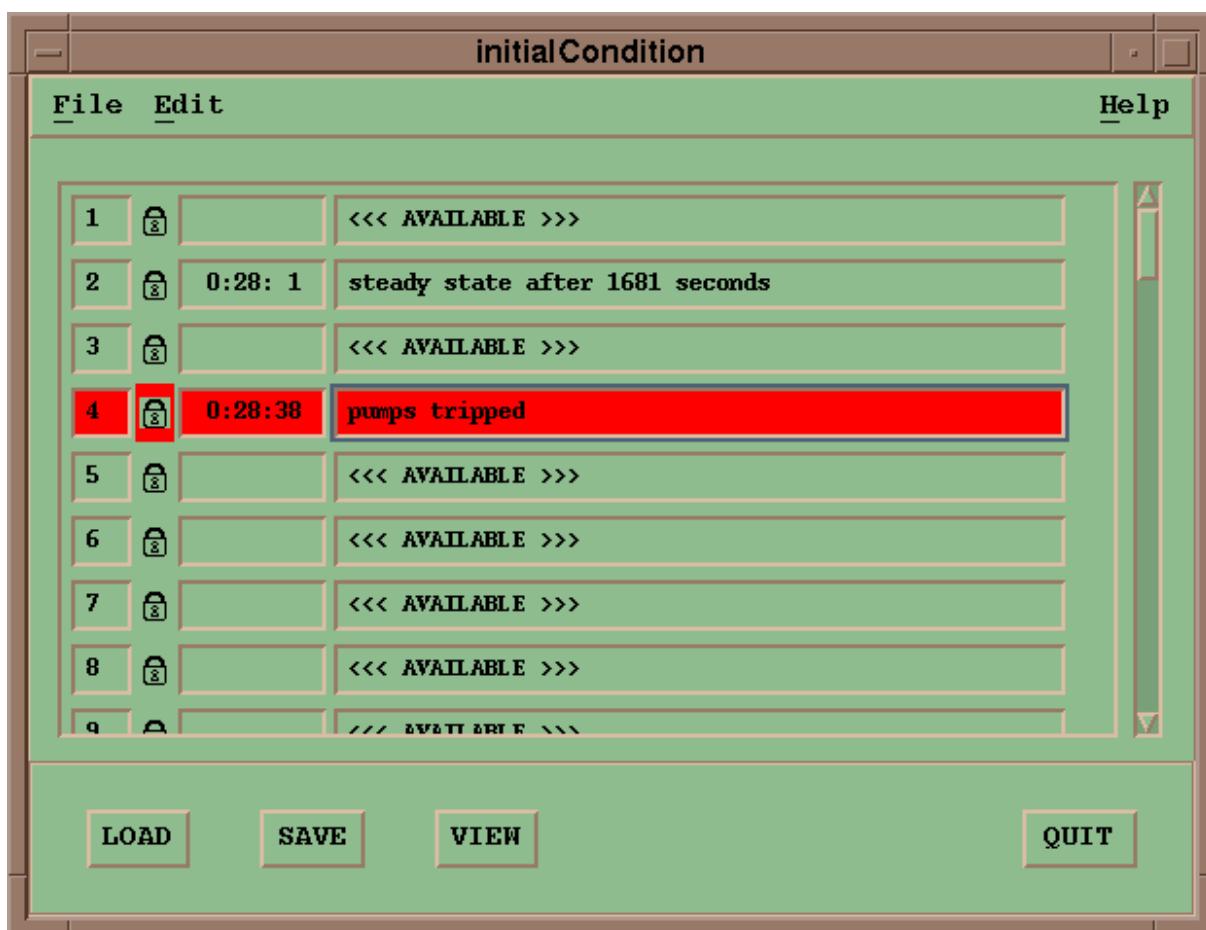


Figura 84: Gestione snapshot

Per ciascuna condizione iniziale sono visualizzati cinque campi:
 il numero ordinale della condizione iniziale (I.C.);
 il lucchetto che, se presente, identifica le I.C. protette da cancellazione/sovrascrittura;
 l'istante di simulazione in cui ciascuna I.C. è stata registrata (il campo è vuoto per i record allocati ma non utilizzati);
 il commento allo snapshot inserito dall'istruttore al momento del salvataggio (il campo contiene la descrizione “<<< AVAILABLE >>>” per i record allocati ma non utilizzati);
 un'icona a forma di asterisco che, se presente, identifica le I.C. registrate prima dell'ultima ricompilazione del simulatore e non ancora “validati” dall'istruttore.

Nella parte inferiore della finestra vi sono i seguenti pulsanti:

- **LOAD**: permette di caricare la I.C. selezionata nel database della simulazione, in modo che possa essere utilizzato come stato di partenza di una nuova sessione di simulazione;
- **SAVE**: permette di salvare lo stato attuale del database del simulatore sul record selezionato (vuoto o esistente);
- **VIEW**: attiva la finestra di visualizzazione delle variabili, dalla quale è possibile esaminare il contenuto dell'I.C.;
- **QUIT**: chiude la finestra di gestione degli snapshot.

Gli stessi comandi sono disponibili dal menù di *pop-up* che compare con un click sul tasto destro del mouse.

Nella barra dei menù sono disponibili le seguenti funzioni:

VOCE DI MENÙ	FUNZIONE INSTRUTTORE CORRISPONDENTE
File -> Print	stampa la lista degli I.C. disponibili
File -> Quit	chiude la finestra di gestione degli snapshot
Edit -> Cut	cancella il record selezionato e pone la I.C. relativa nel buffer di memoria
Edit -> Copy	copia il la I.C. selezionata nel buffer di memoria (senza cancellarla)
Edit -> Paste	registra la I.C. precedentemente copiata nel buffer di memoria (con un comando Cut o Copy) sul record selezionato
Edit -> Check	valida la I.C. selezionata (per le I.C. registrate prima dell'ultima compilazione del simulatore e non ancora validate)
Edit -> Check All	valida tutte le I.C. registrate prima dell'ultima compilazione del simulatore e non ancora validate dall'istruttore

Tabella 8: comandi delal finestra snapshot

Il comando **SAVE**

Il salvataggio di una I.C. è disponibile sia a simulazione attiva (stati RUN o REPLAY) sia a simulazione ferma (stato FREEZE).

Poter salvare uno snapshot è necessario selezionare il record su cui si vuole salvarlo; se un record è bloccato (cioè se c'è l'icona a forma di lucchetto) il salvataggio su quel record è possibile solo se l'istruttore ha attivato la simulazione come utente privilegiato.

Nel momento del salvataggio viene chiesto all'istruttore un titolo della simulazione (il default è la descrizione precedente dello stesso record). Se il record non è vuoto (cioè se non è “<<< AVAILABLE >>>”) la registrazione avviene dopo aver chiesto all'istruttore conferma che vuole cancellare e sovrascrivere la I.C. precedente.

Il comando LOAD

Il caricamento di una I.C. è disponibile solo a simulazione ferma (stato FREEZE).

Inoltre non è possibile caricare I.C. registrate prima dell'ultima compilazione del simulatore e non ancora validate dall'istruttore.

Il comando CUT

Il comando di cancellazione di una I.C. è disponibile solo se il record selezionato contiene una I.C. valida. È inoltre necessario che il record non sia protetto da cancellazione/sovrascrittura, oppure che la simulazione sia stata attivata come utente privilegiato.

La I.C. appena cancellata viene spostata nel buffer di memoria e messa a disposizione dell'istruttore per essere incollata su un altro record (viene persa definitivamente uscendo dalla finestra o copiando nel buffer un'altra I.C. con i comandi **Cut** o **Copy**).

Il comando COPY

Il comando di copiatura di una I.C. è disponibile solo se il record selezionato contiene una I.C. valida.

La I.C. viene copiata nel buffer di memoria e messa a disposizione dell'istruttore per essere incollata su un altro record (fino a quando non si esca dalla finestra o si copi nel buffer un'altra I.C. con i comandi **Cut** o **Copy**).

Il comando PASTE

Il comando di incollaggio di una I.C. su un record è disponibile solo dopo che il buffer di memoria è stato riempito con un comando **Cut** o con un comando **Copy**. È inoltre necessario che il record selezionato non sia protetto da cancellazione/sovrascrittura, o che la simulazione sia stata attivata come utente privilegiato.

La I.C. viene copiata dal buffer di memoria nel record corrente. L'istruttore, se lo desidera, può cambiare la descrizione dell'I.C.; gli viene anche chiesto di confermare l'operazione di sovrascrittura se il record corrente non è vuoto.

Il comando **CHECK**

Il comando di validazione di una I.C. registrate prima dell'ultima compilazione del simulatore e non ancora validate (identificate dall'icona a forma di asterisco a destra della descrizione) è disponibile solo se il record attuale è una I.C. non ancora validata. Inoltre il comando è attivo solo se simulazione è stata attivata come utente privilegiato.

Il comando può essere eseguito solo sul record corrente **Check** oppure su tutte le I.C. non ancora validate **Check All**. Alle I.C. così validate viene tolta l'icona a forma di asterisco, e diventano I.C. come tutte le altre, caricabili nel database della simulazione.

L'operazione è necessaria, e deve essere gestita dall'istruttore sotto la propria responsabilità, poiché validare I.C. a valle di una modifica del simulatore che ne abbia cambiato la struttura interna porterebbe ad avere I.C. apparentemente valide ma che di fatto sono erronee e provocherebbero, se caricate, gravi errori di simulazione.

Il comando **VIEW**

Il comando **VIEW** è disponibile solo se il record selezionato contiene una I.C. valida, ed avvia una finestra che permette di vedere il contenuto di quella I.C. (cioè i valori delle variabili del simulatore in quella condizione di funzionamento dell'impianto).

La finestra di visualizzazione delle variabili di uno snapshot è comune alla finestra di gestione dei backtrack, ed è descritta in un paragrafo specifico.

2.2.4.5 La finestra di gestione dei backtrack

Questa finestra ha lo scopo di permettere all'istruttore di tornare indietro con la simulazione, esaminare i dati contenuti negli snapshot registrati automaticamente, caricarli per far ripartire la simulazione da uno stato precedente o di “replicare” una sessione di simulazione precedente. La gestione dei backtrack viene attivata selezionando il comando di menù **Recording -> Backtrack Management** o più semplicemente premendo il pulsante **B** della finestra MASTER MENU.

La seguente figura mostra la finestra di gestione dei backtrack.

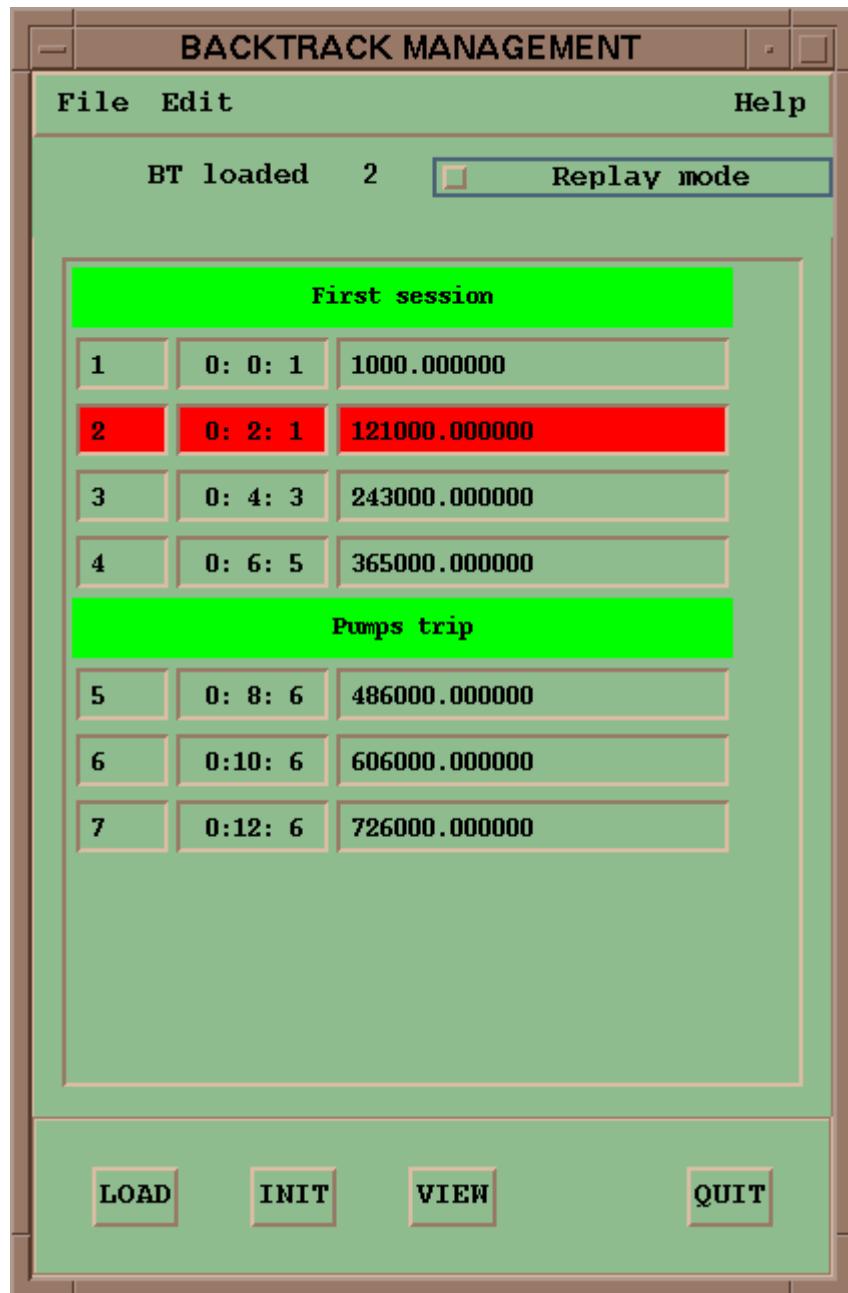


Figura 85: Finestra backtrack

La finestra è suddivisa in quattro parti:

- una barra dei menu;
- un'area destinata al “replay” di sessioni precedenti;

- la lista degli snapshot di backtrack, suddivisi per sessione di simulazione (nella finestra di esempio sono evidenziate due successive sessioni di simulazione coi i relativi titoli);
- un'area di comando, nella zona inferiore della finestra.

Nell'area di comando vi sono i seguenti pulsanti:

- **LOAD**: permette di caricare il backtrack selezionato nel database della simulazione;
- **INIT**: accetta l'ultimo backtrack caricato quale stato iniziale di una nuova sessione di simulazione;
- **VIEW**: attiva la finestra di visualizzazione delle variabili, dalla quale è possibile esaminare il contenuto del backtrack;
- **QUIT**: chiude la finestra di gestione dei backtrack.

Gli stessi comandi sono disponibili dal menù di *pop-up* che compare con un click sul tasto destro del mouse.

Nella barra dei menù sono disponibili le seguenti funzioni:

VOCE DI MENÙ	FUNZIONE INSTRUTTORE CORRISPONDENTE
File -> Quit	chiude la finestra di gestione dei backtrack (snapshot automatici)
Edit -> Timer Recording	permette di variare la frequenza di registrazione degli snapshot automatici

Tabella 9: comandi delal finestra backtrack

L'area di “replay” mostra il numero dell'ultimo backtrack caricato, o manualmente o automaticamente dalla funzione di **replay**”, ed attivare o disattivare la funzione di **REPLY** del simulatore mediante la relativa casella di spunto.

La finestra di gestione dei backtrack è disponibile solo se il file di backtrack non è vuoto, cioè solo se è trascorso un tempo di simulazione sufficiente a far eseguire la registrazione automatica degli snapshot di backtrack almeno la prima volta.

Il comando LOAD

Il caricamento di una backtrack è disponibile quando il simulatore è in uno degli stati FREEZE, RUN o BACKTRACK. Deve inoltre essere stato selezionato uno dei backtrack in lista.

A seguito del caricamento avvengono le seguenti cose:

- il simulatore si pone nello stato FREEZE;
- lo snapshot di backtrack selezionato viene salvato sul database delle I.C. alla posizione n° 60 (“default snapshot”);

il simulatore si pone nello stato BACKTRACK; viene effettivamente caricato nel database del simulatore lo snapshot di backtrack selezionato (cioè la I.C. n° 60); la finestra di gestione dei backtrack viene aggiornata.

Il comando INIT

Il comando **INIT** è disponibile solo dopo che sia stato validamente caricato uno snapshot di backtrack nel database del simulatore, ed il simulatore stesso sia pertanto nello stato BACKTRACK. Premendo il pulsante **INIT** la finestra di gestione degli snapshot si chiude e lo stato del simulatore viene commutato a FREEZE.

Il comando VIEW

Il comando **VIEW** è disponibile quando viene selezionato un backtrack dalla lista, ed avvia una finestra che permette di vedere il contenuto di quel backtrack (cioè i valori delle variabili del simulatore nell’istante in cui è avvenuto il relativo salvataggio automatico).

La finestra di visualizzazione delle variabili di un backtrack è comune alla finestra di gestione degli snapshot, ed è descritta in un paragrafo specifico.

Ritornare alla sessione precedente

Il comando **QUIT** chiude la finestra di gestione dei backtrack. Selezionando il comando **QUIT** dopo che è stato caricato un backtrack (anziché premere **INIT**), il simulatore ritorna allo stato precedente alla attivazione della finestra di gestione degli snapshot.

Una finestra di dialogo avvisa l’utente e chiede conferma della non avvenuta accettazione del backtrack testé caricato.

Cambiare la frequenza di registrazione

La funzione **Edit** -> **Timer Recording** permette di variare la frequenza di registrazione degli snapshot automatici.

All’istruttore viene presentata una finestra di dialogo che permette di inserire il nuovo valore. Il valore di default proposto è il passo attuale di registrazione automatica degli snapshot di backtrack.

La modalità REPLAY

La casella di spunto **Replay Mode** è disponibile dopo che sia stato caricato uno snapshot di backtrack nel database del simulatore.

A seguito dell’attivazione del pulsante lo stato del simulatore passa da **BACKTRACK** a **REPLAY**. In questo stato la simulazione è in esecuzione, ed il rettangolo giallo attorno all’indicatore di stato lampeggia alla frequenza di esecuzione della simulazione. Vengono inoltre ripetuti negli stessi istanti di simulazione tutti i comandi dati al simulatore dall’istruttore e dagli operatori nella sessione di simulazione precedentemente memorizzata.

Al termine della sessione di simulazione registrata il simulatore esce automaticamente dallo stato **REPLAY** e ritorna allo stato **BACKTRACK**. L’uscita dallo stato **REPLAY** può anche essere forzata dall’istruttore deselezionando la casella di spunto **(Replay Mode)**.

Chiusura della finestra

Esistono tre modo differenti di uscire dalla finestra di gestione dei backtrack:

- usando il pulsante **INIT** dopo che sia stato caricato un backtrack, che sarà quindi utilizzato come stato di partenza della successiva sessione di simulazione;
- usando il pulsante **QUIT** dopo che sia stato caricato un backtrack, che sarà quindi scartato (il simulatore torna allo stato in cui era prima di attivare la finestra di gestione dei backtrack);
- usando il pulsante **QUIT** senza aver caricato alcun backtrack, per chiudere semplicemente la finestra di gestione dei backtrack.

2.2.4.6 La finestra di visualizzazione degli snapshot

La finestra **VIEW**, comune agli strumenti di gestione degli snapshot e dei backtrack permette la visualizzazione del contenuto di uno snapshot, sia esso una condizione iniziale (I.C.) oppure uno snapshot di backtrack (B.T.). Per “contenuto dello snapshot” deve intendersi il valore di tutte le variabili del simulatore in quella condizione.

Descrizione ed uso dell’interfaccia

La seguente figura mostra la finestra di visualizzazione degli snapshot.

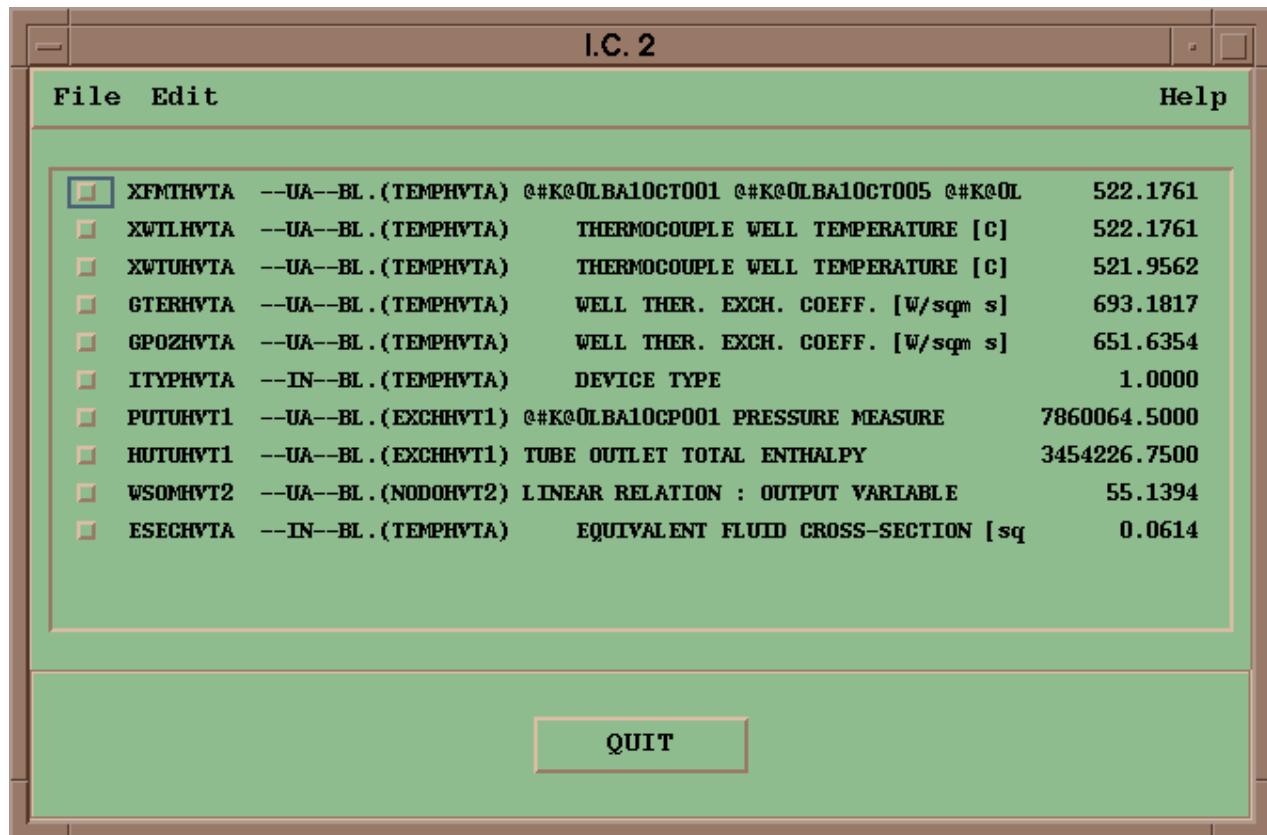


Figura 86: Finestra backtrack

Nella finestra può essere visualizzato il valore di un massimo di 10 variabili contemporaneamente. Il titolo della finestra indica se i valori visualizzati delle variabili sono relativi ad uno snapshot (I.C.) o ad un backtrack (B.T.) ed a quale record della relativa lista sono riferiti i valori visualizzati.

Nella barra dei menù sono disponibili le seguenti funzioni:

VOCE DI MENÙ	FUNZIONE INSTRUTTORE CORRISPONDENTE
File -> Open default	apre il file di configurazione di default
File -> Open ...	apre un file di configurazione alternativo
File -> Save default	salva la configurazione attuale come file di configurazione di default
File -> Save as ...	salva la configurazione attuale come file di configurazione alternativo
File -> Quit	chiude la finestra dell'utility VIEW
Edit -> Select new ...	apre la finestra di filtraggio e selezione delle variabili, che permette all'istruttore di scegliere la lista delle variabili da visualizzare (sino ad un massimo di 10)
Edit -> Cut	cancella una variabile dalla lista attuale
Edit -> Clear all	svuota la lista delle variabili (cancella tutte le variabili dalla lista attuale)

Tabella 10: comandi delal finestra snapshot

Al termine della visualizzazione, l'istruttore può chiudere la finestra **VIEW** con l'apposito pulsante **QUIT** (oltre che dalla relativa voce di menù) per tornare alla finestra di provenienza (gestione degli snapshot o gestione dei backtrack).

Funzioni di filtraggio delle variabili

La finestra di selezione delle variabili permette di visualizzare tutte o alcune le variabili del simulatore in base ai seguenti criteri di filtraggio:

- **tutte:** tutte le variabili del simulatore;
- **per task:** tutte le variabili di quella task;
- **per blocco:** le sole variabili di uno specifico blocco LEGOCAD di una determinata task;
- **per tipo:** tutte le variabili di un certo tipo (temperature, pressioni, portate, ecc.) - il filtro può essere combinato coi precedenti per isolare le variabili di quel tipo di un solo blocco o di un solo modello;

- **per KKS:** filtraggio per KKS (non attivo per il simulatore di “La Casella” in quanto utilizza un diverso standard di assegnazione delle tag delle variabili).

2.2.4.7 Uso avanzato del Transient calculation

Durante il calcolo del transitorio si può far uso del comando **snafl14** per generare uno stato stazionario (file **f14.dat**) da utilizzare nel calcolo Steady State. Questa funzione è molto utile quando un modello complesso raggiunge con difficoltà e molto lentamente una condizione di stabilità in regime dinamico. In questo caso modificare i dati di inizializzazione in modo da avvicinarci allo stato stazionario stabile può essere un compito arduo a causa delle piccolissime variazioni sui valori di inizializzazione. In questo caso si suggerisce di far evolvere il sistema in regime dinamico fino a quando nei grafici si notano variazioni in attenuazione. A questo punto mettendo in stato di freeze il simulatore si deve salvare uno snapshot come indicato nel capitolo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**. Dopo aver salvato lo snapshot dalla shell si deve entrare nella directory del modello e lanciare il comando **snafl14** dalla riga di comando.

Dalla shell apparirà la richiesta di selezionare lo snapshot da cui generare il file **f14.s**. Terminata l'esecuzione viene generato il file **f14.s** che deve essere sostituito al file **f14.dat** per il calcolo Steady State. A tal proposito si consiglia di rinominare prima il file **f14.dat**.

2.2.4.8 La funzione di registrazione continua

La funzione di registrazione continua delle variabili si attiva automaticamente quando la simulazione è in esecuzione (stati **RUN** e **REPLAY**). Il passo di registrazione delle variabili corrisponde al massimo fra i passi di integrazione dei singoli modelli, che debbono essere tutti multipli fra di loro, e non è configurabile *run-time*.

Una apposita interfaccia permette di selezionare le variabili del simulatore che si desidera vengano memorizzate per la visualizzazione grafica nell'archivio punti con la frequenza imposta dall'istruttore.

L'archivio punti è utilizzato in modo circolare, per cui dopo un certo numero di campioni (cioè dopo un certo tempo di simulazione) la parte iniziale della simulazione viene ricoperta.

Di norma il file può contenere fino ad un massimo di 1000 punti per una durata di 7200 campioni (sono le costanti **NUM_VAR** e **MAX_CAMPIONI** del file **Simulator**, situato nella directory del simulatore).

Uno strumento di visualizzazione di grafici temporali permette di visualizzare i valori memorizzati. L'istruttore ha la possibilità di modificare in linea le caratteristiche del grafico (variabili

rappresentate, unità di misura, scala dei tempi e delle ordinate) e di memorizzare fino a 100 grafici “preconfigurati”.

Selezione e filtraggio delle variabili da registrare

La finestra di selezione delle variabili viene attivata dalla finestra principale MASTER MENU selezionando la voce di menù **Recording** -> **Continuous Recording** -> **Select Variables**.

L’interfaccia si divide nelle seguenti zone:

- il titolo della finestra
- una barra dei menù
- un’area di filtraggio delle variabili
- una lista delle variabili selezionabili (non selezionate)
- una lista delle variabili selezionate

- un’area comandi

Il titolo della finestra contiene il nome del file di configurazione attivo (di norma si utilizza il file di default **recorder.edf**).

Nella barra dei menù sono disponibili le seguenti funzioni:

VOCE DI MENÙ	FUNZIONE INSTRUTTORE CORRISPONDENTE
File -> Load ...	apre un file di configurazione alternativo
File -> Save ...	salva un file di configurazione alternativo
File -> Quit	chiude la finestra dell’utility VIEW
Filter ...	attivazione delle varie opzioni di filtraggio

Tabella 11: comandi per laregistrazione continua

Le opzioni di filtraggio permettono di visualizzare tutte o alcune le variabili del simulatore in base ai seguenti criteri:

- **tutte:** tutte le variabili del simulatore;

- **per task:** tutte le variabili di quella task;
- **per blocco:** le sole variabili di uno specifico blocco LEGOCAD di una determinata task;
- **per tipo:** tutte le variabili di un certo tipo (temperature, pressioni, portate, ecc.) - il filtro può essere combinato coi precedenti per isolare le variabili di quel tipo di un solo blocco o di un solo modello;
- **per KKS:** filtraggio per KKS (non attivo in quanto utilizza un diverso standard di assegnazione delle tag delle variabili).

Il contenuto delle liste delle variabili selezionate e selezionabili dipende dalle opzioni di filtraggio attive, poiché in entrambe le liste compaiono solo le variabili che rispettano i criteri attivi.

Due appositi pulsanti a freccia permettono di “travasare” le variabili da una lista all’altra, singolarmente o a gruppi, cioè di aggiungere e togliere le variabili dall’insieme di quelle effettivamente utilizzate dalla funzione di registrazione continua.

Nel selezionare le variabili, l’istruttore deve curare di non superare il massimo numero di punti ammesso (NUM_VAR).

Nell’area di comando vi sono infine i seguenti pulsanti:

- **SAVE:** chiude la finestra di gestione della registrazione continua salvando il file di configurazione di default (**recorder.edf**) e rendendo effettive le modifiche eseguite;
- **QUIT:** chiude la finestra di gestione della registrazione continua senza salvare le modifiche eventualmente eseguite.

2.2.4.9 LA FINESTRA DI VISUALIZZAZIONE DELLE STATISTICHE

La finestra di visualizzazione delle statistiche viene attivata dalla finestra principale MASTER MENU selezionando la voce di menù **Show -> Statistics**.

L'aspetto della finestra è mostrato nella seguente figura.

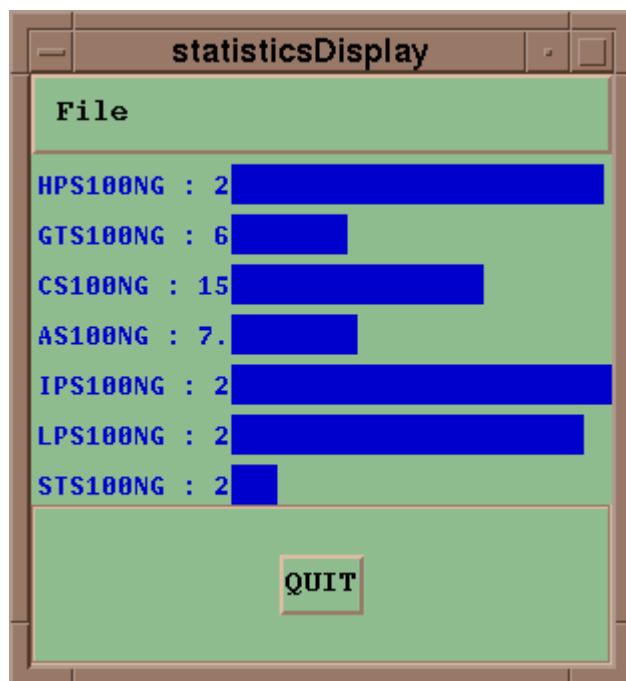


Figura 87: Messaggio di errore sul calcolo del transitorio

L'interfaccia mostra, per ciascun modello del simulatore (sia per i modelli di processo che per quelli di automazione e regolazione) il nome della task ed il tempo di elaborazione speso, in millisecondi, durante l'ultimo passo di tempo del simulatore.

Il grafico a barre permette un immediato confronto fra i carichi computazionali causati da ciascuna task.

Il pulsante **QUIT** e la voce di menù **File -> Quit** consentono di chiudere la finestra di visualizzazione delle statistiche.

2.2.4.10 Visualizzazione dei grafici temporali

La funzione di registrazione continua è una funzione automatica che registra i valori di un insieme di variabili scelte dall'istruttore.

I valori memorizzati possono essere visualizzati in forma di grafico temporale (“trend”) tramite lo strumento standard di visualizzazione grafici dell’ambiente di simulazione di ENEL, denominato “GRAFICI”.

2.2.4.11 Lo strumento “grafici”

Lo strumento GRAFICI può essere richiamato dalla finestra MASTER MENU con la voce di menu **Recording** -> **Continuous Recording** -> **View Recorded Data** o, più semplicemente, premendo il pulsante **G**.

Prima di attivare GRAFICI l’interfaccia chiede all’istruttore su quale monitor debba comparire il grafico. Si deve quindi proseguire selezionando il pulsante **Continue**.

La seguente figura mostra la finestra principale di GRAFICI.

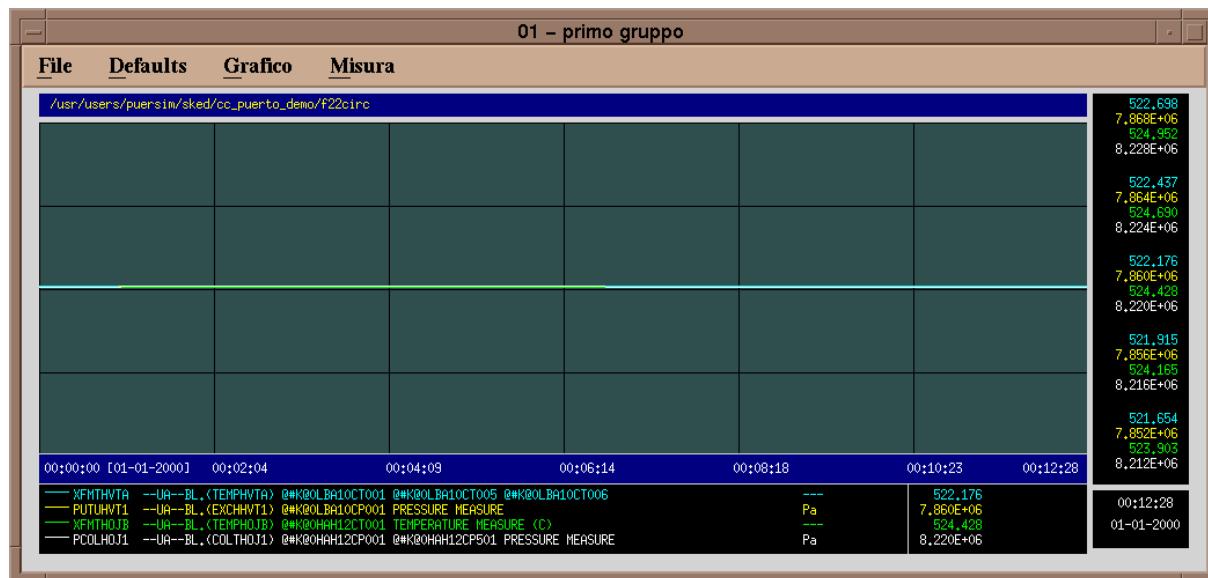


Figura 88: Messaggio di errore sul calcolo del transitorio

Il titolo del grafico contiene il nome del file di registrazione attivo, che viene assegnato automaticamente dal run-time.

Lo strumento consente di visualizzare fino ad un massimo di quattro variabili, che possono essere omogenee (avere tutte la stessa unità di misura e stessi estremi di visualizzazione) o disomogenee.

I trend delle singole variabili sono visualizzati in colori diversi (ciano, giallo, verde chiaro e bianco) in modo da permettere di distinguerli. Gli stessi colori sono utilizzati per la lista delle variabili e per gli estremi delle ordinate.

Una opzione di menù (**File->Hardcopy**) consente di visualizzare il grafico in modalità monocromatica, su sfondo bianco e con diversi tipi di tratteggio al posto dei colori, in modo da facilitare la stampa del grafico su stampanti monocromatiche.

Gli estremi delle ordinate possono essere impostati, per ciascuna variabile, in manuale, e quindi, oppure in automatico.,

Le diverse voci di menù consentono di:

- selezionare la lista delle variabili da visualizzare;
- cambiare l'unità di misura utilizzata per ciascuna variabile;
- impostare, per ciascuna variabile, gli estremi delle ordinate in manuale (fissi nel tempo) o in automatico (che si adattino ai valori assunti nel tempo dalla relativa variabile);
- salvare la configurazione del grafico attuale (lista variabili, unità di misura ed estremi delle ordinate) in una lista di grafici “pre-configurati” (fino ad un massimo di 100 grafici);
- caricare un grafico “pre-configureato”;
- “zoomare” una zona del grafico, solo in ascisse (tempi) oppure sia in ascisse che in ordinate (tempi e valori);
- “collimazione” delle variabili (permette di visualizzare i valori assunti nel tempo spostando il mouse lungo l'asse delle ascisse);
- cambiare le unità di misura utilizzate per default per i tipi di grandezze predefiniti (pressioni, portate, temperature, ecc.);
- caricare un file di registrazione diverso da quello assegnato dall'interfaccia run-time all'attivazione di GRAFICI.

2.2.4.12 Lo strumento “xaing”

Lo strumento XAING permette di attuare direttamente gli ingressi del modello. Può essere richiamato dalla finestra di interfaccia run-time MASTER MENU richiamando la voce di menù **Programs** -> **Xaing** o, più semplicemente, premendo il pulsante .

Lo strumento permette di selezionare le variabili da attuare con le usuali opzioni di filtraggio (tutte, per task, per blocco e per tipo).

Per ciascuna variabile selezionata viene mostrata una finestra di dialogo che mostra il valore attuale della variabile e permette di applicare diverse variazioni, dipendenti dal tipo di variabile.

Per le variabili di tipo logico, sono ammesse le seguenti modalità di attuazione:

- **SET** porta il valore a TRUE (se era FALSE)
- **UNSET** porta il valore a FALSE (se era TRUE)
- **NOT** commuta da TRUE a FALSE o da FALSE a TRUE
- **PULSE** commuta il valore (da TRUE a FALSE o da FALSE a TRUE) per una certo tempo, poi lo riporta al valore precedente

Per le variabili di tipo analogico, sono ammesse invece le seguenti modalità di attuazione:

- **STEP** porta la variabile ad un nuovo valore a gradino
- **RAMP** porta la variabile ad un nuovo valore con una rampa
- **PULSE** commuta il valore (da TRUE a FALSE o da FALSE a TRUE) per una certo tempo, poi lo riporta al valore precedente
- **SINUS** fa variare sinusoidalmente il valore della variabile
- **TRAPEZ** fa variare il valore della variabile con un’onda quadra o trapezoidale
- **NOISE** fa variare il valore della variabile con un rumore bianco

Tutti i tipi di perturbazione possono essere attivate immediatamente o in istante di tempo successivo; per le perturbazioni di tipo STEP si deve impostare il valore finale per le PULSE si deve impostare il valore durante l’impulso e la durata dell’impulso stesso; per le RAMP il valore finale e la durata della rampa oppure il suo gradiente temporale; per le SINUS e le NOISE il valore medio e l’ampiezza (effettiva o massima); per le TRAPEZ il valore medio, l’ampiezza e le durate dei singoli tratti (ponendo a zero le durate dei tratti di salita e di discesa si ottiene un’onda quadra).

La perturbazione così definita deve essere attivata col pulsante **START**; essa viene quindi eseguita (se è di tipo immediato), iniziata (periodiche) o messa in coda (se è programmata per un istante di tempo successivo). L'interfaccia MASTER MENU consente di visualizzare la lista delle perturbazioni attive ed in attesa.

Il pulsante **STOP** elimina le perturbazioni definite per la variabile; consente quindi di annullare una perturbazione programmata per un istante di tempo successivo, di interrompere una rampa o un impulso e di terminare una perturbazione periodica o di tipo rumore bianco.

I valori delle variabili di tipo standard (pressioni, temperature, ecc.) all'interno di XAING (sia il valore attuale sia i valori da impostare per le perturbazioni) sono scalati in base alle unità di misura *di default* impostate per quel tipo di variabile in **GRAFICI**.

È invece usato il valore diretto se non si tratta di una variabile di tipo standard. Non è possibile modificare l'unità di misura delle variabili internamente ad **XAING** o dopo che lo stesso sia già attivo.

Lo strumento XAING consente l'apertura contemporanea di un massimo di 10 finestre, relative quindi a 10 differenti variabili. Questo non limita le capacità di attuazione del simulatore, dal momento che una volta attivata una perturbazione per una variabile si può chiudere la finestra della variabile senza che la perturbazione si perda o si interrompa.

2.2.4.13 Lo strumento “mandb”

Lo strumento MANDB consente di monitorare e di attuare le variabili del simulatore in liste organizzate a pagine, in base ad elenchi di variabili che debbono essere configurati dall'istruttore.

Lo strumento MANDB deve essere attivato da linea di comando UNIX dalla directory del simulatore, dando il comando:

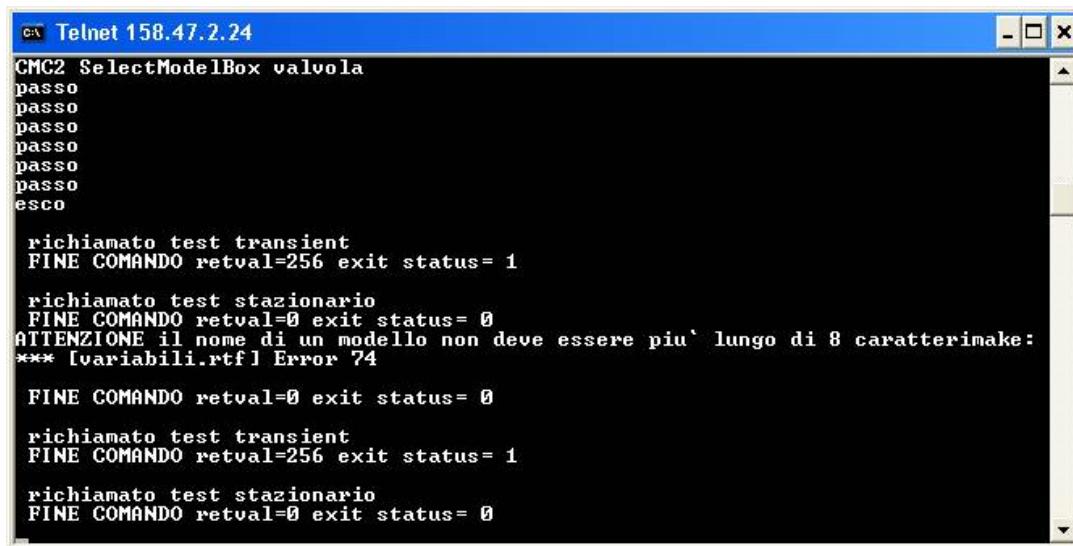
mandb &

Dal momento che in MANDB possono essere attivate sino a 10 pagine, e che ciascuna di esse può contenere fino a 20 variabili, MANDB consente di monitorare (ed attuare) fino a 200 variabili contemporaneamente.

Rispetto ad XAING ha inoltre il vantaggio di poter attuare anche le variabili di uscita (può avere utilità per alcune variabili dei moduli di regolazione il cui valore è utilizzato come variabile di stato).

In compenso può eseguire solo perturbazioni di tipo **STEP** (SET/UNSET per le logiche). Inoltre MANDB altera direttamente il valore della variabile anziché accodare una perturbazione, pertanto non può essere richiesta l'attuazione differita e non avviene la memorizzazione della perturbazione (quindi se è stato utilizzato MANDB non è possibile fare il “replay” della sessione).

- Per accedere alla fase di simulazione dinamica di una task di processo, nella finestra LEGOCAD®, premere la freccia posta dopo l'icona di **Steady State**: l'icona **Transient Calc.** ora è illuminata, si può accedere a questa fase selezionando l'icona stessa. Se però tale icona non dovesse illuminarsi verificare che il nome dato al modello sia minore o al più uguale ad otto caratteri; nella shell dei comandi, infatti, vi è il seguente messaggio:



```

CMC2 SelectModelBox valvola
passo
passo
passo
passo
passo
passo
passo
esco

richiamato test transient
FINE COMANDO retval=256 exit status= 1

richiamato test stazionario
FINE COMANDO retval=0 exit status= 0
ATTENZIONE il nome di un modello non deve essere piu' lungo di 8 caratteri make:
*** [variabili.rtf] Error 74

FINE COMANDO retval=0 exit status= 0
richiamato test transient
FINE COMANDO retval=256 exit status= 1
richiamato test stazionario
FINE COMANDO retval=0 exit status= 0

```

Figura 89: Messaggio di errore sul calcolo del transitorio

- Dopo qualche secondo si apre la finestra del simulatore. Prima di lanciare la simulazione:
 - selezionare **file->clear** per inizializzare a zero il tempo di simulazione;
 - selezionare **recording->cont. recording->select variables**, si apre la finestra **selected file: recorder.edf**, in cui selezionare le variabili che potranno essere visualizzate nel grafico;
 - selezionare i moduli desiderati e, per ogni modulo, selezionare una o più variabili e premere **add**: le variabili verranno trascritte nel riquadro inferiore;
 - una volta terminata la selezione, premere **save** (vedi Figura 90)

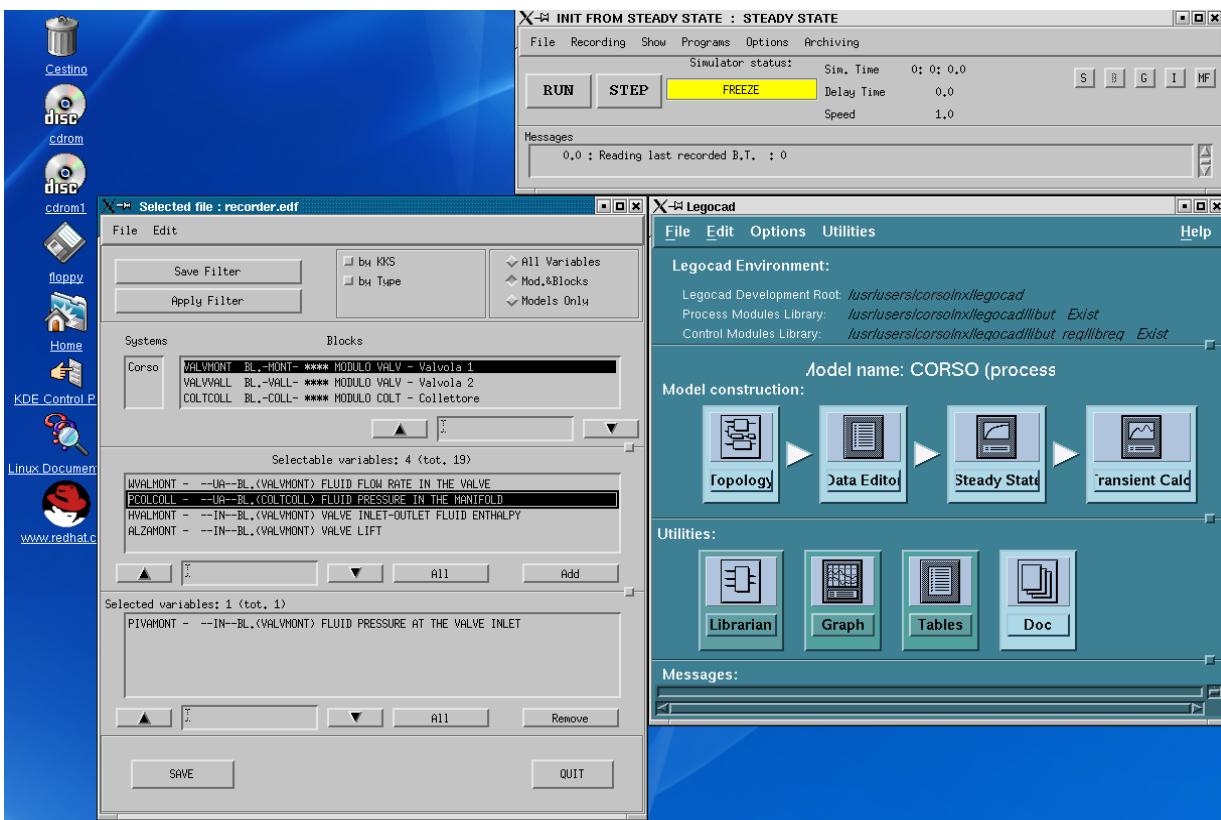


Figura 90: Impostazione delle variabili memorizzate nel transitorio

3. Dalla finestra del simulatore visualizzare il grafico premendo **G**, nella finestra **processStart** premere **continue** e poi:
 - selezionare **Misura->Seleziona**;
 - nella finestra **Scelta singola variabile**, selezionare le variabili da graficare, fino a un massimo di 4, premendo per ognuna il rombo a sinistra, infine premere **OK**; le variabili scelte verranno visualizzate nella finestra contenente il grafico, con colori diversi;
 - selezionare **Grafico->Memorizza**, nella finestra **memorizza gruppi** selezionare la prima riga **disponibile** per memorizzare il set di 4 variabili scelto, scrivendo nel campo in basso il nome del set, ed infine premere **OK**; se invece il set è già stato memorizzato, selezionare **Grafico->Seleziona**, scegliere il nome del set desiderato ed infine premere **OK**.
4. Premere **RUN** per avviare la simulazione (vedi Figura 76).
5. Premere **FREEZE** ogni volta che si vuole interrompere la simulazione.
6. Per variare la velocità di simulazione, selezionare **file->speed** e, nella finestra **richiestaDati** scrivere la velocità desiderata e premere **OK**; se si vuole la velocità massima, inserire nello stesso campo -1.0 o, più semplicemente, selezionare **file/max speed**.

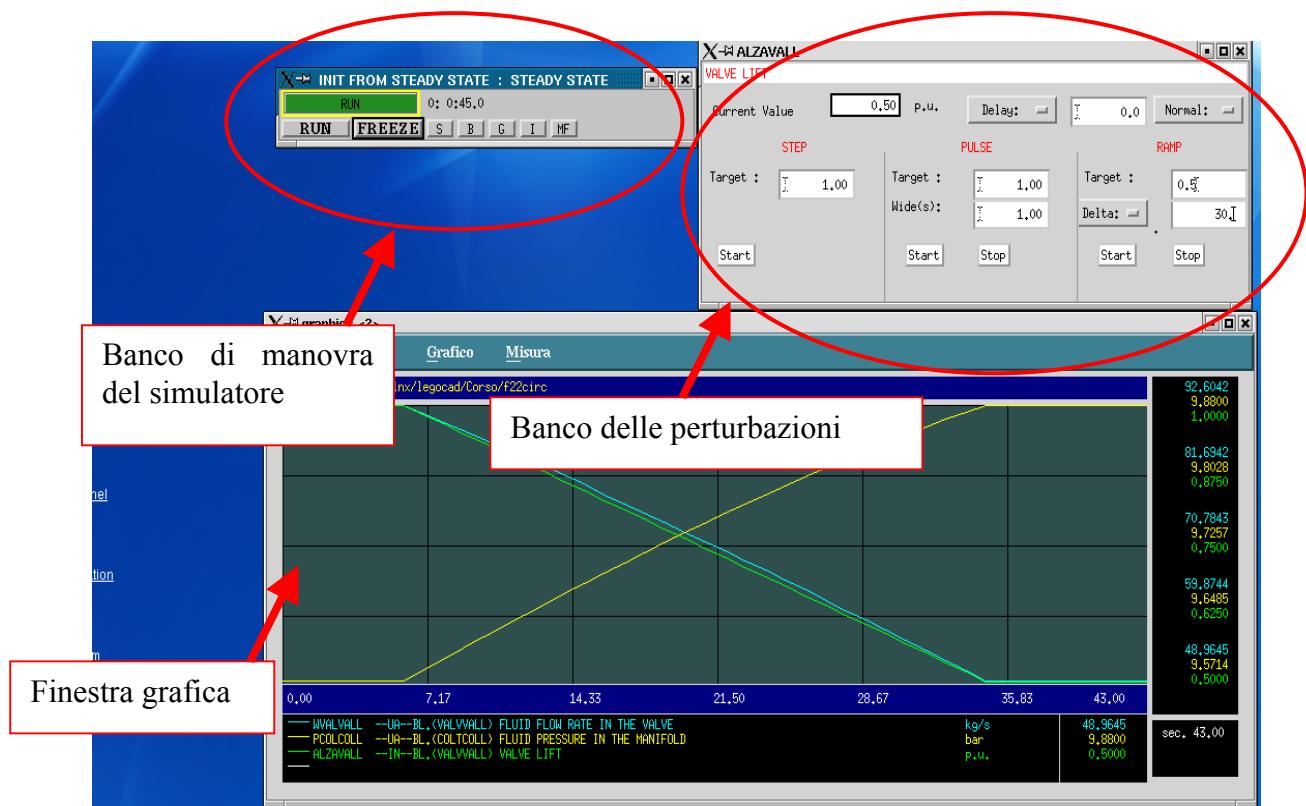


Figura 91: Banco di manovra del simulatore, banco delle perturbazioni e finestra grafica

- Per variare i valori delle variabili note e osservare la risposta del sistema e il raggiungimento del nuovo stazionario, premere **I** nella finestra del simulatore: appare la finestra **variable selection for aing**, in cui:

- selezionare un modulo in **Blocks**;
- selezionare una variabile nota di quel modulo;
- premere **select**, si apre una finestra con il nome della variabile selezionata, in cui si sceglie il tipo di variazione tra **step**, **pulse** e **ramp** semplicemente inserendo il nuovo valore nel relativo **Target** ed eventualmente le modalità **Wide** per **Pulse**, **Grad**, **Delta** e **Time** per **Ramp**;
- ripetere tale operazione per ogni variabile che si vuole visualizzare e infine premere **quit** della finestra **variable selection for aing**.

Saranno visibili tante finestre quante sono le variabili selezionate. Premere **start** per far partire la variazione dinamica (vedi Figura 92).

8. Per memorizzare l'immagine di uno stato istantaneo del sistema, premere **S** nella finestra del simulatore, si apre la finestra **[InitialCondition]**, selezionare un campo **[Available]**, premere **[save]**, nominare lo “snapshot”, premere **[save]** e **[quit]**.
9. Per uscire dalla fase di simulazione dinamica, premere **[FREEZE]** e selezionare **[file/simulator shutdown]**.

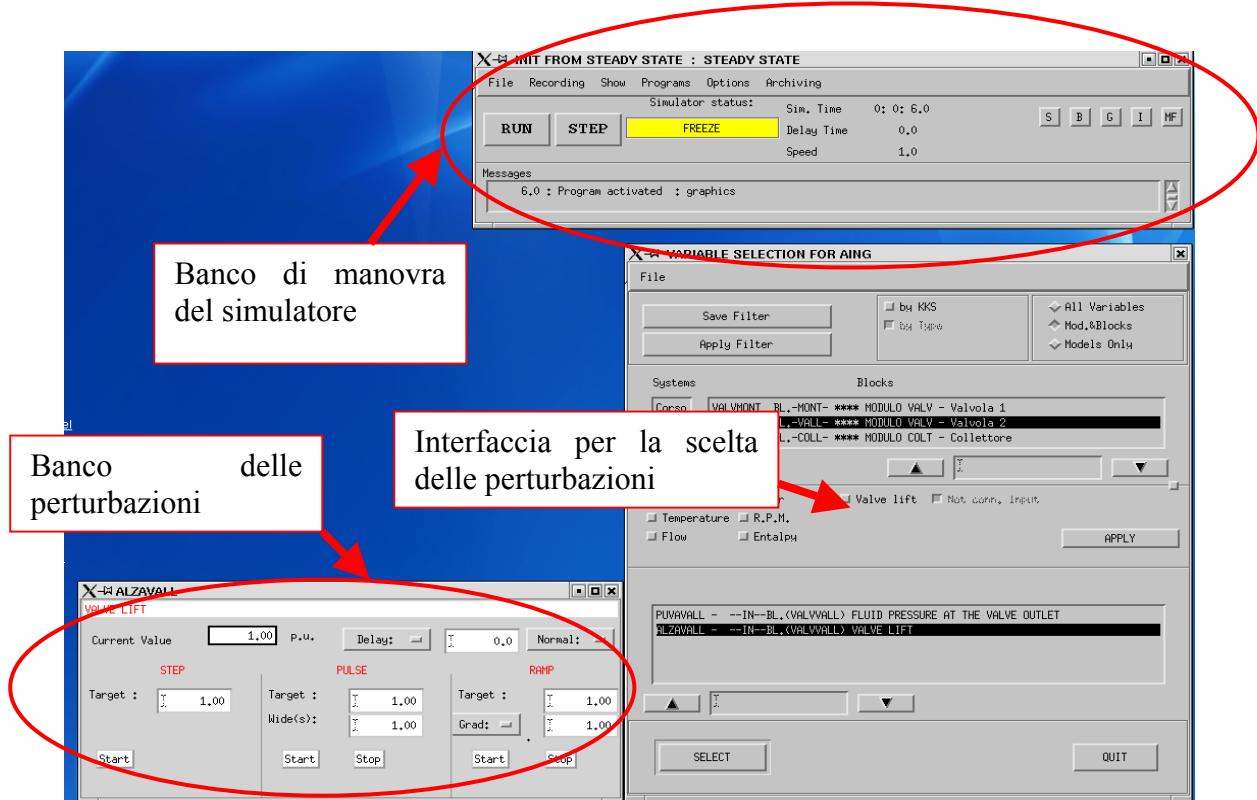


Figura 92: Banco di manovra delle perturbazioni e finestra grafica

2.3 L'attività REGOCAD[5],[19],[22],[34]

Nell'attività REGOCAD (vedi Figura 16) si sfrutta il tool REGOMMI con il programma **LEGOMMI-Config** per la costruzione delle task di regolazione. Il tool REGOMMI descrive i modelli di automazione per mezzo di schemi collegati di automazione: grazie all'editor grafico **Config** i componenti di automazione (regolatori, attuatori, logiche funzioni...) vengono collegati tra loro sfruttando una libreria di automazione.

Dalla compilazione degli schemi di automazione si ottiene un modello eseguibile di automazione, che può essere testato.

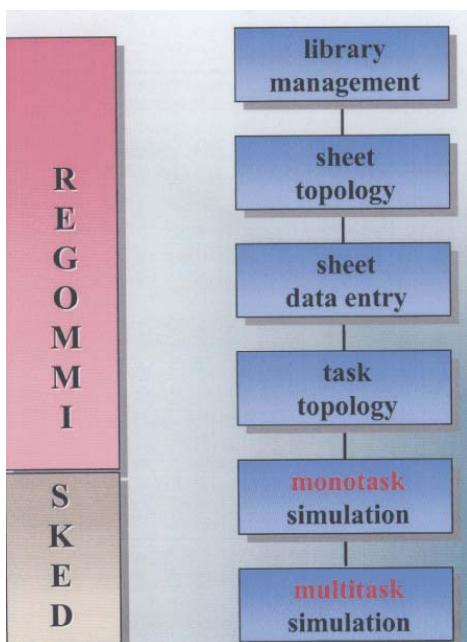


Figura 93 – Workflow REGOMMI

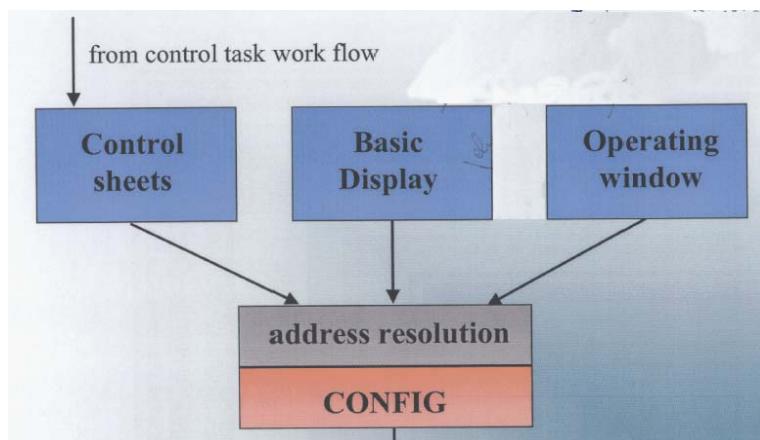


Figura 94 – Workflow generazione di un simulatore

2.3.1 Sistemi di automazione di un impianto

Con l'espressione "sistema di automazione" si intende l'insieme delle apparecchiature hardware e software che governano un processo produttivo cercando di impostare delle dinamiche desiderate. Tale sistema cerca di interagire con le variabili di processo mediante variabili di attuazione per sortire gli effetti desiderati.

Alcuni esempi di sistemi di controllo sono:

- DCS (Distributed Control System) che prevede una localizzazione degli armadi nei pressi delle unità di processo. In ambito ENEL la filosofia del DCS è stata disattesa perché le stazioni di controllo sono concentrate.
- BDC (Bus Di Campo) che oltre alla localizzazione degli armadi prevede anche l'impiego di misuratori e funzioni di controllo locali (SINGLE LOOP). Ad esempio può misurare la portata in una tubazione, calcolare la reazione dell'attuatore e inviar gli il segnale calcolato, senza dover passare dal sistema centrale, con l'evidente vantaggio di un funzionamento non condizionato dallo stato della connessione armadio-sistema centrale. Il vantaggio sta nella quantità di cavi che girano per l'impianto che rappresentano una voce di spesa consistente. In ambito petrolchimico la tecnologia SINGLE-LOOP sta lasciando spazio al BUS di campo.

In Figura 95 viene riportato lo schema di un sistema di automazione in cui sono evidenziati (compresi nell'area tratteggiata) gli elementi che costituiscono la regolazione.

In particolare l'attività REGOCAD comprende l'implementazione di:

- MISURE di variabili – monitoraggio e misura attraverso trasduttori installati sul campo che operano un trasferimento di variabili primarie (T,P,H,...) in variabili elettriche trasferite e processate dal sistema di controllo. Esistono vari tipi di trasduttori in funzione del tipo di variabile, del tipo di fluido, delle condizioni di lavoro e dei campi-scala delle variabili da misurare.
- ALGORITMO di controllo
- ATTUAZIONE – elaborazione dei dati ricevuti dal sistema di controllo e loro trasferimento agli organi di processo attraverso servo-mechanismi.

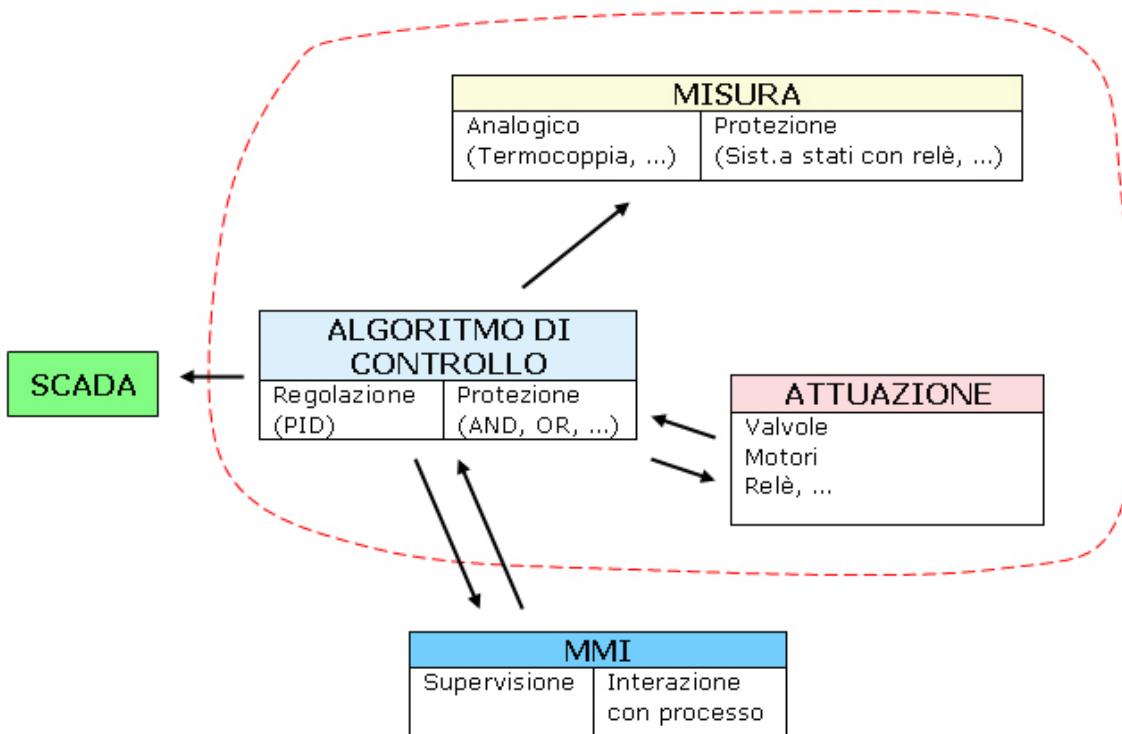


Figura 95 - Schema di un sistema di regolazione

2.3.2 Configurazione del tool LEGOMMI-Config

- 1) Creare la struttura ad albero delle directory.
- 2) Definire il sistema di controllo attraverso l'impostazione grafica delle pagine (**pages**), l'inizializzazione dei blocchi di controllo e la compilazione degli schemi di regolazione (**all regulation schema**), delle task di regolazione (**regulation task**) e delle pagine (**pages**).
- 3) Definire il MMI (man-machine-interface) che mette in comunicazione l'operatore con il sistema di controllo: permette all'operatore di scegliere le condizioni finali e comunica le anomalie del processo, segnalando gli eventuali scostamenti dal funzionamento previsto dall'operatore stesso.

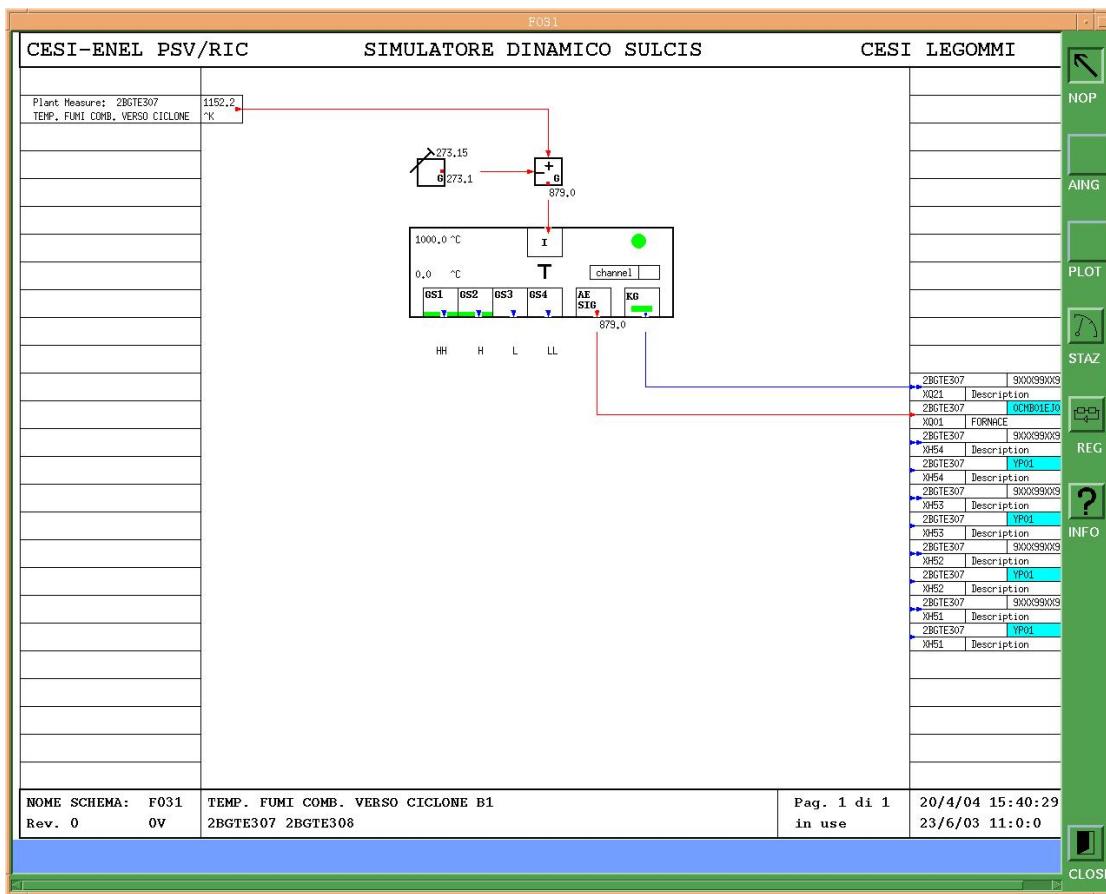
2.3.3 Creazione delle directory

- 1) Nella directory **legocad**, dove è presente la sottodirectory “**nome del processo**” (es: scalda), si crea la sotto-directory “**nome del sistema di regolazione**” (es: r_hotw).
- 2) Nella directory dove è contenuta legocad, si crea la directory **sked**, al suo interno la directory “**nome del simulatore**” (es: hot_water) e all'interno di quest'ultima, le sotto-directory **o_win** e **plant_display**.

2.3.4 Configurare la task di controllo

La simulazione della regolazione di un processo, di solito, viene impostata su più pagine, attraverso l'inserimento grafico di icone che rappresentano le variabili e i blocchi operativi del sistema di regolazione.

Si può scegliere di implementare le varie fasi del processo di controllo (misurazione, regolazione, attuazione) su un'unica pagina o su più pagine: è necessario, quindi, per chiarezza di lettura, indicarlo nominando le pagine con l'etichetta *Pag. X di N*, dove N il numero di pagine in cui è configurata la fase e X il numero della pagina. Ciascuna pagina ha, solitamente, la seguente struttura: **variabile di ingresso → blocco operativo → variabile di uscita**. Vi possono essere, inoltre, pagine che non presentano questa impostazione, ma sono necessarie come supporto della configurazione di MMI (3.4 – 3.b). Si potrebbe pensare di costruire tre task di regolazione⁴¹ per ogni task di processo, una per la Misura, un'altra per l'Algoritmo e una terza per l'Attuazione⁴². In realtà è pratica comune creare una sola task di regolazione per ogni task di processo, contenente tutte le unità necessarie. Questo accorpamento fa però lievitare il numero di pagine per task di regolazione. In ogni caso sarebbe buona norma non superare mai le trecento pagine per task perché, superata questa soglia, i tempi di compilazione aumentano vertiginosamente (andamento quadratico).⁴³



⁴¹ Le task REGO e MMI utilizzano la libreria TELEPERM, emulazione dell'omonimo sistema di controllo SIEMENS.

⁴² L'attuatore è un sistema elettrico o oleo-pneumatico che riceve informazioni di posizione dal sistema di controllo. Mediante motorino elettrico o, nel caso di sistemi oleo-pneumatici, con un relè che apre un tubicino facendo variare la contropressione sullo stelo con conseguente sua variazione di posizione (questo sistema è usato quando una risposta rapida è richiesta), l'attuatore muove lo stelo misurandone la posizione finché un nuovo set-point non è raggiunto. Questo ciclo di interazioni attuatore-sistema di controllo è noto come "anello di regolazione".

⁴³ A titolo di esempio si consideri che per un ciclo combinato generalmente si spazia dalle 150 alle 800 pagine raccolte in 1 task per il TG, 1 per la TV, n per n caldaie, 1 per l'alimento e 1 per il condensato.

Figura 96 – Scema di regolazione di una stazione di misura

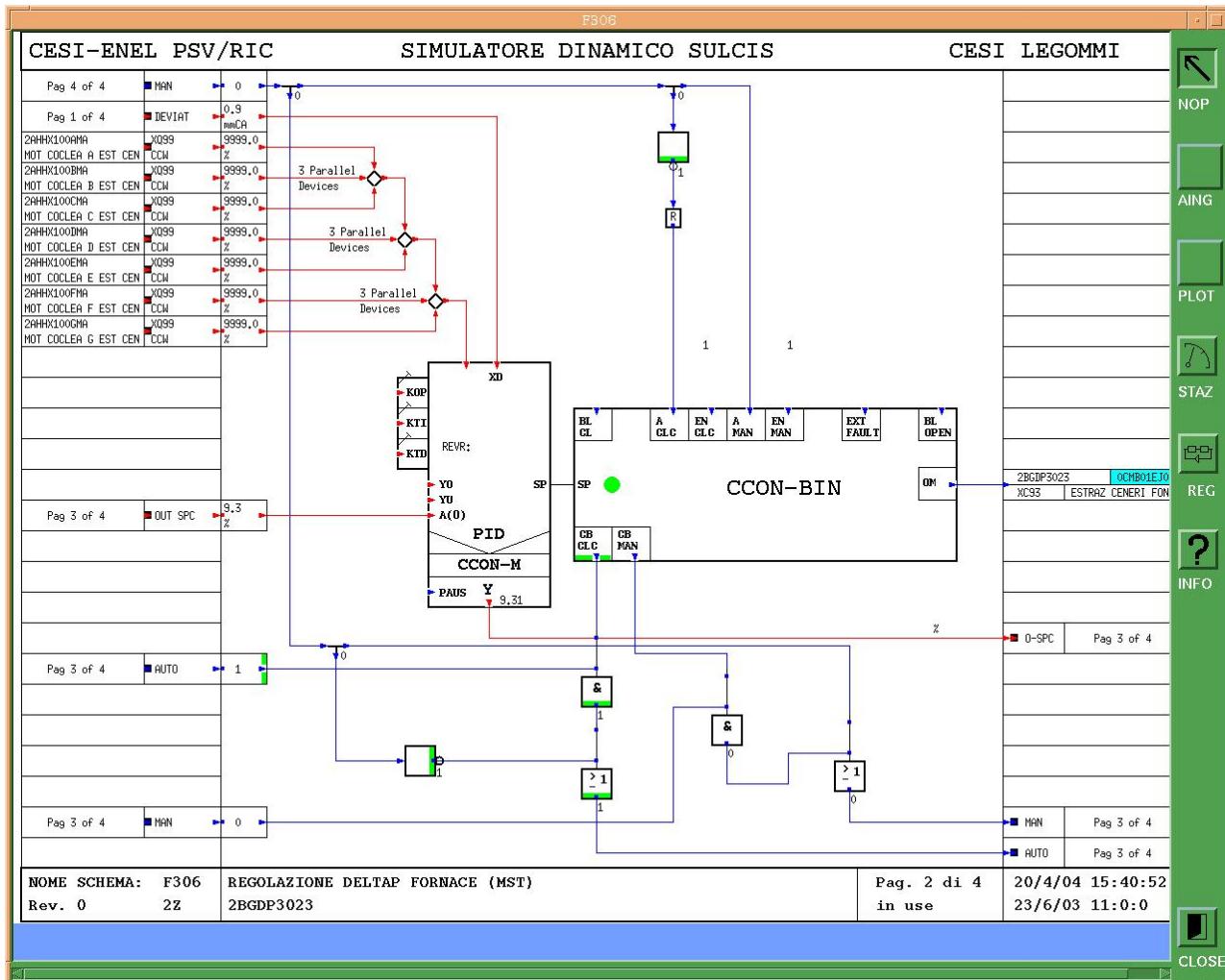


Figura 97 – Schema di regolazione di un Master Control di impianto a letto fluido

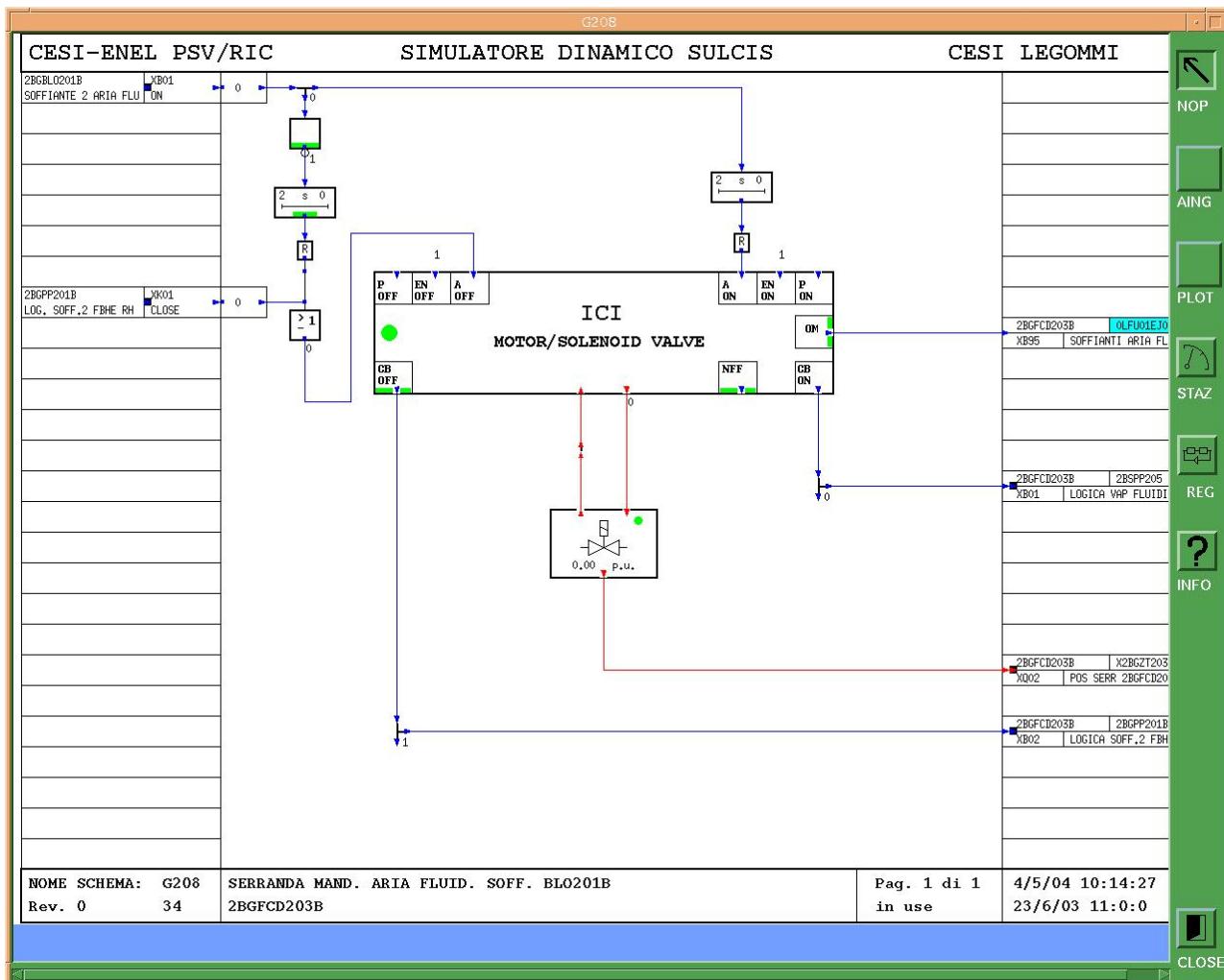


Figura 98 – Schema di regolazione di una serranda on-off

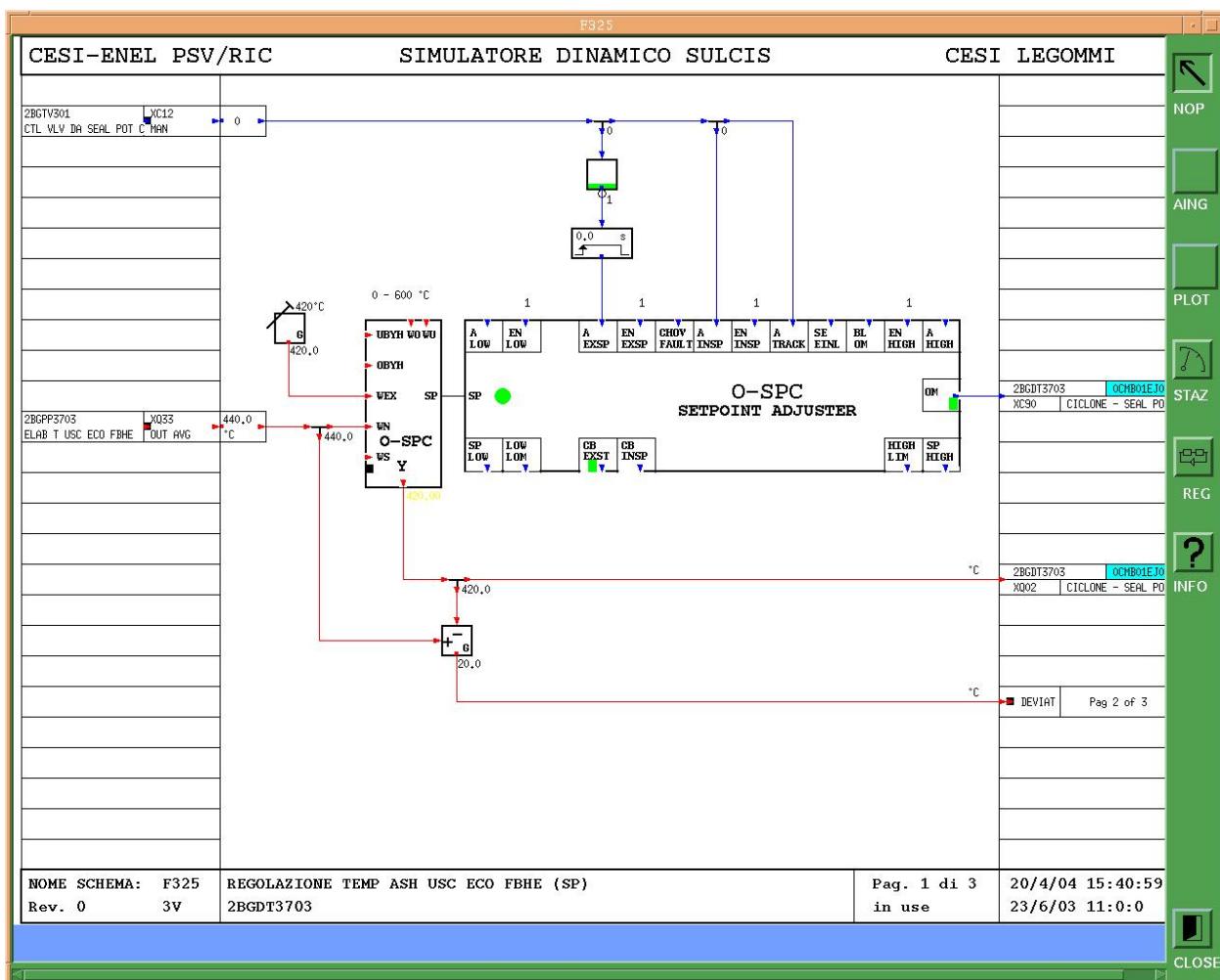


Figura 99 – Schema di regolazione di un set-point

Affinché la rappresentazione grafica sia fedele alla logica del processo, è necessario connettere tra di loro le varie icone, sia all'interno di una stessa pagina, sia tra pagine diverse.

1) Aprire la pagina.

2) Add Icon per accedere alle librerie da cui scegliere le icone dei blocchi del sistema, selezionare quelle necessarie e trascinarle nella pagina, tenendo premuto il tasto centrale.

Le icone contengono ingressi e uscite di variabili analogiche e digitali, caratterizzate rispettivamente dal colore rosso e dal colore blu.

3) Collegare le icone della stessa pagina.

- Selezionare **option->connect mode** per attivare il puntatore.

- Selezionare un'uscita.

- Premere sull'ingresso desiderato: verrà evidenziata la variabile di ingresso, per indicare l'avvenuta connessione.

4) Collegare le icone di variabili di pagine diverse.

- Chiudere tutte le pagine eventualmente aperte, selezionare da **LEGOMMI - Config** la funzione **interface mode** (modalità che non consente modifiche, ma solo collegamenti).

- Aprire due pagine consecutive e affiancarle in modo che siano visibili le icone delle variabili di uscita della prima e quelle delle variabili di ingresso della seconda.

- Selezionare con il tasto sinistro un triangolino rosso posto a destra della sigla KKS della variabile di ingresso e, di seguito, il triangolino rosso posto a sinistra della stessa sigla KKS della variabile di uscita. Allo stesso modo, procedere con le altre variabili. Si crea il file **connessioni.reg** in cui sono memorizzate le connessioni effettuate.

5) Compilare la task e le pagine

- Salvare e poi chiudere le pagine: si crea, per ogni pagina, il file “**nomepagina.bkg**” e il file **compress.pag** viene aggiornato con l’ultima pagina salvata.
- Uscire da **interface mode**.
- Selezionare **compile** e nell’ordine:
 - **all regulation schema**, che genera i file **f01.dat** e **f14.dat** per ogni pagina della task di regolazione;
 - **regulation task**, che “mette insieme” le varie pagine e genera un unico eseguibile;
 - **all page**, che attiva le singole pagine e crea i simboli;
 - **file->exit**.
- Dalla **shell** digitare, rimanendo sempre nella directory **r_hotw**:
 - **startup** e viene visualizzata la finestra del *simulator*;
 - **mmi**: sulle pagine saranno visualizzati i dati immessi nella creazione della task di controllo;
 - chiudere il *simulator* (**file->simulator shutdown**) ed ora sulle pagine della task, selezionando le icone delle variabili, viene visualizzata la pagina contenente le variabili ad esse connesse.

2.3.5 Definizione del sistema di controllo

Questa procedura presuppone il raggiungimento dello stazionario nella simulazione del processo con Legocad® e la compilazione delle librerie. Dalla **shell** ci si pone nella directory in cui verranno

allocati i file del sistema di regolazione (es: **r_hotw**), dove devono essere presenti i file di default **FileColoriDefault** e **FileFontsDefault**, e si lancia **config** per definire il sistema.

2.3.6 Indicare le directory di lavoro

Selezionare **File->Define context** e definire:

- 1) Description con la breve descrizione del sistema;
- 2) Pages con l’indirizzo della directory in cui verranno allocate le pagine (*pages*) create o importate (solitamente è quella corrente, quindi indicata con **./**);
- 3) **Object->Library** con l’indirizzo della directory in cui si trovano le librerie (**/home/"user"/legocad/libut_reg/libreg**);
- 4) Animated Icon Library con l’indirizzo della directory in cui si trovano le librerie (**/home/"user"/legocad/libut_reg/libreg**);
- 5) **Simulator** con l’indirizzo della directory in cui si troverà la topologia del simulatore (solitamente è quella corrente, quindi indicata con **./**).

Nella directory di lavoro (es: **r_hotw**) viene creato il file **context.ctx** con le informazioni appena date.

2.3.7 Importare le librerie

- 1) Selezionare **Import->Library**
- 2) Specificare il nome e l’indirizzo dei file che costituiscono le librerie (**/home/"user"/legocad/libut_reg/libreg/*.lib**)
- 3) **Filter** e selezionare le librerie.

2.3.8 Creare o importare le pagine

- **Create->Regolation** e definire:

- 1) il nome della pagina;
- 2) la larghezza (1250) e l'altezza (900) della pagina;
- 3) il *background*.

Nella directory di lavoro viene creato il file “**nomepagina”.pag**.

- Altrimenti **Import\Page** e specificare il nome e l'indirizzo dei file in cui sono allocate le pagine già create.

2.4 L'attività DISPLAY[5],[19],[22],[34]

Nell'attività DISPLAY (vedi Figura 16) si sfrutta il tool LEGOMMI con il programma **Config** per la costruzione delle task MMI. In questa attività è presente anche la definizione del sistema SCADA per la gestione degli allarmi e dei malfunzionamenti.

Il sistema MMI (Man MAchine Interface) fornisce l'interfaccia-utente per osservare o interagire con la simulazione o con l'elaborazione dei dati di SCADA. L'obiettivo dell'MMI è presentare i dati ricevuti dal campo e metterli a disposizione dell'operatore. Ciò vale per dati che comportano un intervento immediato (allarmi) sia per dati relativi a processi distribuiti nel tempo (monitoraggio delle emissioni).

Il MMI sfrutta l'editor **Config** per la costruzione del Plant Display e della Operating Window. I Plant Display sono un modo efficace sia per dare all'utente alcune informazione chiave sull'impianto, sia per permettergli di operare, in una finestra grafica che rappresenta la struttura del processo, con linee e componenti. I Plant Display sono organizzati in una struttura gerarchica ad albero. In Figura 100 è mostrato un esempio di Plant Dispaly.

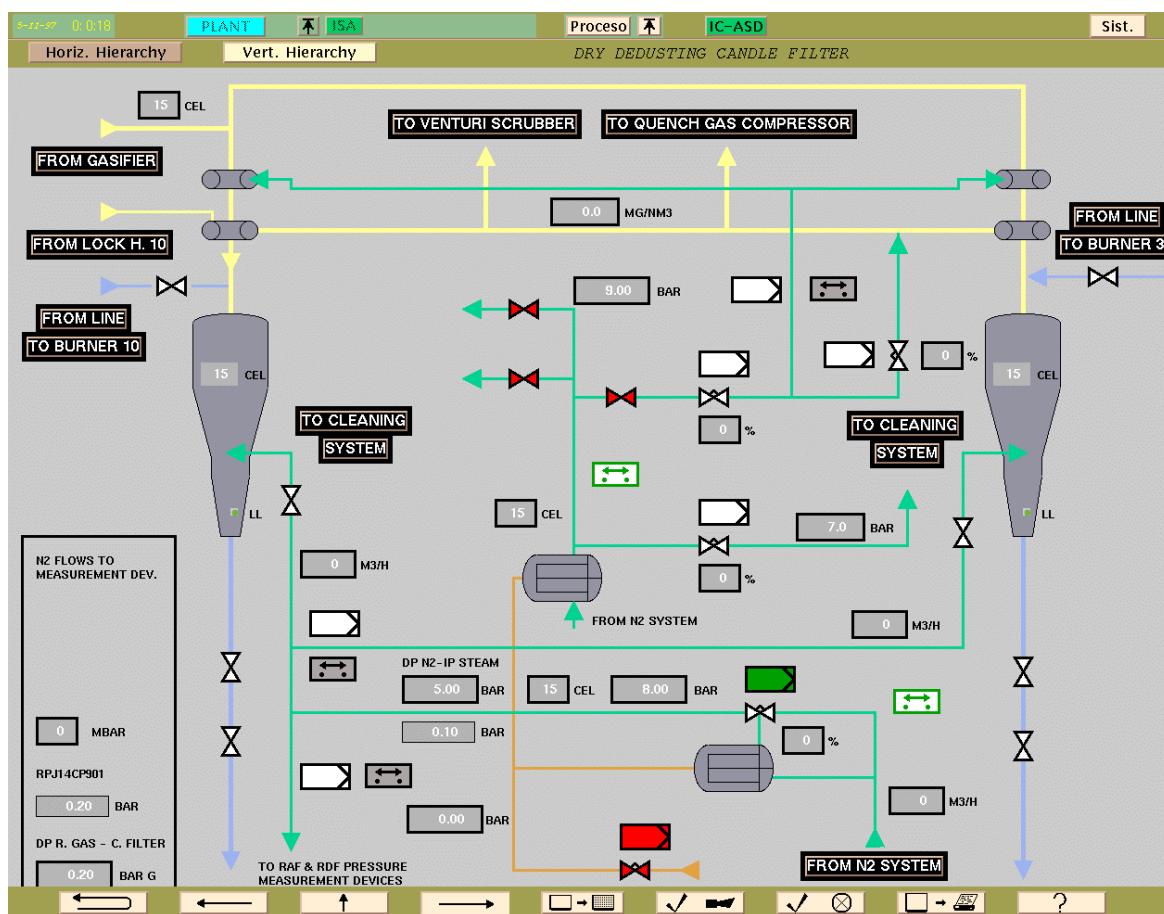


Figura 100 - Esempio di Plant Display

Le informazioni dettagliate sulla condizione dei dispositivi sull'interazione con gli attuatori sono fornite tramite la Operating Window e la Indicative Window. La differenza principale fra queste due categorie di finestra è soltanto il fatto che la Operating Window permette all'utente di eseguire

un comando (ad esempio aprire una valvola). Di seguito si riporta un esempio di Operating Window (Figura 101).

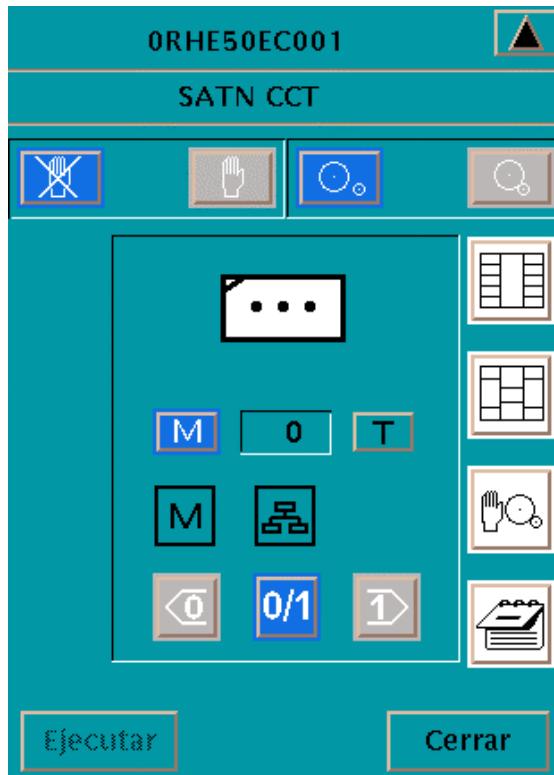


Figura 101 - Esempio di Operating Window

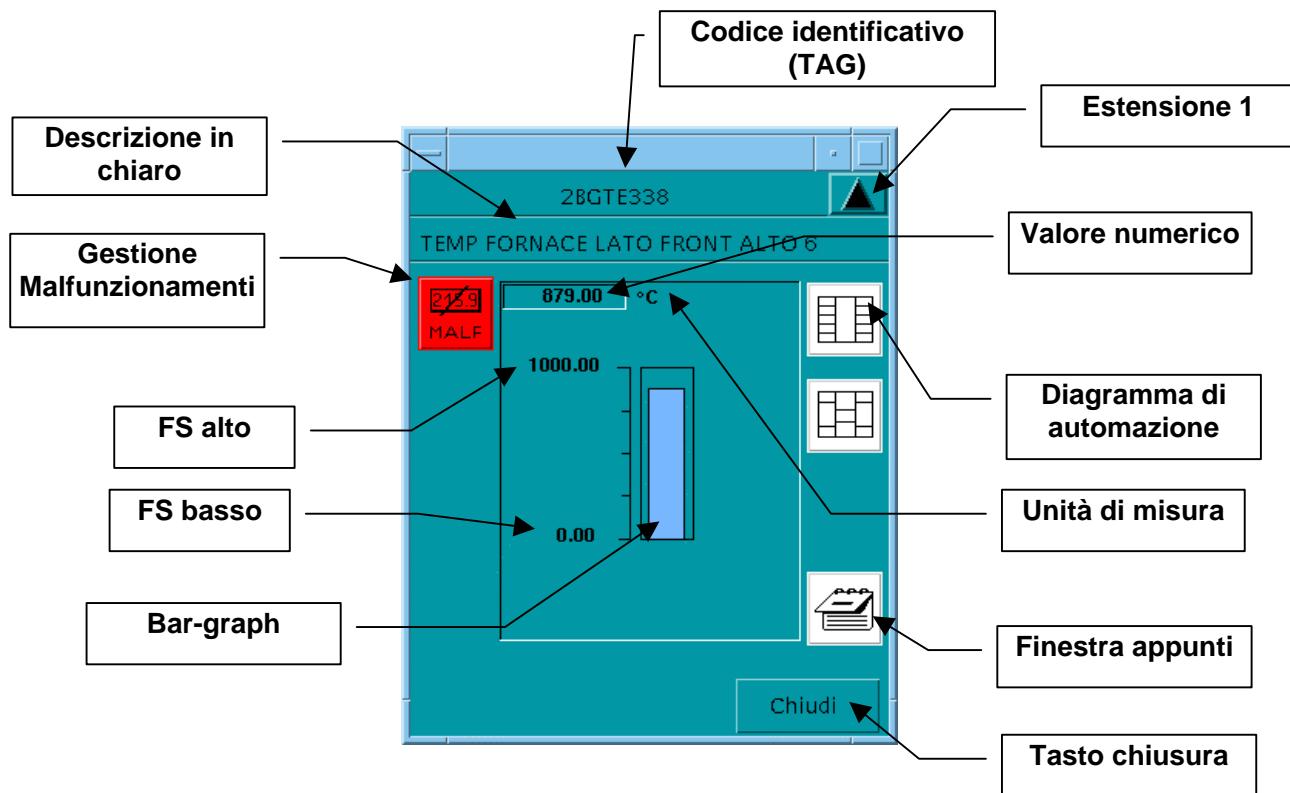


Figura 102 - Esempio di stazione di misura

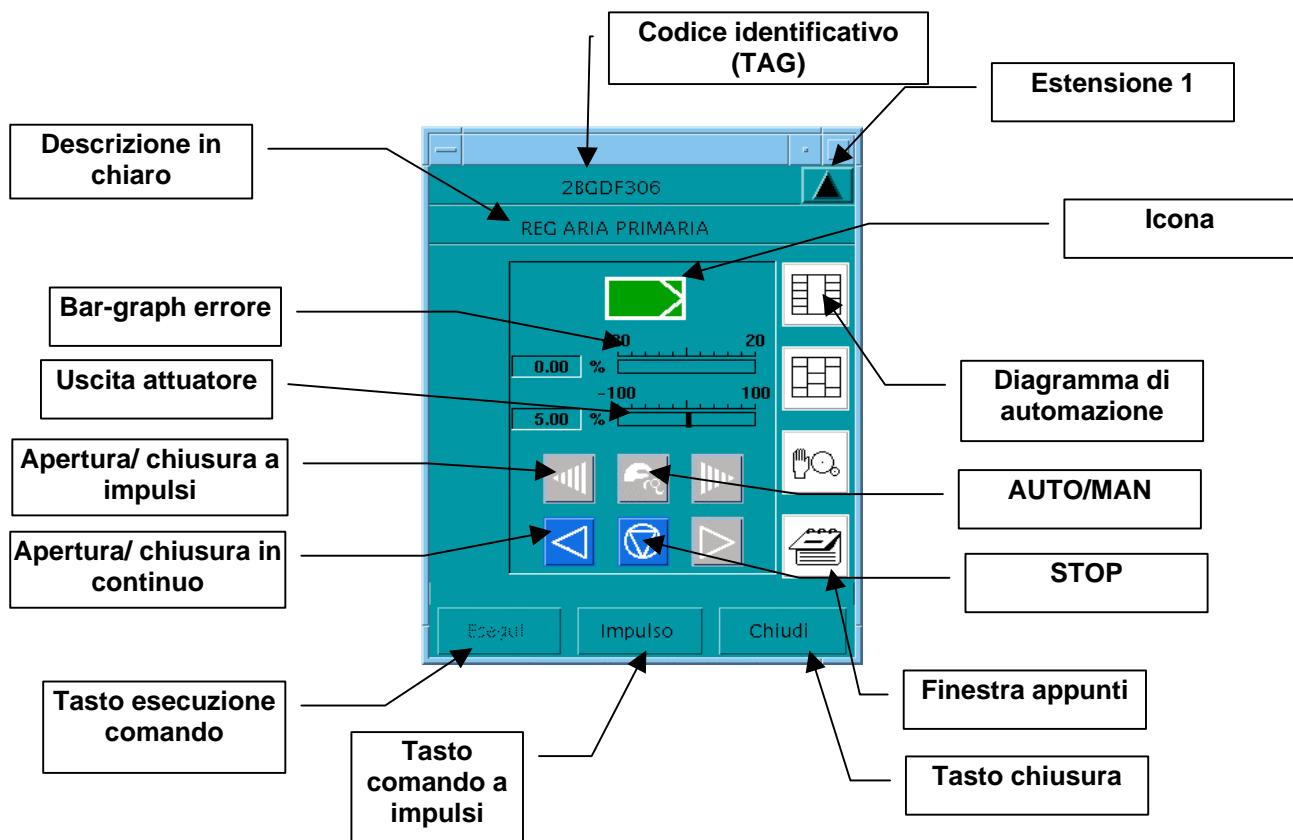


Figura 103 - Esempio di stazione di comando (regolazione master)

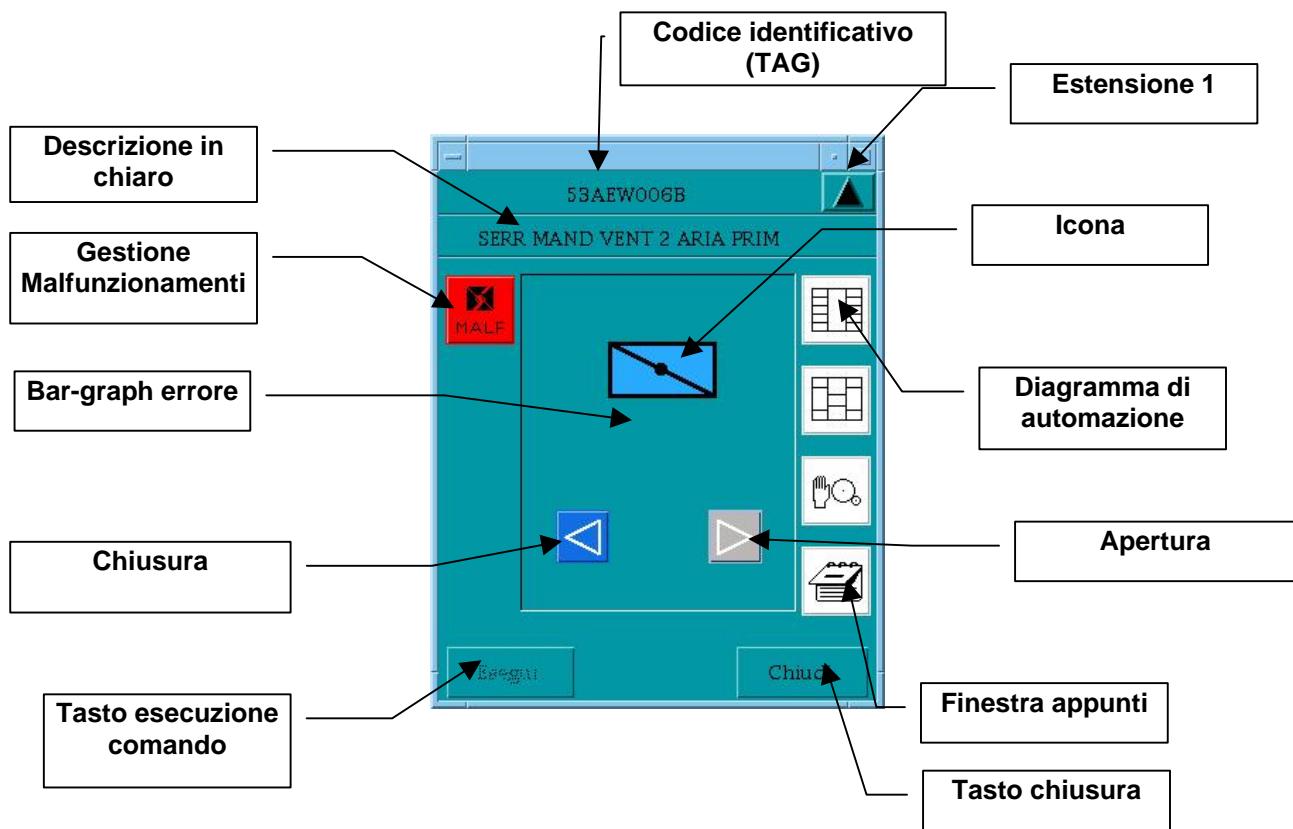


Figura 104 - Esempio di stazione di comando (stazione di comando di una valvola)

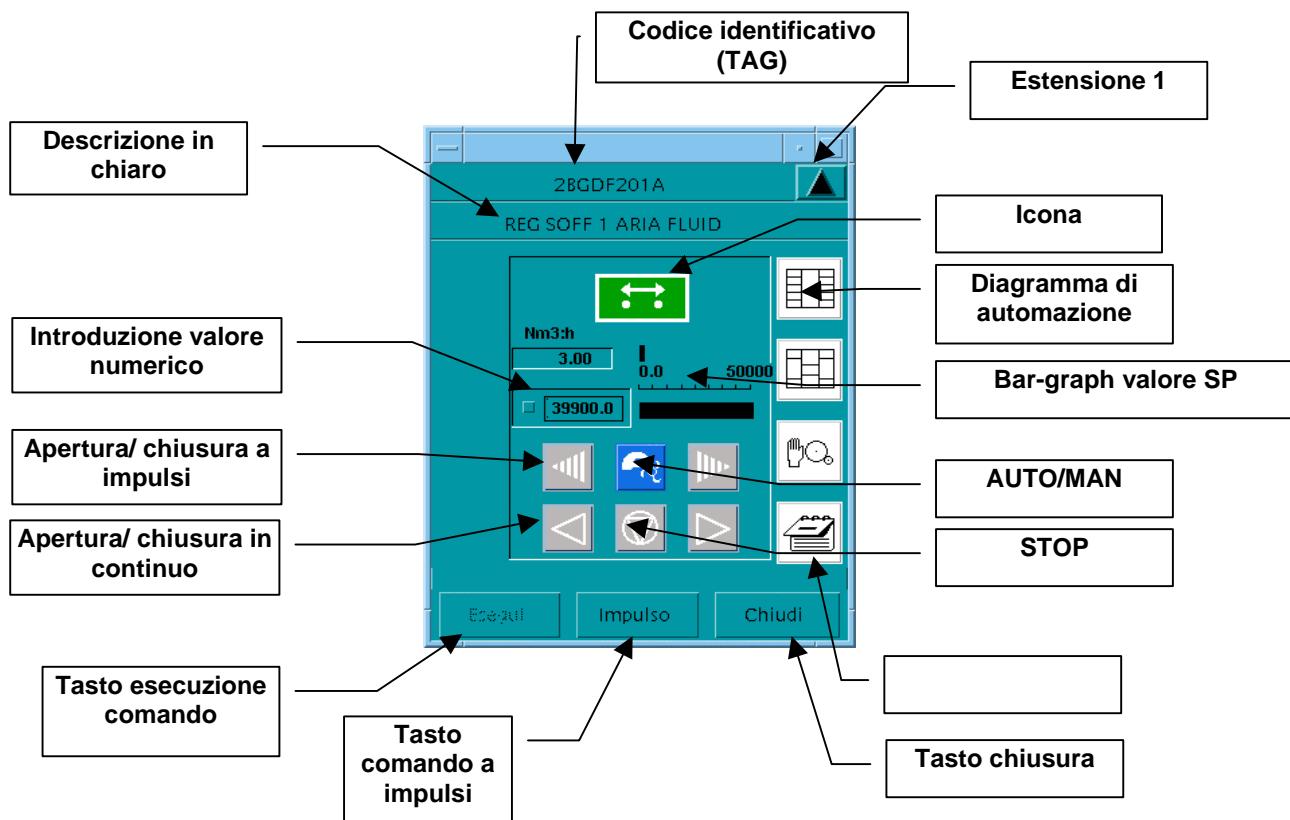


Figura 105 - Esempio di stazione di comando (stazione di impostazione set-point)

Il sistema può essere configurato per controllare le condizioni di allarme, sia delle deviazioni dai funzionamenti normali o previsti sia dei dispositivi difettosi. Quando il sistema di allarme è attivo (SCADA sta funzionando), l'MMI fornisce alcune caratteristiche supplementari, come il CAI (indicatore comune dell'allarme), e la ISA, display della sequenza di allarme di cui si riporta un esempio in Figura 109.

Un'altra caratteristica utile dell' MMI è il Curve Display che mostra la sequenza cronologica dei valori in un grafico (Figura 110).

2.4.1 Configurare la task MMI

- 1) Aprire la pagina.
- 2) Schematizzare graficamente il processo e il controllo
Selezionare **DrawBackground->Draw**, scegliere i colori premendoci sopra e tracciare le linee che schematizzino il processo.
- 3) **Add Icon** per accedere alle librerie da cui scegliere le icone dei blocchi del sistema, selezionare quelle necessarie e trascinarle nella pagina, tenendo premuto il tasto centrale. Alcune icone di apparecchiature, sulle quali si agisce direttamente modificandone dei parametri, devono essere connesse a pagine della definizione del sistema di controllo che ne descrivano il funzionamento (2.4).

4) Compilare la pagina

- Salvare e poi chiudere le pagine: si crea, per ogni pagina, il file “**nomepagina sinottico**.bkg” (ad es: **M_S1MMI01EJ001.bkg**).e il file **compress.pag** viene aggiornato con l’ultima pagina salvata.
- Selezionare **compile->all page**, che attiva la pagina;
- **file->exit**.

2.4.2 Gerarchia di plant displays (PD) e control windows (CW)

In riferimento al già citato utilizzo della libreria TELEPERM tanto per il sistema di regolazione quanto per il sistema di interfaccia uomo-macchina, viene di seguito illustrato il meccanismo di gestione e navigazione delle pagine relative all’MMI (Rizzo [35]).

Il concetto di gerarchia è utilizzato dal sistema TELEPERM, ma non solo da questo, per l’organizzazione di due principali funzioni:

- la navigazione nelle pagine video, che permette di raggiungere elementi contenuti in pagine video specializzate, partendo da pagine di alto livello e spostandosi rapidamente a quelle di dettaglio senza la necessità da parte dell’operatore di memorizzare il nome o la posizione della pagina cercata
- la separazione in aree degli allarmi e la possibilità di navigare direttamente dalla pagina allarmi (o parimenti dai riassuntivi presenti in ogni pagina) al sinottico dove questo è più efficacemente osservabile dall’operatore. Infatti mediante la gerarchia ogni allarme è assegnato ad una control window⁴⁴

Le task REGO e MMI utilizzano la libreria TELEPERM, emulazione dell’omonimo sistema di controllo SIEMENS.

Il seguente diagramma illustra l’organizzazione della gerarchia tra PD e CW.

Nell’esempio seguente il sinottico PD1 è quello che generalmente contiene i dati salienti di tutto l’impianto. Da qui l’operatore può raggiungere il PD2, PD3 e PD4 che rappresentano solitamente aree impianto. Da ognuno di essi è poi possibile raggiungere ulteriori PD contenenti il dettaglio di sistemi dell’area a cui sono collegati. Chiaramente ogni sinottico può avere un solo “padre” e differenti “figli”.

Le CW si trovano a livello più basso della gerarchia, hanno un solo padre e non possono avere figli. Ciò non significa che una stazione deve risiedere solo in un determinato sinottico, ma che dal punto di vista della navigazione a seguito d’allarme, il salto pagina tra allarme, sia partendo dal riassuntivo che dalla pagina allarmi, avviene attraverso il PD a cui è assegnata la CW assegnata all’allarme.

⁴⁴ Con il termine Control Window si intendono sia le Operating che le Indicator Windows, cioè sia finestre di controllo che quelle di indicatori.

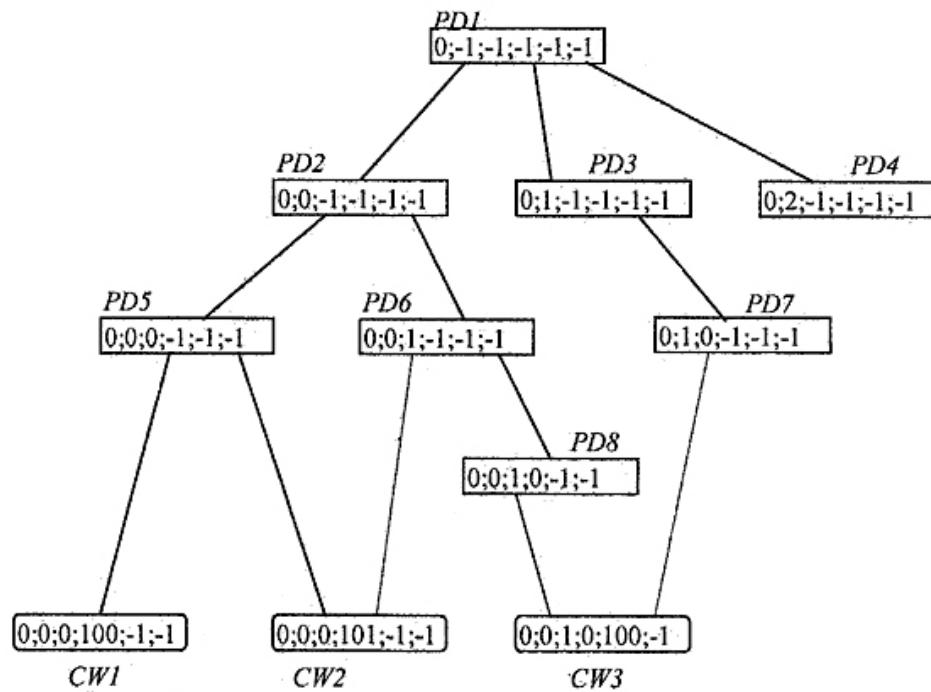


Figura 106 - Diagramma delle gerarchie

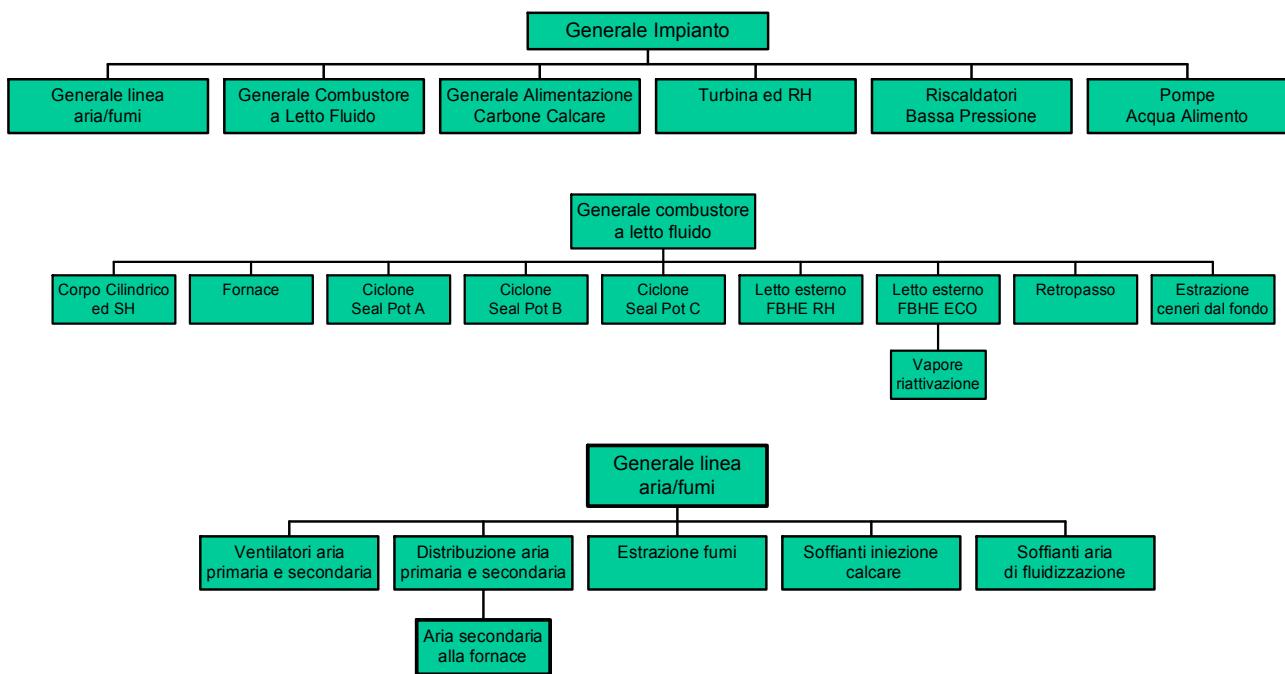


Figura 107 – Esempio di gerarchia dell'impianto a letto fluido del Sulcis



L'energia che ti ascolta.

AREA TECNICA RICERCA

Uso ristretto

Pag 196 di 579

2.4.3 Assegnazione della gerarchia

La gerarchia è un attributo numerico che deve essere assegnata a tutti gli elementi attivi del MMI, composto da sei cifre contenute nelle tabelle CW nei campi H1, .., H6. La gerarchia delle CW avrà i primi campi uguali a quello del sinottico di cui è figlia, mentre l'ultimo campo significativo (quelli non utilizzati devono avere il valore -1) sarà il suo progressivo. Tale valore, a differenza degli altri, sarà numerato a partire dal numero 100.

La struttura dell'albero delle gerarchie deve sempre essere completa, vale a dire che deve sempre esistere un sinottico generale (gerarchia 0, -1, -1, -1, -1, -1) e che non può esistere un sinottico di terzo livello (gerarchia 0, 1, 1, -1, -1, -1) se non esiste il corrispettivo padre di secondo livello (gerarchia 0, 1, -1, -1, -1, -1). Naturalmente lo stesso vale per ogni livello di PD.⁴⁵

Mentre la gerarchia dei PD deve essere assegnata manualmente, l'assegnazione delle gerarchie delle CW può essere effettuata tramite una procedura automatica. Tale procedura è attivabile mediante il tasto “Computing the CW hierarchy” della maschera principale. Una volta lanciata, la procedura assegna automaticamente la gerarchia alle CW presenti in un unico PD, mentre qualora questo sia presente in diversi PD di pari livello gerarchico, chiede di selezionare a quale di questi va associata la gerarchia che la procedura automatica presenta nei casi di assegnazioni multiple di una CW.

Nel caso di CW assegnate a PD di diverso livello, verrà automaticamente selezionato quello di livello più basso.

Qualora sia necessario, è possibile ricalcolare la gerarchia di una o più CW già assegnate in precedenza mettendo a “NO” il campo “Assigned Hyerarchy” nella tabella Control Windows.

2.4.4 Inserimento di una malfunzione

Esistono due classi di allarmi:

- segnalazioni legate allo stato del processo
- segnalazioni legate allo stato del componente

Esistono parimenti cinque tipi di allarmi:

- allarmi di fault
- allarmi di alto
- allarmi di altissimo
- allarmi di basso
- allarmi di bassissimo

⁴⁵ Ogni livello può contenere fino a 255 elementi

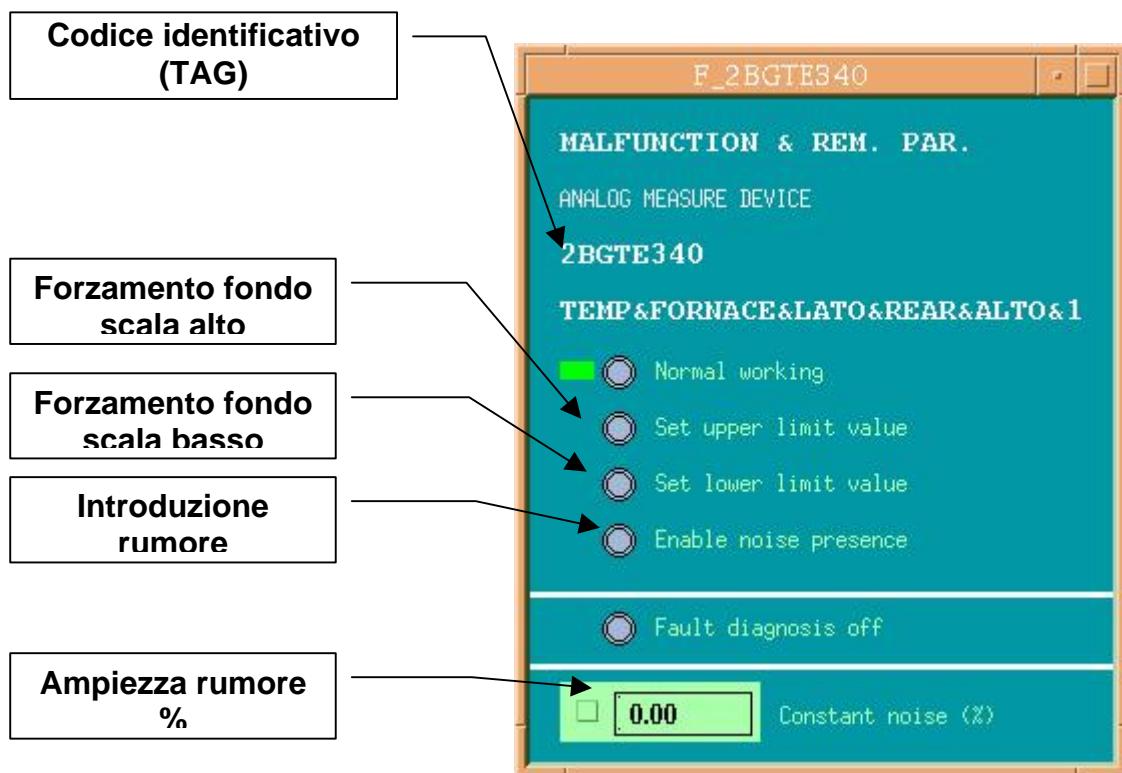


Figura 108 – Stazioni di generazione malfunzioni

Per inserire un guasto (malfunzione) è necessario disporre delle autorizzazioni da istruttore. Con un click sull'icona rossa della CW è possibile configurare una situazione di allarme, di cui gli utenti allievi vedranno solo le conseguenze sul processo.

Una volta attivata la malfunzione sull'header della finestra TELEPERM si accendono i CAI (Control Alarm Indicator), visualizzati come icone rosse.

Per aprire la pagina allarmi è sufficiente un click sul pulsante ISA, anch'esso posto nell'header.⁴⁶

⁴⁶ L'header è sempre visibile e accessibile indipendentemente dal livello in cui l'operatore si trovi.

2.4.5 La modalità Event driven

Con questa espressione si intende la possibilità fornita dal sistema di gestione allarmi di sfruttare le gerarchie per risalire rapidamente al PD più utile per la segnalazione. Nel caso di accensione singola, cliccando sull'allarme si viene indirizzati al PD relativo. Se ho accensioni multiple (simultanee) si viene indirizzati al livello più basso comune agli allarmi accesi.

Per attivare la modalità event driver è sufficiente un click su una delle spie CAI accese.

2.4.6 Generazione delle stazioni

La generazione delle stazioni è necessaria per far diventare interattive le pagine configurate e gli oggetti. Si utilizzano i 3 database **N_winDBR.list**, **N_winDGWI.list** e **N_winDKR1.list** per documentare lo stato del simulatore e predisporre la regolazione.

Dalla *shell* ci si pone nella directory **o_win** dove devono essere importati i suddetti data-base da modificare in maniera opportuna .

N_winDBR.list		
CAMPO	STRINGA	ESEMPIO
@#L@TITLE	O_”nome fase”_DBR	O_1REG01TA001_DBR
@#L@TOPDES2	”nome fase”	1REG01TA001
@#L@TOPDES3	“descrizione pagina”	SP&TEMP&USC&H2O
@#L@FUNDIA	“nome pagina”	A002
@#V@S087	tag name	0D01HO-A00201HO-HOTW
@#V@OFFSET	valore di offset	0.0
@#V@SCAL	valore di scala	1.0
@#V@LOWLIM	limite inferiore della scala	20.0
@#V@HIGHLIM	limite superiore della scala	60.0
@#V@KKS_SPC	“nome fase”	1REG01TA001
@#V@UNMIS	unità di misura	C
@#L@HIER	gerarchia dei collegamenti	0,1,104,-1,-1,-1
@#V@TASK	nome task	HOTW

Tabella 12: tabella dei dati del DB N_winDBR.list

CAMPO	STRINGA	ESEMPIO
@#L@TITLE	O_”nome fase”_DGWI	O_1POS01US001M_DGWI
@#L@TOPDES2	”nome fase”	1 POS01US001M
@#L@TOPDES3	“descrizione pagina”	POS&VLV&USC
@#L@FUNDIA	“nome pagina”	A001
@#L@ISTSTA	F_”nome pagina” (eventuale pagina di malfunzionamento)	F_1POS01US001
@#V@S531	tag name (legato al misuratore di posizione della valvola)	0700HO-A00100HO-HOTW
@#V@OFFSETVAL	valore di offset	0.0
@#V@SCALVAL	valore di scala	1.0
@#V@UNMIS	unità di misura	%
@#V@YMARK01	-	115
@#V@COLMARK01	-	#02029797a4a4
@#V@YMARK02	-	225
@#V@COLMARK02	-	#02029797a4a4
@#V@YMARK03	-	170
@#V@COLMARK03	-	#02029797a4a4
@#V@YMARK04	-	150
@#V@COLMARK04	-	#02029797a4a4
@#V@KKS_MEAS	“nome fase”	1 POS01US001M
@#L@HIER	gerarchia dei collegamenti	0,1,102,-1,-1,-1
@#V@TASK	nome task	HOTW
@#V@HIGHLIM	limite superiore della scala	80.0
@#V@LOWLIM	limite inferiore della scala	0.0

Tabella 13: tabella dei dati del DB N_winDBR.list

N_winDKR1.list		
CAMPO	STRINGA	ESEMPIO
@#L@TITLE	O_”nome fase”_DKR1	O_1REG01TA001_DKR1
@#L@TOPDES2	”nome fase”	
@#L@TOPDES3	“descrizione pagina”	REG&TEMP&USC&H2O
@#L@FUNDIA	“nome pagina”	A003
@#L@ISTSTA	F_“nome pagina” (eventuale pagina di malfunzionamento)	F_1 REG01TA001
@#V@S531	tag name (legato al misuratore di posizione della valvola)	0T02HO-A00302HO-HOTW
@#V@S580	tag name (indica il blocco principale della valvola: CONTROL INTERFACE)	0K02HO-A00302HO-HOTW
@#V@SERR	tag name (indica il campo di errore)	UU0I02HO- A00302HO-RHOTW
@#C@MEDIA	(indica il colore della valvola)	Green_sim
@#V@KKS_ACT	“nome fase”	1 REG01TA001
@#V@KKS_MEAS	-	ALWAYSFALSE
@#L@HIER	gerarchia dei collegamenti	0,1,103,-1,-1,-1
@#V@TASK	nome task	HOTW

Tabella 14: tabella dei dati del DB N_winDBR.list

In particolare si definisce *tag name* come la stringa contenente:

- “sigla oggetto”: *0D*, visibile con il comando `option->set visual mode->modul` nelle pagine di definizione del sistema di controllo;
- “ordine creazione pagina”“iniziale nome task”: *01HO*;
- “nome pagina”: *A002*;
- “ordine creazione pagina”“iniziale nome task”: *01HO*;
- “nome task”: *HOTW* (da *r_hotw*).

Sempre nella directory **o_win**, si digita:

- **mkstaz N_winDBR** e nella cartella si creano 2 file (ad es: **O_1REG01TA001_DBR.pag** e **.bkg**);
- **mkstaz N_winDGWI** e nella cartella si creano 4 file (ad es: **O_1TMP01US001_DGWI.pag** e **.bkg** e **O_1POS01US001M_DGWI.pag** e **.bkg**);
- **mkstaz N_winDKR1** e nella cartella si creano 4 file (ad es: **O_1REG01TA001_DBR1.pag** e **.bkg** e **O_1VLV01MN001_DBR1.pag** e **.bkg**).

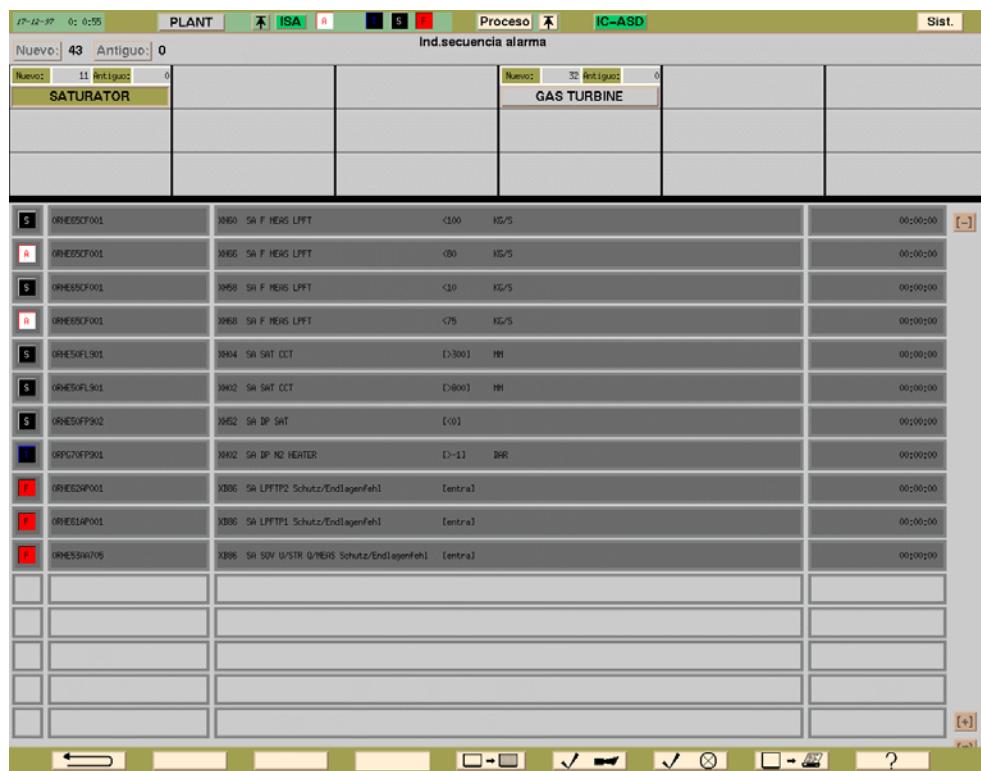


Figura 109 - Esempio di ISA

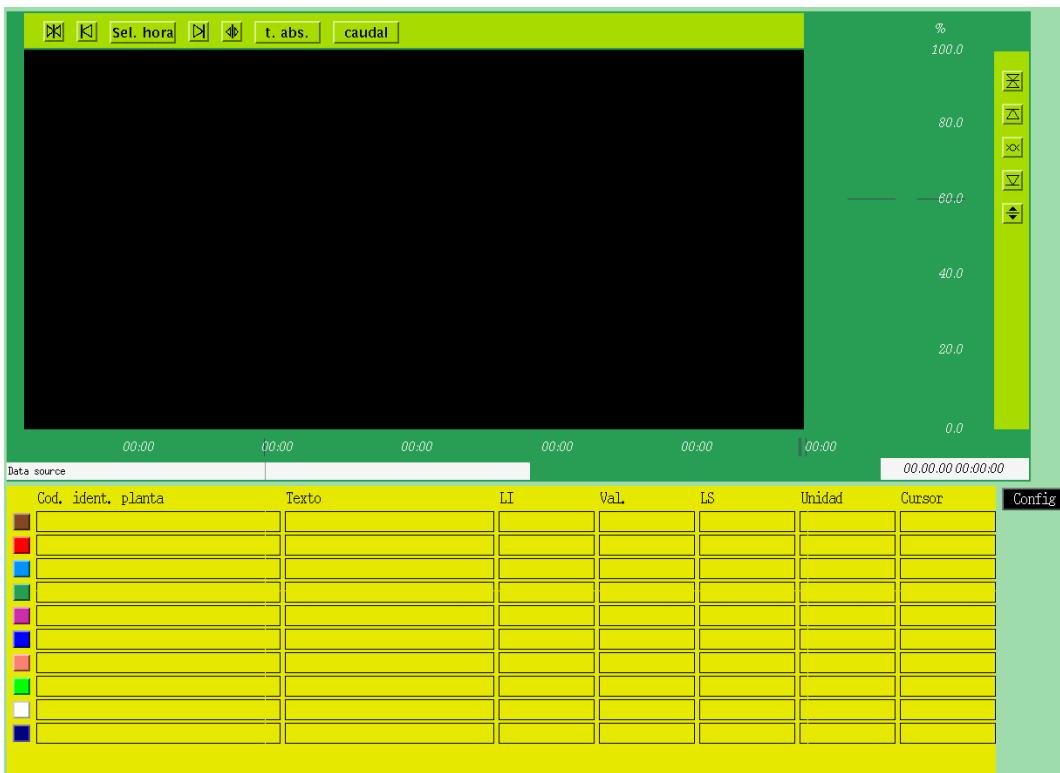


Figura 110 - Esempio di Curve Display

2.4.7 Definizione delle OW (Operating Window)e IW (Indicating Window)

L'attività è da intendersi nell'ipotesi che i Plant Displays siano già stati configurati e che il DataBase di Automazione sia stato precedentemente compilato per ciò che concerne la tabella "Operating/Indicating Windows", la tabella "Op/Ind Windows - Plant Display" e la tabella "Op/Ind Windows - Siemens Page".

Per semplicità si considera inoltre la configurazione delle O.W. e I.W. relative ad una sola task di automazione.

1. Consultare la lista "MMI Operating / Indicating Windows" in allegato, contenente l'elenco delle tipologie di O.W. e I.W. da implementare. Per ciascun componente, vengono specificati la configurazione e l'indirizzo del caso test dove è stata eseguita l'implementazione e la verifica di funzionamento.
2. Per l'esecuzione dell'attività 5. occorre disporre e consultare la lista "Operating Windows Hyerarchy" relativa alla task di automazione in oggetto. Questa contiene l'elenco di tutte le O.W. e I.W. relative alla task di automazione secondo il contenuto del DataBase da Voi compilato. Le O.W. e I.W. sono suddivise per tipologia secondo la nomenclatura correttamente specificata in allegato "MMI Operating / Indicating Windows".

NB → Qualora, nell'esecuzione delle attività 5. e 6., si riscontrassero delle incongruenze nel documento "Operating Windows Hyerarchy", è necessario intervenire nel DataBase di Automazione al fine di correggere gli errori.

3. Accedere al server NT con il proprio utente di lavoro.
4. Aprire con Access il Database delle Windows "staz.mdb" che si trova nella directory /usr/users/gementi/databases.
5. Per ciascuna tipologia di O.W., completare i campi contenuti nella corrispondente tabella del Database delle Windows:
 - Il campo @#L@TITLE deve essere esattamente lo stesso codice composito presente nel pictograph relativo alla O.W. in esame istanziato nel/nei Plant display(s), nella sezione "Geometric" alla voce "Pagina di stazioni collegata". Questo codice è rigidamente costruito nel modo seguente:

O_KKScode_Owtype

E' quindi necessario verificare il contenuto del pictograph. Per fare ciò occorre aprire in configurazione (programma "**config**") i Plant Displays dell'area di impianto di interesse presenti nei direttori:

```
"usr/users/gementi/puertollano/plant_display/fa4/pag"  
"usr/users/gementi/puertollano/plant_display/fa3/pag"  
"usr/users/gementi/puertollano/plant_display/fa1/pag"  
"usr/users/gementi/puertollano/plant_display/fa9/pag"
```

La lista "Operating Windows Hyerarchy" indica il Plant Display ove è presente il pictograph della O.W. in esame.

*NB → Qualora, nell'esecuzione di questa sottoattività, si riscontrassero delle incongruenze nella configurazione dei **Plant Displays**, è necessario prenderne nota ed informare la persona preposta alla loro manutenzione nel direttorio di riferimento.*

- Il campo @#L@TOPDES2 deve contenere il solo codice KKS del Diagramma Funzionale da cui è animata la O.W. (la dicitura deve essere in maiuscolo). Tale informazione va riportata anche nella tabella KKS_DESCR.
- Il campo @#L@TOPDES3 deve contenere la descrizione del Diagramma Funzionale da cui è animata la O.W. (la dicitura deve essere in maiuscolo). Tale informazione va riportata anche nella tabella KKS_DESCR.

- Il campo **@#L@ISTSTA** deve essere il medesimo presente nelle vecchie versioni dei file “**winFFF.list**”.
- Il contenuto dei campi di indirizzamento ai FB dei diagrammi Funzionali RegoMMI già presenti nelle vecchie versioni dei file “**winFFF.list**” deve essere mantenuto assolutamente invariato, tenendo conto che solo le sigle dei campi stessi sono cambiate in relazione alla sostituzione delle tipologie dei FB (p.es. **@#V@SICI** → **@#V@S560** , **@#V@SCON** → **@#V@S176** , **@#V@SSGC** → **@#V@S138**, etc...).
- Si sottolinea come alcuni campi di indirizzamento ai FB RegoMMI siano stati eliminati, e come il campo **@#V@SERR** contiene ora l'intero indirizzo della variabile LEGOCAD®.
- Il contenuto dei campi di dimensionamento **@#V@xxx** (con xxx = LOWLIM, HIGHLIM, SCALVAL, OFFSET, UNIMIS, etc...) già presenti nelle vecchie versioni dei file “**winFFF.list**” devono essere mantenuti assolutamente invariati.
- Il campo **@#C@MEDIA** deve essere ottenuto dal codice composito presente nel pictograph relativo alla O.W. in esame istanziato nel/nei Plant display(s), nella sezione “Specific” alla voce “Program file name (.prg)”. Questo codice è rigidamente costruito nel modo seguente:
.....*Color_sim*
- I campi **@#C@KKS_xxx** (con xxx = ACT, MEAS, SLC, SGC, GC, SPC, CLC, etc...) sono relativi all’indirizzamento della variabile di riconoscimento allarme proveniente dallo SCADA ed utilizzata per bloccare il lampeggio del pictograph in caso di avvenuto riconoscimento dell’allarme. Si sottolinea come su una singola O.W. possono essere istanziati più di un pictograph soggetto a lampeggio.
Ciascuno di questi campi (per ciascuna O.W. ce ne sono tanti quanti i pictographs lampeggianti) deve essere riempito con il codice KKS della O.W. specificatamente relativa al pictograph in esame, ottenuto dal campo **@#L@TITLE** ed in particolare dalla sezione **O_KKScode_Owtype** del proprio file “**N_winFFF.list**”.

Per i componenti meccanici (O.W. **N_winDES1**, **N_winDES3**, **N_winDSR1**, **N_winDSR3**, **N_winDKR1**, **N_winDKR3**, **N_winDKR7**) di cui e’ previsto nel Teleperm XP il diagramma funzionale di misura di posizione, occorre scrivere nel campo **@#C@KKS_MEAS** del relativo file “**N_winFFF.list**” il contenuto del campo **@#L@TITLE** (sezione **O_KKSCode_OwType**) del file “**N_winDGWM.list**” relativo alla I.W. della misura di posizione.

Per i componenti meccanici di cui non e’ previsto nel Teleperm XP il diagramma funzionale di misura di posizione e per i quali e’ quindi stata implementata una pagina di misura ad hoc al solo fine di animare il display di misura all’interno della O.W., occorre scrivere nel campo **@#C@KKS_MEAS** del relativo file “**N_winFFF.list**” la parola **ALWAYSFALSE**.

Sarà infatti presente nello SCADA^(*) un allarme interno con la **ALWAYSFALSE\$F** che sara’ sempre “non attivo”.

^(*) In assenza di questo segnale occorre generare da una qualsiasi task di automazione (l’unica disponibile se e’ in corso un’attività ‘single task’ ovvero la task ‘SPSN’ se si sta configurando un simulatore ‘multitasks’) un segnale che sia sempre falso e che abbia la tag **ALWAYSFALSE** nel campo descrizione. Il DataBase allarmi e’ già provvisto di questo segnale.

- Il campo **@#L@HIER** deve essere compilato con il codice composito presente nel documento “**Operating Windows Hyerarchy**”.

In alternativa alla compilazione manuale (editing) del campo **@#L@HIER**, si può optare per la compilazione automatica previo inserimento nel campo **@#L@HIER** di un codice identificativo univoco per la riga (es. -1,-1,-1,-1,-1,-1). La compilazione automatica si basa sulla presenza nel directory di lavoro “*usr/user/.../legocad/r...reg_N*” del file “**sosti.dat**” generato dal DataBase di automazione e contenente l’elenco di tutte le O.W. / I.W. (aventi gerarchia assegnata) con la relativa gerarchia. L’operazione viene attivata dal comando:

sosti.sh

e prevede la sostituzione dei file “**N_winFFF.list**” mantenendo le vecchie versioni e rinominandole “**N_winFFF.list.old**”, e la generazione del file di diagnostica “**sosti.sh.log**”.

6. Per le due tipologie di I.W., in generale vale quanto esposto per le O.W.. Una nota particolare và fatta per la definizione dei campi relativi alla qualificazione dei “markers”.

Gli n markers sono relativi esclusivamente agli n (n = 1,..,4) segnali logici generati internamente al FB S531 e identificati dal sistema di gestione SCADA quali allarmi di tipo A, P e T. Al fine di eseguire l’analisi occorre quindi riferirsi al Diagramma Funzionale di misura relativo alla I.W. in esame per valutare il numero potenziale di markers, ed al documento “**Alarms List**” per poterli qualificare in termini di tipologia. Al termine dell’analisi, per ciascun marker da inserire, è definito il tipo di allarme (→ e quindi il colore), e il valore percentuale di soglia del segnale logico (→ e quindi la posizione relativa al bar chart). Di conseguenza devono essere compilati:

- I campi **@#V@COLMARK0k**, che rappresentano il colore del marker k-esimo in funzione del tipo di allarme, secondo la tabella seguente:

Alarm Type	Colore	Codice Esadecimale
A - Alarm	Rosso	#ffff00000000
P - Protection	Giallo	#ffffffff0000
T - Tolerance	Blu	#00000000ffff

Qualora il segnale k-esimo non sia definito nel FB S531, ovvero l’allarme connesso non sia del tipo A, P o T, è necessario specificare il colore del marker k-esimo con il codice esadecimale #02029797a4a4 relativo al colore di sfondo della I.W..

- I campi **@#V@YMARK0k**, rappresentano la ordinata del “marker k-esimo in relazione alla posizione assoluta del bar chart all’interno della I.W.. Al fine di eseguire il corretto posizionamento, si noti come l’ordinata 115 corrisponde alla posizione superiore in relazione al bar chart (relativa quindi ad una soglia corrispondente al 100% del range analogico del segnale), mentre l’ordinata 225 corrisponde alla posizione inferiore in relazione al bar chart (relativa quindi ad una soglia corrispondente allo 0% del range analogico del segnale).

7. Effettuare la copia dei campi “Descrizione” e “KKS” di tutte le nuove stazioni nella tabella KKK_DESCR.

Quanto segue e’ da intendersi opzionale e dedicato alla instanziazione delle O.W. e I.W. (file “**O_xxx.pag**”) nella directory ove risiede la task di automazione allo scopo di eseguire un test dedicato.

8. Per ciascuna categoria di O.W. / I.W. effettuare l’esportazione della query del Database delle Windows ad essa associata:

- Selezionare la query e quindi premere il tasto “struttura”. Posizionarsi sul campo “**TASK**” e, nella casella “**Criteri**”, immettere il nome della task di automazione di cui

si vogliono estrarre le stazioni. Verificare, passando in modalità “Visualizzazione foglio dati” la congruenza dei dati estratti, salvare e chiudere la query.

- Dopo aver verificato che la query sia ancora selezionata, aprire il menu file e scegliere l'opzione “Salva con nome/esporta...”
- Scegliere l'opzione “In un file o database esterno”, quindi premere il tasto OK. Immettere come nome del file, nella schermata successiva, “**N_winXXX.tab**”, e salvarlo come tipo **file di testo** nella propria directory di lavoro. Premere infine il tasto “Esporta”.
- Seguire il percorso dell'autocomposizione esportazione testo. In particolare, nella seconda schermata, selezionare “{nessuno}” come qualificatore testo, marcare la casella “**Nomi di campo nella prima riga**” e scegliere “**Tabulazione**” come delimitatore di campo. Terminato il procedimento, una finestra comunica l'esito dell'esportazione.

9. Posizionarsi nel proprio utente di lavoro Unix.
10. Per ciascuna task di automazione ove implementare le O.W. e I.W., posizionarsi in “**usr/user/.../legocad/r_...reg_N**”.
11. Copiare tutti i file **N_winXXX.tab** generati nel Database delle Windows, via ftp (in modalità ASCII), nella directory di pertinenza della task. Effettuare la generazione dei file con estensione .list, compatibili con la procedura di elaborazione preesistente, mediante il comando **punt2canc.sh**.
12. Per ciascuna tipologia di O.W. e I.W. prevista dalla task di automazione in oggetto, creare i relativi file **O_KKScode_Owtype.pag** eseguendo il comando **mkstaz**
13. Con il programma “**config**” eseguire il caricamento delle O.W. e I.W. e la loro compilazione MMI.

3 Manutenzione e documentazione del simulatore [1], [2], [3], [10], [11], [12], [9]

In questo capitolo vengono descritti i principali strumenti per la gestione di un progetto di simulazione.

Si fa riferimento essenzialmente ad un DBMS e ai software di gestione di progetti (Tortoise).

3.1 **DBMS – Data Base Management System**

Come già accennato nel capitolo 1.2 il DBMS (DataBase Management System) svolge più funzioni verificando l'integrità delle informazioni:

1. nella fase di analisi della documentazione di progettazione e di collaudo il DBMS consente di tenere un archivio elettronico con i riferimenti all'archivio cartaceo della documentazione d'impianto. In generale la documentazione in fase di progetto è diversa da quella relativa alla realizzazione, per cui il cliente perde memoria delle modifiche che vengono chieste al costruttore. E' importante poter risalire alle varie release della documentazione
2. nella fase di sviluppo delle task di processo del simulatore, il DBMS consente di catalogare tutti i componenti d'impianto distinguendo quelli simulati da quelli non simulati, memorizzando l'associazione con i blocchi istanziati nelle task di processo e con la documentazione d'impianto. La catalogazione è utile durante la redazione delle specifiche funzionali perché permette di effettuare delle estrazioni di liste di componenti con alcuni criteri di selezione.
3. nella fase di sviluppo delle task di processo il DBMS insieme con altri strumenti (MAD) consente di determinare la configurazione e l'inizializzazione dei blocchi istanziati nelle task di processo. Attualmente tale configurazione e inizializzazione non è integrata con l'ambiente di simulazione ma deve essere trasferita a mano nell'ambiente di simulazione.
4. nella fase di sviluppo delle task di regolazione il DBMS consente di catalogare i componenti del sistema di regolazione/automazione dell'impianto memorizzando l'associazione con i blocchi attraverso opportune variabili di scambio.
5. nella fase di sviluppo delle task MMI il DBMS consente di catalogare i sinottici dell'impianto memorizzando l'associazione i componenti del sistema di regolazione/automazione attraverso opportune variabili di scambio. La catalogazione è utile durante la redazione delle specifiche funzionali perché permette di effettuare delle estrazioni di liste di componenti con alcuni criteri di selezione.
6. nella fase di integrazione del simulatore intero (task di processo, task di regolazione, task MMI) il DBMS consente di generare i files necessari all'ambiente di simulazione ALTERLEGO® per consentire all'ambiente RUN-TIME di manovrare il simulatore tramite i sinottici MMI.

Di seguito verranno fornite le descrizioni del DBMS utilizzato per l'ambiente di simulazione ALTERLEGO®. implementato nella duplice versione MS ACCESS 97 per sistemi operativi NT, Windows2000 e MS ACCESS 2002 per sistemi operativi XP.

In fase di manutenzione ci si trova spesso di fronte a un numero molto elevato di variabili. In queste circostanze l'utilizzo di un sistema di taggatura con costruzione di databases risulta indispensabile.

Il DBMS attualmente utilizzato nello sviluppo di un simulatore è costituito diversi DB integrati.

Il primo gruppo di questi è utilizzato per la gestione dei dati del processo. Il DBMS “**Configuratore dei simulatori**” integra diversi DB Access. Tali DB sono:

- **Configuratore dei simulatori:** si tratta di un DB Access che collega tra loro gli altri DB.
- **DB Plant:** database generale di impianto (Plant.mdb) che regista la documentazione di impianto e la sua posizione in archivio con la codifica, l'area impianto, i gruppi funzionali impianto e i sistemi impianto.
- **DB CAM** (Component Actuator Measure): database (cam.mdb) (COMPONENT - ACTUATORS - MEASURES) d'impianto che regista:
 - dati caratteristici componenti di impianto
 - dati caratteristici attuatori
 - dati caratteristici misure
 - task di processo
 - task di regolazione
 - codifica specifiche funzionali redatte
- **DB CBL** (Component Block List): database CBL.mdb (COMPONENT to BLOCK LIST) che regista la configurazione dei moduli di modellizzazione task di processo e dati componenti di impianto afferenti ai singoli moduli.

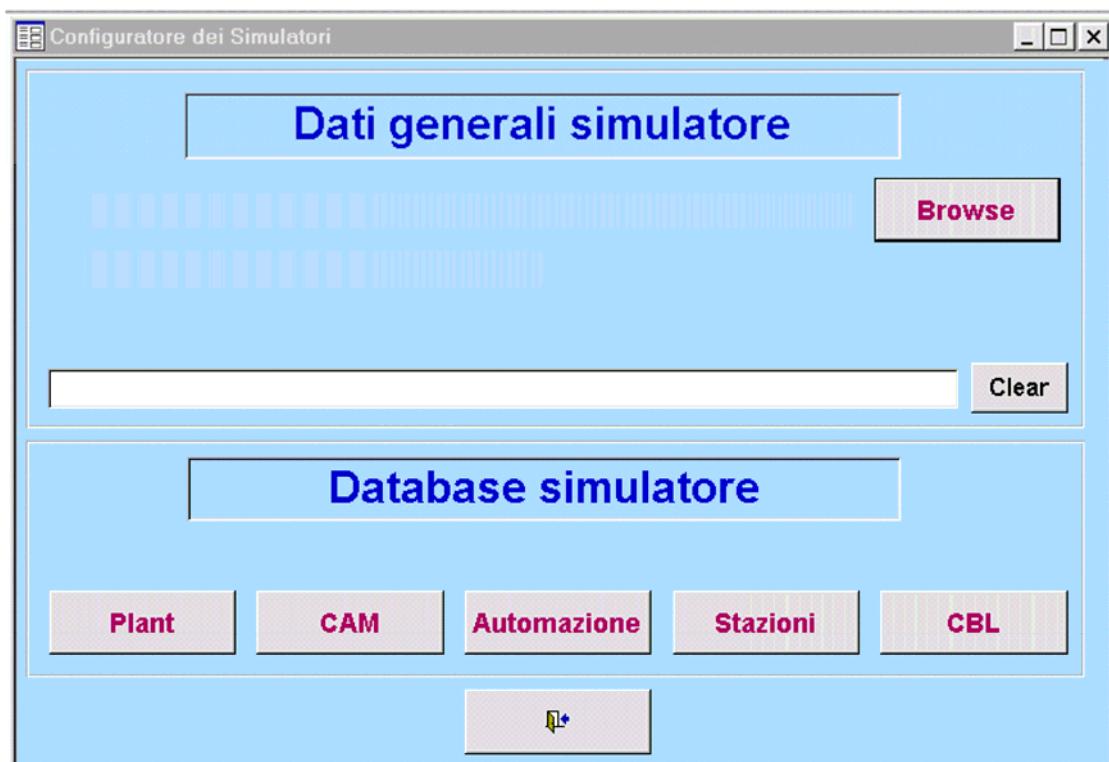


Figura 111 – Configuratore dei simulatori

Il secondo gruppo è utilizzato per la gestione dei dati dell'automazione. Tali DB sono:

- **Automazione:** il database dell'automazione (automazione_link.mdb) che registra e
 - codifica nomi componenti di impianto
 - pagine di regolazione implementate
 - sinottici di impianto implementati
 - codifica allarmi
 - codici stazioni di manovra con collegamenti a sinottici e allarmi.

- **Stazioni:** il database delle Operating Windows (stazioni.mdb) che registra
 - configurazione stazioni di manovra di attuatori
 - configurazione stazioni di manovra di misuratori
 - configurazione stazioni di manovra dell'automazione
 - configurazione stazioni di gestione malfunzioni

Il database è stato progettato per gestire tutti i componenti dell'impianto, e quindi del simulatore, utilizzando sfruttando la codifica d'impianto. Questa deve essere in grado di individuare univocamente qualsiasi elemento dell'impianto.

Il DBMS può essere utilizzato contemporaneamente da più persone da postazione client e il file contenente i dati e quello contenente l'applicazione sono stati separati in modo da evitare conflitti di rete.

- Il file ACCESS 7.0 **afedb4.mdb** contiene le tabelle e la definizione delle relazioni tra le tabelle stesse. Solo l'amministratore del sistema dovrebbe potere modificare la struttura di quest'applicativo.
- Ogni utente disporrà del file ACCESS 7.0 **afsin7.mdb** contenente tutti i moduli, le queries, i reports e le maschere dell'applicazione. L'utente lavorerà quindi direttamente su questo. Naturalmente esistono dei link con il precedente database dove sono immagazzinati i dati. Ogni utente potrà personalizzare la propria applicazione con l'aggiunta di nuove maschere, queries, reports senza il pericolo di corrompere i dati comuni che sono soggetti al controllo delle regole nell'applicazione centrale.
- Il link tra i due database è realizzato tramite il protocollo ODBC
- Due diversi utenti possono lavorare contemporaneamente sullo stesso record. In questo caso un messaggio di warning sarà generato verso entrambi con la richiesta del record da memorizzare.

Come già detto nel capitolo 1.4.3 i MAD sono integrati con il DBMS e hanno il compito di calcolare i dati di configurazione di ogni blocco. I MAD sono fogli Excel collegati con il DataBase CBL e contengono un'intestazione riempita automaticamente con i dati del CBL, e che comprende:

- nome del modulo,

- descrizione del componente simulato dal modulo,
- codice KKS,
- componenti simulati,
- nome LEGOCAD® del blocco,
- riferimenti alla documentazione usata per il reperimento dei dati,

3.1.1 DB di processo - Architettura

Le tabelle di ciascun database di un simulatore sono collegate tra loro per lo scambio delle informazioni comuni attraverso il meccanismo delle relazioni che implementa anche l'integrità referenziale dei dati. Tale meccanismo garantisce l'aggiornamento a catena dei record collegati delle tabelle relazionate.

Più in dettaglio si riportano le relazioni attualmente esistenti nei vari database.

Database Plant.mdb

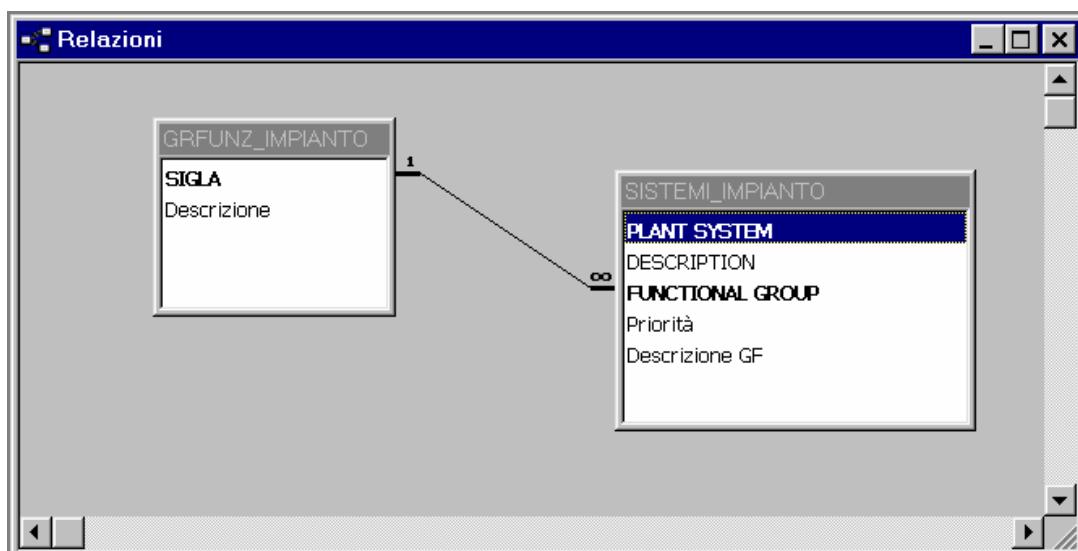


Figura 112 Relazioni esistenti nel database Plant.mdb

Database cam.mdb

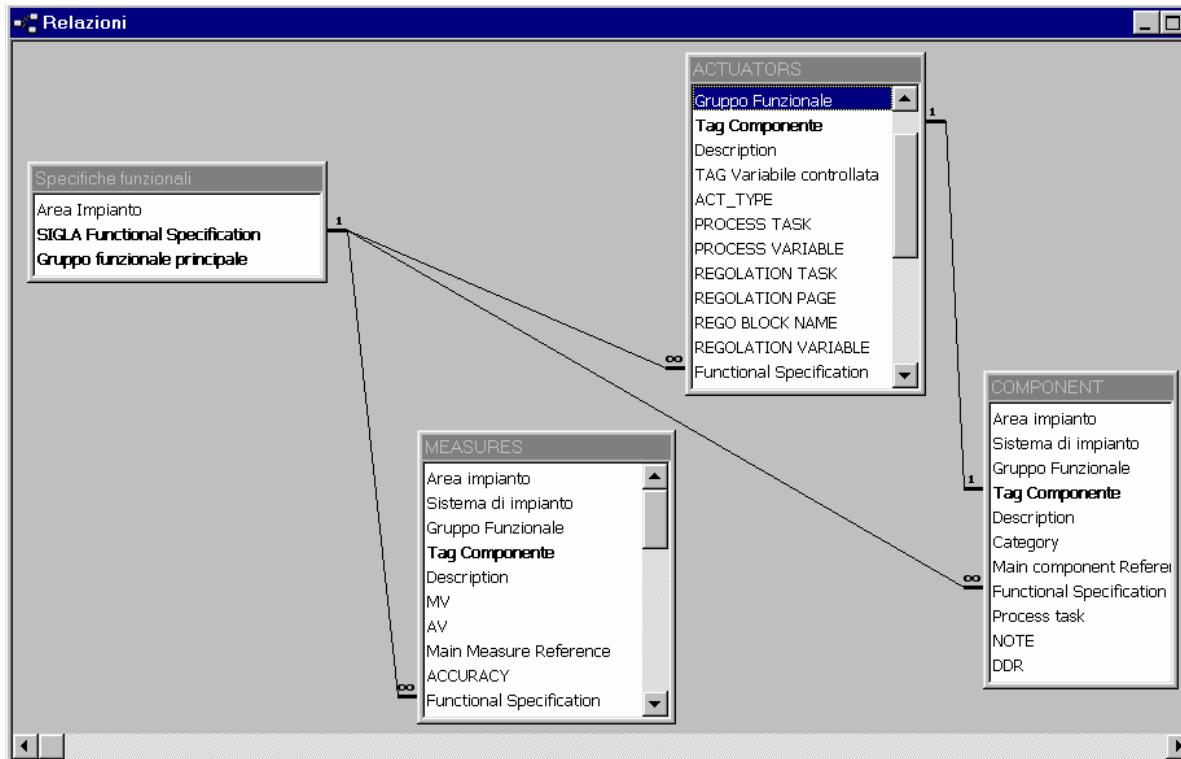


Figura 113 Relazioni esistenti nel database cam.mdb

Database CBL.mdb

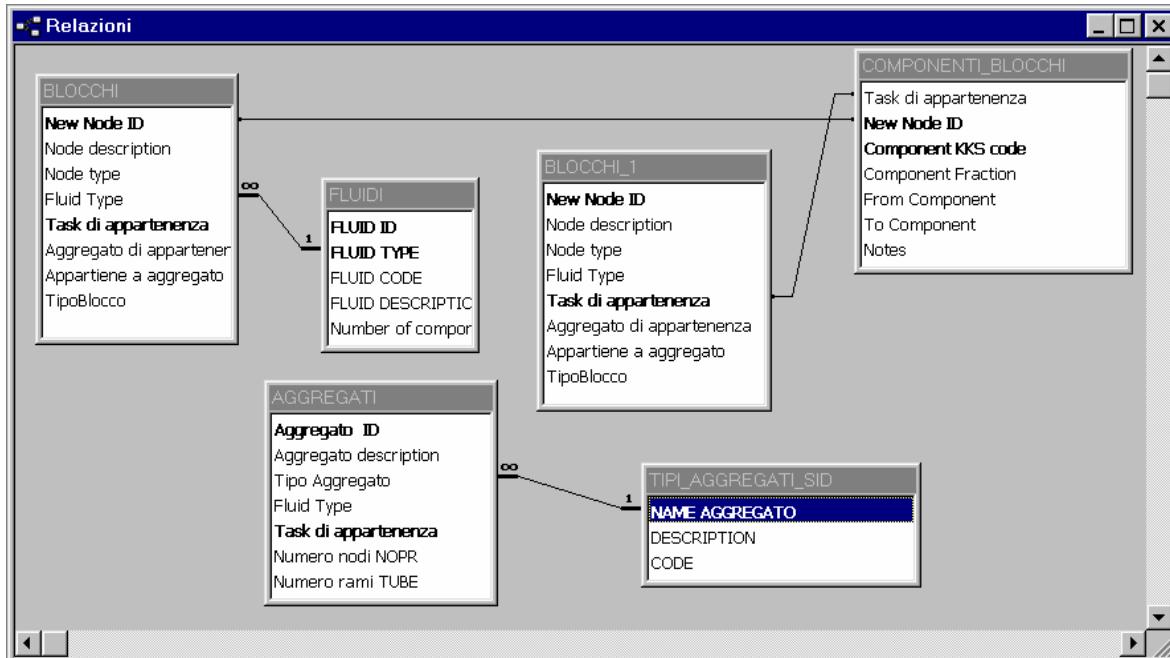


Figura 114 Relazioni esistenti nel database CBL.mdb

3.1.2 DB di automazione - Architettura

Il database dell'automazione contiene tutte le informazioni per la creazione del sistema MMI e del sistema SCADA del simulatore ed è realizzato con il programma Microsoft ACCESS.

Contiene inoltre tutte le informazioni sulla documentazione utilizzata nella realizzazione del sistema di controllo e le relazioni tra gli schemi di impianto e quelli effettivamente realizzati nel simulatore. La comprensione di quanto segue, specialmente per quanto riguarda la parte relativa alla descrizione dell'architettura dell'applicativo, richiedono una sufficiente conoscenza del programma ACCESS.

Di seguito sono riportato lo schema delle relazioni tra le tabelle del DB di Automazione.

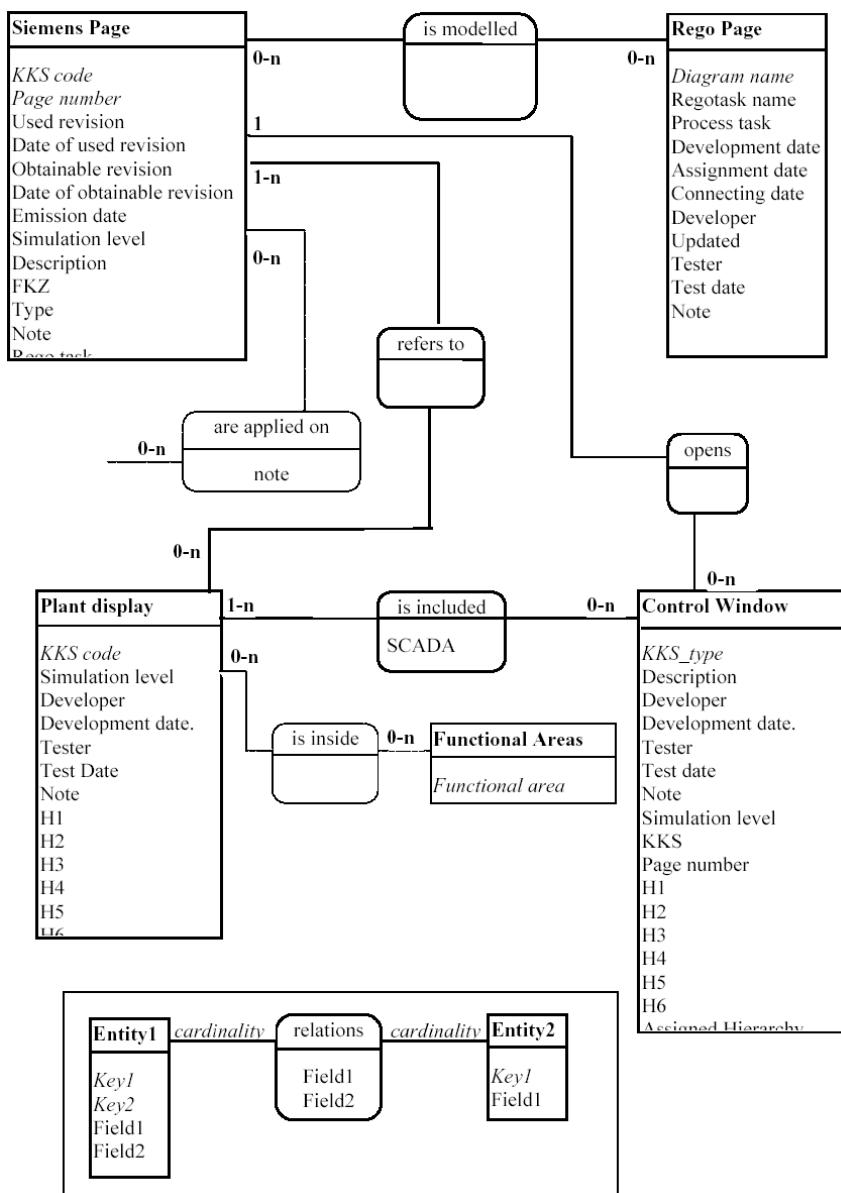


Figura 115 - Struttura del database (1)

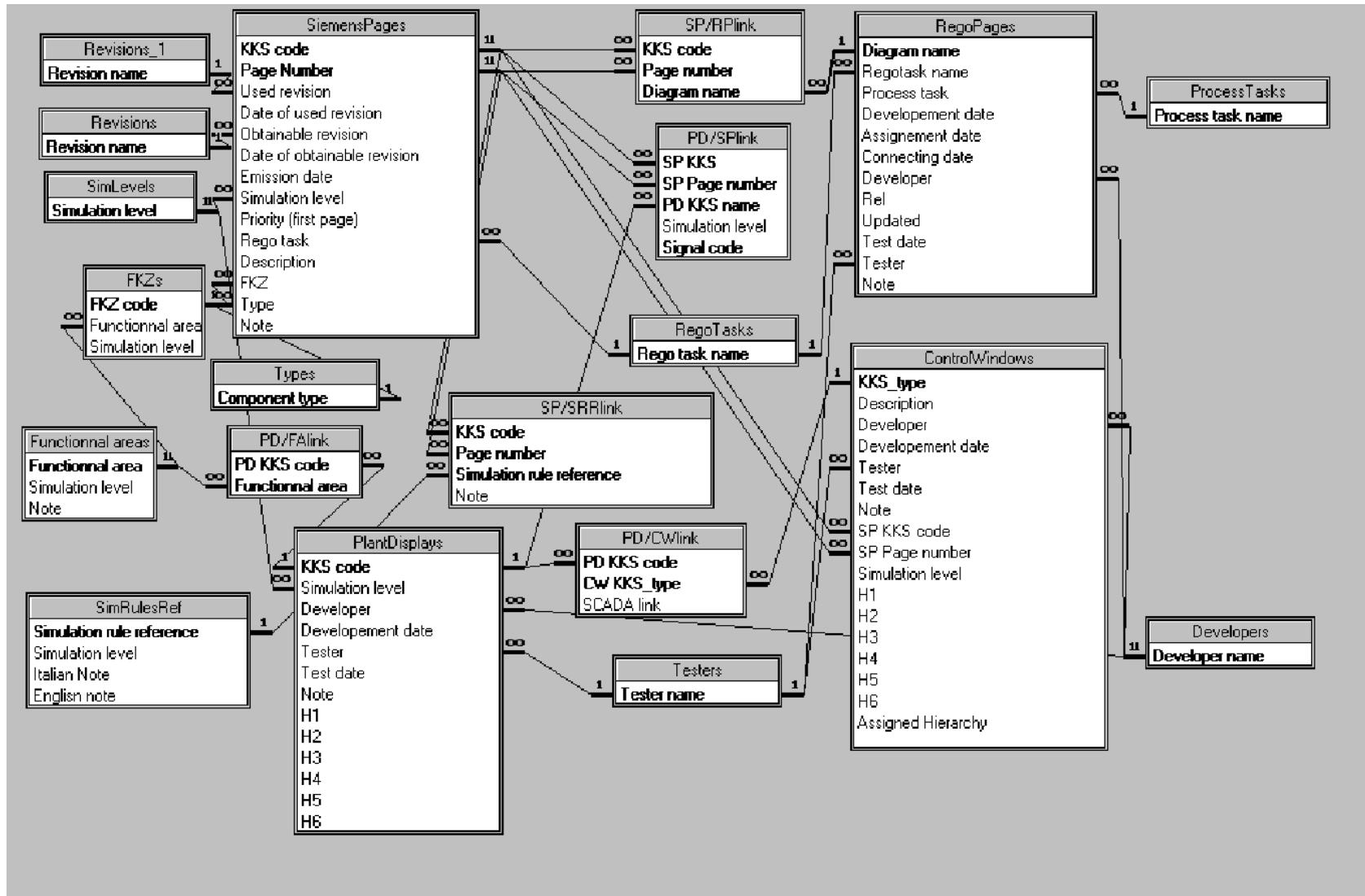


Figura 116 - Struttura del database (2)

3.1.2.1 Descrizione dell'interfaccia utente

All'apertura del file “**afsin6.mdb**” comparirà la seguente maschera:

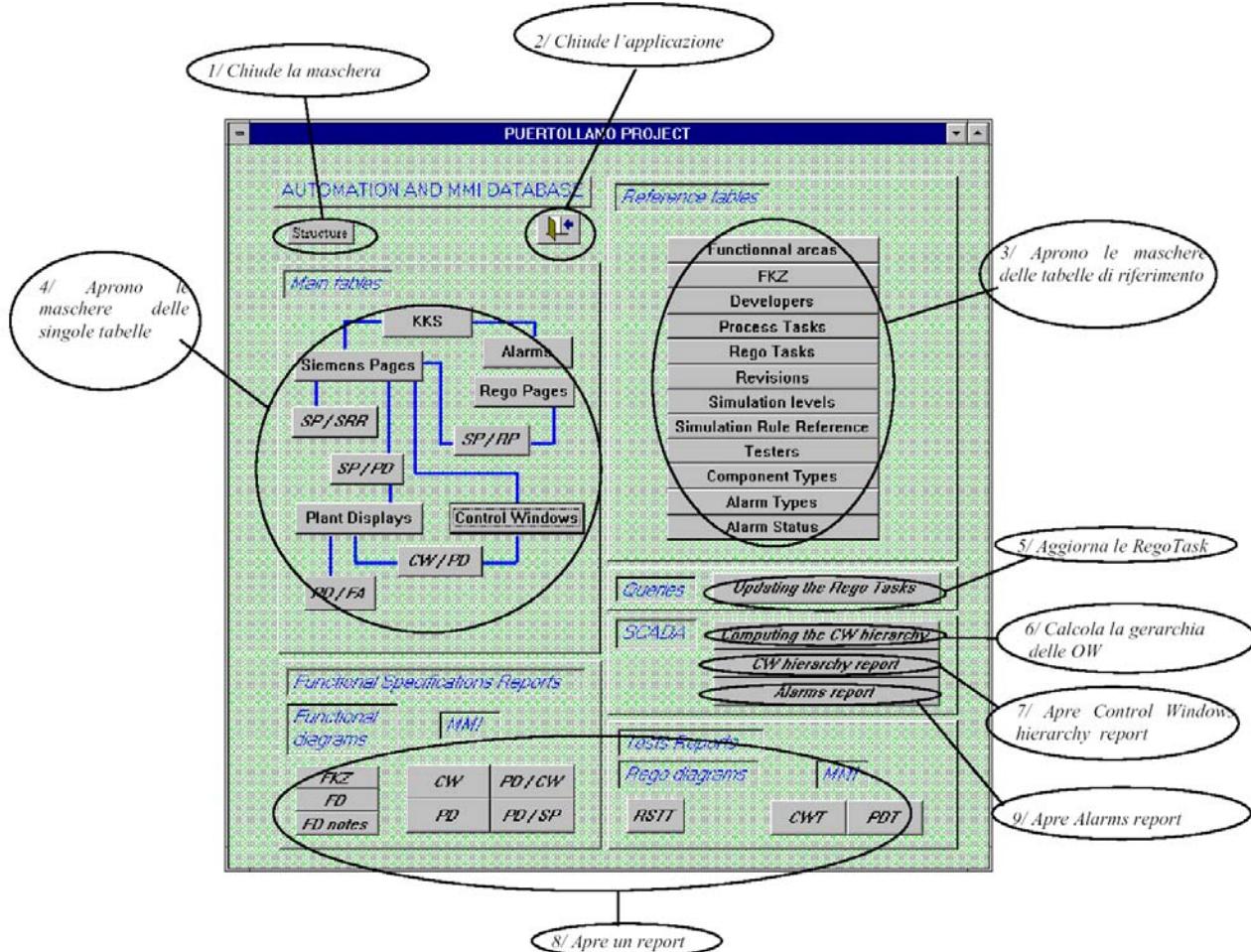


Figura 117 - Maschera principale

- 1/ Chiude la maschera principale, senza uscire da ACCESS.
- 2/ Chiude la maschera ed esce da ACCESS.
- 3/ Ognuno di questi tasti permette l'accesso ad una maschera delle tabelle di riferimento
- 4/ Ognuno di questi tasti permette l'accesso ad una maschera delle tabelle dati. Le linee blu indicano i link logici tra le diverse tabelle.
- 5/ Questo tasto permette, previa selezione della REGO TASK richiesta, l'aggiornamento delle versioni della documentazione presente nella tabella SIEMENS PAGE dal campo OBTAINABLE REVISION a quello USED REVISION per tutte le REGO PAGES segnate come UPDATED.
- 6/ Questo tasto avvia una macro che calcola la gerarchia delle CWS aggiornando i campi H1,...H6 nella tabella CONTROL WINDOWS. Seguono ulteriori informazioni sulla gestione della gerarchia delle CWS.
- 7/ Questo tasto genera un report contenente tutte le CWS configurate nella task selezionata, la loro gerarchia e l'indicazione dei PD dove tali CWS sono istanziate.
- 8/ Questi tasti avviano la produzione dei reports di documentazione del progetto, in particolare di:

- specifiche funzionali dell'automazione
- specifiche interfaccia MMI

- test di collaudo di automazione ed MMI

3/ Aprono le maschere delle tabelle di riferimento 4/ Aprono le maschere delle singole tabelle

8/ Apre un report

6/ Calcola la gerarchia delle OW

7/ Apre Control Windows hierarchy report

5/ Aggiorna le RegoTask

9/ Apre Alarms report

3.1.2.2 Tabelle di riferimento

Le tabelle di riferimento contengono dati relativi all'organizzazione generale del progetto come ad esempio la suddivisione in aree, le semplificazioni ammesse, la codifica dei colori da utilizzare nel MMI. Sono caratteristiche del sistema da riprodurre e delle procedure di realizzazione e test stabiliti dal responsabile del progetto. Vanno quindi stabiliti generalmente all'inizio del lavoro. Sono accessibili tramite una maschera del tipo di quella della figura seguente.

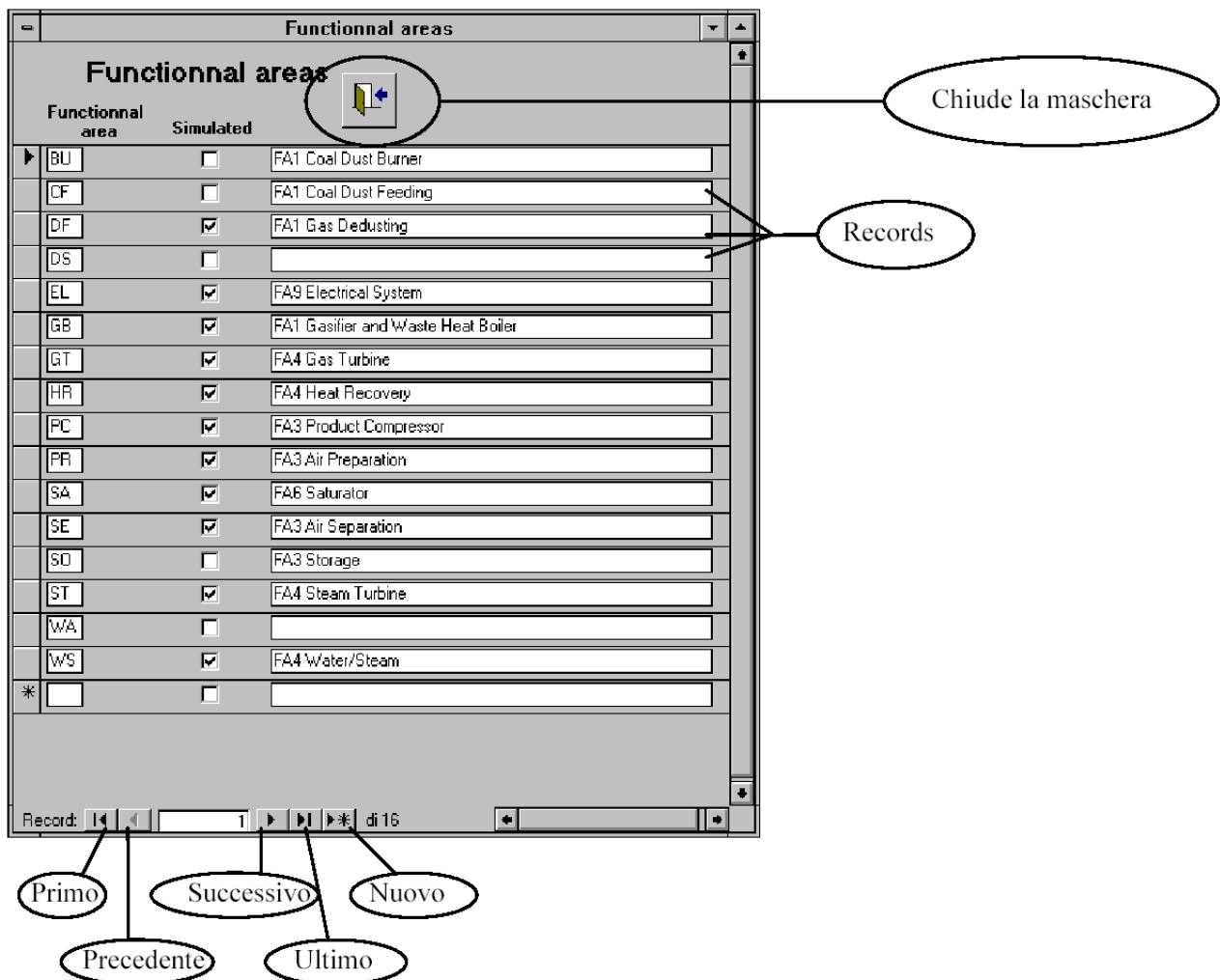
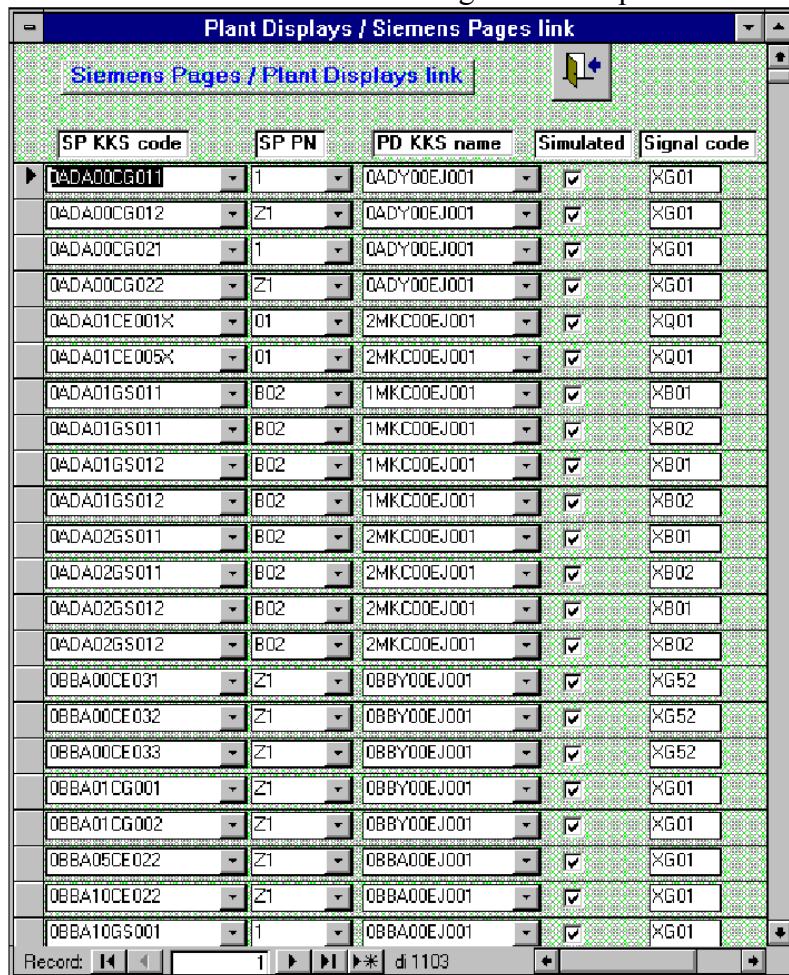


Figura 118 - Esempio di maschera per tabella di riferimento

Per una sommaria descrizione dei campi contenuti in una tabella di riferimento si veda Rizzo [34].

3.1.2.3 Tabelle dati

Le tabelle dati contengono le informazioni relative al progetto come ad esempio la lista della documentazione utilizzata, la lista delle pagine di regolazione implementate, la configurazione delle CW e dei PD. Per ogni tabella è stata realizzata una maschera che guida all'inserimento dei dati nella forma corretta. Controlli incrociati dell'applicativo impediscono inoltre, per quanto possibile, la duplicazione di dati o l'inserimento di dati errati. Segue un esempio di tabella dati.



SP KKS code	SP PN	PD KKS name	Simulated	Signal code
QADA00CG011	1	QADY00EJ001	<input checked="" type="checkbox"/>	XG01
QADA00CG012	Z1	QADY00EJ001	<input checked="" type="checkbox"/>	XG01
QADA00CG021	1	QADY00EJ001	<input checked="" type="checkbox"/>	XG01
QADA00CG022	Z1	QADY00EJ001	<input checked="" type="checkbox"/>	XG01
QADA01CE001X	01	2MKC00EJ001	<input checked="" type="checkbox"/>	XQ01
QADA01CE005X	01	2MKC00EJ001	<input checked="" type="checkbox"/>	XQ01
QADA01GS011	B02	1MKC00EJ001	<input checked="" type="checkbox"/>	XB01
QADA01GS011	B02	1MKC00EJ001	<input checked="" type="checkbox"/>	XB02
QADA01GS012	B02	1MKC00EJ001	<input checked="" type="checkbox"/>	XB01
QADA01GS012	B02	1MKC00EJ001	<input checked="" type="checkbox"/>	XB02
QADA02GS011	B02	2MKC00EJ001	<input checked="" type="checkbox"/>	XB01
QADA02GS011	B02	2MKC00EJ001	<input checked="" type="checkbox"/>	XB02
QADA02GS012	B02	2MKC00EJ001	<input checked="" type="checkbox"/>	XB01
QADA02GS012	B02	2MKC00EJ001	<input checked="" type="checkbox"/>	XB02
OBBA00CE031	Z1	OBBY00EJ001	<input checked="" type="checkbox"/>	XG52
OBBA00CE032	Z1	OBBY00EJ001	<input checked="" type="checkbox"/>	XG52
OBBA00CE033	Z1	OBBY00EJ001	<input checked="" type="checkbox"/>	XG52
OBBA01CG001	Z1	OBBY00EJ001	<input checked="" type="checkbox"/>	XG01
OBBA01CG002	Z1	OBBY00EJ001	<input checked="" type="checkbox"/>	XG01
OBBA05CE022	Z1	OBBA00EJ001	<input checked="" type="checkbox"/>	XG01
OBBA10CE022	Z1	OBBA00EJ001	<input checked="" type="checkbox"/>	XG01
OBBA10GS001	1	OBBA00EJ001	<input checked="" type="checkbox"/>	XG01

Figura 119 - Esempio di tabella dati

Per una sommaria descrizione dei campi contenuti in ogni tabella dati si faccia riferimento a Rizzo [34].

3.1.2.4 Tabelle Control Window

Il data-base può contenere tutte le informazioni necessarie alla creazione delle CW. La più recente versione dell'applicativo permette sia l'inserimento dei dati tramite un'apposita maschera (che naturalmente sarà diversa a seconda del tipo di stazione da configurare, dal momento che i dati necessari cambiano da CW a CW), sia la generazione dei files che poi verranno elaborati dalle routine LINUX per la creazione delle CW vere e proprie.

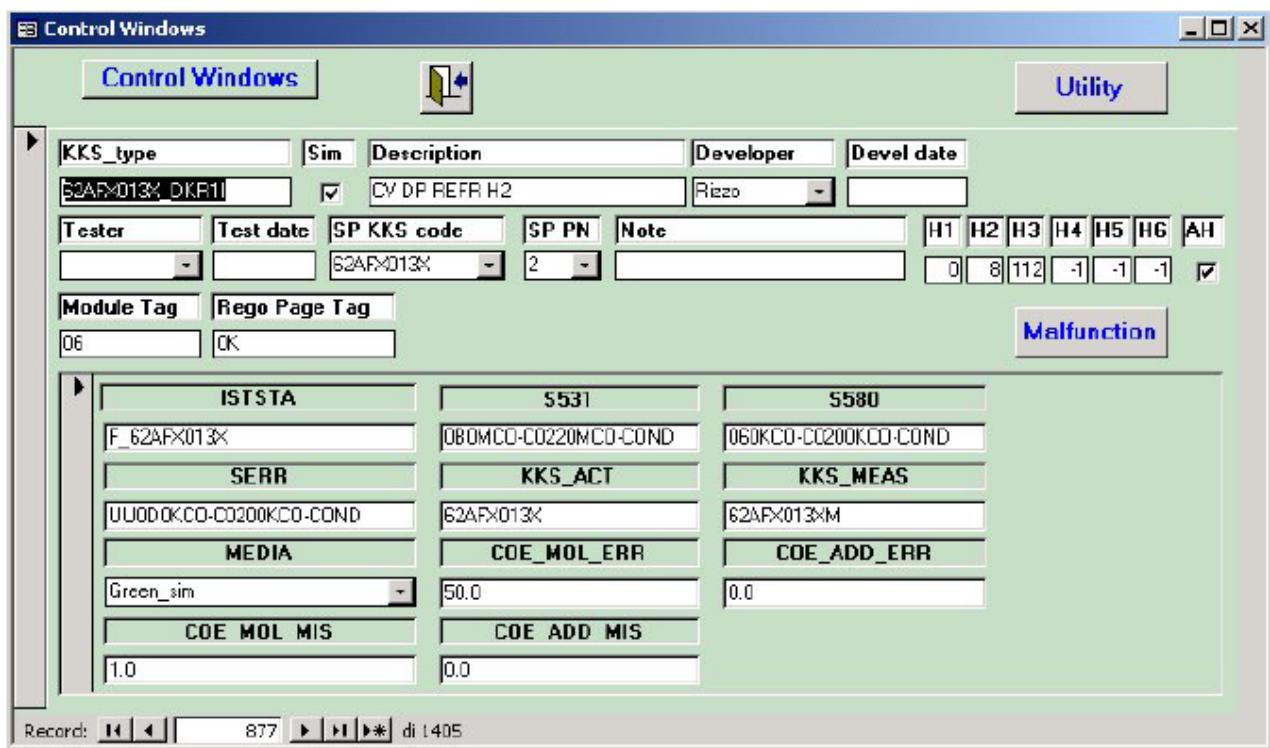


Figura 120 - Maschera Control Window

La parte superiore della maschera è uguale per tutte le tabelle e contiene i dati descrittivi della CW compresa la gerarchia che, lo ricordiamo, può essere calcolata con l'apposita procedura.

La parte inferiore della maschera contiene invece i dati di configurazione tipici della stazione. alcuni di questi campi possono essere elaborati automaticamente una volta riempita la prima sezione della maschera anche se tale procedura richiede tempi di esecuzione moltolunghi.

Da questa maschera possono essere richiamate le due ulteriori seguenti maschere:

- **Utility:** da questa maschera è possibile visualizzare la tabella dati (Open CW), eseguire l'aggiornamento delle CW (cioè riempire automaticamente alcuni dei campi dati una volta inseriti i dati descrittivi, tramite il tasto Update CW), esportare i files necessari alla configurazione delle CW (Exp CW).



Figura 121 - Maschera Utilità

- **Malfunctions:** le opzioni precedentemente illustrate sono disponibili per la configurazione delle stazioni “Malfunction”. Da questa maschera è possibile configurare tutte le stazioni di MALFUNCTION (che comprendono sia le interfacce di malfunzione gestibili dall’istruttore, sia le stazioni di “REMOTE PARAMETER” per la gestione delle condizioni a contorno)



Figura 122 - Maschera Malfunctions

3.1.2.5 Aggiornamento della documentazione sullo stato del simulatore

Il database è in grado di gestire lo stato del simulatore in base alla documentazione disponibile anche durante lo sviluppo del progetto, in funzione delle revisioni del progetto di impianto disponibile per essere implementate nelle task di regolazione o nel MMI.

Nella tabella Siemens pages esistono appunto quattro campi destinati a questo scopo:

- “used revision” contiene il codice della revisione (della documentazione di impianto) attualmente implementato nel simulatore
- “date of used revision”
- “obtainable revision” contiene il codice di revisione di documentazione disponibile ma non ancora implementata
- “date of obtainable revision”

Inoltre, nella tabella “Rego pages” i campi “Release” ed “Updated” indicano rispettivamente la versione del simulatore in uso e l’effettivo allineamento del simulatore all’ultima versione di documentazione di impianto disponibile a quel momento.

3.1.2.6 Aggiornamento automatico delle tabelle Siemens pages e Rego pages

Qualora nella tabella Siemens Pages venga aggiornato il campo “obtainable revision” con un nuovo valore diverso da quello esistente nel campo “used revision”, il campo “Updated” di tutte le Rego pages collegate verrà automaticamente messo a “no”. Al contrario aggiornando da “no” a “yes” il campo “Updated” della tabella Rego page, il campo “used revision” e “date of used revision” saranno automaticamente sostituiti con i campi “obtainable revision” e “date of obtainable revision” (che resteranno quindi vuote) delle Siemens Pages collegate.

È possibile, ma non consigliabile, eseguire automaticamente l’aggiornamento a “yes” di tutte le Rego pages di una task, attivando quindi la procedura prima descritta, tramite il tasto “UPDATING REGO TASK” presente nella maschera principale.

3.2 Configurazione del sistema di simulazione

L'ambiente di simulazione ALTERLEGO® è un ambiente di simulazione multiutente, multisessione.

Il modo corretto di lavorare in fase di sviluppo è quello di creare più utenti nel sistema operativo sui quali configurare l'ambiente di sviluppo LEGOCAD® e LEGOMMI®.

Nello sviluppo di un progetto si devono individuare le figure:

- utenti
 - utente di produzione
 - amministratore delle librerie
- amministratore del progetto

Gli utenti sono coloro che sviluppano una parte del progetto di un simulatore. Tra questi vi è l'utente (virtuale) di produzione che è quello in cui gli sviluppi testati di ogni utente vanno a costituire una release del progetto. Tra gli utenti vi è anche l'amministratore delle librerie che deve provvedere alla manutenzione delle librerie dell'ambiente di simulazione.

Le librerie di processo e regolazione sono in continua evoluzione sia a causa la modifica di moduli esistenti sia per l'aggiunta di moduli nuovi. Tutte le modifiche devono essere gestite in modo da risalire a:

- all'autore della modifica con commenti sulle modifiche effettuate
- la versione precedente del modulo
- la data di ultima modifica

L'amministratore delle librerie deve aggiornare anche la documentazione (teorica e d'uso) delle librerie.

L'amministratore del progetto è colui che deve provvedere alla gestione del prodotto finale (simulatore) sia come rapporti con il cliente sia dal punto di vista tecnico. L'amministratore del progetto dovrà essere anche amministratore del sistema (qualora non deleghi questa funzione), sarà responsabile della configurazione hardware e software, delle procedure di back-up e dello stato di avanzamento del progetto. Dal punto di vista hardware è necessario disporre di un sistema ridondante munito di efficienti sistemi di protezione e back-up.

In genere viene dedicata una macchina per il simulatore (simulator machine) e una macchina per il sistema SCADA (SCADA machine) collegati su rete ethernet con protocollo di comunicazione TCP (il più sicuro). Una macchina è dedicata al DBMS anch'essa su rete ethernet.

La configurazione ottimale in mancanza di un sistema di mirroring su un unico server è quella di disporre di un sistema ridondante con due macchine identiche nelle quali siano definiti gli utenti che sviluppano il progetto. A causa delle limitate risorse hardware è possibile istanziare al più un simulatore su ogni server in fase di test (quando nel simulatore è presente anche il sistema SCADA). La distribuzione degli utenti su più server nell'ambiente ALTERLEGO® consente di poter istanziare tanti simulatori quanti sono i server.

Per sfruttare al meglio le potenzialità di ALTERLEGO® ogni utente che partecipa al progetto periodicamente deve eseguire una procedura di back-up che generi un file .tar con l'archivio degli ultimi sviluppi⁴⁷.

La gestione di un progetto condiviso necessita il continuo aggiornamento dei server del sistema. Nella fase di sviluppo viene meno l'esigenza di avere una distribuzione di utenti su più macchine, semplificando le procedure si back-up dello sviluppo. E' consigliabile tuttavia predisporre la configurazione distribuita degli utenti e procedere ad un back-up incrociato del lavoro sviluppato da ogni utente su una partizione del disco. Se la procedura di back-up ha una cadenza giornaliera, su ogni server avremo una copia del lavoro di ogni utente. Periodicamente l'amministratore del progetto deve aggiornare l'utente di produzione di ogni server con gli ultimi sviluppi di ogni utente. Per i dettagli della procedura di back-up di ogni singolo utente vedi Appendice 1. - Indicazioni pratiche di utilizzo di ALTERLEGO®.

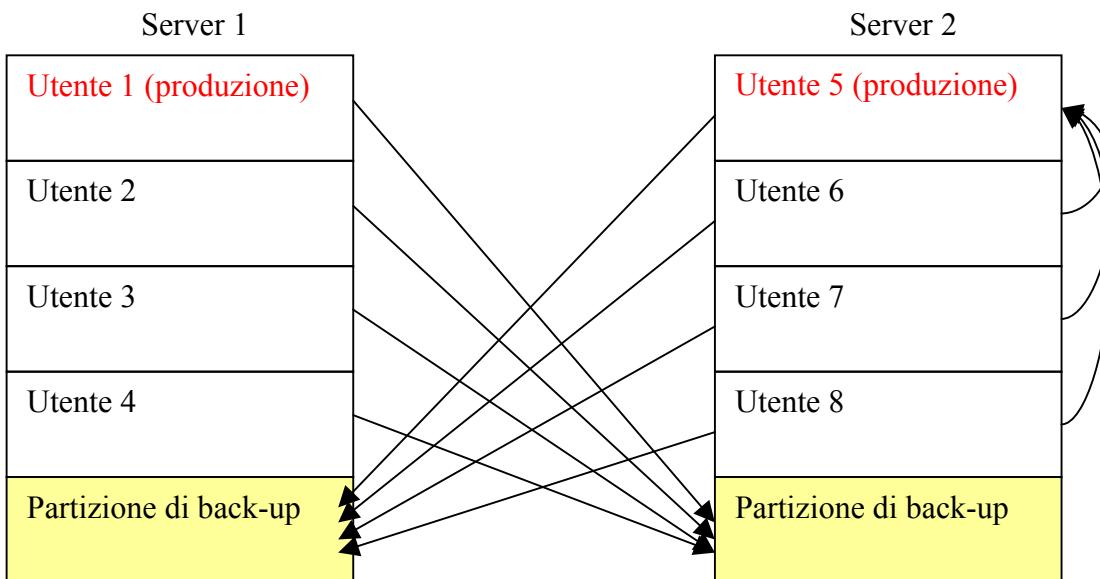


Figura 123 – Configurazione di un sistema di simulazione

La configurazione di sistema utilizzata nel progetto del simulatore dinamico del CC di Priolo Gargallo è costituita da 2 server sui quali è installato l'ambiente di simulazione ALTERLEGO® (vedi).

Su tali server si svolge lo sviluppo di simulatori dinamici e l'esercizio della simulazione in rete di modelli pubblicati nella sezione modellistica di TECNET.

La configurazione di sistema è tale che nel normale esercizio una macchina sia il server di produzione e l'altra sia il server di back-up.

Nel server di produzione si svolge lo sviluppo dei simulatori dinamici, mentre sul server di back-up viene garantita la copia giornaliera dell'ambiente di simulazione di tutti gli utenti della macchina di

⁴⁷ Vedi Appendice 1. - Indicazioni pratiche di utilizzo di ALTERLEGO®

produzione. In attesa di un up-grading hardware del sistema, il server di back-up garantisce anche il normale esercizio della simulazione in rete (nota sugli utenti simtec, simtec1, simtec2)

Il sistema è configurato in modo tale che in caso di un crash improvviso di un disco su un server, sia assicurato il ripristino integrale e veloce dei dati mantenendo in esercizio le funzionalità dell'ambiente di simulazione.

Il normale esercizio delle funzionalità del sistema di simulazione è assicurato da:

- mirroring software continuo tra 2 dischi di ogni server

mentre la protezione contro la perdita di dati dovuta ad un malfunzionamento di un server è garantita da:

- una procedura software di back-up giornaliero da un server all'altro
- copia manuale con cadenza settimanale su supporto ottico

CONFIGURAZIONE DI SISTEMA DELL'AMBIENTE DI SIMULAZIONE ALTERLEGO

Nome server:	tecnetlego.pte.enel.it (158....)
Caratteristiche HW	
Nome macchina:	HP XW4100 - P4 2,8 GHz 512Mb, matricola S/N FRB34809K5
Hard disk:	HD 1 = 80 Gb, HD 2 = 80 Gb
RAM:	512 Mb
Processore	P4 2,8 MHz
Supporto ottico	Masterizzatore CD – lettore DVD
Caratteristiche SW	
Sistema operativo	Linux Red Hat E3
Ver. ALTERLEGO	Alg...
....

Nome server:	tecnetlego1.pte.enel.it (158....)
Caratteristiche HW	
Nome macchina:
Hard disk:	HD 1 = 120 Gb, HD 2 = 80 Gb

RAM:	...
Processore	...
Supporto ottico
Caratteristiche SW	
Sistema operativo	Linux CentOS 3.7
Ver. ALTERLEGO	Alg...
....

MIRRORING

Il RAID (*Redundant Array of Inexpensive Disks*) è una soluzione per migliorare la velocità e la sicurezza dei sistemi informatici usando diversi dischi. La versione che noi interessa è il RAID 1, che permette duplicare i dati in tempo reale su numerosi dischi, chiamato *mirroring*.

Il RAID è di due tipi:

- hardware, necessita di una supporto fisico (scheda), “controllore del Raid” installata nel PC, che gestisce due o più dischi.
- software, un applicativo che gestisce le copie su due o più dischi.

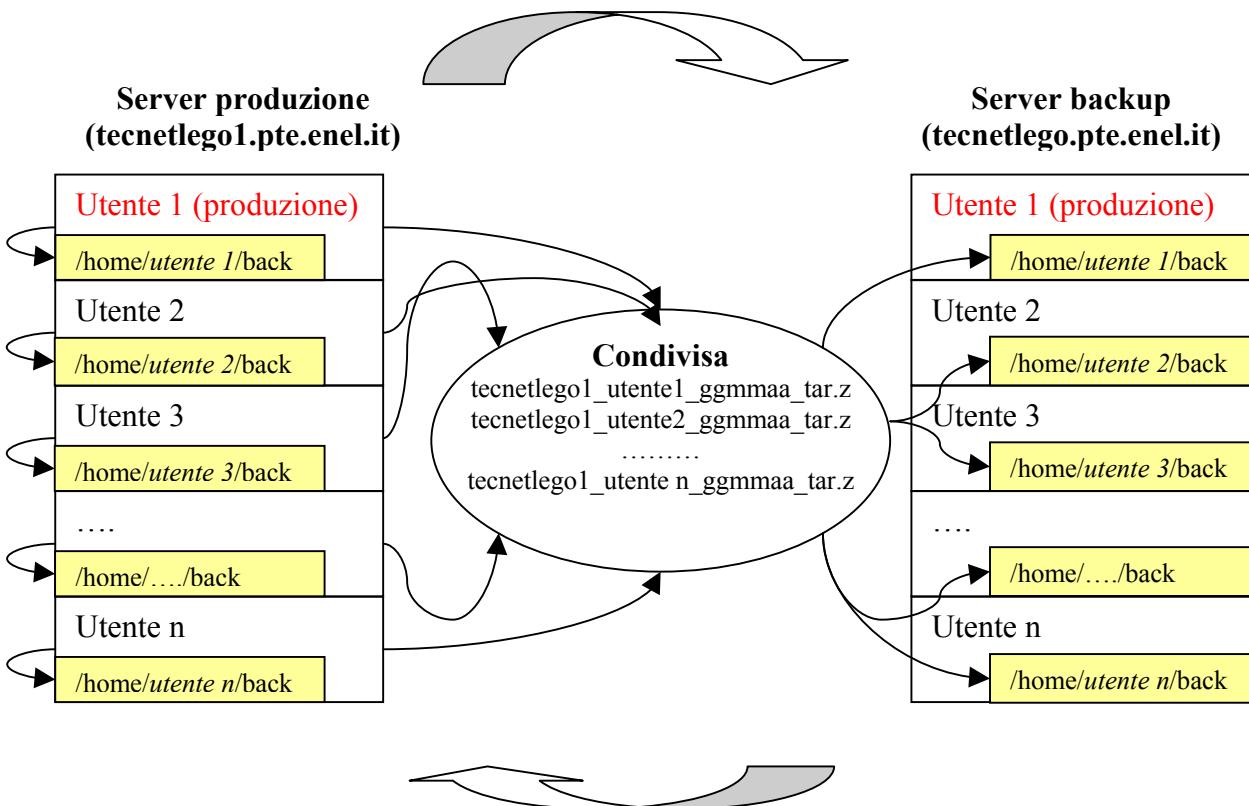
Le revisioni 2.4 del kernel Linux sopportano senza nessun problema il RAID software. In appendice *Centos* e *Red-Hat Enterprise 3*.

PROCEDURA DI BACK-UP

La procedura di back-up garantisce una copia dell’ambiente di sviluppo di ogni utente tra un server e l’altro. La copia di back-up è effettuata mediante la creazione di un file **.tar** dei files necessari al ripristino dell’ambiente di ogni utente ALTERLEGO.

La procedura si articola in vari step:

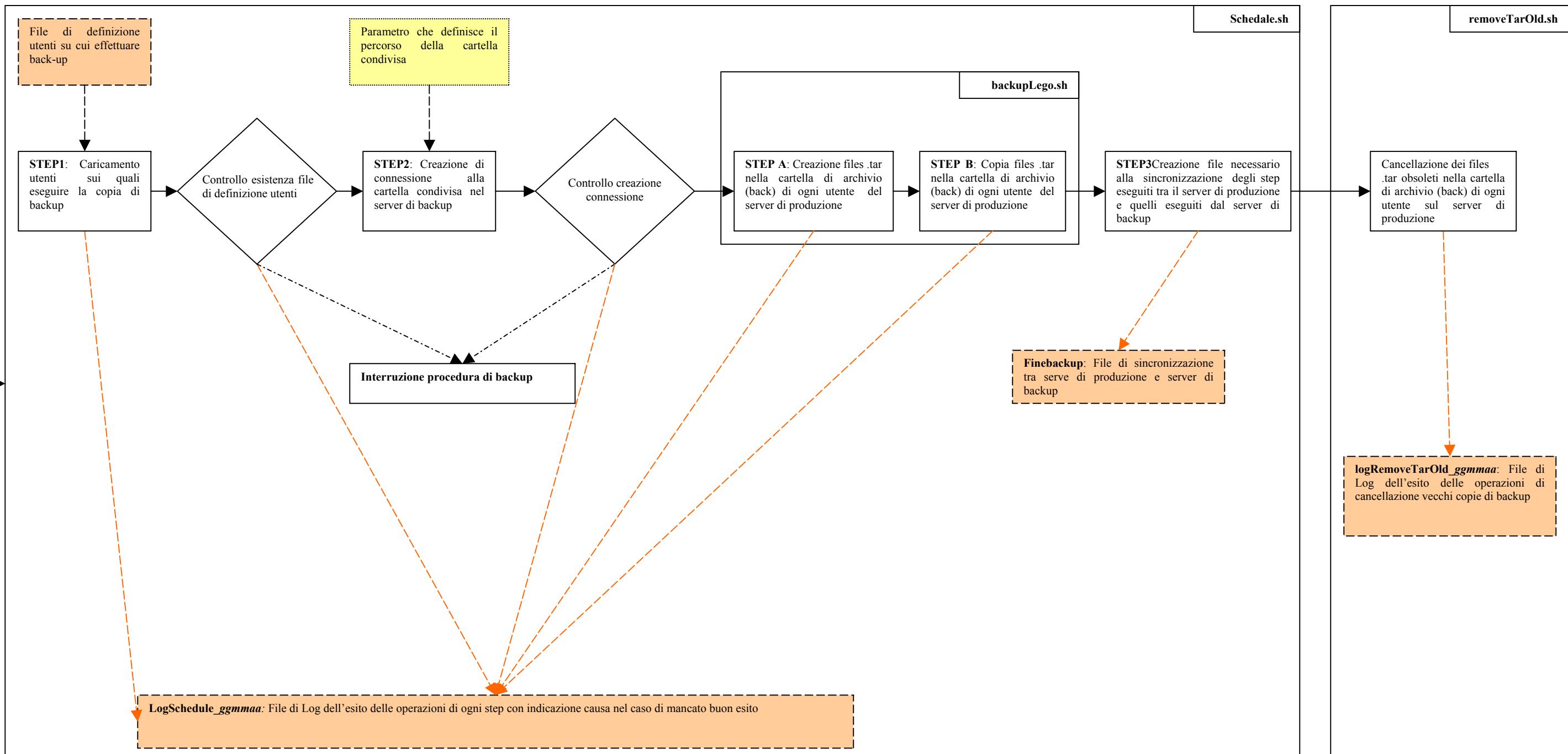
Switch da produzione a backup



Switch da backup a produzione

Figura 124 – Configurazione del sistema di simulazione

Step eseguiti da server di produzione



— Buon esito dell'operazione

- - - Scrittura su file

----- Mancato buon esito dell'operazione

Figura 125 – Step della procedura di backup eseguiti sul server di produzione

Step eseguiti da server di backup

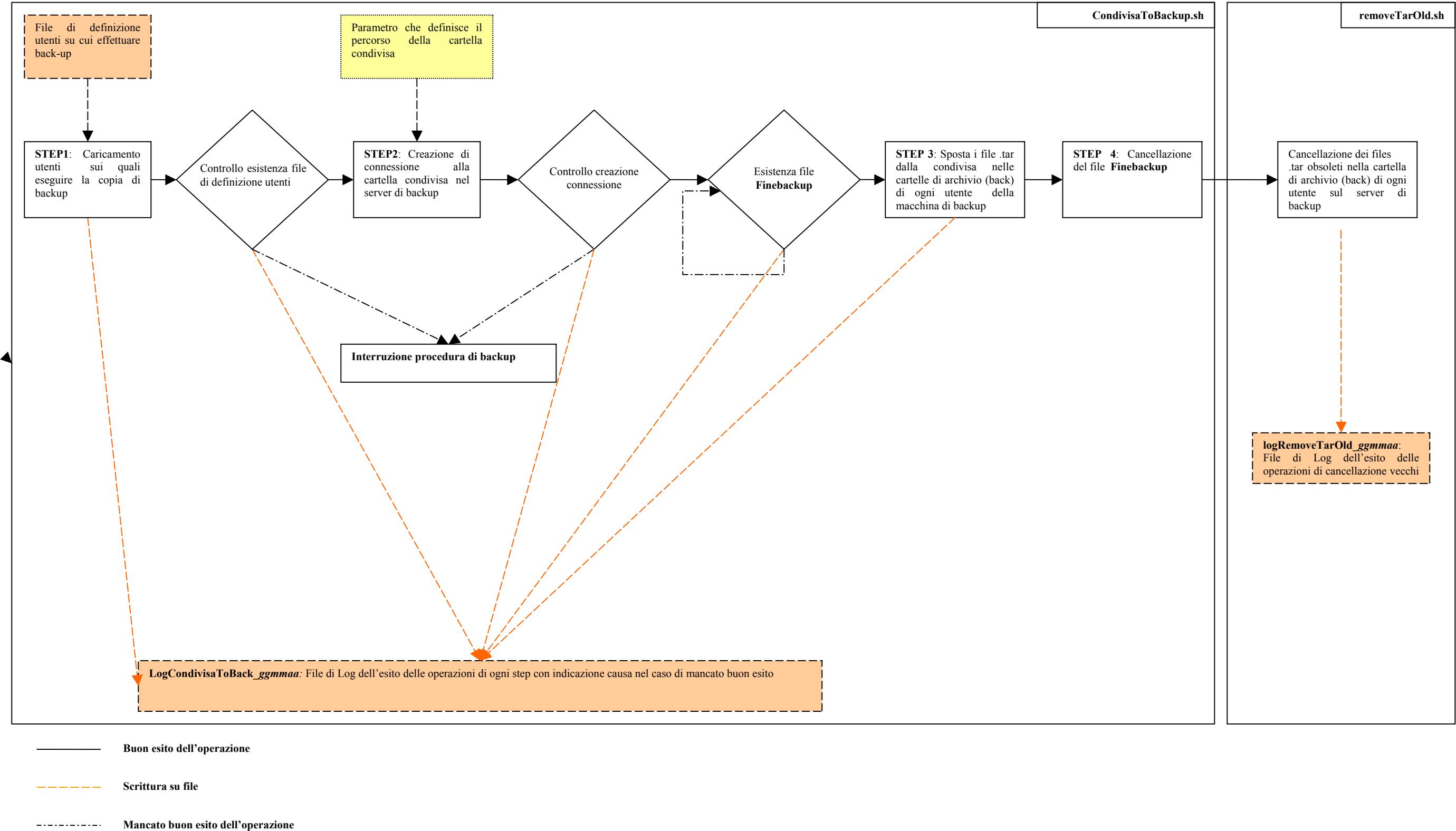
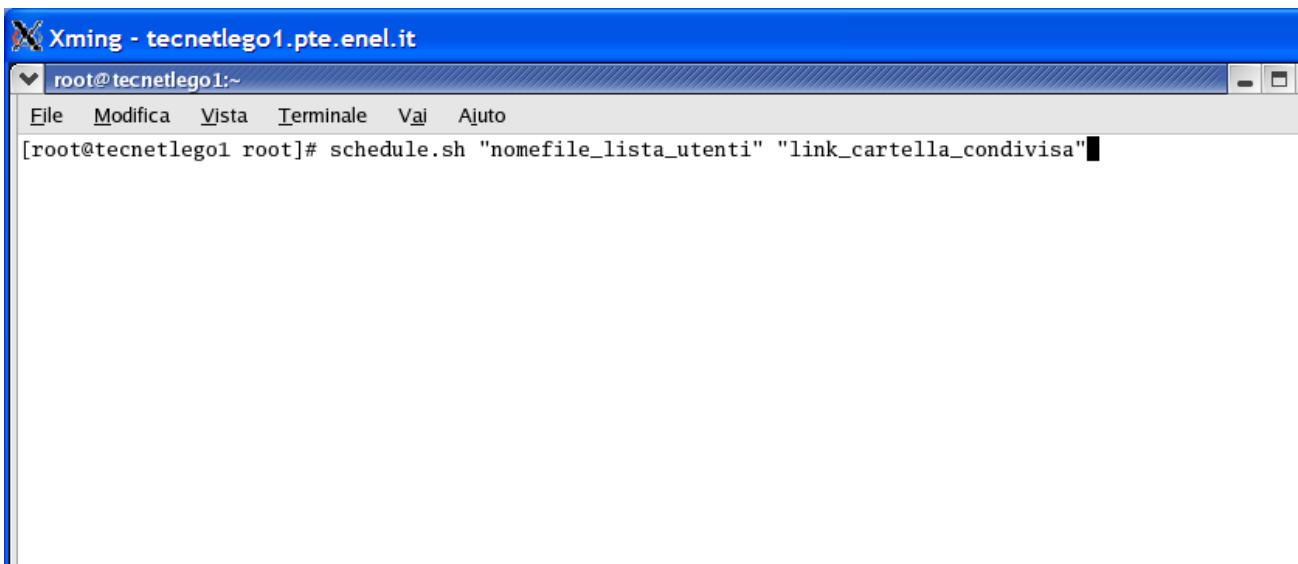


Figura 126 – Step della procedura di backup eseguiti sul server di backup

La procedura è composta da alcuni script che vengono eseguiti secondo una programmazione cronologica definita in ambiente Linux con il comando “crontab”.

Gli script che compongono la procedura di back-up sono:

- **schedule.sh** → effettua per tutti gli utenti il lancio degli script **backupLegos.sh** sul server di produzione e successivamente crea il file **Finebackup** che da il consenso per il lancio dello script **condivisaToBack.sh** sul server di backup. Lo script **schedule.sh** accetta due parametri secondo la sintassi visibile nella figura sotto:
 1. “*nome_lista_utenti*” che contiene il nome del file dove sono definiti gli utenti su cui eseguire il backup. Se non viene indicato lo script prende di default il file utenti.txt.
 2. “*link_cartella_condivisa*” che contiene il link alla cartella dove copiare i files. Questo parametro permette di definire la cartella di appoggio dove copiare i files.



```
[root@tecnetlego1 root]# schedule.sh "nomefile_lista_utenti" "link_cartella_condivisa"
```

Figura 127 – Sintassi del comando schedale.sh

- **backupLegos.sh** → effettua l’archiviazione e la compressione in un file di destinazione .tar dei files contenenti i dati necessari al ripristino del lavoro svolto. Tutti i files vengono compressi in un unico file **.tar** al quale viene attribuito un nome ottenuto dalla concatenazione delle seguenti informazioni:
 1. Nome server di origine
 2. Utente
 3. Data

secondo la sintassi :

“**NomeMacchianaProduzione_UtenteSalvato_dataDelSalvataggio.tar.Z**”

- **removeTarOld.sh** → effettua la cancellazione dei files di archivio obsoleti.

- **condivisaToBack.sh** → effettua per tutti gli utenti lo spostamento dei file di archivio .tar di ogni utente, dalla cartella condivisa del server di backup alle rispettive cartelle di archivio (back) nel server di backup

Gli script risiedono nella directory **/sbin** e vengono lanciati in esecuzione dal comando “crontab” che lancia in esecuzione (dall’utente root) consecutivamente gli script secondo una programmazione definita in Linux secondo lo schema di flusso in figura:

In caso di interruzione della procedura automatica è possibile comunque eseguirla manualmente lanciando con l’utente root i due script singolarmente:

- **schedule.sh** dalla cartella **/sbin** nel server di produzione
- **condivisaToBack.sh** dalla cartella **/sbin** nel server di backup

Durante l’esecuzione di ogni script viene tenuta traccia di ogni operazione su files di log. Di seguito viene riportato il contenuto dei vari log.

schedule.sh → logSchedule_ggmmaa

Questo file risiede nella cartella /root/LogBackupLego sul server di produzione

```
bardi@tecnetlego1:~/LogBackupLego
[root@tecnetlego1 LogBackupLego]# more logSchedule_080906
Caricamento Utenti da file: /sbin/utenti.txt
Processo il file: /sbin/utenti.txt
Utenti caricati: boffa bardi cuglietta maggi monteleone berg angelo rossi prioloprod
Imposto la condivisa di default: //tecnetlego.pte.enel.it/Condivisa
Controllo se esiste la directory: /root/MountCond
Directory esiste: /root/MountCond
Mi connetto a: //tecnetlego.pte.enel.it/Condivisa sulla cartella: /root/MountCond
Sono collegato alla condivisa: //tecnetlego.pte.enel.it/Condivisa
Inizio procedura di backup

Backup utente: boffa data: Fri Sep 8 22:20:01 CEST 2006
Inizio procedura di backup
Sono in /home/boffa
Creo lista file
Fine creazione lista file
Controllo esistenza directory: back
Inizio compressione file /home/boffa/back/tecnetlego1.pte.enel.it_boffa_080906.tar.Z
Fine compressione
Copia il file: /home/boffa/back/tecnetlego1.pte.enel.it_boffa_080906.tar.Z in /root/MountCond ed in /home/boffa/back
Copia del file: /home/boffa/back/tecnetlego1.pte.enel.it_boffa_080906.tar.Z in /root/MountCond eseguita correttamente
Fine esecuzione backup

Backup utente: bardi data: Fri Sep 8 22:20:02 CEST 2006
Inizio procedura di backup
Sono in /home/bardi
Creo lista file
Fine creazione lista file
Controllo esistenza directory: back
Inizio compressione file /home/bardi/back/tecnetlego1.pte.enel.it_bardi_080906.tar.Z
Fine compressione
Copia il file: /home/bardi/back/tecnetlego1.pte.enel.it_bardi_080906.tar.Z in /root/MountCond ed in /home/bardi/back
Copia del file: /home/bardi/back/tecnetlego1.pte.enel.it_bardi_080906.tar.Z in /root/MountCond eseguita correttamente
Fine esecuzione backup

Backup utente: cuglietta data: Fri Sep 8 22:20:54 CEST 2006
Inizio procedura di backup
Sono in /home/cuglietta
Creo lista file
Fine creazione lista file
Controllo esistenza directory: back
Inizio compressione file /home/cuglietta/back/tecnetlego1.pte.enel.it_cuglietta_080906.tar.Z
Fine compressione
Copia il file: /home/cuglietta/back/tecnetlego1.pte.enel.it_cuglietta_080906.tar.Z in /root/MountCond ed in /home/cuglietta/back
Copia del file: /home/cuglietta/back/tecnetlego1.pte.enel.it_cuglietta_080906.tar.Z in /root/MountCond eseguita correttamente
Fine esecuzione backup

Backup utente: maggi data: Fri Sep 8 22:22:01 CEST 2006
Inizio procedura di backup
Sono in /home/maggi
--Ancora-- (40%)
```

Utenti caricati

Connessione al server di backup

Step della procedura di backup x 1 utente

Figura 128 – File di log logSchedule_ggmmaa

```
bardi@tecnetlego:~/LogBackupLego
< tecnetlego@root/LogBackupLego >
$ more logRemoveTarOld_080906

Cancello gli i file vecchi di 7 giorni.

Avvio la cancellazione dei file vecchi di: 7

/home/angelo/back/tecnetlego_angelo_310806.tar.Z
/home/bardi/back/tecnetlego_bardi_310806.tar.Z
/home/berg/back/tecnetlego_berg_310806.tar.Z
/home/boffa/back/tecnetlego_boffa_28ago06.tar.Z
/home/cuglietta/back/tecnetlego_cuglietta_310806.tar.Z
/home/maggi/back/tecnetlego_maggi_310806.tar.Z
/home/monteleone/back/tecnetlego_monteleone_310806.tar.Z
/home/rossi/back/tecnetlego_rossi_310806.tar.Z

Fine cancellazione.

< tecnetlego@root/LogBackupLego >
$
```

Figura 129 – File di log logCondivisaToBack_gmmaa

Nel file di log vengono annotati:

1. utenti caricati
2. esito della connessione al server di backup
3. esito creazione file .tar

removeTarOld.sh → logRemoveTarOld_gmmaa

Questo file risiede nella cartella **/root/LogBackupLego** sul server di produzione e di backup

```
bardi@tecnetlego1:~/LogBackupLego
[root@tecnetlego1 LogBackupLego]# more logRemoveTarOld_080906

Cancello gli i file vecchi di 7 giorni.

Avvio la cancellazione dei file vecchi di: 7

/home/angelo/back/tecnetlego1.pte.enel.it_angelo_300806.tar.Z
/home/angelo/back/tecnetlego1.pte.enel.it_angelo_310806.tar.Z
/home/angelo/back/tecnetlego_angelo_28ago06.tar.Z
/home/angelo/back/tecnetlego_angelo_290806.tar.Z
/home/angelo/back/tecnetlego_angelo_29Aug06.tar.Z
/home/angelo/back/tecnetlego_angelo_29ago06.tar.Z
/home/angelo/back/tecnetlego_angelo_300806.tar.Z
/home/angelo/back/tecnetlego_angelo_310806.tar.Z
/home/bardi/back/tecnetlego1.pte.enel.it_bardi_300806.tar.Z
/home/bardi/back/tecnetlego1.pte.enel.it_bardi_310806.tar.Z
/home/bardi/back/tecnetlego_bardi_310806.tar.Z
/home/berg/back/tecnetlego1.pte.enel.it_berg_300806.tar.Z
/home/berg/back/tecnetlego1.pte.enel.it_berg_310806.tar.Z
/home/berg/back/tecnetlego_berg_290806.tar.Z
/home/berg/back/tecnetlego_berg_300806.tar.Z
/home/berg/back/tecnetlego_berg_310806.tar.Z
/home/berg/back/tecnetlego_cuglietta_24ago06.tar.Z
/home/berg/back/tecnetlego_cuglietta_28ago06.tar.Z
/home/berg/back/tecnetlego_cuglietta_290806.tar.Z
/home/berg/back/tecnetlego_cuglietta_29Aug06.tar.Z
/home/boffa/back/tecnetlego1.pte.enel.it_boffa_300806.tar.Z
/home/boffa/back/tecnetlego1.pte.enel.it_boffa_310806.tar.Z
/home/boffa/back/tecnetlego_boffa_29ago06.tar.Z
/home/boffa/back/tecnetlego_boffa_310806.tar.Z
/home/cuglietta/back/tecnetlego1.pte.enel.it_cuglietta_300806.tar.Z
/home/cuglietta/back/tecnetlego1.pte.enel.it_cuglietta_310806.tar.Z
/home/cuglietta/back/tecnetlego_cuglietta_24ago06.tar.Z
/home/cuglietta/back/tecnetlego_cuglietta_28ago06.tar.Z
/home/cuglietta/back/tecnetlego_cuglietta_290806.tar.Z
/home/cuglietta/back/tecnetlego_cuglietta_29Aug06.tar.Z
/home/cuglietta/back/tecnetlego_cuglietta_300806.tar.Z
/home/cuglietta/back/tecnetlego_cuglietta_310806.tar.Z
/home/maggi/back/tecnetlego1.pte.enel.it_maggi_300806.tar.Z
/home/maggi/back/tecnetlego1.pte.enel.it_maggi_310806.tar.Z
/home/maggi/back/tecnetlego_maggi_310806.tar.Z
--Ancora--(67%)
```

Figura 130 – File di log logremoveTarOld_ggmmaa

Nel log vengono annotati i files cancellati.

condivisaToBack.sh → logCondivisaToBack_ggmmaa

Questo file risiede nella cartella **/root/LogBackupLego** sul server di backup

```
bardi@tecnetlego:~/LogBackupLego
< tecnetlego@root/LogBackupLego >
$ more logCondivisaToBack_080906
Inizio esecuzione condivisa to back
Sono in /root
Caricamento Utenti da file: /sbin/utenti.txt
Processo il file: /sbin/utenti.txt
Utenti caricati: boffa bardi cuglietta maggi monteleone berg angelo rossi prioprod

Mi connetto alla condivisa di default: //tecnetlego.pte.enel.it/Condivisa
Mi connetto a: //tecnetlego.pte.enel.it/Condivisa
Mi connetto alla condivisa: //tecnetlego.pte.enel.it/Condivisa sulla cartella: /root/MountCond
Connesso alla condivisa: //tecnetlego.pte.enel.it/Condivisa correttamente.

Controllo se esiste file: /root/MountCond/Finebackup
Aspetto che tutti i backup vengono copiati
Inizio copia dei vari utenti

Effettuo copia dell'utente : boffa
Copia del file eseguita correttamente
total 189940
-rw-r--r-- 1 boffa lego 7697 Sep 5 15:56 listaFileRemove
-rwxr-xr-x 1 boffa lego 164 Sep 1 22:03 tecnetlego1.pte.enel.it_boffa_010906.tar.Z
-rwxr-xr-x 1 boffa lego 429 Sep 7 10:03 tecnetlego1.pte.enel.it_boffa_070906.tar.Z
-rwxr-xr-x 1 boffa lego 429 Sep 8 22:20 tecnetlego1.pte.enel.it_boffa_080906.tar.Z
-rwxr-xr-x 1 boffa lego 164 Aug 31 22:02 tecnetlego1.pte.enel.it_boffa_310806.tar.Z
-rw-r--r-- 1 boffa lego 62721123 Sep 1 20:04 tecnetlego_boffa_010906.tar.Z
-rw-r--r-- 1 boffa lego 62721123 Sep 4 20:05 tecnetlego_boffa_040906.tar.Z
-rw-r--r-- 1 boffa lego 6097015 Aug 28 13:42 tecnetlego_boffa_28ago06.tar.Z
-rw-r--r-- 1 boffa lego 62721123 Aug 31 20:03 tecnetlego_boffa_320806.tar.Z

Effettuo copia dell'utente : bardi
Copia del file eseguita correttamente
total 120676
-rwxr-xr-x 1 bardi lego 164 Sep 1 22:02 tecne
-rwxr-xr-x 1 bardi lego 164 Sep 7 10:03 tecne
-rwxr-xr-x 1 bardi lego 30956569 Sep 8 22:20 tecne
-rwxr-xr-x 1 bardi lego 164 Aug 31 22:01 tecnetlego1.pte.enel.it_bardi_310806.tar.Z
-rw-r--r-- 1 bardi lego 30815945 Sep 1 20:02 tecnetlego_bardi_010906.tar.Z
-rw-r--r-- 1 bardi lego 30815945 Sep 4 20:03 tecnetlego_bardi_040906.tar.Z
-rw-r--r-- 1 bardi lego 30815945 Aug 31 20:02 tecnetlego_bardi_310806.tar.Z
```

Utenti caricati

Connessione al server di backup

Attesa che sia completata l'esecuzione dello script schedule.sh

Copia del .tar dalla cartella condivisa alla cartella back dell'utente

Figura 131 – File di log logCondivisaToBack_ggmmaa

Nel log vengono annotati:

1. utenti caricati
2. esito della connessione al server di backup
3. esito creazione file .tar

Il sistema è configurato in modo tale che se avviene un crash su un disco della macchina di produzione, si deve poter switchare e impostare la macchina di produzione come macchina di backup e viceversa. In questo modo la nuova macchina di produzione risulta dotata del servizio di mirroring che mantiene protetto e in esercizio le funzionalità dell'ambiente di sviluppo ALTERLEGO.

3.3 CVS- Concurrent Version System

Il Concurrent Versions System (CVS), conosciuto anche come Concurrent Versioning System, implementa un sistema di controllo versione⁴⁸: mantiene al corrente di tutto il lavoro e di tutti i cambiamenti in un insieme di file, tipicamente è l'implementazione di un software in via di sviluppo, in progetto, e permette a molti sviluppatori (potenzialmente distanti) di collaborare.

Il CVS utilizza un'architettura client-server: un server immagazzina la versione corrente di un progetto e la sua storia, ed il client si connette al server per verificare l'ultima versione disponibile del software ed utilizzare quest'ultima. Tipicamente, client e server si connettono su una LAN o su Internet, ma il client e il server possono girare entrambe sulla stessa macchina, se il CVS ha il compito di tenere traccia della storia della versione di un progetto con solo sviluppatori locali.

Molti client possono simultaneamente pubblicare le copie dei progetti. Quando essi registrano poi i cambiamenti, il server tenta di fonderli. Se questo sistema fallisce, per esempio perché due client hanno cercato di cambiare la stessa linea in un certo file, così il server nega la seconda operazione di registrazione e informa il client sul conflitto, il quale sarà risolto a mano dall'utente. Se l'operazione di registrazione riesce, allora i numeri di versioni di tutti i file coinvolti incrementano automaticamente, e il server CVS scrive una linea di descrizione fornita dall'utente, la data ed il nome dell'autore nel relativo file di **log**.

I client possono anche confrontare le differenti versioni dei file, richiedere una completa storia di cambiamenti, o la verifica di una fotografia storica del progetto da una certa data e da un certo numero di revisione.

I client possono anche usare il comando per l'aggiornamento ("update") al fine di uniformare le proprie copie locali con la più nuova versione presente sul server. Questo elimina l'esigenza di ripetuti download dell'intero progetto.

CVS può anche mantenere diversi "rami" (branch, plurale branches) di un progetto. Per esempio, una versione rilasciata del progetto può formare una branch, utilizzata per riparare bug, mentre una versione sotto lo sviluppo corrente, con maggiori cambiamenti e nuove funzioni, forma una branch separata.

In un progetto di un simulatore con sviluppatori condivisi è utile utilizzare uno strumento CVS.

Lo strumento più utilizzato è Tortoise al sito <http://www.tortoisecvs.org/>.

Una volta installato Tortoise consente di impostare una directory nel client locale e la directory sul server dove risiede il repository sulla quale eseguire i depositi e i prelievi (vedi Figura 132).

Cliccando su una cartella sul client locale è possibile impostare come repository locale. Con il pulsante destro si può effettuare un aggiornamento della cartella locale, o un deposito sul server di modifiche (vedi Figura 133).

⁴⁸ In informatica, il controllo versione è la gestione di versioni multiple di un insieme di informazioni.

Viene usato prevalentemente nello sviluppo di progetti ingegneristici o informatici per gestire la continua evoluzione dei documenti digitali come il codice sorgente del software, i disegni tecnici, la documentazione testuale e altre informazioni importanti su cui può lavorare una squadra di persone. Le modifiche a questi documenti sono identificate incrementando un numero o un codice associato ad essi, denominato "numero di versione", "etichetta di versione", o semplicemente "versione", e sono etichettate con il nome della persona che ha apportato la modifica.

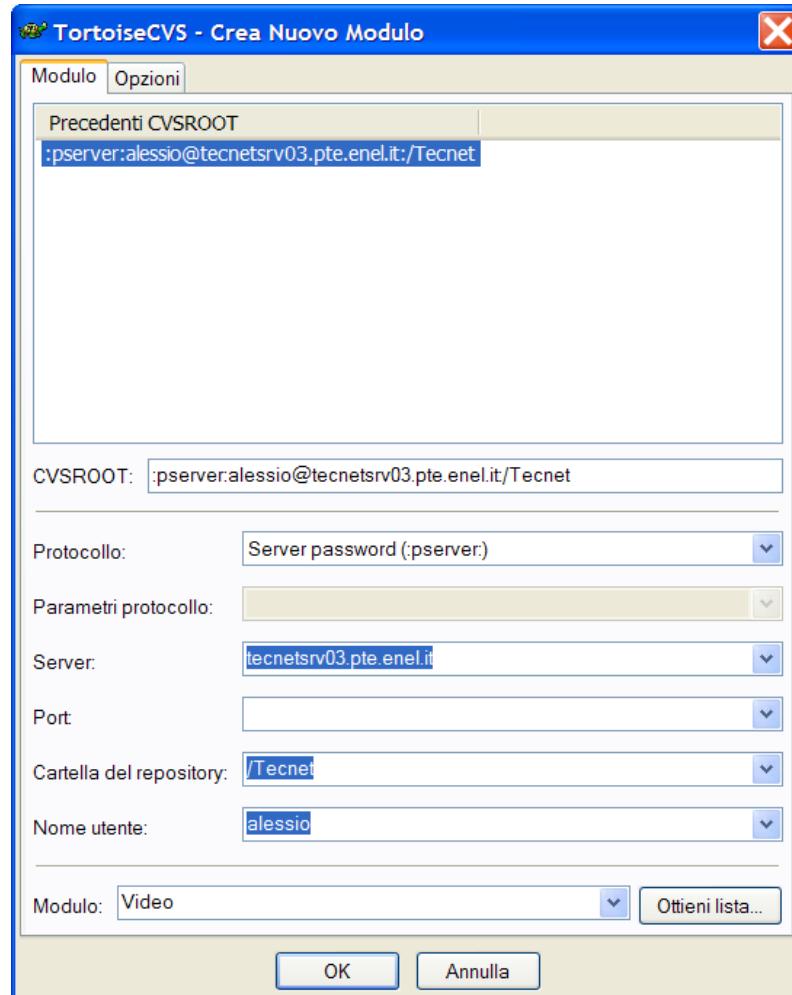
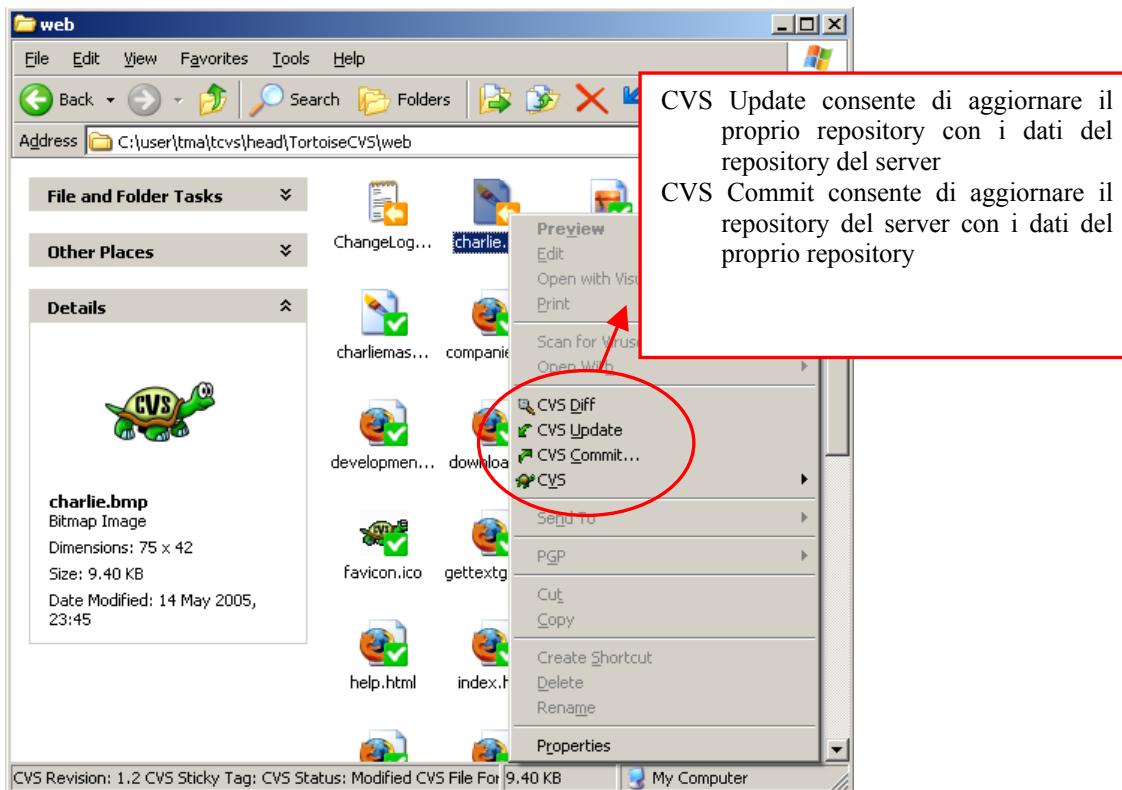


Figura 132 – Finestre di configurazione di Tortoise


Figura 133 – Utilizzo di Tortoise

	Unmodified	The file or folder is up-to-date with the CVS repository version.
	Modified	The file or folder has been modified from the current CVS repository version.
	Added	The file or folder has been added to CVS, but not yet committed.
	Conflict	The file or folder has a conflict with the current CVS repository version.
	Not In CVS	The file or folder is not in the CVS repository.
	CVS Watch Icon Overlay	The file or folder is controlled under CVS Watch.
	Ignore Icon Overlay	The file or folder is being ignored by CVS.

Figura 134 – Legenda delle icone di Tortoise

4 Workflow di generazione di un simulatore [14]

Di seguito è rappresentato ancora il workflow

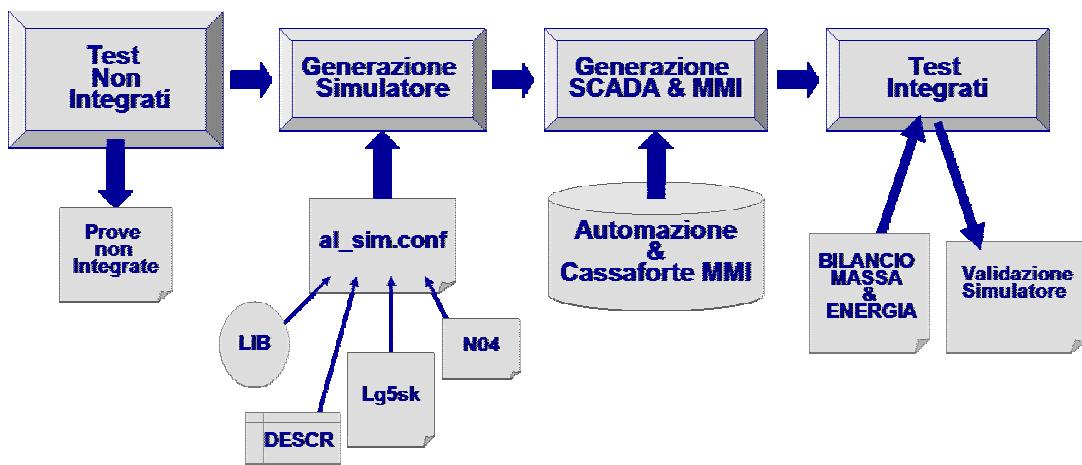


Figura 135 – Workflow test e integrazione del simulatore

4.1 Aggiornamento variabili d'ambiente

Aggiungere nel file **.profile**⁴⁹ (ubicata nella directory utente) la variabile **\$KSIMNAME=nome_simulatore**. Per rendere effettive le modifiche al file **.profile** è necessario uscire dall'ambiente Linux e riaccedervi. In ogni caso lo si può sempre eseguire manualmente dalla shell di comando: Dalla root utente verificare l'esistenza della directory **sked** che contiene la sub-directory del simulatore, altrimenti creare tale sub-directory. Una volta eseguito il **.profile** si può utilizzare il commando **ksim** per spostarsi rapidamente nella directory del simulatore.

⁴⁹ File di configurazione del sistema in cui vengono dichiarati i settings di certe variabili di ambiente richiamabili da altri programmi.

4.2 Procedura di test dei modelli[43],[44],[45],[47],[20]

Le prove da effettuare sulle singole task di processo devono essere definite sulla base del tipo di processo simulato e sulle modalità di esercizio previste per quel sistema di impianto.

In generale i test di accettabilità da eseguire su un simulatore si distinguono tra:

- test non integrati
- test integrati
- validazione del simulatore

Nei test non integrati ogni singola task deve essere testata singolarmente secondo i seguenti criteri:

1. convergenza stazionario
2. stabilità in regime dinamico varia dai 30 minuti ad alcune ore

Successivamente si integra manualmente alcune task di processo e si verifica ancora i criteri validi per la singola task.

Quando tutte le task di processo sono integrate fra loro si procede nel verificare per l'intero simulatore di processo:

1. stabilità in regime dinamico per un tempo che varia dai 30 minuti ad alcune ore
2. stabilità durante le perturbazioni al sistema
3. stabilità durante alcune manovre di esclusione di circuiti

Alla fine di questi test si produce la documentazione relativa ai test non integrati.

I test integrati prevedono la generazione del simulatore con l'integrazione delle task di processo e di regolazione.

La validazione del simulatore si effettua con un confronto tra le misure in campo e i risultati della simulazione con uno scostamento che deve rimanere nei valori del 2% per i valori allo stazionario e 5% per i valori durante i transitori.

La tipologia di test dipende dal tipo di simulatore da sviluppare.

I test previsti per un simulatore PDS sono:

- Verifica del mantenimento della condizione stazionaria,
- Variazioni di carico nell'ambito delle condizioni di carico da CMT a CNC

Le singole task di regolazione vengono testate in stand-alone, controllando:

- stabilità dello stato stazionario e la sua corrispondenza alle condizioni iniziali richieste dal collegamento con il processo
- corretto funzionamento durante le commutazioni AUTO/MAN e viceversa

- corretto funzionamento nei casi di variazioni di stato, superamento di soglie, mancanza di consensi ecc.

I test previsti per un simulatore PTS sono:

- simulazione delle sequenze di manovra e delle logiche necessarie per consentire:
 - Verifica del mantenimento della condizione stazionaria
 - Variazioni di carico
 - Avviamento da freddo dell'impianto
 - Presa di carico fino al carico nominale continuo
 - Fermata dell'impianto senza raffreddamento
 - Fermata dell'impianto con raffreddamento
- gestione dei malfunzionamenti standard dei componenti:
 - Scatti di alcuni macchinari doppi
 - Blocco componente (per esempio TG o TV)
 - Malfunzionamento di alcune misure

Le singole task di regolazione vengono testate in stand-alone, controllando:

- stabilità dello stato stazionario e la sua corrispondenza alle condizioni iniziali richieste dal collegamento con il processo
- corretto funzionamento durante le commutazioni AUTO/MAN e viceversa
- esecuzioni di sequenze di avviamento e fermata
- corretto funzionamento nei casi di variazioni di stato, superamento di soglie, mancanza di consensi ecc.

I risultati dei test delle singole task vengono raggruppati in tabelle riferite alle varie condizioni di carico (100%, start-up ecc.) in cui si specificano la velocità della perturbazione e gli effetti che provoca sul sistema (numero di iterazioni, numero di jacobiani, valori di alcune variabili a diversi istanti della simulazione, ecc.).[19]

Di seguito si riporta un esempio di procedura operativa di una sequenza di avviamento a caldo per il simulatore di una CC di Priolo Gargallo.

SCHEDA DI PROVA N. 1	Fase operativa: AVVIAMENTO DA CALDO	Esecutore Data	
SEQUENZA OPERATIVA	VERIFICA	ESITO DELLA PROVA	RIFERIMENTI
1 - GVR <ul style="list-style-type: none"> - Avviare una pompa alimento - Portare manualmente i livelli dei corpi cilindrici ai valori di S.P. previsti in funzione della pressione - Azzerare i bias sui programmi di livello - Predisporre le valvole di regolazione dei livelli in automatico - Mettere in automatico le valvole di blow off e gli spurghi continui dei corpi cilindrici - Avviare pompa di ricircolo ECO BP e mettere in automatico la valvola di regolazione temperatura ingresso ECO - Mettere in automatico le valvole antiflash FX717X (BP) FX807X (MP) FX907X (AP) - Mettere in automatico la valvola a tre vie di regolazione temperatura uscita ECO BP FX707X - Mettere in automatico gli sfiati e scarichi tubazioni SH AP → FT916X FT931X FT932X MP → FU816X FU831X RH → FU850X FU851X BP → FU741X 			

Tabella 15: Scheda delle operazioni da eseguire per l'avviamento a caldo

SCHEDA DI PROVA N. 2	Fase operativa: AVVIAMENTO DA CALDO	Esecutore Data	
SEQUENZA OPERATIVA	VERIFICA	ESITO DELLA PROVA	RIFERIMENTI
<ul style="list-style-type: none"> - Riarmare il Blocco Termico - Predisporre i limiti minimi dei programmi di pressurizzazione ai seguenti valori: SH AP → 2 bar > pressione c.c. AP SH MP → con SH AP > 60 bar portare il limite minimo a 10-12 bar Con SH AP < 60 bar portare il limite minimo a 3 bar sopra la pressione del C.C. MP Se la pressione residua nei C.C. è inferiore al valore di rampa, l'appostamento dei limiti minimi deve essere ad un valore non superiore del valore della rampa SH BP → il limite minimo viene appostato ad un valore leggermente superiore alla pressione residua del C.C. BP - Chiudere gli spurghi tubazioni AP → HC1/HC2Va RHC → HC3/HC4Va RHF → HC091X-HC092X - Verificare l'apertura degli spurghi tubazioni RHF monte N.R. → HC5/HC6Va 			

Tabella 16: Scheda delle operazioni da eseguire per l'avviamento a caldo

SCHEDA DI PROVA N. 3	Fase operativa: AVVIAMENTO DA CALDO	Esecutore Data		
SEQUENZA OPERATIVA		VERIFICA	ESITO DELLA PROVA	RIFERIMENTI
<ul style="list-style-type: none"> - Controllare l'apertura della valvola alla ventilation line FT088X e mettere in automatico il relativo attemperamento - Aprire by-pass valvole stop AP e BP per pressurizzare la tubazione a valle - A pressurizzazione effettuata, aprire le valvole stop e chiudere i by-pass - Con valvola FX 840X chiusa, aprire la valvola di intercettazione vapore C.C. MP → FS839X - Mettere in automatico i programmi di pressione - Mettere in automatico gli sfiati <ul style="list-style-type: none"> AP → FX939X MP → FX837X RH → FX852X BP → FX748X – FX729X - Mettere in automatico la valvola FX840X e le valvole di by-pass turbina verificando che rimangano chiuse <ul style="list-style-type: none"> AP → FX068X MP → FX049X BP → FX065X <p>Mettere in automatico i relativi attemperamenti</p>				

Tabella 17: Scheda delle operazioni da eseguire per l'avviamento a caldo

Di seguito si riporta l'intestazione e il sommario del documento di test integrati di un simulatore. Tali test sono relativi ad un simulatore OTS.

Puertollano Dynamic Simulator Project																																																	
Document code: Document type: INTEGRATED TEST LIST																																																	
Plant Functional Areas: IGCC Overall Integrated Plant																																																	
Plant System: FA1 - PRENFLO Gasifier FA2 - Gas Cleaning FA6 - Interfacing System																																																	
Simulator Name: IGCC0r6																																																	
Simulator Date: 30/03/98																																																	
Simulator Release: 1.0																																																	
DISTRIBUTION RESERVED PROPRIETARY																																																	
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15px; height: 15px;"></td> </tr> <tr> <td>00</td> <td>30/03/98</td> <td>ENEL</td> <td>ENEL</td> <td>ENEL</td> <td>ENEL</td> <td>ENEL</td> <td>ENEL</td> <td>ENEL</td> <td>ENEL</td> <td>EDF</td> <td>EDF</td> </tr> <tr> <td>Rev</td> <td>Date</td> <td>CRA</td> <td>CRT</td> <td>ELM</td> <td>EDF</td> <td>CRA</td> <td>CRT</td> <td>ELM</td> <td>EDF</td> <td>Project Manager</td> <td>Approval</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="4">Prepared by</td> <td colspan="4">Checked by</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>														00	30/03/98	ENEL	EDF	EDF	Rev	Date	CRA	CRT	ELM	EDF	CRA	CRT	ELM	EDF	Project Manager	Approval			Prepared by				Checked by												
00	30/03/98	ENEL	ENEL	ENEL	ENEL	ENEL	ENEL	ENEL	ENEL	EDF	EDF																																						
Rev	Date	CRA	CRT	ELM	EDF	CRA	CRT	ELM	EDF	Project Manager	Approval																																						
		Prepared by				Checked by																																											

Figura 136 – Intestazione dei test integrati

0	INTRODUCTION	10
1	GENERAL ACCEPTANCE CRITERIA FOR PROCESS SIMULATION BEHAVIOUR	10
2	GENERAL ACCEPTANCE CRITERIA FOR NUMERIC BEHAVIOUR ANALYSIS	10
3	100 % LOAD	12
3.1	(100% load) FULL LOAD INITIAL CONDITION	13
3.2	(100% load) STEADY STATE STABILITY TEST	18
4	0 % LOAD	24
4.1	0 % LOAD	25
4.2	(0% load) STEADY STATE STABILITY TEST	30
4.3	START-UP	32
5	START UP SEQUENCES	119
6	TESTS CHECKING	271

Figura 137 – Sommario del documento di test

La tabelle seguenti riporta i dati che devono essere riportati nei test del capitolo 3.1. Ogni tipo di test deve essere definito attraverso:

1. Una tabella “SYSTEM PERTURBATION” nella quale si definisce la perturbazione mediante:
 - l’insieme degli step che definiscono la perturbazione con le relative variabili perturbate
 - il tempo alla quale finisce e la durata di ogni step

- il valore iniziale e finale della perturbazione
2. Una tabella “PROCESS SIMULATION BEHAVIOUR ANALYSIS” nella quale si elenca l’evoluzione delle variabili misurate mediante:
- Codifica della variabile misurata (KKS)
 - La descrizione
 - Le condizioni iniziali
 - Nome della variabile sul PLANT DISPLAY

3.1 (100% load) FULL LOAD INITIAL CONDITION

SYSTEM PERTURBATIONS

Step	Time [s]	Perturbation	Perturbed Variable	End Value	Perturbation Length [s]
1	0	No perturbation occurs during the entire simulation	-	-	1200.

PROCESS SIMULATION BEHAVIOUR ANALYSIS

KKS	Plant Display	Initial Condition	Reference Value	Description
0TOG02CT102 0TOG02CP102A XREH05CF701	PROCESS KKS	88 30 25.4	C bar kg/s	PRESS., TEMP. & FLOW RATE OXYGEN LINE FROM ASU PROCESS VARIABLES
0REH11CF001_DGWM	0RAH10EJ001	6.31	kg/s	O2 TO GASIFIER at TEMP.[0REH06CT001]
0REH21CF001_DGWM	0RAH10EJ001	6.31	kg/s	O2 TO GASIFIER at TEMP.[0REH06CT001]
0REH31CF001_DGWM	0RAH10EJ001	6.31	kg/s	O2 TO GASIFIER at TEMP.[0REH06CT001]
0REH41CF001_DGWM	0RAH10EJ001	6.31	kg/s	O2 TO GASIFIER at TEMP.[0REH06CT001]
0REH06CT001_DGWM		180	C	O2 TEMPERATURE TO GASIFIER
0REH50CF001_DGWM		0.0	kg/s	O2 TO START-UP BURNER
0REH50CP001_DGWM		30.2	bar	O2 TEMP. TO START-UP BURNER
0REH50CT0012_DGWM		80	C	O2 PRESSURE TO START-UP BURNER
XREH61CU002_DGWM		0.106	kg/s	O2 TO CLAUS PLANT
0REH52CF003_DGWM		0.022	kg/s	OXYGEN LANCES 1 & 3
0REH52CF004_DGWM		0.022	kg/s	OXYGEN LANCES 2 & 4
0REH06CP001_DGWM		30	bar	OXYGEN PRESSURE TO BURNERS
0REH06CT001_DGWM		180	C	OXYGEN TEMPERATURE TO BURNERS

3. 2 (100% load) STEADY STATE STABILITY TEST

STARTING CONDITIONS

100% MIXED COAL OPERATION – MC 15.000

NOTES

The values in the following table refer to a 100 % load case situation which was designed and obtained before the startup procedure analysis.

They will be adjusted after the startup procedure completion, according to the new situation of process and automation parameter.

SYSTEM PERTURBATIONS

Step	Time [s]	Perturbation	Perturbed Variable	End Value	Perturbation Length [s]
1	0	No perturbation occurs during the entire simulation	-	-	1200.

PROCESS SIMULATION BEHAVIOUR ANALYSIS

KKS	Plant Display	Initial Condition	Reference Value	Description
0TOG02CT102	PROCESS KKS	88	C	PRESS. ,TEMP. & FLOW RATE OXYGEN
0TOG02CP102A		30	bar	LINE FROM ASU
XREH05CF701		25.4	kg/s	PROCESS VARIABLES
OREH11CF001_DGWM	0RAH10EJ001	6.31	kg/s	O2 TO GASIFIER at TEMP.[0REH06CT001]
OREH21CF001_DGWM	0RAH10EJ001	6.31	kg/s	O2 TO GASIFIER at TEMP.[0REH06CT001]
OREH31CF001_DGWM	0RAH10EJ001	6.31	kg/s	O2 TO GASIFIER at TEMP.[0REH06CT001]
OREH41CF001_DGWM	0RAH10EJ001	6.31	kg/s	O2 TO GASIFIER at TEMP.[0REH06CT001]
OREH06CT001_DGWM		180	C	O2 TEMPERATURE TO GASIFIER
OREH50CF001_DGWM		0.0	kg/s	O2 TO START-UP BURNER
OREH50CP001_DGWM		30.2	bar	O2 TEMP. TO START-UP BURNER
OREH50CT0012_DGWM		80	C	O2 PRESSURE TO START-UP BURNER
XREH61CU002_DGWM		0.106	kg/s	O2 TO CLAUS PLANT
OREH52CF003_DGWM		0.022	kg/s	OXYGEN LANCES 1 & 3
OREH52CF004_DGWM		0.022	kg/s	OXYGEN LANCES 2 & 4
OREH06CP001_DGWM		30	bar	OXYGEN PRESSURE TO BURNERS
OREH06CT001_DGWM		180	C	OXYGEN TEMPERATURE TO BURNERS

4.1 (0% load) COLD START-UP INITIAL CONDITION

NOTES

SYSTEM PERTURBATIONS

P. N.	Description	KKS	Action	Plant Display
1	Press. Control valve MP N2 feeding	0RPJ11AA004A_DKR7	AUTO	0RPJ10EJ001
2	Press. Control valve MP N2 feeding	0RPJ11AA004B_DKR7	AUTO	0RPJ10EJ001
3	N2 pressure to coal sluicing	0RPJ21DP001_DFRC	AUTO	0RPJ10EJ001
4	N2 pressure set point to coal sluicing	0RPJ21DP001_DBR	AUTO 9.0 bar	0RPJ10EJ001
5	Press. Control valve MP N2 to burners	0RPJ11AA005A_DKR7	AUTO	0RPJ10EJ001
6	Press. Control valve MP N2 to burners	0RPJ11AA005B_DKR7	AUTO	0RPJ10EJ001
7	MP N2 to gas system	0RPJ71DP001_DFRC	AUTO	0RPJ10EJ001
8	MP N2 set point to gas system at 9 bar	0RPJ71DP001_DBR	AUTO 9.0 bar	0RPJ10EJ001
9	Press. Control valve MP N2 to O2 system	0RPJ11AA006A_DKR7	AUTO	0RPJ10EJ001
10	Press. Control valve MP N2 to O2 system	0RPJ11AA006B_DKR7	AUTO	0RPJ10EJ001
11	N2 pressure control	0RPJ51DP001_DFRC	AUTO	0RPJ10EJ001
12	N2 pressure control set point at 9 bar	0RPJ51DP001_DBR	AUTO 9.0 bar	0RPJ10EJ001
13	F.CC for N2 to Press. pump	0RPJ11AA001_DKR7	AUTO	0RPJ10EJ001
14	0RPJ11CF002 controller ext. Set point	0RPJ11DF002	AUTO 900m3/h	0RPJ10EJ001
15	Press. Control valve MP N2 conveying	0RPJ11AA002A_DKR7	AUTO	0RPJ10EJ001
16	Press. Control valve MP N2 conveying	0RPJ11AA002B_DKR7	AUTO	0RPJ10EJ001
17	N2 pressure to conveying line	0RPJ61DP001_DFRC	AUTO	0RPJ10EJ001
18	N2 pressure set point to conveying line	0RPJ61DP001_DBR	AUTO 9.0 bar	0RPJ10EJ001
19	Press. Control valve MP N2 to RKA system	0RPJ11AA003_DKR7	AUTO	0RPJ10EJ001
20	N2 pressure control set point to RKA system	0RPJ65DP001_DBR	AUTO 9.0 bar	0RPJ10EJ001
21				
22				

PROCESS SIMULATION BEHAVIOUR ANALYSIS

KKS	Plant Display	Initial Condition	Reference Value	Description
0TOG02CT102 0TOG02CP102A XREH05CF701	PROCESS KKS	88 30 25.4	C bar kg/s	PRESS. ,TEMP. & FLOW RATE OXYGEN LINE FROM ASU PROCESS VARIABLES
0REH11CF001_DGWM	ORAH10EJ001	6.31	kg/s	O2 TO GASIFIER at TEMP.[0REH06CT001]
0REH21CF001_DGWM	ORAH10EJ001	6.31	kg/s	O2 TO GASIFIER at TEMP.[0REH06CT001]
0REH31CF001_DGWM	ORAH10EJ001	6.31	kg/s	O2 TO GASIFIER at TEMP.[0REH06CT001]
0REH41CF001_DGWM	ORAH10EJ001	6.31	kg/s	O2 TO GASIFIER at TEMP.[0REH06CT001]
0REH06CT001_DGWM		180	C	O2 TEMPERATURE TO GASIFIER
0REH50CF001_DGWM		0.0	kg/s	O2 TO START-UP BURNER
0REH50CP001_DGWM		30.2	bar	O2 TEMP. TO START-UP BURNER
0REH50CT0012_DGWM		80	C	O2 PRESSURE TO START-UP BURNER
XREH61CU002_DGWM		0.106	kg/s	O2 TO CLAUS PLANT
0REH52CF003_DGWM		0.022	kg/s	OXYGEN LANCES 1 & 3
0REH52CF004_DGWM		0.022	kg/s	OXYGEN LANCES 2 & 4
0REH06CP001_DGWM		30	bar	OXYGEN PRESSURE TO BURNERS
0REH06CT001_DGWM		180	C	OXYGEN TEMPERATURE TO BURNERS

NUMERIC BEHAVIOUR ANALYSIS

Variable	Acceptance criteria	Remark	Performed
Residuals	5		
NJAC	6		
NITE	7		

4.3 Generazione del simulatore con task LEGOCAD®

La generazione di un simulatore si ottiene collegando tra loro task di processo e task di regolazione. La connessione si effettua sulla base del file **S01** nel quale viene indicata la corrispondenza tra le variabili di uscita di una task e le variabili di ingresso di un'altra task. Originariamente questa procedura veniva eseguita manualmente, poi grazie all'ideazione delle variabili di svincolo (nome pubblico della variabile) basate sulla codifica d'impianto, è stato creato un meccanismo semi-automatico in grado di generare il file **S01**. Tale procedura è valida per le connessioni tra task di processo e task di regolazione ma non è utilizzabile per la generazione di un simulatore tra task lego e non lego. Di seguito si riportano i passi relativi alla generazione del simulatore:

1. collegamento tra task di processo
2. collegamento tra task di processo e regolazione
3. verifica presenza files
4. verifica corretta compilazione del simulatore

4.3.1 Collegamento tra task

Il collegamento tra task definisce le variabili di scambio, ovvero ingressi o uscite provenienti da modelli diversi. Definendo queste connessioni, si consente allo *schedulatore*, che gestisce l'esecuzione sincronizzata delle task, di aggiornare correttamente ad ogni passo di tempo gli ingressi di ciascuna task. Il file **S01**⁵⁰ viene prodotto nella procedura di generazione del simulatore, purché le variabili da collegare siano caratterizzate da un nome pubblico univoco. Tale nome pubblico in genere coincide con il codice KKS preceduto da una stringa standard di 4 caratteri. In LEGOCAD® tali codici sono inseriti nella topologia, sostituendolo alla descrizione in chiaro della variabile di processo. Nella Figura 139 è riportato un esempio di attribuzione di nome pubblico alle varibili di scambio tra le task di processo del simulatore dinamico dell'impinto a letto fluido del Sulcis.

- task di processo SU2LFUM
- task di processo SU2ALFLU

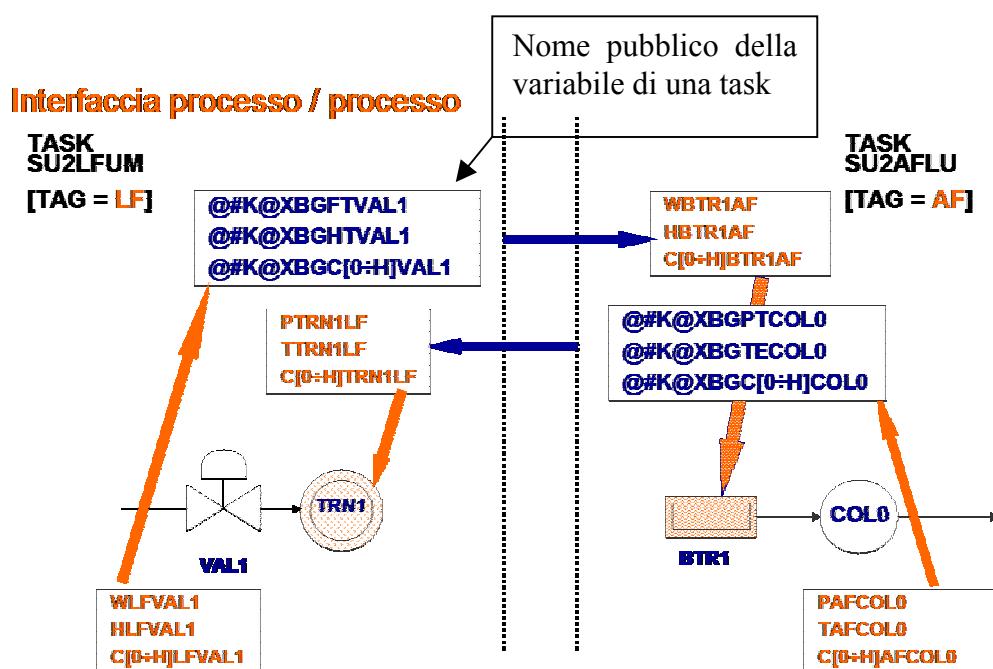


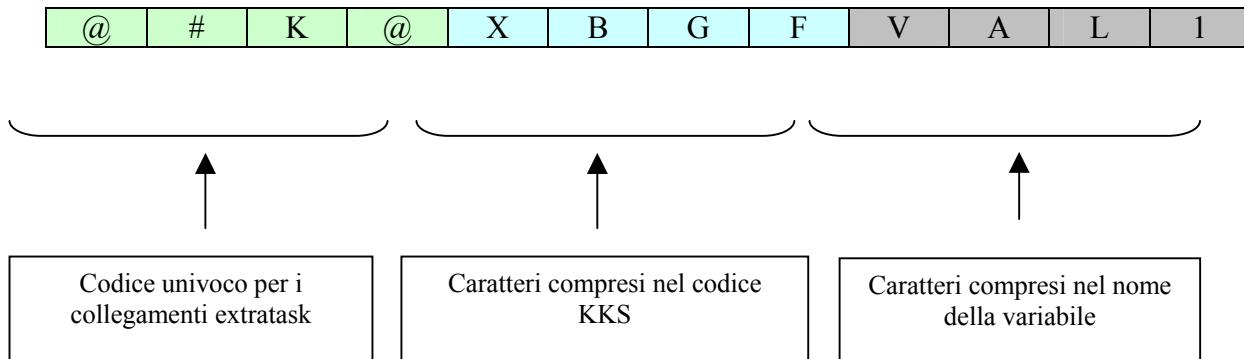
Figura 138: Collegamento tra task di processo mediante nome pubblico

Il nome pubblico della variabile WLFVAL1 della valvola VALVVAL1 è così identificata:

@#K@”NOME”

⁵⁰ Vedi più in dettaglio il capitolo 4.5

dove “NOME” è composto da 8 campi di cui i primi 4 compresi nel codice KKS dell’elemento e 4 dal nome della variabile.



La configurazione del simulatore integrato è contenuta nel file **al_sim.conf** che contiene l’elenco delle task; la generazione del simulatore è in genere accompagnata dalla generazione dell’ambiente SCADA di gestione allarmi e dell’interfaccia-operatore MMI, generato automaticamente utilizzando i report prodotti sotto forma di tabelle di testo dal DataBase Automazione.

Il file **S01** contiene le definizioni di tali connessioni. La scrittura automatica del file **S01** generato dal programma “**kConnex**”. mediante TAG con la codifica d’impianto rappresenta un sistema più sicuro ed efficace rispetto alla configurazione manuale realizzabile utilizzando kNetCompi.

Riassumendo la procedura di connessione tra task di processo LEGOCAD® consiste in 2 passi fondamentali:

1. taggatura delle variabili di processo nella topologia delle task di processo
2. esecuzione della procedura di scrittura automatica del file **S01** che costituisce l’anello di congiunzione tra le variabili di task diverse dal programma “**kConnex**”.

La taggatura delle variabili avviene modificando i campi descrittivi delle variabili di processo con il nome pubblico così definito:

Il nome pubblico verrà in seguito interpretata dal programma “**kConnex**” che creerà nel file . Le stringhe di collegamento fra le task di processo vengono inserite nel “TOPOLOGY EDITOR” relative alle variabili dei moduli di connessione.

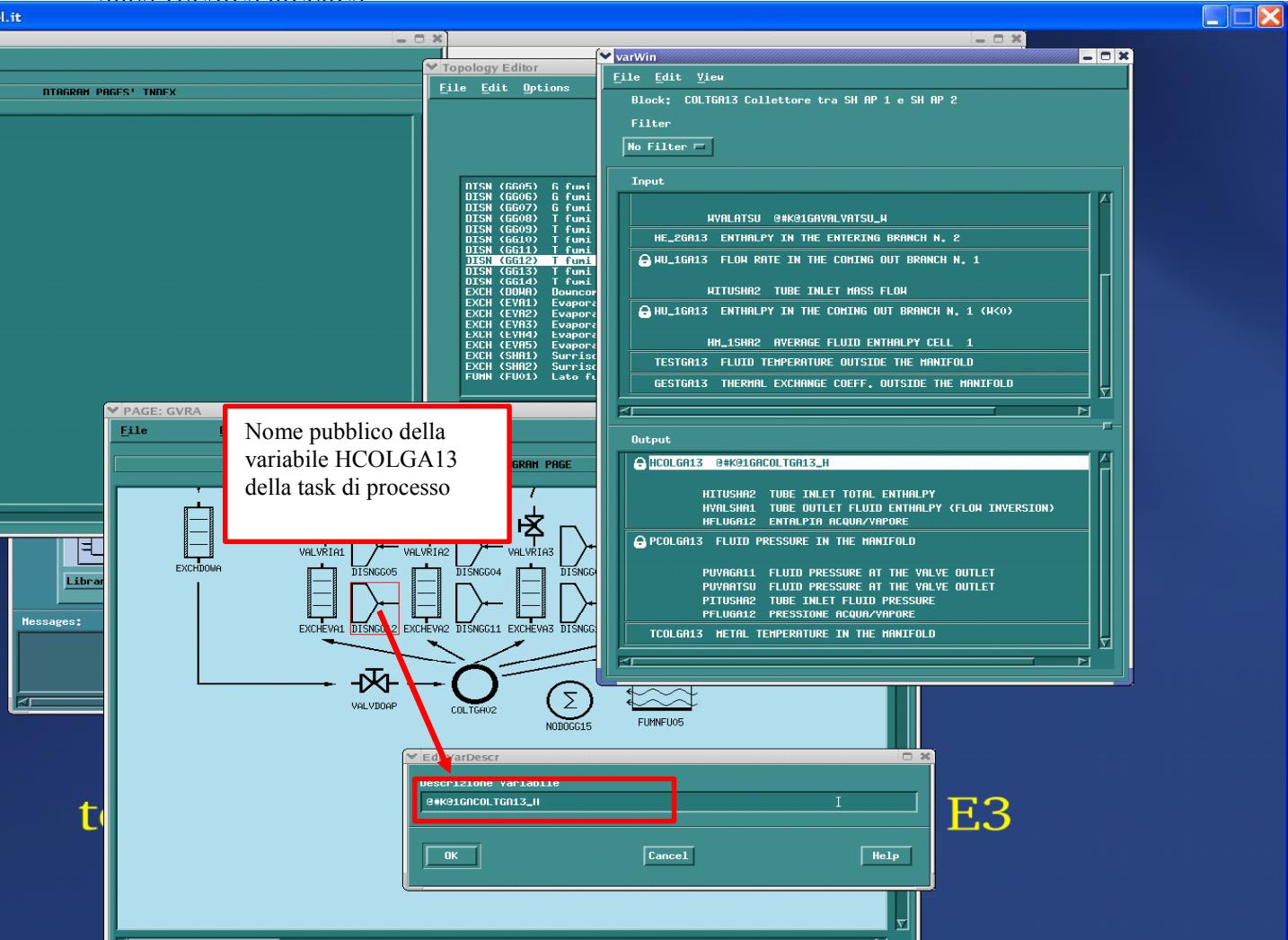
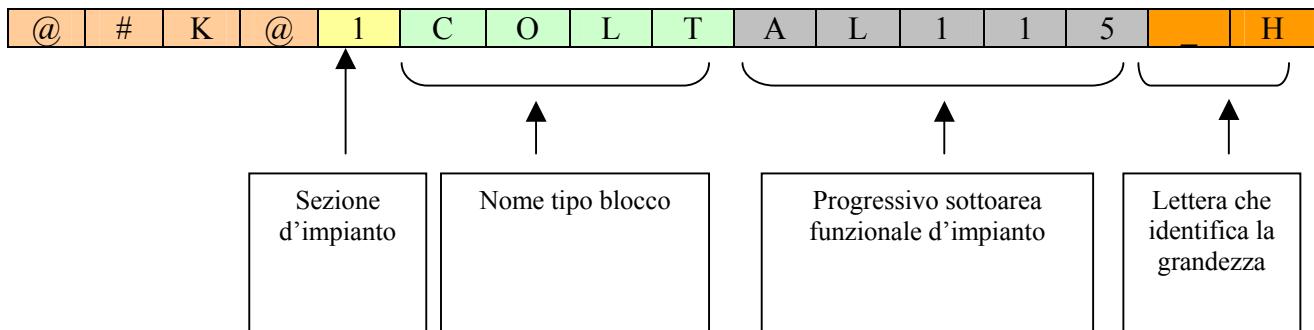


Figura 139: Collegamento tra task di processo mediante nome pubblico

Talvolta il “NOME” della stringa di connessione è definito in base alla codifica che non è KKS e in questo caso è necessario stabilirla sfruttando la codifica d’impianto ponendo attenzione che non generi un nome duplicato. Per il simulatore dinamico del CC di Priolo Gargallo è stata utilizzata questa codifica per i nomi pubblici.

- 1 carattere = il numero di sezione dell’impianto: 1 / 2 (in questa fase viene simulato solo la sezione n. 1)
- 2 caratteri= la sigla area funzionale: CO / AL / GB / GM / GA / TV / TG
- 4 caratteri = il nome del tipo modulo LEGOCAD®: VALV / COLT etc.
- 4 caratteri = il nome del modulo LEGOCAD®
- 4 caratteri = la variabile termodinamica: W (portata) / H (entalpia) etc.



Nella task ALIM del simulatore dinamico del CC di Priolo Gargallo il modulo COLTAL15 (il collettore che fornisce l'acqua di attemperamento al surriscaldatore di alta pressione) è connesso con la valvola VALVATSU ubicata nella task GVRA (vedere Figura 140 – Schema di interconnessione task di processo).

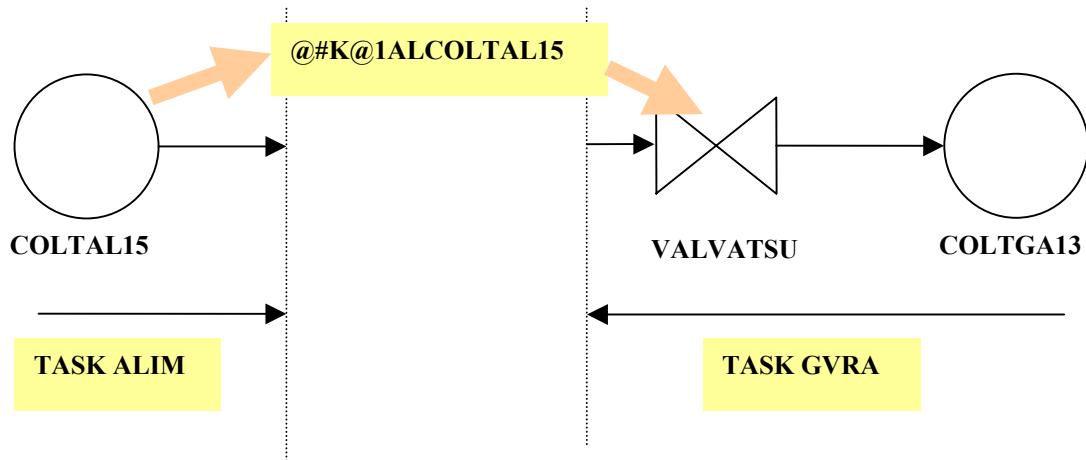


Figura 140 – Schema di interconnessione task di processo

Le variabili del fluido da connettere sono:

1. la portata del fluido di attemperamento
2. la pressione del fluido
3. l'entalpia del fluido
4. l'entalpia del fluido in caso flusso inverso

Queste quattro variabili di collegamento vengono configurate sia nella task ALIM sia nella task GVRA come dimostrato in seguito.

Per la task ALIM:

Input (COLTAL15):

WU_2AL15 (Flow rate in the coming out branch n.2)

@#K@1GAVALVATSU_W

HU_2AL15 (Fluid enthalpy in the coming out branch n. 2, W<0)

@#K@1GACOLTGA13_H

Output (COLTAL15):

HCOLAL15 (Fluid enthalpy in the manifold)

@#K@1ALCOLTAL15_H

PCOLAL15 (Pressure in the manifold)

@#K@1ALCOLTAL15_P

Per la task GVRA

Input (VALVATSU):

PIVAATSU (Fluid pressure at the valve inlet)

@#K@1ALCOLTAL15_P

HVALATSU (Valve inlet-outlet fluid enthalpy)

@#K@1ALCOLTAL15_H

Output (VALVATSU):

WVALATSU (Fluid flow rate in the valve)

@#K@1GAVALVATSU_W

Output (COLTGA13):

HCOLGA13 (Fluid enthalpy in the manifold)

@#K@1GACOLTGA13_H

Procedura di connessione delle variabili tra le task di processo

In seguito è riportata la procedura da eseguire di punto in punto.

1. Compilare tutte le task di processo fino ad avere il file eseguibile per far partire il transitorio
2. Creare il directory del Simulatore sotto il directory “**sked**” ubicato sotto il root utente
3. Aggiornare il file “**.profile**” ubicato sotto il root utente (comando ls –la); definire il percorso del simulatore “KSIM” e il nome del simulatore “KSIMNAME”
4. Sotto il directory del Simulatore deve essere presente il seguenti file di configurazione i.e “**al_sim.conf**”
5. Il file “**al_sim.conf**” deve essere copiato da un’altro Simulatore
6. Aggiornare il file “**al_sim.conf**”; definire la configurazione del Simulatore i.e. quale task appartiene al Simulatore
7. Lanciare la connessione tra le task tramite il comando “**kConnex**”
8. Nel file **kConnex.err** o **kConnex.log** (che risiede nella subdirectory “**log**” del Simulatore) si trovano gli errori i.e. l’elenco delle variabili non collegate
9. Correggere i collegamenti
10. Il programma “**kConnex**” crea il file **S01** che contiene la definizione di connessioni tra le task. Dentro questo file è configurato le task del Simulatore e le connessioni tra loro (variabile di input – variabile di output - @#K@”NOME”)
11. Per controllare se i valori di variabile (input – output) relativi alla connessione sono allineati, lanciare il comando “**kDiffS01**”
12. Nel file **kDiffS01.log** (che risiede nella subdirectory “**log**” del Simulatore) si trovano i valori delle variabili di connessione non allineati
13. Allineare i valori delle variabili modificando il DATA EDITOR della task
14. Ricalcolare lo stazionario della task
15. Salvare i dati nel **f24.dat**
16. Lanciare “**startup**” (Dopo aver lanciato il comando “**startup**” vengono automaticamente creati i seguenti file sotto il directory del Simulatore: **-f22circ.dat** – **f22_fgraf.edf** – **recorder.edf** – **Simulator**)
17. Caricare tutte le variabili
18. Creare i grafici
19. Se non prende tutte le variabili nel “grafics” verificare se il file “Simulatore” è aggiornato relativo al numero di variabili “NUM_VAR”. Per sicurezza mettere 5000. Inoltre cancellare i file: **-f22circ.dat** - **recorder.edf**

Procedura di connessione delle variabili tra le task di processo e automazione

La procedura di connessione tra processo e regolazione si basa sugli stessi principi della variabile di scambio tra task di processo. In questo caso il nome pubblico è così determinato:

Interfaccia processo automazione

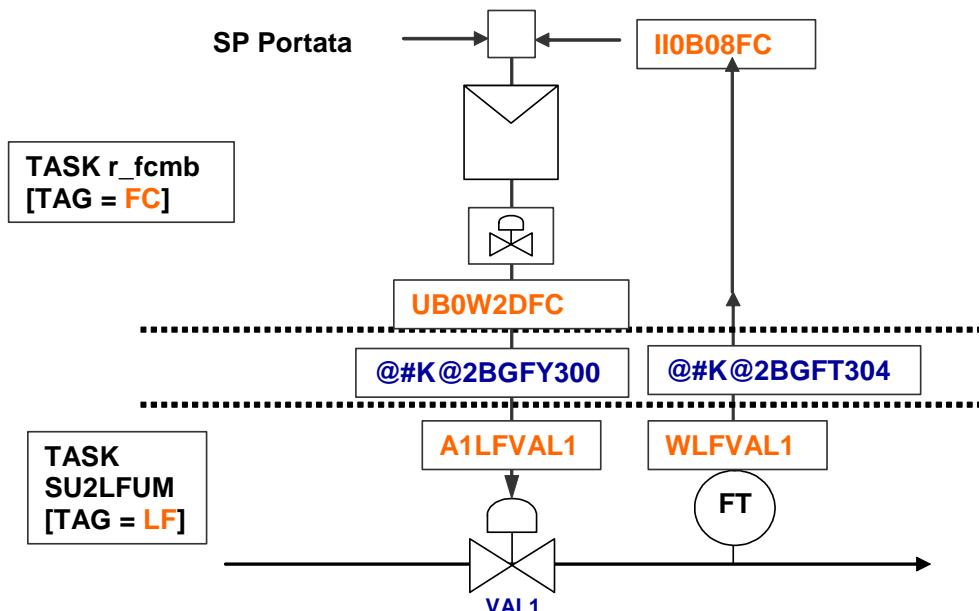
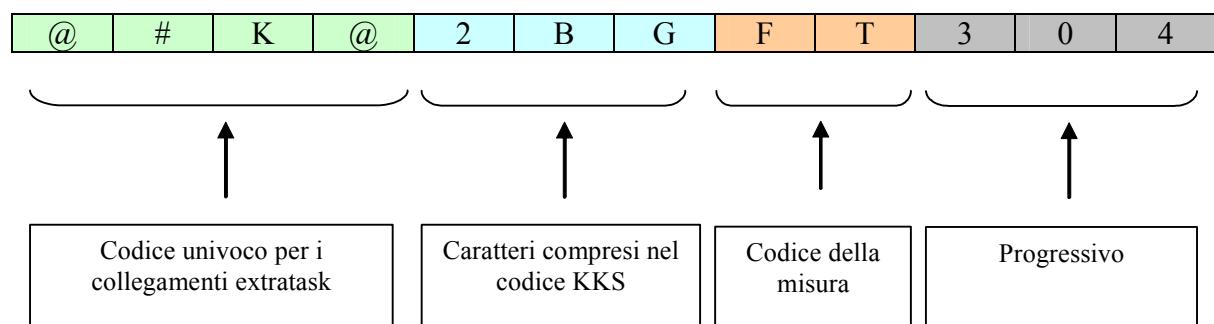
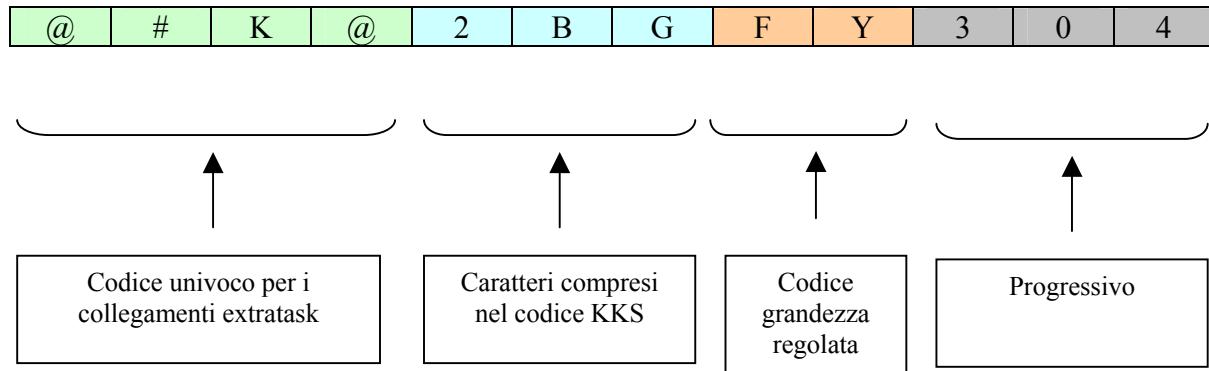


Figura 141 – Schema di interconnessione Processo-Automazione

Per quanto riguarda il nome pubblico dal processo verso la regolazione sfruttando il KKS il nome pubblico è:



Per quanto riguarda il nome pubblico dalla regolazione al processo sfruttando il KKS il nome pubblico è:



4.3.2 Verifica presenza files

Verificare all'interno della cartella del simulatore l'esistenza dei files seguenti.

- **al_sim.conf**
- **pd.list**
- **f22.fgraf.edf**
- **LeeF22.in**
- **recorder.edf**
- **page_mandb.dat**

In realtà l'unico file veramente indispensabile fra quelli sopra per il primo lancio del simulatore è **al_sim.conf**. Dentro questo file viene dichiarata la struttura del simulatore (locazione SCADA, definizione delle task di processo e di quelle di regolazione, ecc...)

Tutti i file precedentemente elencati possono essere generati tramite la macro **kArchiveLoad** che li richiama da precedenti versioni del simulatore. A questo punto sarà sufficiente apportare le modifiche legate al simulatore in costruzione.

4.3.3 Verifica corretta compilazione task di processo

Si esegua **legocad** e si compilino Topologia, Data, Stazionario e Dinamico delle task di processo. Si noti che uno dei possibili motivi per l'insorgere di un errore in fase di compilazione del Dinamico potrebbe essere l'assenza della directory **tmp** sulla root utente; perciò ci si assicuri della sua esistenza prima di eseguire questa procedura.

4.4 Generazione SCADA e MMI [34]

kCheckRegoTask Sim

Verifica la presenza di tutti gli allarmi di sistema (tipo F) necessari per lo SCADA. I possibili errori (registrati nel file .log nella directory log):

- Manca allarme di tipo F in un modulo che lo richiede (W126.pag SETPOINT ADJUSTER: ERROR ALARM NOT CONFIGURATED)
- Lo stesso allarme è stato configurato due volte

kCompile Regulation Sim⁵¹

Partendo dal file .pag contenente la topologia ed i dati di ogni pagina REGO, genera, nella directory proc di ogni task, i files fortran equivalenti ad f01.dat ed f14.dat di ogni pagina.

kCompile Task Sim⁵²

Partendo dai file f01.dat ed f14.dat di ogni pagina REGO, genera, nella directory proc di ogni task, i files f01.dat ed f14.dat complessivo e quindi lg5sk (eseguibile), variabili.edf e variabili.rtf di ogni task.

kConnex

In funzione di quanto richiesto nel file di configurazione al_sim.conf crea il file S01, che contiene la configurazione del simulatore, comprese le connessioni tra task di processo e/o regolazione.

Si apra, con un editor di testo, il file S01 appena creato e si verifichi lo stato delle connessioni. Se si verifica il caso (comune) di incompleta creazione delle connessioni, si apra il file kConnex.err che risiede nella sub-directory log del simulatore. Nelle sezioni NOT CONNECTED del file si trovano gli errori, cioè l'elenco delle variabili taggate ma non collegate.⁵³

Per eliminare gli errori si rende necessario un adeguamento delle task di processo e/o di regolazione.

Eseguire di nuovo kConnex e visualizzarne l'error file per verificare l'efficacia delle modifiche apportate.

E' buona norma aprire anche i file kConnex.log⁵⁴ e S01 come ulteriore verifica della riuscita connessione fra variabili.

kDiffS01

Serve a verificare se esistono differenze sensibili tra i valori di variabili di regime tra i segnali connessi tra task diverse. L'esecuzione di questo file genera un file .log in cui vengono segnalati tutti i casi in cui tale differenza supera la soglia del 2%.

⁵¹ Questo comando equivale al Compile / All Regulation Schema eseguito dal config.

⁵² Questo comando equivale al Compile / All Task eseguito dal config.

⁵³ Si presta attenzione al fatto che vengono verificate solo le connessioni fra task diverse

⁵⁴ Un'appunto sulla differenza che esiste fra un .err e un .log file: in entrambi appaiono gli stessi errori, ma nel .err è incluso il KKS, e nel .log il tipo di errore:

Prima di lanciare la simulazione è buona norma eliminare tutte le eventuali segnalazioni contenute in questo file; a tale scopo la scelta che viene generalmente adottata è quella di allineare le variabili di ingresso.

Nel caso in cui si voglia semplicemente verificare la propagazione di una variazione per variabili collegate all'interno della stessa pagina è sufficiente attivare il comando **Regulation** dal menu **Compile** della pagina per poi in seguito andare a verificare col **Resource Editor** l'efficacia di tale modifica sul modulo a valle.

kNetCompi

Genera, nella directory del simulatore, il file **variabili.rtf** (che contiene la lista de tutte le variabili del simulatore), a partire dagli omonimi files di ogni task.

kFindDuplicatedTag

Verifica l'esistenza di uscite duplicate (con la stessa TAG).

kUpDateNavigation -i -Parent

Configura automaticamente le icone di salto pagina tra pagine REGO di task differenti.

kCompile Page Sim

A partire dai file **.pag** crea i files **.rtf** necessari per l'animazione tramite MMI.

kUpDatePD

Copia dall'utente display i PD's elencati nel **pd.list** del simulatore, nella directory **plant_display**

Creazione file di configurazione MMI e SCADA

Il data-base dell'automazione permette, se correttamente configurato, la creazione di tutti i files necessari per la generazione delle OW e dello SCADA. Utilizzando le apposite macro dovranno essere generati, e quindi trasferiti mediante FTP nella directory **export** del simulatore, almeno i seguenti files:

N_winTIPOOW.tab	contiene i dati di configurazione delle OW, ne esiste uno per ogni tipo di OW. Verranno in seguito convertiti in N_winTIPOOW.list
Component.mf	contengono tutte le informazioni per la creazione delle stazioni di malfunzione e per quelle dei Remote Parameter, necessarie per la gestione delle condizioni al contorno del simulatore
malf_set.mf	
tipo_comp_malf.mf	
kpd.txt	contiene la lista dei PD e le informazioni sulla relativa gerarchia
Alarm.txt	contengono tutte le informazioni sugli allarmi necessarie per la generazione del sistema SCADA
Tag.txt	
Tags.txt	

cai_var.dat	contiene le informazioni per la configurazione automatica dei cai_var
sosti.dat	contiene le informazioni per l'assegnazione corretta delle gerarchie delle OW

Tabella 18: files per la configurazione di MMI e SCADA

kExport_new

Copia tutti i files presenti nella directory **export**, eseguendo dei controlli quando necessario, nella directory dove verrà utilizzato.

kCheckAlarm_new

Esegue molte verifiche di ausilio al sistema SCADA e principalmente:

- a) Seleziona solo gli elementi delle aree funzionali dichiarate nel simulatore (nel **al_sim.conf**: FA 1 2 3 4 5 7 11 12 13 ... 18). Viene verificata l'associazione degli allarmi ad aree funzionali comprese nel simulatore; gli altri allarmi non vengono utilizzati
- b) Verifica che tutti gli allarmi siano associati ad una OW o ad un PD della medesima FA
- c) Verifica che tutte le OW abbiano una gerarchia
- d) Seleziona tra tutte le OW contenute nei files **N_winXXX.list**, solo quelle di FA appartenenti al simulatore

kDirect

Copia i PD nella directory **o_win**, eseguendo al contempo la sostituzione tra KKS e varibili LEGOCAD®

Nota1: questa Macro cancella tutti i PD precedentemente presenti nella directory

Nota2: se si vuole elaborare un solo PD procedere come di seguito descritto:

- **kbasic**
- **direct.sh -s igcc_1 -p KKSPD**
- **mye direct.sh.log** (per verificare i messaggi d'errore)

Segue la descrizione degli errori più frequenti:

- a) quando il file .log non chiarisce l'errore procedere come segue:
 - **kbasic**
 - **chgvar < M_S_NOMEFILE.pag > M_S_NOMEFILE.pag.new**
 - **\$mye error_chgvar.msg**
- b) gli errori nei link diretti si chiariscono sempre nel file **.log**
- c) se alcune OW's non sono presenti nel file **superlista.list**, la causa può essere:
 - non è correttamente configurato il data-base
 - non è stato correttamente trasferito il file di configurazione nell'ambiente LINUX

Gli errori di tipo a e b devono essere corretti nei PD's originali, cioè nell'utente display.

Una volta corretti gli errori eseguire nuovamente i comandi **KupDatePD** e **kDirect**. Qualora sia stata modificato il data-base, occorre prima reimporarlo ed eseguire il **kExport**.

kOw -nodetail

Genera le OW e le Detail Windows sotto **o_win** partendo dai **N_winXXX.list** corrispondenti, creando **.pag** e **.bkg**. Qualora sia richiesta la creazione delle DETAIL WINDOW omettere l'opzione “-nodetail”

Nota: questa Macro cancella tutte le OW's precedentemente presenti nella directory

KMakeCurve Check

Questa Macro provvede a:

- Verificare che tutte le variabili associate ad un grafico siano configurate (nella tabella Variables de graficación y Grupos de Graficos nella sezione Menu Graficos Simulador del data-base)
- Genera i PD's di curve sotto **o_win** (insieme agli altri PD's, OW, etc)
- Verifica che le variabili selezionate per ogni gruppo di grafici esistano nel simulatore.

Nota: questa Macro cancella tutti i PD's di grafici precedentemente presenti nella directory

kScadaInit

Compila i file SCADA e genera il file **fnomi.rtf**

Nella directory del simulatore si trova la directory **scada** che contiene: **PointInst.err**, **fileop**, **rtf**, **star_txt** e **txt**. Nella directory **start_txt** si trovano i files esportati **ALARM.txt** (che include la gerarchia) e **TAG.txt** (include i KKS's), tra l'altro. Quando si lancia la macro **kScadaInit** viene subito creata nella directory **txt** una traduzione binaria di questi files, dopo vengono creati i **.rtf** nella directory **rtf** e, infine, viene creato il file **fnomi.rtf** (che contiene la lista di tutti gli eventi del simulatore) e **conf.cfg** nella directory **fileop**. Il file **fnomi.rtf** sarà utilizzato dalla Macro **kCompileSim** (perché vengano compilati anche gli allarmi è necessario che la variabile d'ambiente SCADA_DEBUG = 0 che può essere verificato col comando “**env | grep SCADA**”); il file **conf.cfg** contiene l'indirizzo del **fileop**; inoltre si crea un link del file **fnomi.rtf** nella directory del simulatore.

NOTA: per cercare un KKS nel file .rtf si può lanciare il comando:

\$ strings fnomi.rtf | grep HAD10

kMakeConnDB

Genera un data-base da usare durante la compilazione delle Detail windows.

Il risultato è il file **REG_INT_CONN_DB** presente sotto **o_win**. Può essere letto (per la ricerca di variabili connesse) con il comando:

\$ kReadDB REG_INT_CONN_DB variabile

kUpDateCaiHierarchy

Questa Macro esegue le seguenti funzioni:

- Scrive la corretta gerarchia al posto della stringa de KKSOW_X in tutti i CAI
- Configura i 4 CAI's associati ad ogni PD

- Assegna ad ogni PD la gerarchia corrispondente in funzione di quella assegnata nel database

I principali tipi di errore sono i seguenti:

- a) "Hierarchy of OW 0RPJ77CP001_DGWM in **PD M_S_0RAH10EJ001.pag** not found in **sosti.dat**." Questo errore indica che non si trova la gerarchia nel file sosti.dat, questo non è un problema di questo file ma del nome con cui è configurata la OW nel PD che è errata; in questo caso manca una P: 0RPJ77CP001_DGWM_P
- b) "Errori trascinati da altre macro che non sono stati risolti nell'assegnazione delle gerarchie". Per localizzare il CAI, ricordare che le coordinate sono riferite agli assi indicati in Figura 142. kMakeCaiVar

Per localizzare il CAI, ricordare che le coordinate sono riferite agli assi indicati in Figura 142.

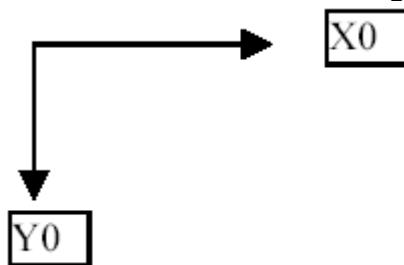


Figura 142 - Assi di riferimento

kMakeCaiVar

Inserisce tutti gli allarmi con la medesima gerarchia nel CAI corrispondente Ogni CAI può contenere un massimo di 10 allarmi.

Errori: se ad un CAI sono associati più di 10 allarmi appare un WARNING. Se è un CAI di un PD si può tralasciare di intervenire; viceversa se si tratta di un CAI associato ad una OW questo deve essere configurato manualmente.

kChangeMmiColor

Cambia i colori del MMI per adeguarli allo standard TELEPERM

kPlace

Genera i **.pag** delle stazioni di Malfunzione e dei Remote Parameter

Nota: questa Macro cancella tutte le Malfunzioni ed i RP precedentemente presenti nella directory

kCheckSimulator

Esegue alcuni controlli formali sui PD

Errori più frequenti:

- a) Malfunction of OW [**O_0RCG40CS001_DGWM.pag**] not found. Indica che non è stata configurata nel data-base la stazione di malfunzione segnalata o un errore nell'assegnazione del nome alla malfunzione
- b) The hyperlink [F_0LBA55AA002] of th PD_... not found. Indica la mancanza nel data-base del RP segnalato o un errore nell'assegnazione del nome al RP

kWinContext

Prepara il **Context.ctx** di tutto ciò che si trova sotto **o_win**: PD,O.W., F_, ..

Controllo della gerarchie MMI

Dal config sotto **o_win** lanciare il comando **check hierarchy** dal menù **file**

Verifica la correttezza della gerarchia dei PD's e degli allarmi eseguendo un controllo incrociato con la gerarchia delle OW.s

Controllare il file **OITree.log** prodotto sotto **o_win**, dopo avere eliminato i report privi di significato con il comando

```
grep -v "ALARM OK" OITree.log | grep -v _DTS | grep -v _DVW | sort |  
uniq>errori.txt
```

Gli errori più frequenti sono dovuti a:

- Tutti i PD's devono avere almeno un allarme associato, se effettivamente non esiste crearne uno fittizio nel data-base e in una pagina REGO denominato **ALWAYSFALSE_XX00**
- Mancanza di allarmi di tipo F
- Tutte le OW devono avere almeno un allarme associato (generalmente almenos quello di tipo F), ad eccezione delle OW tipo **_DTS** e **_DVW**
- OW associate a PD's cancellati
- OW's con la stessa gerarchia

kCompileSim

Compila tutti i **.pag** presenti sotto **o_win**, generando i **.rtf**

In caso di errori ricompilare l'oggetto tramite il config verificando, dal menù **Compile**, i messaggi contenuti in **Page Error View**

kModRrtf sca

Modifica i file **.rtf**, per adattarli al sistema SCADA, permettendo così il riconoscimento degli alarmi nei PD's.

kCollect

Unisce tutti i compilati (pagine REGO, OW e PD). Inoltre crea il file **kMmi.cfg**, che indica il tipo di MMI attivabili da differenti postazioni (sotto il simulatore).

Qualora sia necessario modificare il **kMmi.cfg**, può essere fatto manualmente rendendo operativa la nuova configurazione successivamente lanciando il comando **kMmiConfig** in ogni macchina.

Esempio (la struttura del file **kMmi.cfg** prevede: opzione; n° corrispondente; tipo di MMI (I: istruttore , O: operatore, S: solo SCADA); nome della macchina (elco0, elco1, etc); nome dell'utente (igccr1, oper1, oper2, etc):

```
a;1;I;elco0;igccr1  
b;2;O;elco1;oper1  
c;3;O;elco2;oper2  
d;4;S;elco3;scada
```

Si possono avviare sino ad un massimo di 4 MMI contemporaneamente.

kMakeRecorder

Raccoglie tutte le variabili presenti nei files che seguono nel file **recorder.edf**:

- il vecchio **recorder.edf**
- il file importato dal data-base (tabella Variables de graficación y Grupos de Graficos)
- **f22.fgraf.edf** (che contiene le variabili presenti nei gruppi di grafics)

kFindKks

Permette l'uso del comando KKS per la ricerca dei KKS

KPulirSim (kPulirRegoAll)

Cancella tutti i files inutili nella directory **legocad** e **sked**.

KScd

Lancia l'applicazione SCADA

KStart

Lancia l'applicazione net_startup che gestisce la simulazione

KMmi

Lancia l'applicazione MMI di interfaccia operatore

4.5 Generazione del simulatore con task non-LEGOCAD®

Per la costruzione della task non-LEGOCAD®, nella directory del modello sono necessari i file: **Makefile**, **S01**, **main.F** con tutti i file sorgenti e la sottodirectory **proc** che deve contenere il file **n04.dat**.

Per il funzionamento della task i comandi da eseguire sono nell'ordine:

- **make**: questo comando serve a determinare automaticamente quali pezzi di un programma hanno bisogno di essere ricompilati, e può generare i comandi necessari a farlo, seguendo alcune regole definite in un makefile;
- **net_compi**: legge il file **S01**;
- **startup**: apre il banco del simulatore.

Makefile

Quando si scrivono programmi composti da diversi file sorgenti, ci si trova di fronte al problema della ricompilazione degli oggetti e del linguaggio di questi ultimi per generare l'eseguibile. La cosa più conveniente da fare è individuare i file che sono stati modificati dall'ultima compilazione e ricompilare soltanto questi ultimi.

Pertanto è necessario creare un file contenente il compilatore da usare, in che modo usarlo, quali file compilare, come creare il file eseguibile e altre informazioni utili. Questo è il contenuto del file **Makefile**. Una volta creato questo file, basta digitare dalla shell il comando **make** e automaticamente vengono ricompilati gli oggetti che sono stati modificati e viene ricreato l'eseguibile, esattamente come è descritto nel **Makefile**.

Un **Makefile** consiste di alcune regole così descritte:

```
TARGET ... : DEPENDENCIES ...
COMMAND
...
```

Di solito TARGET è il nome dell'eseguibile o del file oggetto da ricompilare, ma può essere anche una azione (es. **clean**). È un sorta di identificatore dell'azione da compiere.

Infatti alla chiamata *make clean*, verrà eseguito il TARGET “**clean**”.

La definizione di un TARGET inizia sempre all'inizio di una riga ed è seguito da “**:**”.

Le DEPENDENCIES sono usate come input per generare l'azione TARGET e di solito sono più di una. Più genericamente vengono citati i file o le azioni da cui dipende il completamento di TARGET.

Un COMMAND è invece, il comando da eseguire; può essere più di uno, e di solito si applica sulle DEPENDENCIES.

Si riporta come esempio un blocco di Makefile con dipendenze.

```
# Un esempio di Makefile con dipendenze

one:
    @echo UNO!
two: one
    @echo DUE!

three: one two
    @echo E TRE!

all: one two three
    @echo TUTTI E TRE!
```

Figura 143 - Target con dipendenze

Rispettando le dipendenze, con questo esempio se si invoca il comando *make three* si ottiene come output:

```
UNO!
DUE!
E TRE!
```

mentre con **make all** si ottiene:

```
UNO!
DUE!
E TRE!
TUTTI E TRE!
```

Se nella linea di comando non si invoca nessun target, **make** assume come default il primo che trova nel **Makefile**, che nell'esempio su riportato è “**one**”. Pertanto come output si ha

```
UNO!
```

Si considera ora il seguente blocco di codice:

```
all: objs progs

cleanbin   :
    rm -f $(PROGS)

clean      : cleanbin
    rm -f $(PROGS)
```

Figura 144 - Target richiamanti e target esecutori

I target si possono dividere in due casi:

Richiamanti: sono le funzioni come “**all**”, che non eseguono un vero programma come potrebbe essere “**rm**”, ma che richiamano (e quindi eseguono) altri target delle stesso **Makefile**. Questo tipo di target è denotato dal fatto che il nome (o i nomi) del target da richiamare è inserito sulla stessa linea.

Esecutori: sono le funzioni, come “**cleanbin**” che eseguono un comando vero e proprio come “**rm**”. In questo tipo di funzioni il o i comandi di funzione devono iniziare dalla riga sottostante. È inoltre importante sapere che nei file *makefile* non devono esistere spazi prima di un comando o del nome di un target. Nel caso del target “**cleanbin**”:

```
cleanbin :  
rm -f $(PROGS)
```

alla sinistra del comando “**rm**” non ci sono spazi, bensì una tabulazione.

È inoltre possibile unire, in un unico target, il richiamo ad altri target e l'esecuzione di uno o più specifici comandi. Un esempio è il target “**clean**”:

```
clean : cleanbin  
rm -f $(PROGS)
```

in questo caso prima viene eseguito il target “**cleanbin**” e poi il comando “**rm**”.

S01

Il file **S01** deve essere così scritto:

- Quattro stelline: ****
- Titolo del file
- Quattro stelline: ****
- Nome della task
- Quattro stelline: ****
- Directory del modello
- Quattro stelline: ****
- OS host guest Directory del modello
- Quattro stelline: ****
- Passo temporale della simulazione
- Quattro stelline: ****
- Nome della task
- Quattro stelline: ****
- BM
- SCADA
- BI
- Quattro stelline: ****

main.F

Il file **main.F** contiene il programma principale che collega il codice non-LEGOCAD® al codice LEGOCAD®. È in questo file che le variabili LEGOCAD® comunicano con le variabili non-LEGOCAD®.

Il file è così strutturato:

- Definizione del numero delle variabili delle uscite, degli ingressi, dei dati;
- Definizione delle variabili delle uscite, degli ingressi, dei dati;
- IPR=1: inizializzazione delle variabili LEGOCAD®
- Richiamo della subroutine non-LEGOCAD® che inizializza le variabili non-LEGOCAD®
- Richiamo della subroutine LEGOCAD® REG000, che trasferisce le variabili non-LEGOCAD® nel codice LEGOCAD®
- IPR=2
- Richiamo della subroutine non-LEGOCAD® che esegue i calcoli
- Richiamo della subroutine LEGOCAD® REG000, che restituisce i valori delle variabili elaborati dal LEGOCAD®
- Tempo di simulazione del LEGOCAD® (TLEGO), che si incrementa di un passo temporale pari a DTLEGO

OSS. Il valore che deve assumere la variabile LEGOCAD® NDATI, deve essere lo stesso che si definisce per il vettore presente in coda al file **n04.dat** (vettore dati fisici-geometrici).

Il valore che deve assumere la variabile LEGOCAD® NEQDIF deve essere lo stesso che si definisce per il vettore presente in coda al file **n04.dat** (vettore delle derivate attuali).

n04.dat

Il file **n04.dat** rappresenta l'analogo del file **f01.dat** presente nei modelli LEGOCAD®.

Il file è così strutturato:

- Nome della task; deve iniziare con \$ e sta ad indicare che si tratta di una task non-LEGOCAD®. Al più questo nome può contenere 8 caratteri (compreso il dollaro)
- Numero di blocchi presenti all'interno della task
- Nome primo blocco (massimo 8 caratteri)
- Numero delle variabili in uscita da quel blocco
- Elenco delle variabili in uscita: nome variabile di 8 caratteri alfanumerici, seguito da una descrizione. Eventualmente se questa task non-LEGOCAD® deve essere collegata ad una task LEGOCAD®, alla descrizione deve seguire il codice KKS di quella variabile
- Numero delle variabili in ingresso da quel blocco
- Elenco delle variabili in ingresso: nome variabile di 8 caratteri alfanumerici, seguito da una descrizione. Eventualmente se questa task non-LEGOCAD® deve essere collegata ad una task LEGOCAD®, alla descrizione deve seguire il codice KKS di quella variabile
- Quattro stelline: ****
- Nome secondo blocco
- ...
- Quattro stelline: ****
- Numero dei vettori delle derivate attuali
- Numero dei vettori fisici-geometrici

4.5.1 Integrazione di una task LEGOCAD® con una task non-LEGOCAD®

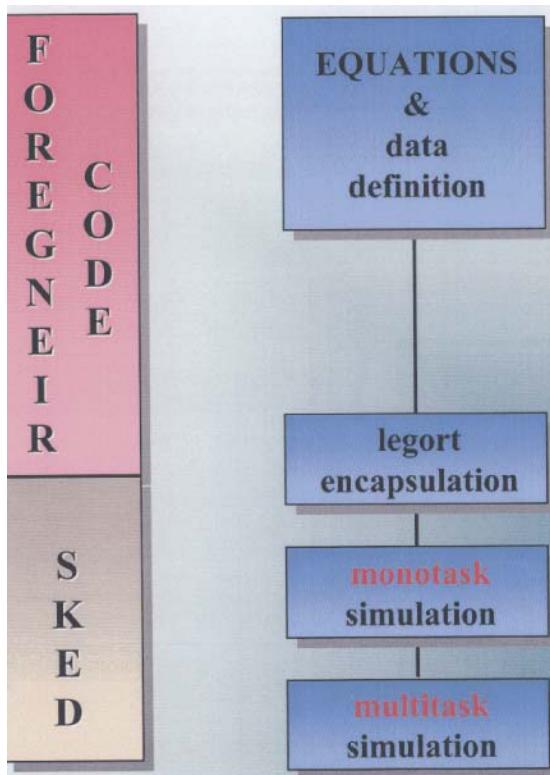


Figura 145 – Workflow task NON-LEGO

Per la realizzazione del simulatore è necessario il file **S01**.

Per il funzionamento della task i comandi da eseguire sono nell'ordine:

- **net_compi**: legge il file **S01**;
- **startup**: apre il banco del simulatore.

S01

Il file **S01** deve essere così scritto:

- Quattro stelline: ****
- Titolo del file
- Quattro stelline: ****
- Nome della task LEGOCAD®
- Nome della task non-LEGOCAD®
- Quattro stelline: ****

- Directory del modello LEGOCAD®
- Directory del modello non-LEGOCAD®
- Quattro stelline: ****
- OS host guest Directory del modello LEGOCAD®
- OS host guest Directory del modello non-LEGOCAD®
- Quattro stelline: ****
- Passo temporale della simulazione per il modello LEGOCAD®
- Passo temporale della simulazione per il modello non-LEGOCAD®
- Quattro stelline: ****
- Nome della task LEGOCAD®
- Nome variabile di ingresso LEGOCAD® collegata | nome della task a cui è collegata (in questo caso la task non-LEGOCAD®) | nome della variabile di uscita a cui è collegata. Potrebbero seguire dei commenti che sono opzionali. Questa riga si ripete tante volte quante sono le variabili di ingresso collegate
- Quattro stelline: ****
- Nome della task non-LEGOCAD®
- Nome variabile di ingresso non-LEGOCAD® collegata | nome della task a cui è collegata (in questo caso la task LEGOCAD®) | nome della variabile di uscita a cui è collegata. Potrebbero seguire dei commenti che sono opzionali. Questa riga si ripete tante volte quante sono le variabili di ingresso collegate
- Quattro stelline: ****
- BM
- SCADA
- BI
- Quattro stelline: ****

5 Esempi di modelli sviluppati in LEGOCAD®

Di seguito si riportano le descrizioni del sistema sia dal punto di vista ingegneristico sia dal punto di vista della metodologia seguita nella costruzione nell'ambiente LEGOCAD®.

Per ogni esempio si riportano le osservazioni per il debug che abbiamo incontrato durante la realizzazione di vari modelli.

5.1 Modello “Esempio” 23-01-04

Prendiamo per esempio il seguente sistema:

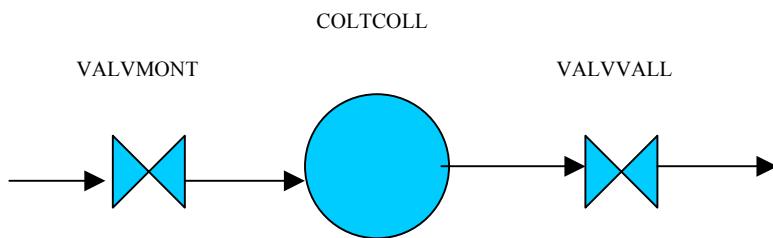


Figura 146 – Modello LEGOCAD® costituito da 1 collettore e 2 valvole

In LEGOCAD® è particolarmente delicato il calcolo del regime termofluidodinamico in regime stazionario dal quale si può simulare il comportamento dinamico del sistema.

Dal punto di vista matematico questo si traduce nella risoluzione di un sistema di equazioni algebrico-differenziali (equazioni in genere non lineari alle derivate totali rispetto al tempo).

Il sistema analitico è implementato numericamente discretizzando le equazioni rispetto alla variabile tempo in cui viene scelto un passo di tempo Δt .

Nel calcolo del regime stazionario vengono annullati i termini x_{n+1} , v_{n+1} nelle equazioni discretizzate e il sistema da algebrico-differenziale si trasforma in un sistema algebrico in generale non lineare.

Il calcolo si riduce a trovare le soluzioni numeriche di sistema algebrico in cui il metodo utilizzato è quello di Newton Raphson (vedi sopra).

E' possibile che esistano più soluzioni numeriche del sistema analitico, in questo caso solo una di queste soluzioni ha significato fisico nel senso che solo una possiede valori consentiti dalla fisica per il vettore delle variabili. Dall'impostazione dei bilanci nel modello del sistema il sistema risulta quadrato quando rimangono incognite un numero di variabili pari al numero delle equazioni.

EQ. DI BILANCIO

bil. energia + Q. moto

$$WVAL_{MONT} = (ALZA_{MONT})^\alpha \cdot \gamma \cdot \sqrt{PUVA_{MONT} - PIVA_{MONT}}$$

dove α e γ sono dati e non variabili nell'ambiente LEGOCAD®

bil. energia + Q. moto

$$WVAL_{VALL} = (ALZA_{VALL})^\alpha \cdot \gamma \cdot \sqrt{PUVA_{VALL} - PIVA_{VALL}}$$

bil. massa

$$WE_I_{COLL} = WU_I_{COLL}$$

bil. energia tra il fluido e la parete metallica

$$WE_I_{COLL} \cdot HVAL_{VALL} - WU_I_{COLL} \cdot HVAL_{VALL} + \gamma_I \cdot S_I \cdot (TCOL_{COLL} - T(HCOL_{COLL})) = 0$$

bil. energia tra la parete metallica e l'ambiente esterno

$$GEST_{COLL} \cdot S_E \cdot (TEST_{COLL} - TCOL_{COLL}) = \gamma_I \cdot S_I \cdot (TCOL_{COLL} - T(HCOL_{COLL}))$$

dove γ_I , S_I , S_E sono dati e non variabili nell'ambiente LEGOCAD®

EQ. COSTITUTIVE

$$HCOL_{COLL} = C_P \cdot T$$

EQ. DI COLLEGAMENTO usate da LEGOCAD®

$$WE_I_{COLL} = WVAL_{MONT}$$

$$PCOLT_{COLL} = PUVA_{MONT}$$

$$WU_I_{COLL} = WVAL_{VALL}$$

$$HCOL_{COLL} = HVAL_{VALL}$$

$$PCOLT_{COLL} = PIVA_{VALL}$$

TOTALE INCOGNITE

$\text{PIVA}_{\text{MONT}}$, $\text{PUVA}_{\text{MONT}}$, $\text{HVAL}_{\text{MONT}}$, $\text{ALZA}_{\text{MONT}}$, $\text{WVAL}_{\text{MONT}}$, $\text{PIVA}_{\text{VALL}}$, $\text{PUVA}_{\text{VALL}}$,
 $\text{HVAL}_{\text{VALL}}$, $\text{WVAL}_{\text{VALL}}$, $\text{ALZA}_{\text{VALL}}$, WE_ICOLL , WU_ICOLL , HE_ILCOLL , $\text{TEST}_{\text{COLL}}$, $\text{GEST}_{\text{COLL}}$,
 $\text{HCOL}_{\text{COLL}}$, $\text{PCOL}_{\text{COLL}}$, $\text{TCOL}_{\text{COLL}}$, $\text{HU_ICOLL}(\text{se } \text{WU_ICOLL} < 0)$,

TOTALE INCOGNITE = 19 (18 se considero nota $\text{HU_ICOLL}(\text{se } \text{WU_ICOLL} < 0)$)

Il LEGOCAD® segnala un sistema di 5 equazioni (dato che le equazioni di collegamento vengono sfruttate durante il collegamento delle variabili in fase di DATA ENTRY) e quindi devo fissare NOTE 18-5-5= 8 VARIABILI.

5.2 Modello “Esempio” 23-01-04

Prendiamo per esempio il seguente sistema:

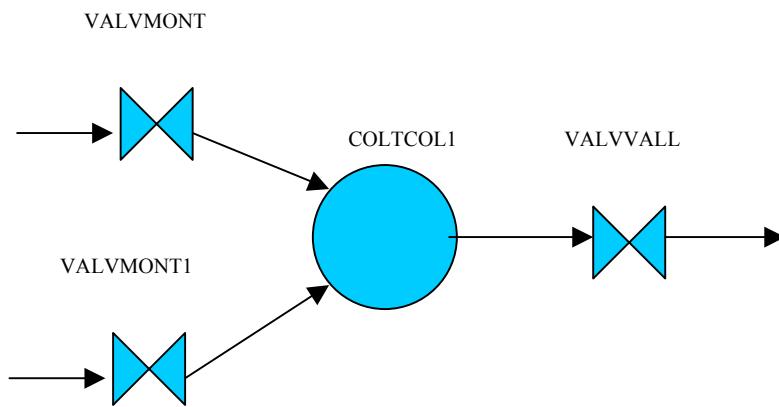


Figura 147 – Modello LEGOCAD® costituito da 1 collettore e 3 valvole

In LEGOCAD® è particolarmente delicato il calcolo del regime termofluidodinamico in regime stazionario dal quale si può simulare il comportamento dinamico del sistema.

Dal punto di vista matematico questo si traduce nella risoluzione di un sistema di equazioni algebrico-differenziali (equazioni in genere non lineari alle derivate totali rispetto al tempo).

Il sistema analitico è implementato numericamente discretizzando le equazioni rispetto alla variabile tempo in cui viene scelto un passo di tempo Δt .

Nel calcolo del regime stazionario vengono annullati i termini x_{n+1} , v_{n+1} nelle equazioni discretizzate e il sistema da algebrico-differenziale si trasforma in un sistema algebrico in generale non lineare.

Il calcolo si riduce a trovare le soluzioni numeriche di sistema algebrico in cui il metodo utilizzato è quello di Newton Raphson (vedi sopra).

E' possibile che esistano più soluzioni numeriche del sistema analitico, in questo caso solo una di queste soluzioni ha significato fisico nel senso che solo una possiede valori consentiti dalla fisica per il vettore delle variabili. Dall'impostazione dei bilanci nel modello del sistema il sistema risulta quadrato quando rimangono incognite un numero di variabili pari al numero delle equazioni.

EQ. DI BILANCIO

bil. energia + Q. moto

$$WVAL_{MONT} = (ALZA_{MONT})^\alpha \cdot \gamma \cdot \sqrt{PUVA_{MONT} - PIVA_{MONT}}$$

dove α e γ sono dati e non variabili nell'ambiente LEGOCAD®

bil. energia + Q. moto

$$WVAL_{VALL} = (ALZA_{VALL})^\alpha \cdot \gamma \cdot \sqrt{PUVA_{VALL} - PIVA_{VALL}}$$

bil. massa

$$WE_I_{COLL} = WU_I_{COLL}$$

bil. energia tra il fluido e la parete metallica

$$WE_I_{COLL} \cdot HVAL_{VALL} - WU_I_{COLL} \cdot HVAL_{VALL} + \gamma_I \cdot S_I \cdot (TCOL_{COLL} - T(HCOL_{COLL})) = 0$$

bil. energia tra la parete metallica e l'ambiente esterno

$$GEST_{COLL} \cdot S_E \cdot (TEST_{COLL} - TCOL_{COLL}) = \gamma_I \cdot S_I \cdot (TCOL_{COLL} - T(HCOL_{COLL}))$$

dove γ_I , S_I , S_E sono dati e non variabili nell'ambiente LEGOCAD®

EQ. COSTITUTIVE

$$HCOL_{COLL} = C_P \cdot T$$

EQ. DI COLLEGAMENTO usate da LEGOCAD®

$$WE_I_{COLL} = WVAL_{MONT}$$

$$PCOLT_{COLL} = PUVA_{MONT}$$

$$WU_I_{COLL} = WVAL_{VALL}$$

$$HCOL_{COLL} = HVAL_{VALL}$$

$$PCOLT_{COLL} = PIVA_{VALL}$$

TOTALE INCOGNITE

$PIVA_{MONT}$, $PUVA_{MONT}$, $HVAL_{MONT}$, $ALZA_{MONT}$, $WVAL_{MONT}$, $PIVA_{VALL}$, $PUVA_{VALL}$, $HVAL_{VALL}$, $WVAL_{VALL}$, $ALZA_{VALL}$, WE_I_{COLL} , WU_I_{COLL} , HE_I_{COLL} , $TEST_{COLL}$, $GEST_{COLL}$, $HCOL_{COLL}$, $PCOL_{COLL}$, $TCOL_{COLL}$, HU_I_{COLL} (se $WU_I_{COLL} < 0$),

TOTALE INCOGNITE = 19 (18 se considero nota HU_I_{COLL} (se $WU_I_{COLL} < 0$)

Il LEGOCAD® segnala un sistema di 5 equazioni (dato che le equazioni di collegamento vengono sfruttate durante il collegamento delle variabili in fase di DATA ENTRY) e quindi devo fissare NOTE 18-5-5= 8 VARIABILI.

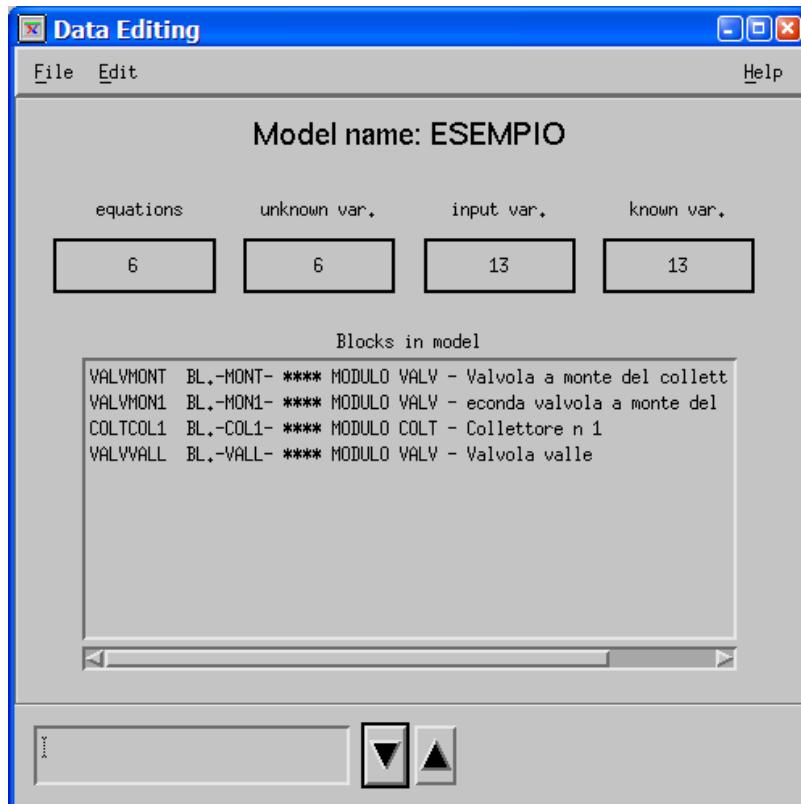


Figura 148 – Modello LEGOCAD® costituito da 1 collettore e 3 valvole

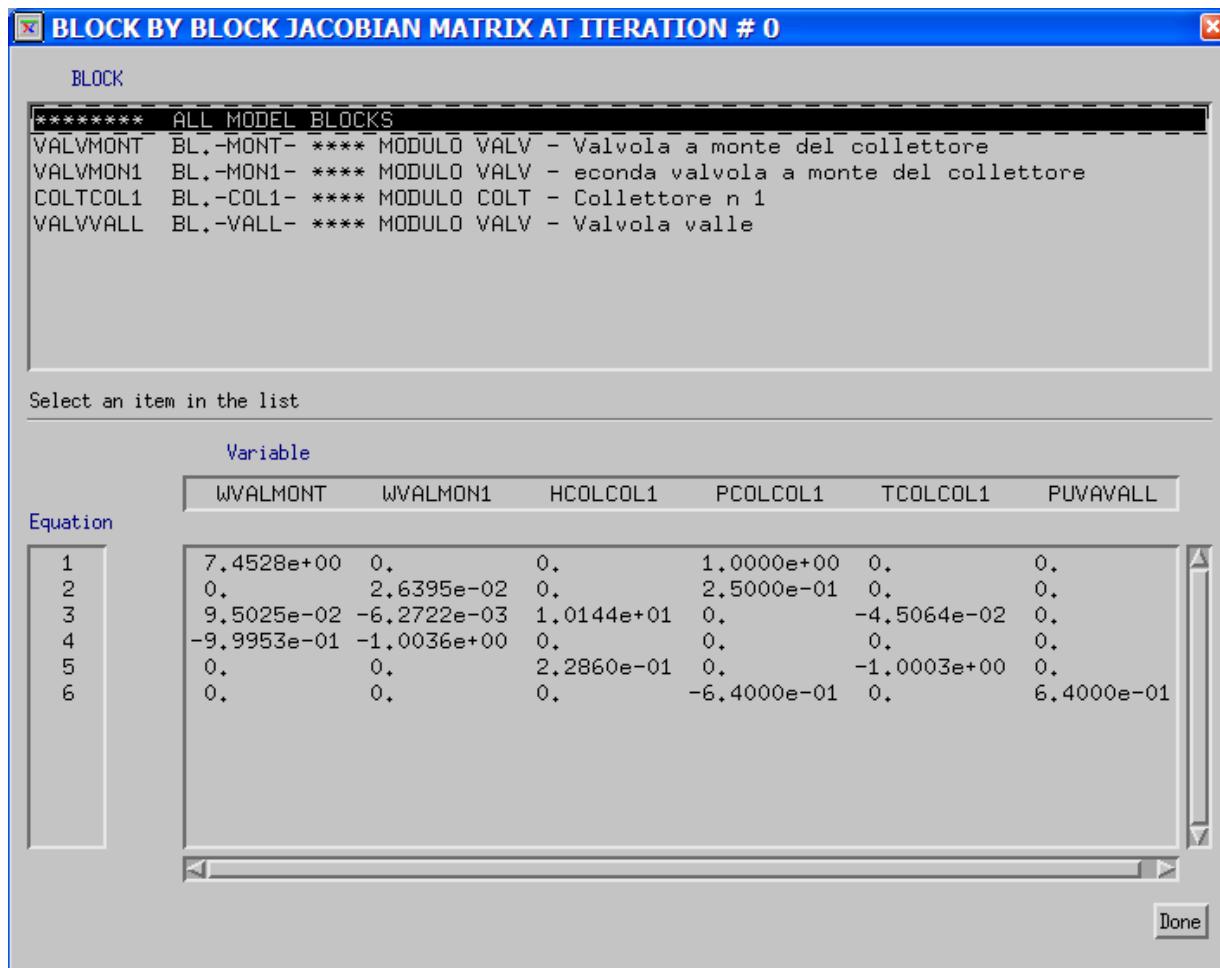


Figura 149 – Modello LEGOCAD® costituito da 1 collettore e 3 valvole

Di queste variabili **HVALMONT** deve essere fissata nota e di valore uguale a **HCOLCOLL** a causa della mancanza del collegamento logico di queste due variabili. Tolte queste due variabili fissate note e di valore numerico identico, rimangono da fissare note 6 VARIABILI.

Nell'impostazione di una TASK, tutte le variabili hanno pari dignità a priori, nel senso che nell'ambiente LEGOCAD® le variabili da imporre note per quadrare il sistema possono essere scelte dall'utente tra le variabili di stato (in questo caso entalpia e pressione per il COLT) e le variabili di uscita (in generale le portate). Fissare note le variabili significa non cambiare il loro valore durante la risoluzione numerica.

Come già detto la scelta delle variabili da considerare note per risolvere il sistema devono essere scelte opportunamente perché influenzano la convergenza del sistema.

La scelta di tali variabili si basa su 3 principi:

- Ragionamento matematico
- Ragionamento ingegneristico
- Vincoli fisici

Nel ragionamento matematico si dovrebbe prendere in considerazione la matrice di risoluzione del sistema.....

Il ragionamento ingegneristico consente di evitare di fissare troppe variabili relative ai bilanci energetici o materiali.

Se ad esempio avessimo fissato **PIVA(VALL)** **PUVA(VALL)** **ALZA(VALL)** e **PIVA(MONT)** **PUVA(MONT)** **ALZA(MONTL)** oltre a sovravincolare i bilanci sulle valvole, avremmo lasciato indeterminato i bilanci energetici sul collettore non potendo scegliere note le variabili che definiscono lo stato termico.

Alcuni vincoli fisici determinano la scelta di fissare come note alcune variabili come l'alzata che hanno un dominio limitato.

Dato che il sistema numerico può convergere verso un vettore $(\vec{x}_{trovata}, \vec{v}_{trovata})$ che può non avere significato fisico, fissare sin dall'inizio come note le variabili ALZA con valori plausibili, permette di escludere a priori eventuali soluzioni numeriche che non avrebbero significato fisico.

Rappresentazione logica LEGOCAD® del modello “esempio”

La fase di creazione della task ha visto la definizione della topologia del sistema con i blocchi evidenziati in rosso.

I tipi di blocchi utilizzato sono stati:

- Blocco VALV = per modellizzare le valvola
- Blocco COLT = per modellizzare il fascio di tubi di collegamento con pompa

Modulo VALV⁵⁵

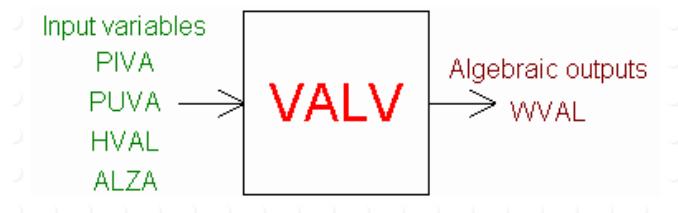


Figura 150 – Rappresentazione logica del modulo VALV in LEGOCAD®

PHYSICAL MEANING OF MODULE INPUT-OUTPUT VARIABLES

[Pa] PIVA valve inlet pressure

[Pa] PUVA valve outlet pressure

[J/kg] HVAL fluid enthalpy at the valve inlet

[p.u.] ALZA valve opening degree

[kg/s] WVAL fluid flow rate

Per l'inserimento dei dati fisici e geometrici si deve far riferimento al file **TEMPLATE_MAD_LEGOCAD®.xls** che permette una facile individuazione dei parametri da inserire in LEGOCAD® secondo i parametri implementati nel modello fisico matematico⁵⁵.

⁵⁵ Per approfondimenti vedi il documento [8]

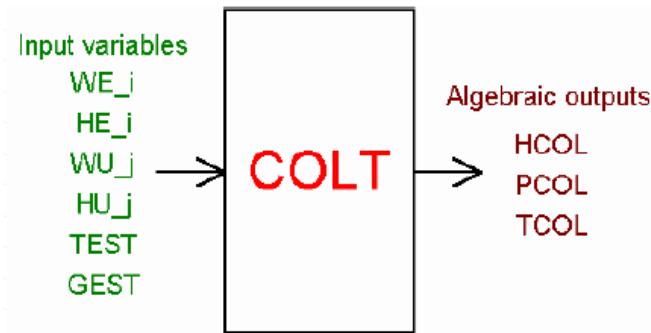
Modulo COLT⁵⁵


Figura 151 – Rappresentazione logica del modulo COLT in LEGOCAD®

PHYSICAL MEANING OF MODULE INPUT-OUTPUT VARIABLES

[J/kg] HCOL mean enthalpy of fluid in the header

[Pa] PCOL mean pressure of fluid in the header

[K] TCOL header metal temperature

[kg/s] WE_i ($i = 1, 2, \dots, Ne$) flow rate of fluid flowing into the header coming through the i-th branch

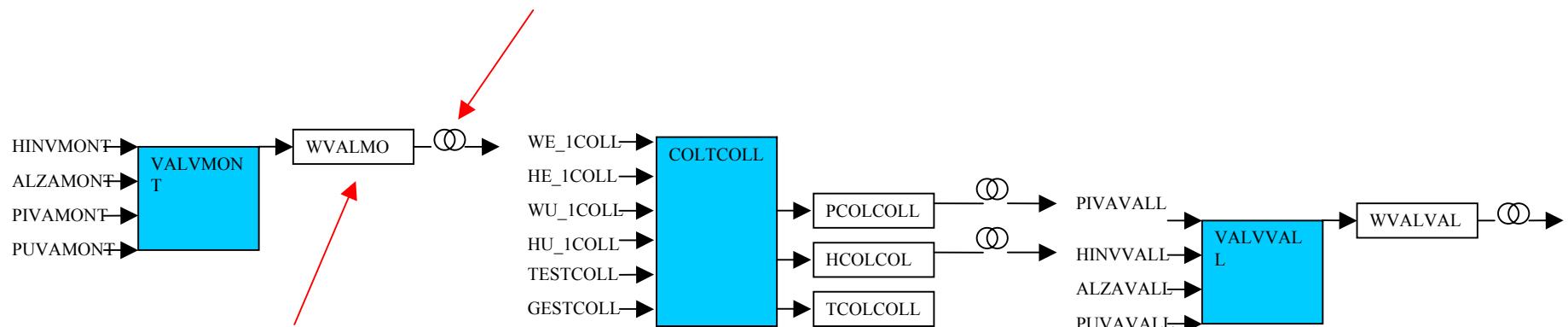
[J/kg] HE_i ($i = 1, 2, \dots, Ne$) enthalpy of fluid flowing into the header coming through the i-th branch

[kg/s] WU_j ($j = 1, 2, \dots, Ne$) flow rate of fluid flowing out the header through the j-th branch

[J/kg] HU_j ($j = 1, 2, \dots, Ne$) enthalpy of fluid flowing out the header through the j-th branch (in case of back-flow)

Per l'inserimento dei dati fisici e geometrici si deve far riferimento al file **TEMPLATE_MAD_LEGOCAD®.xls** che permette una facile individuazione dei parametri da inserire in LEGOCAD® secondo i parametri implementati nel modello fisico matematico⁵⁵.

Collegamento logico “in avanti” della variabile di uscita (UA) dei un modulo con la variabile in ingresso (IN) del modulo successivo



Variabile di uscita UA (calcolata dal modulo)

Figura 152 – Rappresentazione logica del modello esempio in LEGOCAD®

5.3 Modello “Cogen” - circuito vapore a circolazione forzata 23-01-04 [8]

Il modello di un circuito vapore a circolazione forzata è replica il sistema reale costituito da un corpo cilindrico in cui vi è liquido e vapore saturo in equilibrio, collegato con un sistema di ricircolo nel quale avviene lo scambio termico con i fumi.

Il sistema di ricircolo è costituito da un insieme di collettori (tubi) nei quali il flusso di acqua allo stato liquido saturo viene aspirato da una pompa che alimenta uno scambiatore di calore acqua-vapore /fumi di combustione nel quale avviene l’evaporazione del liquido saturo che viene reintegrato al corpo cilindrico.

Il corpo cilindrico è dotato di un condotto con una valvola di alimento acqua, da un condotto con una valvola di estrazione del vapore verso la turbina, da una valvola di sfato degli incondensabili.

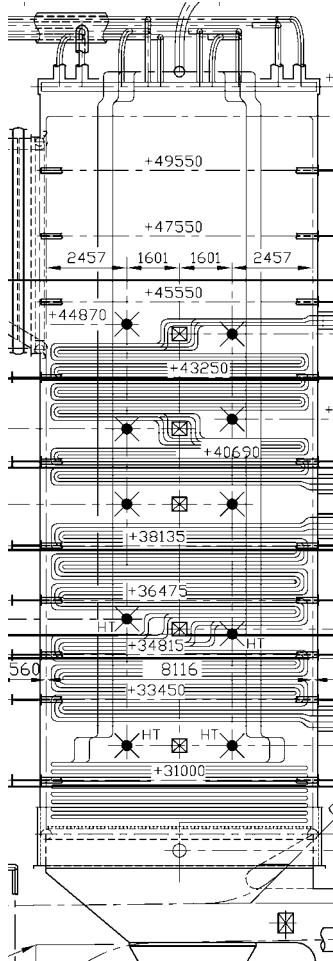


Figura 153 – Immagine di una GRV Generatore di vapore verticale

Rappresentazione logica del modello LEGOCAD®

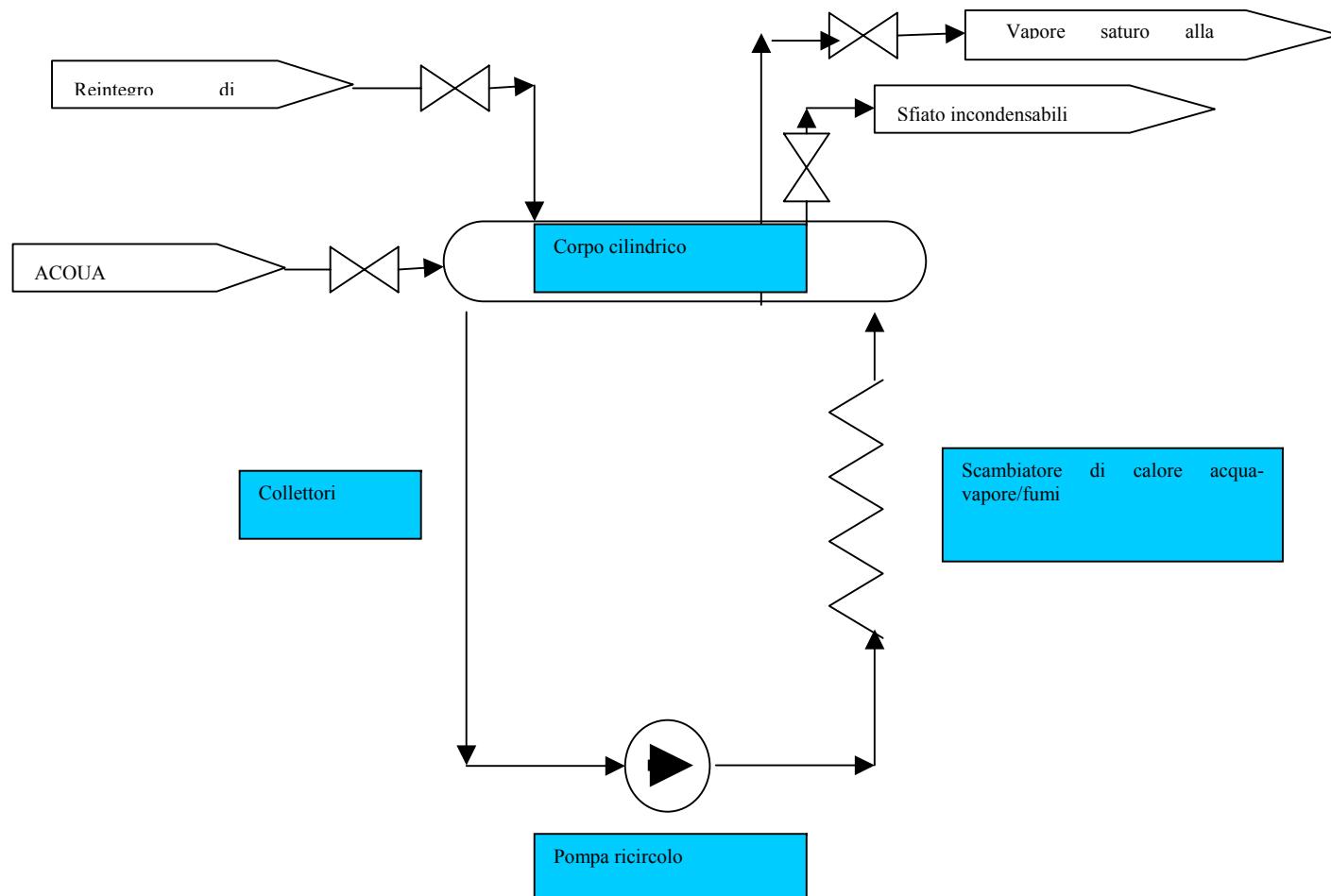


Figura 154 – Rappresentazione a blocchi del modello cogen in LEGOCAD®

La fase di creazione della task ha visto la definizione della topologia del sistema con i blocchi evidenziati in rosso.

I tipi di blocchi utilizzati sono stati:

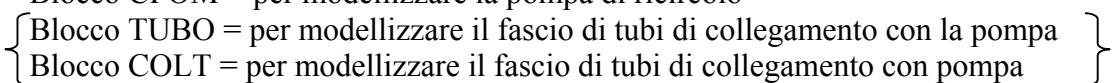
Blocco VALV = per modellizzare le valvola

Blocco CLAV = per modellizzare il corpo cilindrico

Blocco EXCY = per modellizzare lo scambiatore lato vapore

Blocco FUMN = per modellizzare lo scambiatore di calore lato fumi

Blocco CPOM = per modellizzare la pompa di ricircolo

 Blocco TUBO = per modellizzare il fascio di tubi di collegamento con la pompa
Blocco COLT = per modellizzare il fascio di tubi di collegamento con pompa

Modulo VALV⁵⁶

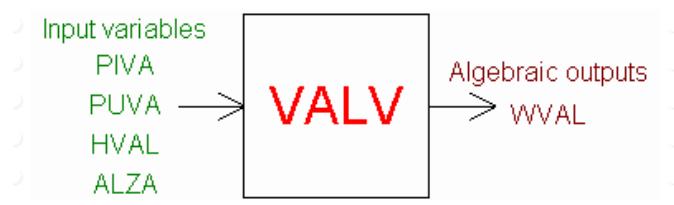


Figura 155 – Rappresentazione logica del modulo VALV in LEGOCAD®

PHYSICAL MEANING OF MODULE INPUT-OUTPUT VARIABLES

[Pa] PIVA valve inlet pressure

[Pa] PUVA valve outlet pressure

[J/kg] HVAL fluid enthalpy at the valve inlet

[p.u.] ALZA valve opening degree

[kg/s] WVAL fluid flow rate

Per l'inserimento dei dati fisici e geometrici si deve far riferimento al file **TEMPLATE_MAD_LEGOCAD®.xls** che permette una facile individuazione dei parametri da inserire in LEGOCAD® secondo i parametri implementati nel modello fisico matematico⁵⁵.

⁵⁶ Per approfondimenti vedi il documento [8] in bibliografia

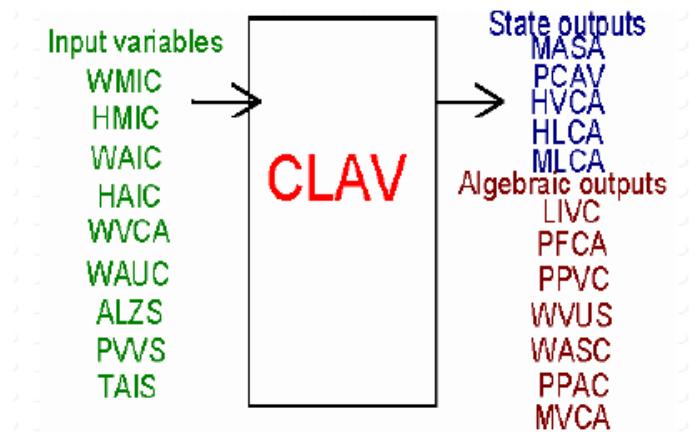
Modulo CLAV⁵⁵


Figura 156 – Rappresentazione logica del modulo CLAV in LEGOCAD®

PHYSICAL MEANING OF MODULE INPUT-OUTPUT VARIABLES

[kg/s] WMIC flow rate of water-steam mixture at the cavity inlet

[J/kg] HMIC enthalpy of water-steam mixture at the cavity inlet

[kg/s] WAIC flow rate of subcooled water at the cavity inlet

[J/kg] HAIC enthalpy of subcooled water at the cavity inlet

[kg/s] WVCA flow rate of steam flowing out from the cavity

[kg/s] WAUC flow rate of water flowing out from the cavity

[p.u.] ALZS valve stem position of the venting valve

[Pa] PVVS pressure downstream the venting valve

[K] TAIS temperature of the air entering the venting valve

[kg] MASA air mass inside the cavity

[Pa] PCAV pressure in the cavity

[J/kg] HVCA enthalpy of steam inside the cavity

[J/kg] HLCA enthalpy of water inside the cavity

[kg] MLCA mass of water inside the cavity

[m] LIVC water level as percentage of the measuring instruments working range

[Pa] PFCA pressure on the cavity bottom

[Pa] PPVC steam partial pressure in the cavity

[kg/s] WVUS steam flow rate flowing through the venting valve

[kg/s] WASC air flow rate

[Pa] PPAC air partial pressure inside the cavity

[kg] MVCA steam mass in the cavity

Per l'inserimento dei dati fisici e geometrici si deve far riferimento al file **TEMPLATE_MAD_LEGOCAD®.xls** che permette una facile individuazione dei parametri da inserire in LEGOCAD® secondo i parametri implementati nel modello fisico matematico⁵⁵.

Modulo EXCH⁵⁵

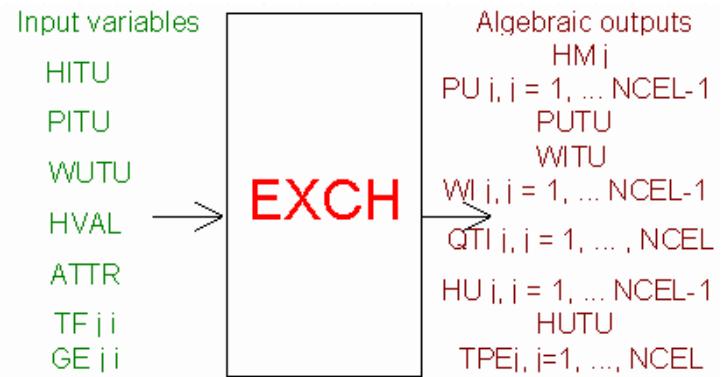


Figura 157 – Rappresentazione logica del modulo EXCH in LEGOCAD®

PHYSICAL MEANING OF MODULE INPUT-OUTPUT VARIABLES

[J/kg] HITU total enthalpy of fluid at the piping inlet

[Pa] PITU fluid pressure at the piping inlet

[kg/s] WUTU fluid flow rate at the piping outlet

[J/kg] HVAL fluid total enthalpy at the piping outlet (if back-flow event occurs)

[-] ATTR piping friction coefficient (see note 1)

[K] T F ji ($i = 1, NZON$) ($j = 1, NCEL$) i-th external fluid temperature related to the i-th exchange zone of the j-th cell

[W/(m²K)] GEji ($i = 1, NZON$) ($j = 1, NCEL$) convective exchange coefficient between the i-th external fluid of the j-th cell and the j-th cell itself

[J/kg] HM j ($j = 1, NCEL$) mean enthalpy (static) of fluid in the cell j

[Pa] PU j ($j = 1, NCEL-1$) outlet pressure of fluid from the cell j

[Pa] PUTU outlet pressure of fluid from the tube

[kg/s] WITU inlet flow rate of fluid into the tube

[kg/s] WI j ($j = 2, NCEL$) inlet flow rate of fluid into the cell j

[W] QTI j ($j = 1, NCEL$) thermal power exchanged between the j-th cell metal wall and the inner fluid

[J/kg] HU j ($j = 1, NCEL$) total enthalpy of fluid at the cell j outlet

[J/kg] HUTU total enthalpy of fluid at the tube outlet

[K] TPE ($j = 1, NCEL$) j-th cell wall external temperature

Per l'inserimento dei dati fisici e geometrici si deve far riferimento al file **TEMPLATE_MAD_LEGOCAD®.xls** che permette una facile individuazione dei parametri da inserire in LEGOCAD® secondo i parametri implementati nel modello fisico matematico⁵⁵.

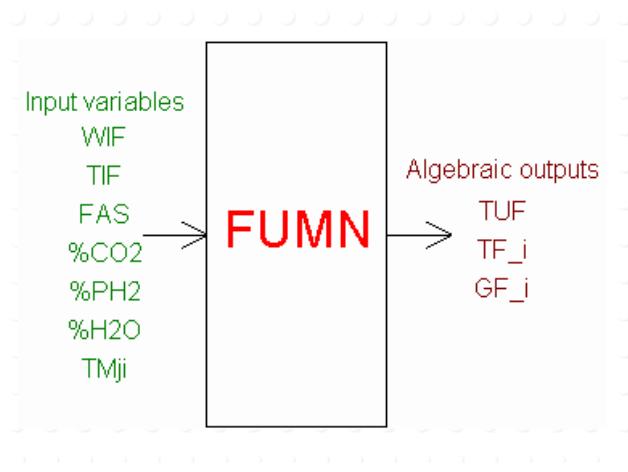
Modulo FUMN⁵⁵


Figura 158 – Rappresentazione logica del modulo FUMN in LEGOCAD®

PHYSICAL MEANING OF MODULE INPUT-OUTPUT VARIABLES

[K] TUF flue gas temperature at the duct outlet

[K] TF_i (i = 1, 2,..., Nc) mean temperature of flue gas flowing through the i-th cell FUMN

[W/m²/K] GF_i total thermal exchange coefficient (convective + radiative) between exchange total surface in the i-th cell and flue gas flowing through it [kg/s] WIF flow rate of flue gas flowing through the duct

[K] TIF flue gas temperature at the duct inlet

[] FAS dirty factor of bench pipes

[%] %CO2 partial pressure of CO2 present in the flue gas

[%] %PH2 partial pressure of H2O present in the flue gas

[%] %H2O mass fraction of H2O present in the flue gas

[K] TMji mean temperature of the j-th surface exchanging heat with flue gas flowing through the i-th cell

Per l'inserimento dei dati fisici e geometrici si deve far riferimento al file **TEMPLATE_MAD_LEGOCAD®.xls** che permette una facile individuazione dei parametri da inserire in LEGOCAD® secondo i parametri implementati nel modello fisico matematico⁵⁵.

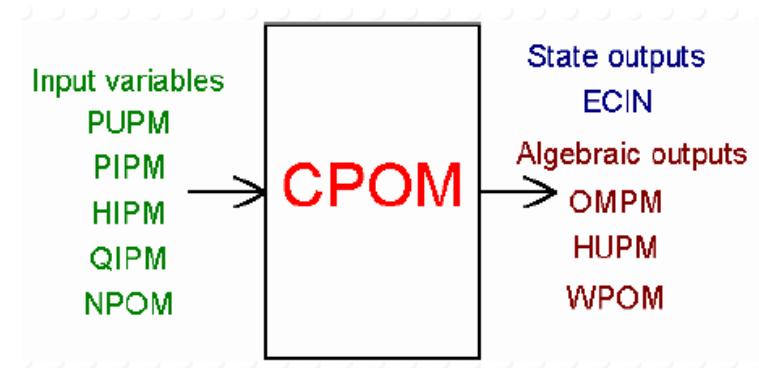
Modulo CPOM⁵⁵


Figura 159 – Rappresentazione logica del modulo CPOM in LEGOCAD®

PHYSICAL MEANING OF MODULE INPUT-OUTPUT VARIABLES

[Pa] PIPM pressure at the pumps suction

[Pa] PUPM pressure at the pumps discharge

[kg/s] WPOM pumps total capacity

[W] QIPM total horsepower supplied to the pumps

[] NPOM number of identical pumps in parallel configuration

[J/kg] HIPM enthalpy of fluid at the pumps suction

[J/kg] HUPM enthalpy of fluid at the pumps discharge

[rad/s] OMPM angular velocity of each pump

[p.u.] ECIN rotational kinetic energy of each pump, in p.u. of nominal one.

Per l'inserimento dei dati fisici e geometrici si deve far riferimento al file **TEMPLATE_MAD_LEGOCAD®.xls** che permette una facile individuazione dei parametri da inserire in LEGOCAD® secondo i parametri implementati nel modello fisico matematico⁵⁵.

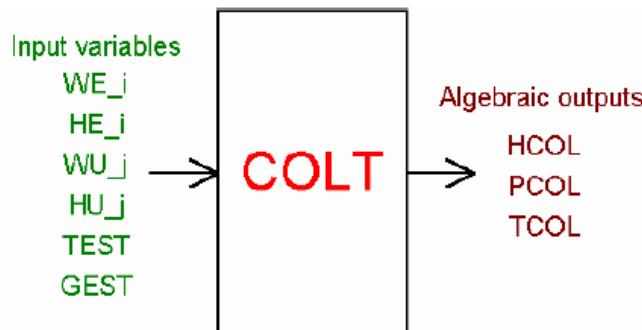
Modulo COLT⁵⁵


Figura 160 – Rappresentazione logica del modulo COLT in LEGOCAD®

PHYSICAL MEANING OF MODULE INPUT-OUTPUT VARIABLES

[J/kg] HCOL mean enthalpy of fluid in the header

[Pa] PCOL mean pressure of fluid in the header

[K] TCOL header metal temperature

[kg/s] WE_i (i = 1, 2,..., Ne) flow rate of fluid flowing into the header coming through the i-th branch

[J/kg] HE_i (i = 1, 2,..., Ne) enthalpy of fluid flowing into the header coming through the i-th branch

[kg/s] WU_j (j = 1, 2,..., Ne) flow rate of fluid flowing out the header through the j-th branch

[J/kg] HU_j (j = 1, 2,..., Ne) enthalpy of fluid flowing out the header through the j-th branch (in case of back-flow)

Per l'inserimento dei dati fisici e geometrici si deve far riferimento al file **TEMPLATE_MAD_LEGOCAD®.xls** che permette una facile individuazione dei parametri da inserire in LEGOCAD® secondo i parametri implementati nel modello fisico matematico⁵⁵.

Modulo TUBO⁵⁵

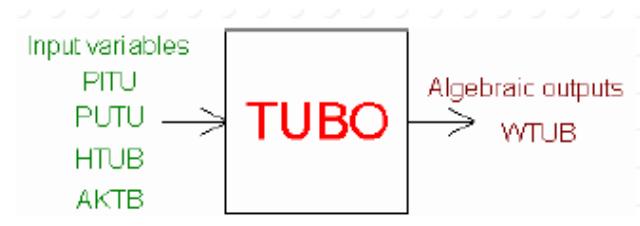


Figura 161 – Rappresentazione logica del modulo TUBO in LEGOCAD®

PHYSICAL MEANING OF MODULE INPUT-OUTPUT VARIABLES

[kg/s] WTUB water flow rate inside the piping

[Pa] PITU pressure upstream the piping

[Pa] PUTU pressure downstream the piping

[J/kg] HTUB water enthalpy at the piping inlet

[] AKTB corrective factor of piping friction coefficient (see equation (1) above)

Per l'inserimento dei dati fisici e geometrici si deve far riferimento al file **TEMPLATE_MAD_LEGOCAD®.xls** che permette una facile individuazione dei parametri da inserire in LEGOCAD® secondo i parametri implementati nel modello fisico matematico⁵⁵.

Ogni blocco utilizzato assume un nome costituito da 8 lettere in cui le prime 4 sono caratterizzate dalle 4 lettere che identificano il tipo di blocco e 4 lettere a scelta dell'utente.

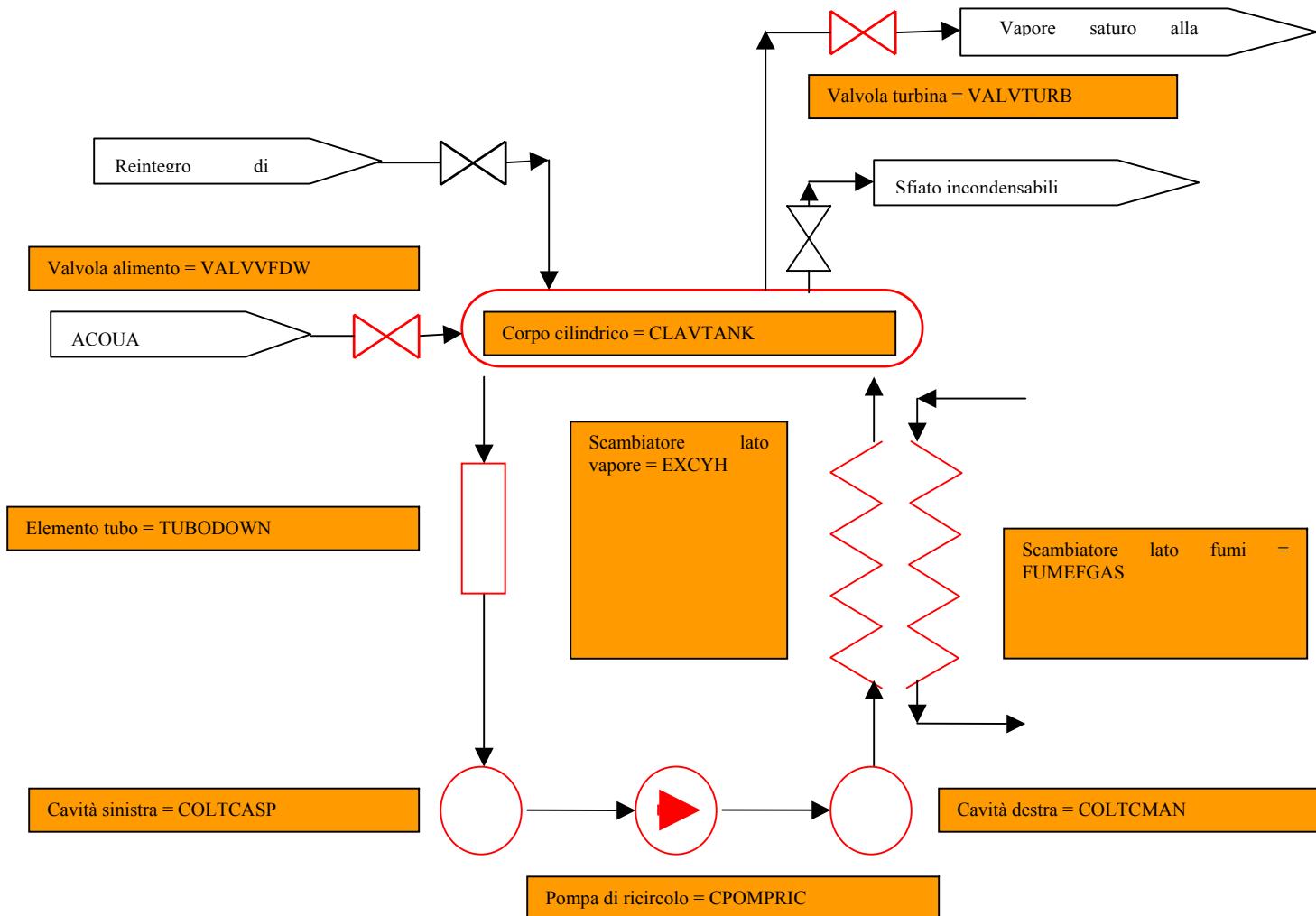
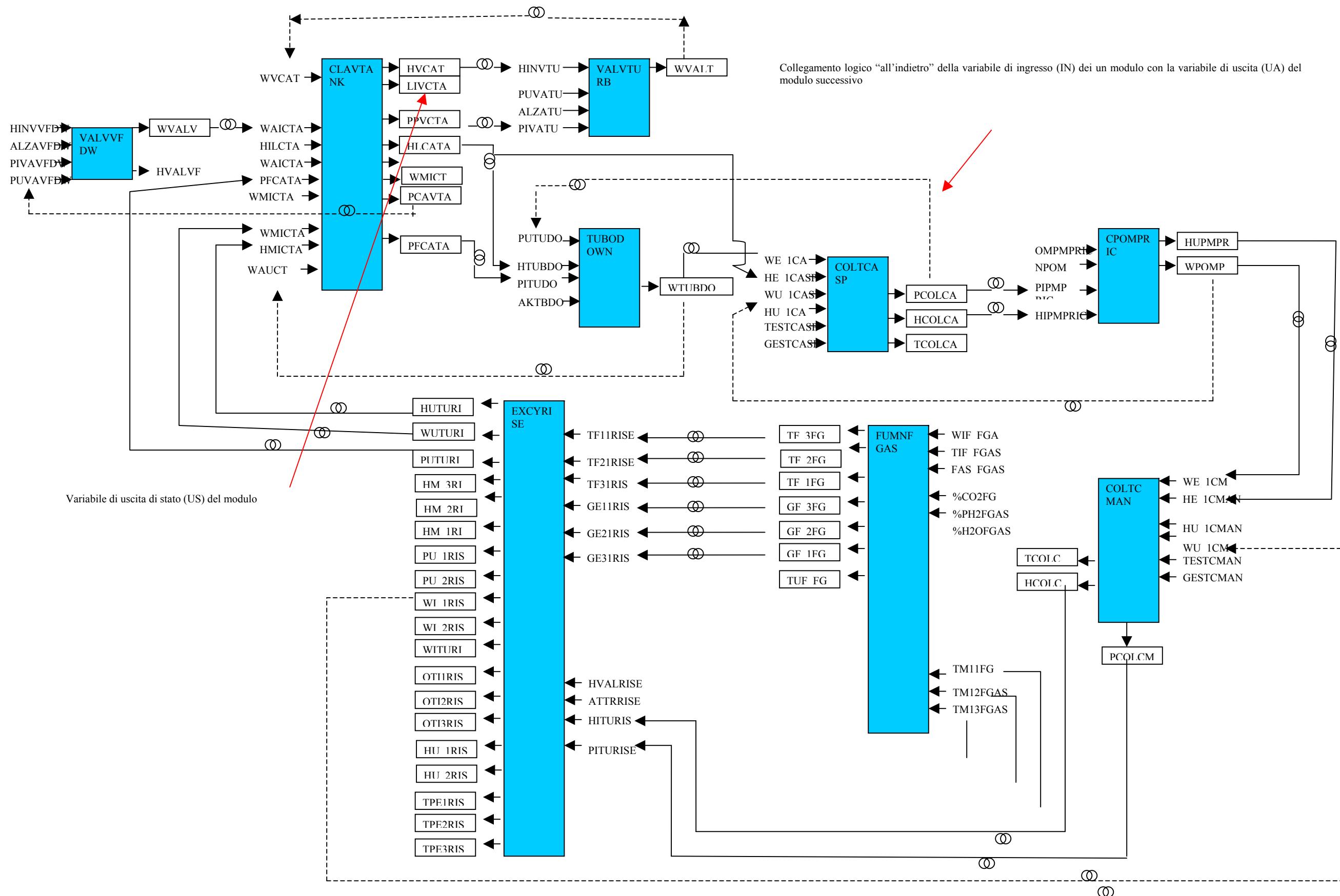


Figura 162 – MOD del modello COGEN in LEGOCAD®

La rappresentazione logica della task è la seguente:



File input/output LEGOCAD® del modello “esempio”

F01.DAT

ALV BLOCCO (MONT) - Valvola a monte del collettore
VALV BLOCCO (MON1) - econda valvola a monte del collettore
COLT BLOCCO (COL1) - Collettore n 1
VALV BLOCCO (VALL) - Valvola valle

ESEMPIO

VALVMONT BL.-MONT- **** MODULO VALV - Valvola a monte del collettore
WVALMONT --UA-- FLUID FLOW RATE IN THE VALVE
PIVAMONT --IN-- FLUID PRESSURE AT THE VALVE INLET
PCOLCOL1 --IN-- #PUVAMONT#.....<==COLTCOL1 BL.-COL1-
HVALMONT --IN-- VALVE INLET-OUTLET FLUID ENTHALPY
ALZAMONT --IN-- VALVE LIFT

VALVMON1 BL.-MON1- **** MODULO VALV - econda valvola a monte del collettore
WVALMON1 --UA-- FLUID FLOW RATE IN THE VALVE
PIVAMON1 --IN-- FLUID PRESSURE AT THE VALVE INLET
PCOLCOL1 --IN-- #PUVAMON1#.....<==COLTCOL1 BL.-COL1-
HVALMON1 --IN-- VALVE INLET-OUTLET FLUID ENTHALPY
ALZAMON1 --IN-- VALVE LIFT

COLTCOL1 BL.-COL1- **** MODULO COLT - Collettore n 1
HCOLCOL1 --UA-- FLUID ENTHALPY IN THE MANIFOLD
PCOLCOL1 --UA-- FLUID PRESSURE IN THE MANIFOLD
TCOLCOL1 --UA-- METAL TEMPERATURE IN THE MANIFOLD
WVALMONT --IN-- #WE_1COL1#.....<==VALVMONT BL.-MONT-
HE_1COL1 --IN-- ENTHALPY IN THE ENTERING BRANCH N. 1
WVALMON1 --IN-- #WE_2COL1#.....<==VALVMON1 BL.-MON1-
HE_2COL1 --IN-- ENTHALPY IN THE ENTERING BRANCH N. 2
WVALVALL --IN-- #WU_1COL1#.....<==VALVVALL BL.-VALL-
HU_1COL1 --IN-- ENTHALPY IN THE COMING OUT BRANCH N. 1 (W<0)
TESTCOL1 --IN-- FLUID TEMPERATURE OUTSIDE THE MANIFOLD
GESTCOL1 --IN-- THERMAL EXCHANGE COEFF. OUTSIDE THE MANIFOLD

VALVVALL BL.-VALL- **** MODULO VALV - Valvola valle
WVALVALL --UA-- FLUID FLOW RATE IN THE VALVE
PCOLCOL1 --IN-- #PIVAVALL#.....<==COLTCOL1 BL.-COL1-
PUVAVALL --IN-- FLUID PRESSURE AT THE VALVE OUTLET
HCOLCOL1 --IN-- #HVALVALL#.....<==COLTCOL1 BL.-COL1-
ALZAVALL --IN-- VALVE LIFT

**** >>>>>INGRESSI DI TUTTI I MODULI<<<<
PIVAMONT --IN-- FLUID PRESSURE AT THE VALVE INLET
HVALMONT --IN-- VALVE INLET-OUTLET FLUID ENTHALPY
ALZAMONT --IN-- VALVE LIFT
PIVAMON1 --IN-- FLUID PRESSURE AT THE VALVE INLET
HVALMON1 --IN-- VALVE INLET-OUTLET FLUID ENTHALPY
ALZAMON1 --IN-- VALVE LIFT
HE_1COL1 --IN-- ENTHALPY IN THE ENTERING BRANCH N. 1
HE_2COL1 --IN-- ENTHALPY IN THE ENTERING BRANCH N. 2
HU_1COL1 --IN-- ENTHALPY IN THE COMING OUT BRANCH N. 1 (W<0)
TESTCOL1 --IN-- FLUID TEMPERATURE OUTSIDE THE MANIFOLD
GESTCOL1 --IN-- THERMAL EXCHANGE COEFF. OUTSIDE THE MANIFOLD
PUVAVALL --IN-- FLUID PRESSURE AT THE VALVE OUTLET
ALZAVALL --IN-- VALVE LIFT

PUVAMONT --CO-- FLUID PRESSURE AT THE VALVE OUTLET

PUVAMON1 --CO-- FLUID PRESSURE AT THE VALVE OUTLET
 WE_1COL1 --CO-- FLOW RATE IN THE ENTERING BRANCH N. 1
 WE_2COL1 --CO-- FLOW RATE IN THE ENTERING BRANCH N. 2
 WU_1COL1 --CO-- FLOW RATE IN THE COMING OUT BRANCH N. 1
 PIVAVALL --CO-- FLUID PRESSURE AT THE VALVE INLET
 HVALVALL --CO-- VALVE INLET-OUTLET FLUID ENTHALPY

F14.DAT

```

*LG*NOME IMPIANTO =ESEMPIO
*LG*DATI DI NORMALIZZAZIONE P0=2.E+07*H0=1.E+06*W0=1.E+03*T0=1.E+03*R0=1.E+02*
*LG*      L0=1.E+01*V0=5.E+01*DPO=1.E+05*
*LG*CONDIZIONI INIZIALI VARIABILI DEL SISTEMA (MKS)
1 WVALMONT =9.9420 *BL.(VALVMONT)= * FLUID FLOW RATE IN THE VALVE
2 WVALMON1 =190.06 *BL.(VALVMON1)= * FLUID FLOW RATE IN THE VALVE
3 HCOLCOL1 =.69486E+06*BL.(COLTCOL1)= * FLUID ENTHALPY IN THE MANIFOLD
4 PCOLCOL1 =.99937E+06*BL.(COLTCOL1)= * FLUID PRESSURE IN THE MANIFOLD
5 TCOLCOL1 =436.48 *BL.(COLTCOL1)= * METAL TEMPERATURE IN THE MANIFOLD
6 WVALVALL =200.00 *BL.(VALVVALL)=NOTO* FLUID FLOW RATE IN THE VALVE
*LG*CONDIZIONI INIZIALI VARIABILI DI INGRESSO
1 PIVAMONT =10000E+07*BL.(VALVMONT)=NOTO* FLUID PRESSURE AT THE VALVE INLET
2 HVALMONT =.60000E+06*BL.(VALVMONT)=NOTO* VALVE INLET-OUTLET FLUID ENTHALPY
3 ALZAMONT =1.0000 *BL.(VALVMONT)=NOTO* VALVE LIFT
4 PIVAMON1 =12000E+07*BL.(VALVMON1)=NOTO* FLUID PRESSURE AT THE VALVE INLET
5 HVALMON1 =.70000E+06*BL.(VALVMON1)=NOTO* VALVE INLET-OUTLET FLUID ENTHALPY
6 ALZAMON1 =.50000 *BL.(VALVMON1)=NOTO* VALVE LIFT
7 HE_1COL1 =.60000E+06*BL.(COLTCOL1)=NOTO* ENTHALPY IN THE ENTERING BRANCH N.
8 HE_2COL1 =.70000E+06*BL.(COLTCOL1)=NOTO* ENTHALPY IN THE ENTERING BRANCH N.
9 HU_1COL1 =.60000E+06*BL.(COLTCOL1)=NOTO* ENTHALPY IN THE COMING OUT BRANCH N.
10 TESTCOL1 =303.15 *BL.(COLTCOL1)=NOTO* FLUID TEMPERATURE OUTSIDE THE MANIF
11 GESTCOL1 =10.000 *BL.(COLTCOL1)=NOTO* THERMAL EXCHANGE COEFF. OUTSIDE THE
12 PUAVAVALL =.97324E+06*BL.(VALVVALL)= * FLUID PRESSURE AT THE VALVE OUTLET
13 ALZAVALL =.80000 *BL.(VALVVALL)=NOTO* VALVE LIFT
*LG*DATI FISICI E GEOMETRICI DEL SISTEMA SUDDIVISI A BLOCCHI
*LG*DATI DEL BLOCCO VALVMONT MODULO VALV - Valvola a monte del collettore
* VALVE DATA (COD. = IDENTIFIER FOR MATHEMATICAL MODEL CHOICE)
  ALFA =1.0 * CFA = * COD. =2.0 *
* DATA RELATED TO THE DISCHARGING CHARACTERISTIC
  CVA = * PORTATA =200.0 * P1 MONTE =10.0E+05 *
  P2 VALLE =7.0E+05 * ENTALPIA =6.0E+05 * CORSA =1.0 *
* DATA RELATED TO THE CHECK VALVE (IF PRESENT - DEPENDING ON COD.)
  DP. APER = * DP. CHIU = *
*LG*DATI DEL BLOCCO VALVMON1 MODULO VALV - econda valvola a monte del collettore
* VALVE DATA (COD. = IDENTIFIER FOR MATHEMATICAL MODEL CHOICE)
  ALFA =1.0 * CFA = * COD. =2.0 *
* DATA RELATED TO THE DISCHARGING CHARACTERISTIC
  CVA = * PORTATA =300.0 * P1 MONTE =12.0E+05 *
  P2 VALLE =7.0E+05 * ENTALPIA =7.0E+05 * CORSA =0.5 *
* DATA RELATED TO THE CHECK VALVE (IF PRESENT - DEPENDING ON COD.)
  DP. APER = * DP. CHIU = *
*LG*DATI DEL BLOCCO COLTCOL1 MODULO COLT - Collettore n 1
  NU.TU.EN =2.0 * NU.TU.US =1.0 * VOLUME =1.76 *
  MASSA ME =7608.4 * CP MET. =550.0 * COND MET =43.0 *
  SPESSORE =0.0493 * SUP. ES =26.12 *
*LG*DATI DEL BLOCCO VALVVALL MODULO VALV - Valvola valle
* VALVE DATA (COD. = IDENTIFIER FOR MATHEMATICAL MODEL CHOICE)
  ALFA =1.0 * CFA = * COD. =2.0 *
* DATA RELATED TO THE DISCHARGING CHARACTERISTIC
  CVA = * PORTATA =500.0 * P1 MONTE =6.0E+05 *
  P2 VALLE =5.0E+05 * ENTALPIA =5.0E+05 * CORSA =1.0 *
* DATA RELATED TO THE CHECK VALVE (IF PRESENT - DEPENDING ON COD.)
  DP. APER = * DP. CHIU = *
*LG*EOF

```

F14_conv.DAT

*LG*NOME IMPIANTO =ESEMPIO
*LG*DATI DI NORMALIZZAZIONE P0=2.E+07*H0=1.E+06*W0=1.E+03*T0=1.E+03*R0=1.E+02*
LG L0=1.E+01*V0=5.E+01*DPO=1.E+05*
*LG*CONDIZIONI INIZIALI VARIABILI DEL SISTEMA (MKS)
1 WVALMONT =9.9420 *BL.(VALVMONT)= * FLUID FLOW RATE IN THE VALVE
2 WVALMON1 =190.06 *BL.(VALVMON1)= * FLUID FLOW RATE IN THE VALVE
3 HCOLCOL1 =.69496E+06*BL.(COLTCOL1)= * FLUID ENTHALPY IN THE MANIFOLD
4 PCOLCOL1 =.99937E+06*BL.(COLTCOL1)= * FLUID PRESSURE IN THE MANIFOLD
5 TCOLCOL1 =435.40 *BL.(COLTCOL1)= * METAL TEMPERATURE IN THE MANIFOLD
6 WVALVALL =200.00 *BL.(VALVVALL)=NOTO* FLUID FLOW RATE IN THE VALVE
*LG*CONDIZIONI INIZIALI VARIABILI DI INGRESSO
1 PIVAMONT =.10000E+07*BL.(VALVMONT)=NOTO* FLUID PRESSURE AT THE VALVE INLET
2 HVALMONT =.60000E+06*BL.(VALVMONT)=NOTO* VALVE INLET-OUTLET FLUID ENTHALPY
3 ALZAMONT =1.0000 *BL.(VALVMONT)=NOTO* VALVE LIFT
4 PIVAMON1 =.12000E+07*BL.(VALVMON1)=NOTO* FLUID PRESSURE AT THE VALVE INLET
5 HVALMON1 =.70000E+06*BL.(VALVMON1)=NOTO* VALVE INLET-OUTLET FLUID ENTHALPY
6 ALZAMON1 =.50000 *BL.(VALVMON1)=NOTO* VALVE LIFT
7 HE_1COL1 =.60000E+06*BL.(COLTCOL1)=NOTO* ENTHALPY IN THE ENTERING BRANCH N.
8 HE_2COL1 =.70000E+06*BL.(COLTCOL1)=NOTO* ENTHALPY IN THE ENTERING BRANCH N.
9 HU_1COL1 =.60000E+06*BL.(COLTCOL1)=NOTO* ENTHALPY IN THE COMING OUT BRANCH N
10 TESTCOL1 =303.15 *BL.(COLTCOL1)=NOTO* FLUID TEMPERATURE OUTSIDE THE MANIF
11 GESTCOL1 =10.000 *BL.(COLTCOL1)=NOTO* THERMAL EXCHANGE COEFF. OUTSIDE THE
12 PUVAVALL =.96671E+06*BL.(VALVVALL)= * FLUID PRESSURE AT THE VALVE OUTLET
13 ALZAVALL =.80000 *BL.(VALVVALL)=NOTO* VALVE LIFT
*LG*DATI FISICI E GEOMETRICI DEL SISTEMA SUDDIVISI A BLOCCHI
*LG*DATI DEL BLOCCO VALVMONT MODULO VALV - Valvola a monte del collettore
* VALVE DATA (COD. = IDENTIFIER FOR MATHEMATICAL MODEL CHOICE)
ALFA =1.0 * CFA = * COD. =2.0 *
* DATA RELATED TO THE DISCHARGING CHARACTERISTIC
CVA = * PORTATA =200.0 * P1 MONTE =10.0E+05 *
P2 VALLE =7.0E+05 * ENTALPIA =6.0E+05 * CORSA =1.0 *
* DATA RELATED TO THE CHECK VALVE (IF PRESENT - DEPENDING ON COD.)
DP. APER = * DP. CHIU = *
*LG*DATI DEL BLOCCO VALVMON1 MODULO VALV - econda valvola a monte del collettore
* VALVE DATA (COD. = IDENTIFIER FOR MATHEMATICAL MODEL CHOICE)
ALFA =1.0 * CFA = * COD. =2.0 *
* DATA RELATED TO THE DISCHARGING CHARACTERISTIC
CVA = * PORTATA =300.0 * P1 MONTE =12.0E+05 *
P2 VALLE =7.0E+05 * ENTALPIA =7.0E+05 * CORSA =0.5 *
* DATA RELATED TO THE CHECK VALVE (IF PRESENT - DEPENDING ON COD.)
DP. APER = * DP. CHIU = *
*LG*DATI DEL BLOCCO COLTCOL1 MODULO COLT - Collettore n 1
NU.TU.EN =2.0 * NU.TU.US =1.0 * VOLUME =5.0 *
MASSA ME =7000.0 * CP MET. =550.0 * COND MET =43.0 *
SPESSORE =0.02 * SUP. ES =10.0 *
*LG*DATI DEL BLOCCO VALVVALL MODULO VALV - Valvola valle
* VALVE DATA (COD. = IDENTIFIER FOR MATHEMATICAL MODEL CHOICE)
ALFA =1.5 * CFA = * COD. =2.0 *
* DATA RELATED TO THE DISCHARGING CHARACTERISTIC
CVA = * PORTATA =500.0 * P1 MONTE =6.0E+05 *
P2 VALLE =5.0E+05 * ENTALPIA =5.0E+05 * CORSA =1.0 *
* DATA RELATED TO THE CHECK VALVE (IF PRESENT - DEPENDING ON COD.)
DP. APER = * DP. CHIU = *
*LG*EOF

F24.DAT

*LG*NOME IMPIANTO =ESEMPIO
*LG*DATI DI NORMALIZZAZIONE P0=2.E+07*H0=1.E+06*W0=1.E+03*T0=1.E+03*R0=1.E+02*
LG L0=1.E+01*V0=5.E+01*DPO=1.E+05*
*LG*CONDIZIONI INIZIALI VARIABILI DEL SISTEMA (MKS)

1 WVALMONT =9.9420 *BL.(VALVMONT)= * FLUID FLOW RATE IN THE VALVE
 2 WVALMON1 =190.06 *BL.(VALVMON1)= * FLUID FLOW RATE IN THE VALVE
 3 HCOLCOL1 =.69486E+06*BL.(COLTCOL1)= * FLUID ENTHALPY IN THE MANIFOLD
 4 PCOLCOL1 =.99937E+06*BL.(COLTCOL1)= * FLUID PRESSURE IN THE MANIFOLD
 5 TCOLCOL1 =436.48 *BL.(COLTCOL1)= * METAL TEMPERATURE IN THE MANIFOLD
 6 WVALVALL =200.00 *BL.(VALVVALL)=NOTO* FLUID FLOW RATE IN THE VALVE
 *LG*CONDIZIONI INIZIALI VARIABILI DI INGRESSO
 1 PIVAMONT =.10000E+07*BL.(VALVMONT)=NOTO* FLUID PRESSURE AT THE VALVE INLET
 2 HVALMONT =.60000E+06*BL.(VALVMONT)=NOTO* VALVE INLET-OUTLET FLUID ENTHALPY
 3 ALZAMONT =1.0000 *BL.(VALVMONT)=NOTO* VALVE LIFT
 4 PIVAMON1 =.12000E+07*BL.(VALVMON1)=NOTO* FLUID PRESSURE AT THE VALVE INLET
 5 HVALMON1 =.70000E+06*BL.(VALVMON1)=NOTO* VALVE INLET-OUTLET FLUID ENTHALPY
 6 ALZAMON1 =.50000 *BL.(VALVMON1)=NOTO* VALVE LIFT
 7 HE_1COL1 =.60000E+06*BL.(COLTCOL1)=NOTO* ENTHALPY IN THE ENTERING BRANCH N.
 8 HE_2COL1 =.70000E+06*BL.(COLTCOL1)=NOTO* ENTHALPY IN THE ENTERING BRANCH N.
 9 HU_1COL1 =.60000E+06*BL.(COLTCOL1)=NOTO* ENTHALPY IN THE COMING OUT BRANCH N
 10 TESTCOL1 =303.15 *BL.(COLTCOL1)=NOTO* FLUID TEMPERATURE OUTSIDE THE MANIF
 11 GESTCOL1 =10.000 *BL.(COLTCOL1)=NOTO* THERMAL EXCHANGE COEFF. OUTSIDE THE
 12 PUVAVALL =.97324E+06*BL.(VALVVALL)= * FLUID PRESSURE AT THE VALVE OUTLET
 13 ALZAVALL =.80000 *BL.(VALVVALL)=NOTO* VALVE LIFT
 *LG*DATI FISICI E GEOMETRICI DEL SISTEMA SUDDIVISI A BLOCCHI
 *LG*DATI DEL BLOCCO VALVMONT MODULO VALV - Valvola a monte del collettore
 * VALVE DATA (COD. = IDENTIFIER FOR MATHEMATICAL MODEL CHOICE)
 ALFA =1.0 * CFA = * COD. =2.0 *
 * DATA RELATED TO THE DISCHARGING CHARACTERISTIC
 CVA = * PORTATA =200.0 * P1 MONTE =10.0E+05 *
 P2 VALLE =7.0E+05 * ENTALPIA =6.0E+05 * CORSA =1.0 *
 * DATA RELATED TO THE CHECK VALVE (IF PRESENT - DEPENDING ON COD.)
 DP. APER = * DP. CHIU = *
 *LG*DATI DEL BLOCCO VALVMON1 MODULO VALV - econda valvola a monte del collettore
 * VALVE DATA (COD. = IDENTIFIER FOR MATHEMATICAL MODEL CHOICE)
 ALFA =1.0 * CFA = * COD. =2.0 *
 * DATA RELATED TO THE DISCHARGING CHARACTERISTIC
 CVA = * PORTATA =300.0 * P1 MONTE =12.0E+05 *
 P2 VALLE =7.0E+05 * ENTALPIA =7.0E+05 * CORSA =0.5 *
 * DATA RELATED TO THE CHECK VALVE (IF PRESENT - DEPENDING ON COD.)
 DP. APER = * DP. CHIU = *
 *LG*DATI DEL BLOCCO COLTCOL1 MODULO COLT - Collettore n 1
 NU.TU.EN =2.0 * NU.TU.US =1.0 * VOLUME =1.76 *
 MASSA ME =7608.4 * CP MET. =550.0 * COND MET =43.0 *
 SPESSORE =0.0493 * SUP. ES =26.12 *
 *LG*DATI DEL BLOCCO VALVVALL MODULO VALV - Valvola valle
 * VALVE DATA (COD. = IDENTIFIER FOR MATHEMATICAL MODEL CHOICE)
 ALFA =1.0 * CFA = * COD. =2.0 *
 * DATA RELATED TO THE DISCHARGING CHARACTERISTIC
 CVA = * PORTATA =500.0 * P1 MONTE =6.0E+05 *
 P2 VALLE =5.0E+05 * ENTALPIA =5.0E+05 * CORSA =1.0 *
 * DATA RELATED TO THE CHECK VALVE (IF PRESENT - DEPENDING ON COD.)
 DP. APER = * DP. CHIU = *
 *LG*EOF

LG1a.out

**PROGRAMMA LG1 - ACQUISIZIONE DELLA TOPOLOGIA
DEL MODELLO**

VALV BLOCCO (MONT) - Valvola a monte del collettore
 VALV BLOCCO (MON1) - eonda valvola a monte del collettore
 COLT BLOCCO (COL1) - Collettore n 1
 VALV BLOCCO (VALL) - Valvola valle

ESEMPIO

 VALVMONT BL.-MONT- **** MODULO VALV - Valvola a monte del collettore
 WVALMONT --UA-- FLUID FLOW RATE IN THE VALVE
 PIVAMONT --IN-- FLUID PRESSURE AT THE VALVE INLET
 PCOLCOL1 --IN-- #PUVAMONT#.....<==COLTCOL1 BL.-COL1-
 HVALMONT --IN-- VALVE INLET-OUTLET FLUID ENTHALPY
 ALZAMONT --IN-- VALVE LIFT

 VALVMON1 BL.-MON1- **** MODULO VALV - eonda valvola a monte del collettore
 WVALMON1 --UA-- FLUID FLOW RATE IN THE VALVE
 PIVAMON1 --IN-- FLUID PRESSURE AT THE VALVE INLET
 PCOLCOL1 --IN-- #PUVAMON1#.....<==COLTCOL1 BL.-COL1-
 HVALMON1 --IN-- VALVE INLET-OUTLET FLUID ENTHALPY
 ALZAMON1 --IN-- VALVE LIFT

 COLTCOL1 BL.-COL1- **** MODULO COLT - Collettore n 1
 HCOLCOL1 --UA-- FLUID ENTHALPY IN THE MANIFOLD
 PCOLCOL1 --UA-- FLUID PRESSURE IN THE MANIFOLD
 TCOLCOL1 --UA-- METAL TEMPERATURE IN THE MANIFOLD
 WVALMONT --IN-- #WE_1COL1#.....<==VALVMONT BL.-MONT-
 HE_1COL1 --IN-- ENTHALPY IN THE ENTERING BRANCH N. 1
 WVALMON1 --IN-- #WE_2COL1#.....<==VALVMON1 BL.-MON1-
 HE_2COL1 --IN-- ENTHALPY IN THE ENTERING BRANCH N. 2
 WVALVALL --IN-- #WU_1COL1#.....<==VALVVALL BL.-VALL-
 HU_1COL1 --IN-- ENTHALPY IN THE COMING OUT BRANCH N. 1 (W<0)
 TESTCOL1 --IN-- FLUID TEMPERATURE OUTSIDE THE MANIFOLD
 GESTCOL1 --IN-- THERMAL EXCHANGE COEFF. OUTSIDE THE MANIFOLD

 VALVVALL BL.-VALL- **** MODULO VALV - Valvola valle
 WVALVALL --UA-- FLUID FLOW RATE IN THE VALVE
 PCOLCOL1 --IN-- #PIVAVALL#.....<==COLTCOL1 BL.-COL1-
 PUVAVALL --IN-- FLUID PRESSURE AT THE VALVE OUTLET
 HCOLCOL1 --IN-- #HVALVALL#.....<==COLTCOL1 BL.-COL1-
 ALZAVALL --IN-- VALVE LIFT

**** >>>>INGRESSI DI TUTTI I MODULI<<<<
 PIVAMONT --IN-- FLUID PRESSURE AT THE VALVE INLET
 HVALMONT --IN-- VALVE INLET-OUTLET FLUID ENTHALPY
 ALZAMONT --IN-- VALVE LIFT
 PIVAMON1 --IN-- FLUID PRESSURE AT THE VALVE INLET
 HVALMON1 --IN-- VALVE INLET-OUTLET FLUID ENTHALPY
 ALZAMON1 --IN-- VALVE LIFT
 HE_1COL1 --IN-- ENTHALPY IN THE ENTERING BRANCH N. 1
 HE_2COL1 --IN-- ENTHALPY IN THE ENTERING BRANCH N. 2
 HU_1COL1 --IN-- ENTHALPY IN THE COMING OUT BRANCH N. 1 (W<0)
 TESTCOL1 --IN-- FLUID TEMPERATURE OUTSIDE THE MANIFOLD
 GESTCOL1 --IN-- THERMAL EXCHANGE COEFF. OUTSIDE THE MANIFOLD
 PUVAVALL --IN-- FLUID PRESSURE AT THE VALVE OUTLET

ALZAVALL --IN-- VALVE LIFT********

PUVAMONT --CO-- FLUID PRESSURE AT THE VALVE OUTLET
PUVAMON1 --CO-- FLUID PRESSURE AT THE VALVE OUTLET
WE_1COL1 --CO-- FLOW RATE IN THE ENTERING BRANCH N. 1
WE_2COL1 --CO-- FLOW RATE IN THE ENTERING BRANCH N. 2
WU_1COL1 --CO-- FLOW RATE IN THE COMING OUT BRANCH N. 1
PIAVALL --CO-- FLUID PRESSURE AT THE VALVE INLET
HVALVALL --CO-- VALVE INLET-OUTLET FLUID ENTHALPY

valore isl = 45
valore isl = 45
valore isl = 13
valore isl = 45

1

CONTROLLI SUI DATI TOPOLOGICI DEL MODELLO ESEMPIO

CONTROLLO CHE GLI INGRESSI DEL SISTEMA
SIANO COMPRESI FRA GLI INGRESSI DEI BLOCCHI

CONTROLLO CHE GLI INGRESSI DEI BLOCCHI,
CHE NON SONO INGRESSI DEL SISTEMA,
SIANO COMPRESI FRA GLI STATI E LE USCITE

CONTROLLO CHE GLI INGRESSI DEL SISTEMA NON
COMPANIANO FRA GLI STATI E LE USCITE

1

STAMPA DELLA TOPOLOGIA DEL MODELLO ESEMPIO**BLOCCO VALVMONT (SUB. VALV)**

4 INGRESSI 1 USCITE
0 VAR.STATO 1 VAR.ALG.

PIVAMONT WVALMONT
PCOLCOL1
HVALMONT
ALZAMONT

BLOCCO VALVMON1 (SUB. VALV)

4 INGRESSI 1 USCITE
0 VAR.STATO 1 VAR.ALG.

PIVAMON1 WVALMON1
PCOLCOL1
HVALMON1
ALZAMON1

BLOCCO COLTCOL1 (SUB. COLT)

8 INGRESSI 3 USCITE
0 VAR.STATO 3 VAR.ALG.

WVALMONT HCOLCOL1
HE_1COL1 PCOLCOL1
WVALMON1 TCOLCOL1
HE_2COL1
WVALVALL
HU_1COL1
TESTCOL1
GESTCOL1

BLOCCO VALVVALL (SUB. VALV)

4 INGRESSI 1 USCITE
0 VAR.STATO 1 VAR.ALG.

PCOLCOL1 WVALVALL
PUVAVALL
HCOLCOL1
ALZAVALL



L'energia che ti ascolta.

AREA TECNICA RICERCA

Uso ristretto

Pag 305 di 579

6 Esempio Automazione [34]

Lo scopo di questo capitolo è quello di mostrare come si possa procedere nella costruzione di un sistema di regolazione in ambiente ALTERLEGO® per un processo di riscaldamento acqua - fumi.⁵⁷ Tale processo è interamente descritto in una singola task denominata hotbath, il cui MOD è riportato in Figura 163.

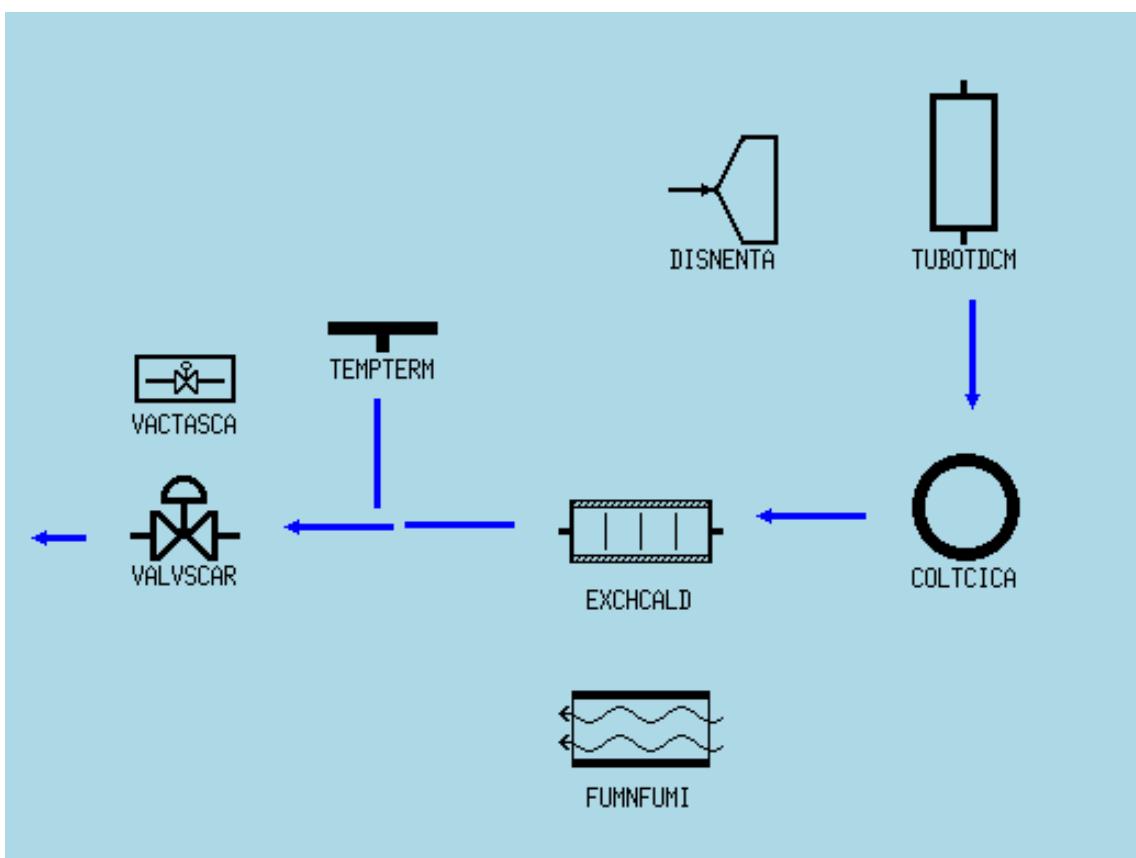


Figura 163 - MOD della task di processo hotbath

La variabile da regolare è la temperatura dell'acqua in uscita dalla caldaia EXCHCALD. Tale regolazione viene effettuata agendo sulla temperatura dei fumi TIF_FUMI in ingresso al modulo FUMNFUMI. Si noti che il sistema di regolazione dovrebbe in realtà intervenire sull'attuatore di una valvola, ma data la semplificazione introdotta in fase di modellizzazione del processo, dobbiamo sostituire questa operazione più verosimile con una fittizia di variazione diretta della temperatura ingresso fumi. In seguito vedremo quali conseguenze scaturiscono da questa assunto. Lo schema a blocchi su cui ci si basa per la configurazione della regolazione è quello in Figura 164.

I significati dei simboli e dei codici riportati nello schema saranno spiegati nelle pagine seguenti.

⁵⁷ Per una descrizione dettagliata delle operazioni impiegate in questa sezione si faccia riferimento a Rizzo [34].

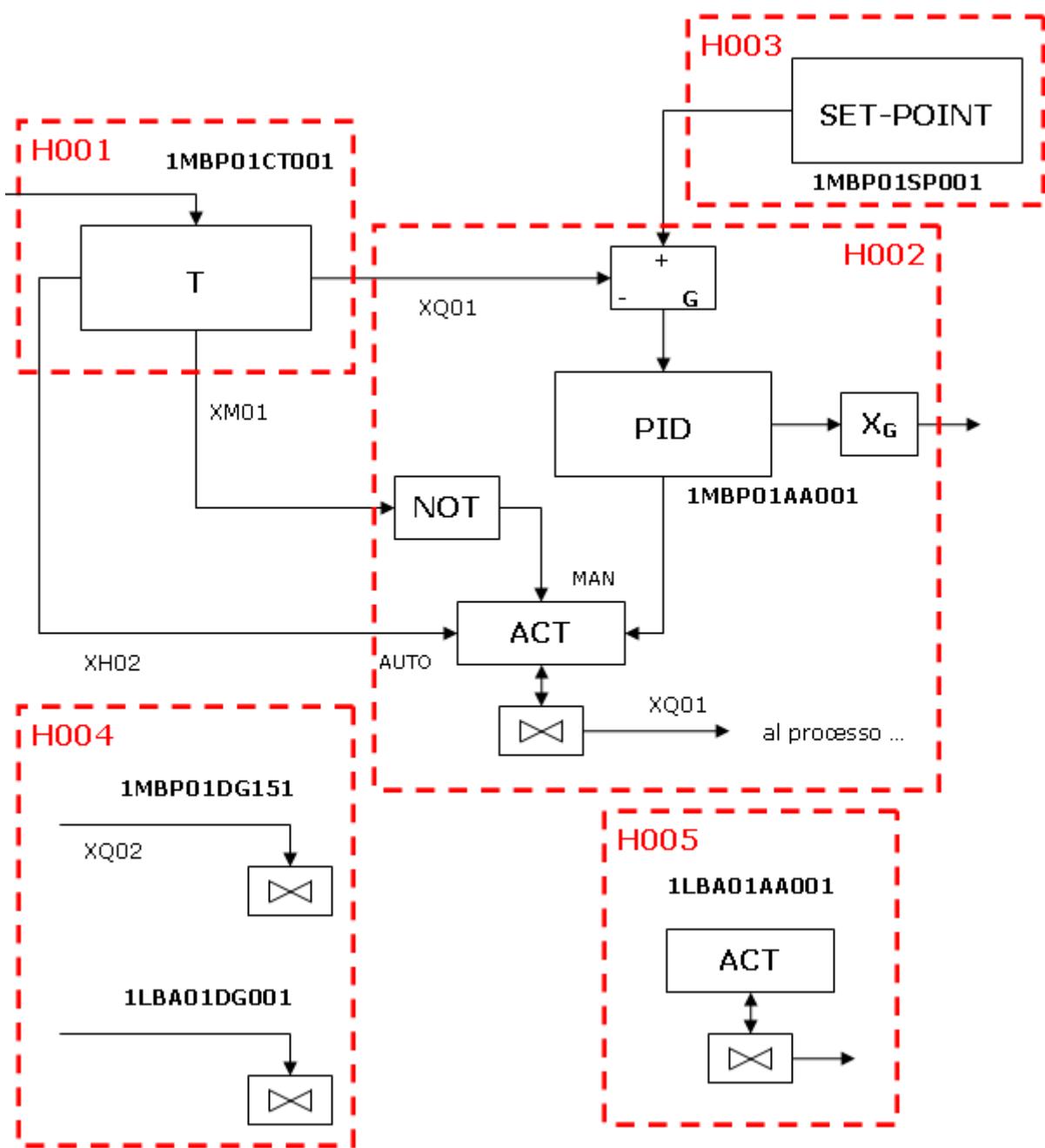


Figura 164 - Schema di regolazione

6.1 Creazione della task REGO

Le task REGO contengono la struttura del sistema di controllo che viene realizzata mediante il configuratore grafico *config* messo a disposizione dall'ambiente ALTERLEGO.⁵⁸

In ogni task devono essere inizialmente presenti i seguenti files:

- **Context.ctx** contiene tutte le informazioni sia sulle librerie utilizzate sia sulle pagine di controllo create
- **FileColoriDefault** definisce i colori di background direttamente disponibili
- **FileFontsDefaults** definisce i font direttamente disponibili

Questi files vengono creati automaticamente la prima volta che viene lanciato l'applicativo, privi di qualsiasi dato di configurazione che deve quindi essere immessa manualmente. Si consiglia quindi di copiare i files **FileColoriDefault** e **FileFontsDefaults** da una task già esistente. E' infine parimenti opportuno importare una pagina di regolazione in modo da mantenere il lay-out base delle pagine TELEPERM.

E' pratica comune nominare le task REGO utilizzando la seguente sintassi: **r_nometaskproc[N]**, dove N rappresenta un numero progressivo opzionale atto ad identificare la singola task.

Perciò dalla shell di Linux nella directory **rootutente/legocad/** si procede alla creazione di una nuova directory che chiameremo **r_bath01** (anche se a rigore, secondo la convenzione sopra, il nome della task REGO avrebbe dovuto essere **r_hotbath01**), per poi lanciare da dentro la nuova directory il comando **config**, che manda in esecuzione il programma omonimo di configurazione delle pagine REGO:

```
[corso2@tecnetlego1 legocad]$ mkdir r_bath01  
[corso2@tecnetlego1 legocad]$ cd r_bath01  
[corso2@tecnetlego1 r_bath01]$ config &
```

A seconda della configurazione definita precedentemente nel file **Context.ctx** verranno visualizzate nella sezione *Libraries List* l'elenco delle librerie successivamente disponibili per le operazioni di costruzione delle strutture di regolazione. Le principali funzioni sono:

- menu **Create** per la creazione di un'area di lavoro; di norma si preferisce definire un layout standard di pagina REGO a seconda del progetto in corso e quindi duplicare questa pagina mediante l'apposito comando
- menu **Import** permette di importare pagine REGO o librerie presenti in altri progetti
- menu **Compile** per le operazioni di compilazione e creazione di pagine grafiche
- menu **Interface** per le operazioni di connessione variabili tra pagine diverse.

Benché non si tratti di una operazione obbligatoria, possiamo per comodità utilizzare librerie già definite mediante il comando **Import->Library**.

Le librerie importate compariranno elencate nella sezione *Libraries List* della finestra *LEGOMMI - Config*

⁵⁸ Si consiglia di adottare una risoluzione dello schermo di 1280 x 1024 per la quale il software è stato ottimizzato.

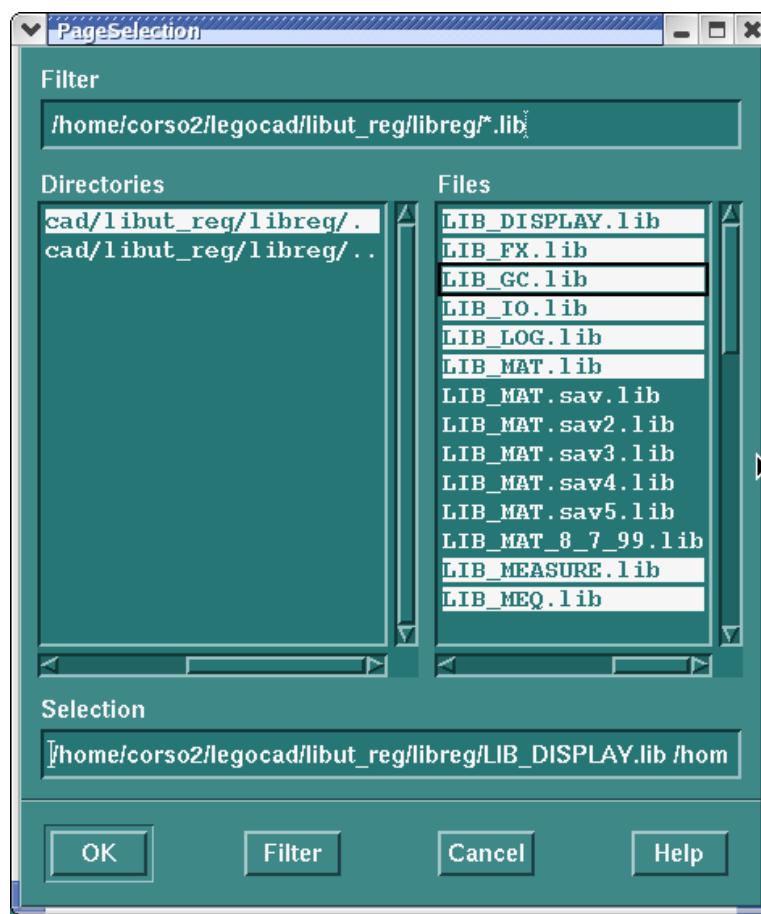


Figura 165 - Finestra di dialogo per l'importazione di librerie

A questo punto si rende necessaria una copia manuale da un'altra task dei file FileColoriDefault e FileFontsDefaults all'interno della cartella **r_bath01**.

[corso2@tecnetlego1 legocad]\$ cp ...->File* r_bath01

Per importare anche il layout di pagina si ricorre al comando **Import->Page** dalla finestra **LEGOOMMI – Config**. La pagina compare nella sezione Pages. Dopodiché con un click col tasto destro sul nome pagina e poi su **Modify** si accede alla finestra di dialogo dove imposteremo la nostra pagina in modalità **In use**.

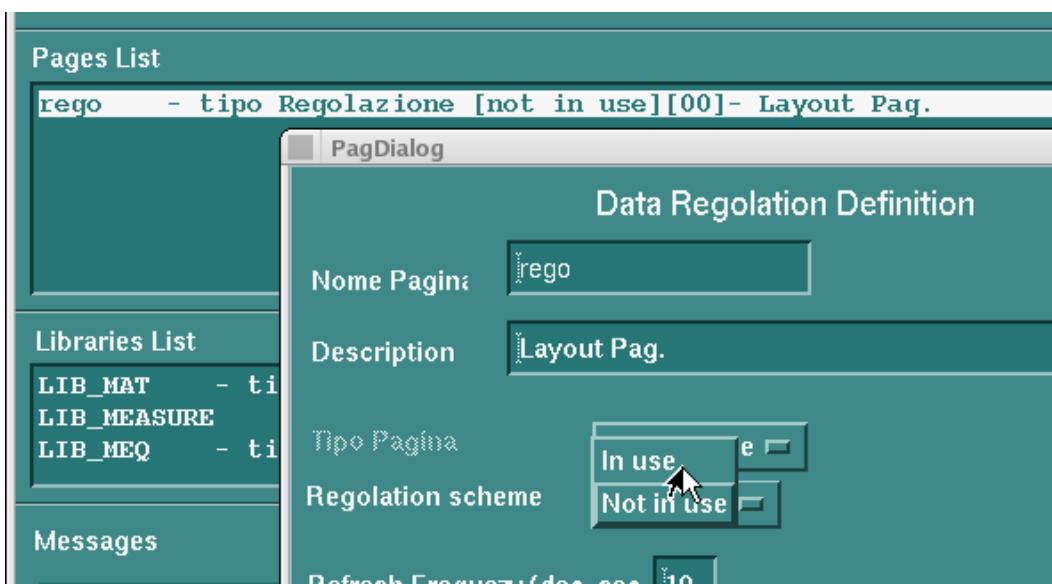


Figura 166 - Procedura impostazione In use della pagina selezionata

Si badi bene durante questa operazione a non modificare la gerarchia (riportata nella zona bassa della finestra di dialogo **PagDialog** aperta col comando **Modify**).

6.2 Misuratore di temperatura (H001)

Creazione della pagina

La creazione di una nuova pagina da zero può essere sostituita da una più immediata duplicazione della pagina appena importata. E' sufficiente aprire il menù di scelta rapida con il tasto destro sulla pagina importata e poi scegliere il comando **Duplicate**. L'operazione di "duplicazione" è resa necessaria dal fatto che, una volta che la pagina è stata definita o importata, non è più possibile modificare il numero della pagina. Nella finestra aperta impostare *Nome Pagina* a *H001* (la prima lettera ammicca al nome della task Hotbath), dopodiché impostare *Regolation Scheme* a *In use*.

Nel campo *Description* possiamo inserire il testo *Temp Uscita Caldaia*. Dopodiché confermare con **OK** e aprire il lay-out della pagina H001 con un doppio click.

Arrivati a questo punto si rende necessario definire un codice KKS all'elemento che intendiamo instanziare in questa pagina. Tale elemento sarà infatti inserito nel Data-base dell'automazione per la creazione dei sistemi MMI e SCADA del simulatore.

Si dovrebbe mostrare la pagina di layout e far vedere tutte le parti e come sono "collegate" rispetto alle loro descrizioni.

A tale scopo bisogna ingrandire a tutta pagina la finestra di lay-out in modo da far comparire la barra di scorrimento verticale, dopodiché scorrere in basso e cliccare sul campo *contente* il testo *63A* nel footer di pagina. Aprire il menu di scelta rapida col tasto destro e scegliere **Resource**.

Dal **Resource Editor** appena aperto cambiare il testo *63A* con il KKS dei componenti che saranno inseriti nella pagina. in *IMBP01AA151A*, dove MBP identifica il sistema di adduzione del gas-naturale, AA l'elemento valvola, 151 il progressivo elemento valvola⁵⁹, mentre la lettera A conclusiva serve a identificare la destinazione di elementi ridondanti.

Applicare le modifiche col pulsante **Apply** e chiudere la finestra del **Resource Editor**.⁶⁰

Dal menu **File** della finestra **Page** : *H001* salvare le modifiche apportate alla pagina (ricordarsi di compiere questa operazione con una certa frequenza per evitare di perdere le modifiche effettuate!). Tutti gli oggetti contenuti nel lay-out di pagina sono disposti su una griglia, al momento non visibile ma comunque attiva.⁶¹ Le impostazioni dell'effetto "calamita" esercitato dalla griglia sugli elementi, meglio nota come SNAP, sono modificabili mediante il comando **Set->View Snap** contenuto nel menu **Option**. Il passo di griglia deve comunque essere impostato ad un multiplo di 4, in modo da consentire l'allineamento degli elementi alla maschera di pagina predefinita.



Figura 167 - Griglie di passo 8 e 10

⁵⁹ Per l'elemento valvola progressivi che iniziano con 15x indicano valvole di regolazione mentre progressivi che iniziano con 0xx indicano valvole on/off o comunque non di regolazione.

⁶⁰ Il pulsante **Load** carica il *Resource editor* del modulo selezionato evitando la chiusura e riapertura della finestra, cioè una volta effettuato l'"Apply" è possibile selezionare un altro campo della pagina e cliccare sul pulsante **Load**.

⁶¹ La visualizzazione della griglia può essere accesa (e spenta) mediante il comando **Grid** contenuto nel menu **Option**.

6.2.1 Instanziare il modulo T

Per instanziare il modulo “Misuratore di temperatura” si segua la seguente procedura:

- Dalla finestra **Page** : *H001* aprire il menu *Add Icon* e selezionare la libreria **LIB MEASURE**
- Dalla finestra **Icon Library**⁶² trascina col tasto centrale il modulo T nella pagina (per spostare il modulo all'interno della pagina trascinare la T col tasto centrale).

I misuratori hanno tutti la stessa struttura, in

Figura 168 è mostrata la pagina H001 in cui compare il misuratore di temperatura.

⁶² In queste finestre con l'acronimo YFR si intende indicare un'area funzionale.

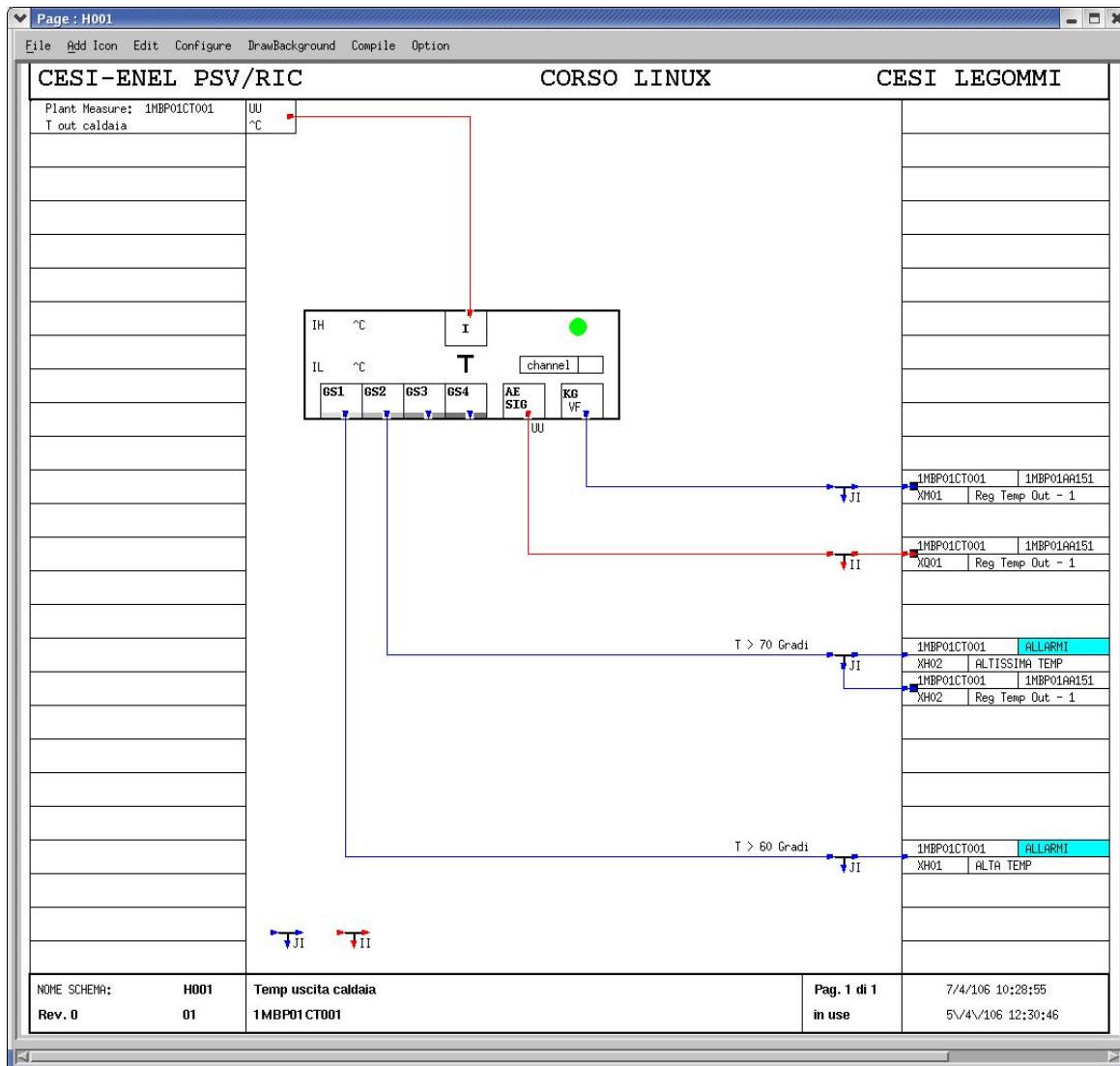


Figura 168 – Misuratore di temperatura

I pin presenti a bordo modulo rappresentano le sue porte I/O; quelli rossi per i segnali analogici, quelli blu per quelli digitali. In questo caso abbiamo in ingresso alla porta *I* un segnale 4-20 mA dalla termocoppia⁶³ e in uscita dalla porta *AE* una temperatura eventualmente normalizzata.

Le porte di uscita *G1*, ..., *G4* rappresentano le soglie di alta, bassa, altissima, bassissima, non necessariamente in quest'ordine. Per la natura stessa del problema in esame sarà sufficiente l'utilizzo degli allarmi di alta e altissima, essendo la temperatura ambiente il limite inferiore della temperatura dell'acqua in uscita dalla caldaia.

La porta di uscita digitale *KG* è utilizzata per trasmettere la validità della misura.

La configurazione del modulo viene effettuata attraverso la sua finestra di **Resource Editor**. In particolare l'inizializzazione delle variabili deve essere eseguita premendo il pulsante **Input Value** presente in questa finestra e poi su **Block's Variables**.

⁶³ Il segnale prodotto dalla termocoppia non rappresenta in maniera esatta la temperatura del fluido per i ben noti effetti di inerzia termica che caratterizzano questo strumento di misura.

TI --IN--	40.000	TI : 1
IL --IN--	0.0000E+00	IL : >
IH --IN--	1.0000E+02	IH : >
IB --IN--	0.0000E+00	IB : E
IT --IN--	0.0000E+00	IT : K
I1 --IN--	6.0000E+01	I1 : L
I2 --IN--	7.0000E+01	I2 : L
I3 --IN--	0.0000E+00	I3 : L
I4 --IN--	0.0000E+00	I4 : L
IY --IN--	0.0000E+00	IY : H
IR --IN--	0.0000E+00	IR : S
IS --IN--	1.0000E+00	IS : SU
JE --IN--	1.0000E+00	JE : F
J1 --IN--	1.0000E+00	J1 : 1
J2 --IN--	1.0000E+00	J2 : 1
J3 --IN--	0.0000E+00	J3 : 1
J4 --IN--	0.0000E+00	J4 : 1
J5 --IN--	1.0000E+00	J5 : SUE
JF --IN--	0.0000E+00	JF : V
JG --IN--	0.0000E+00	JG : V
JH --IN--	0.0000E+00	JH : V
JT --IN--	0.0000E+00	JT : V

S531 BL.- - **** MODREG S531 -		
UU --UR--	39.195	RES
V1 --UR--	0.0000	V1
V2 --UR--	0.0000	V2
V3 --UR--	0.0000	V3
V4 --UR--	1.0000	V4
V5 --UR--	0.0000	V5
V6 --UR--	0.0000	V6
VF --UR--	1.0000	P#
VA --UR--	0.0000	GS1
VB --UR--	0.0000	GS2
VC --UR--	0.0000	GS3
VD --UR--	0.0000	GS4
VM --UR--	0.0000	DGE
VN --UR--	0.0000	UGP

Figura 169 – Finestra **Block's Variables** di un misuratore

I nomi delle variabili sono codificati secondo la convenzione seguente:

- I_x : ingresso digitale
- V_x : uscita digitale
- J_x : ingresso analogico
- U_x : uscita analogica

Alcune considerazioni riguardanti l'impostazione dei valori di inizializzazione per le variabili: le task REGO possono anche funzionare in modalità stand-alone. Attraverso la compilazione della task [pagina?] viene calcolato lo stazionario a partire dai valori di inizializzazione: **occorre aprire il menu *Compile* e selezionare *Regolation***. Generalmente questo calcolo non porta ad errori; al

massimo quello che si ottiene è una leggera variazione dei valori delle variabili. Il collegamento della task [\[pagina?\]](#) con un'altra mediante connessione di variabili genera un passaggio di valori che porta al calcolo di un nuovo stazionario. In questo caso l'esito del calcolo dipende fortemente dai valori di inizializzazione delle variabili connesse. Affinché non si verifichino errori è necessario (ma non sufficiente) che tali valori presentino uno scostamento minimo. Come vedremo in seguito esistono dei tool che consentono la verifica di questi scostamenti.

Un altro appunto: visto che in un simulatore le task REGO lavorano in connessione con le task di processo, è buona norma, onde evitare l'insorgere di errori della specie sopra menzionata, impostare i valori di inizializzazione delle variabili collegate alle task di processo ai valori dello stazionario di processo.

La procedura di calcolo dello stazionario per una task REGO è quindi la seguente:

- calcolo dello stazionario della singola pagina
- calcolo dello stazionario complessivo
- verifica dell'allineamento valori stazionari della task REGO/valori stazionari task LEGOCAD®.

Un'ultima considerazione: bisogna sempre inizializzare variabili di ingresso e di uscita per i blocchi che hanno memoria.

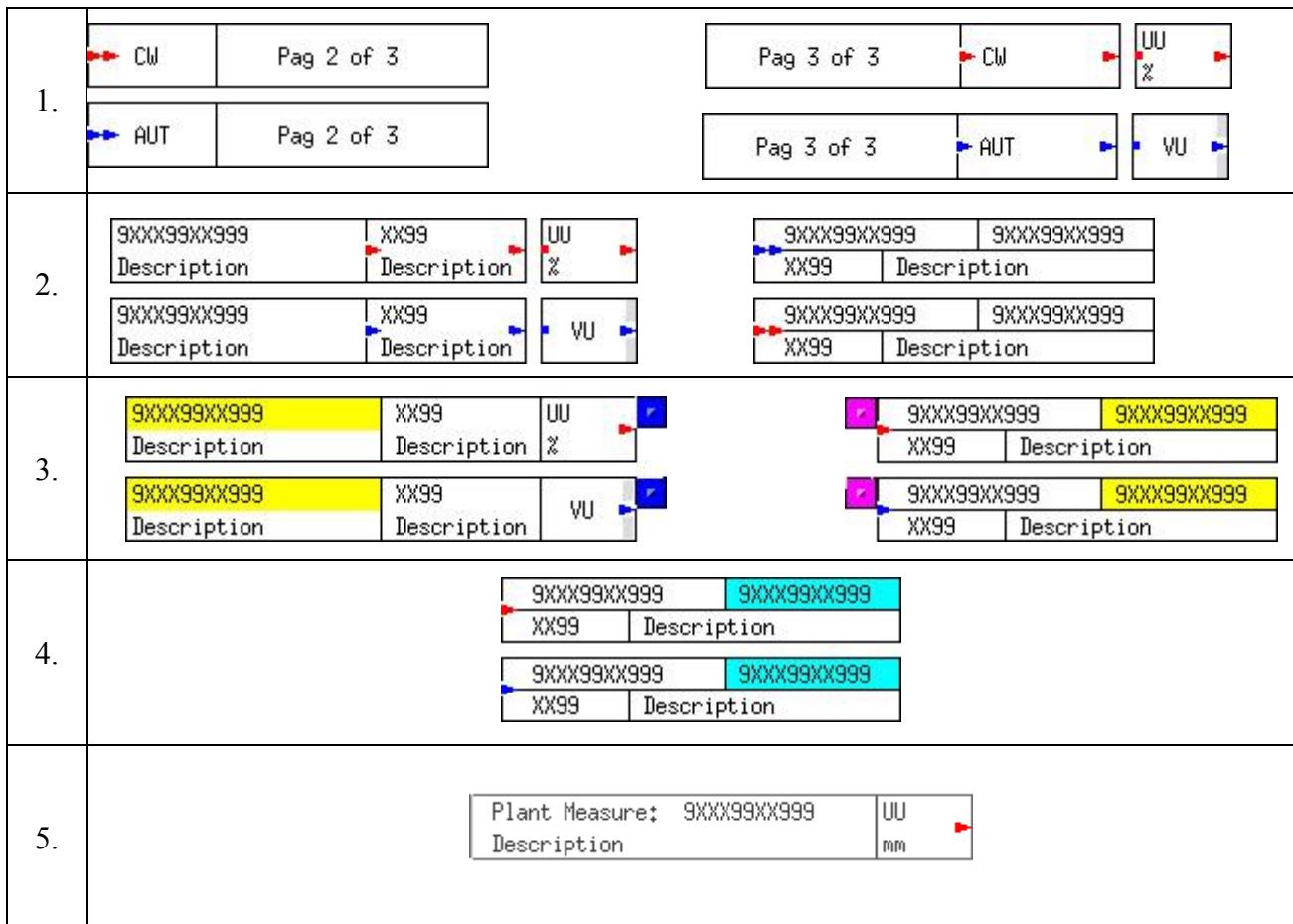
Tornando al modulo in esame, assumiamo un valore di conduzione per la temperatura pari a 40°C e impostiamo:

$IL = 0$	$IH = 100$	definiscono il range di funzionamento
$I1 = 60$	$I2 = 70$	le variabili da I1 a I4 definiscono le soglie di allarme
$J1 = 1$	$J2 = 1$	indicano se si arriva alla soglia dal basso (1) o dall'alto (0)

La variabile IY rappresenta l'isteresi e non necessita l'impostazione di un valore di inizializzazione ([un valore plausibile di inizializzazione si aggira comunque tra il 5 % ed il 10 % della soglia di bassa](#)).

6.2.2 Instanziare i moduli I/O

Esistono cinque tipi fondamentali di porte:



1. [quelle per collegare variabili con “stesso KKS di pagina” e stessa task]

Sono porte che si utizzano nei casi in cui non si riesca a inserire lo schema di regolazione in un'unica pagina. Sono costituite da due “blocchi”; il primo è diviso in due parti: a sinistra andrà inserito semplicemente il numero di pagina di provenienza e il numero di pagine di cui è costituito lo schema; a destra occorre inserire la descrizione della variabile di provenienza. Il secondo blocco (che va collegato attraverso “connect mode”)

2. [quelle per collegare variabili con “KKS di pagina” differente all’interno dalla stessa task]

3. [quelle per collegare variabili con “KKS di pagina” differente in task differenti]

4. [quelle che rappresentano uscite che vanno ad animare MMI e SCADA]

5. [quelle per collegare variabili di processo a varibili REGO]

A parte il quinto tipo di porta, che gestisce unicamente segnali di tipo analogico ed è solo indicata come ingresso, le altre quattro porte possono gestire segnali di tipo analogico (pin di colore rosso) e segnali di tipo digitale (pin di colore blu) e, per le prime tre, sono indicate nel loro aspetto di ingresso o di uscita nelle pagine di regolazione.

Il quarto tipo è contemplato solo nella sezione segnali di uscita, e può gestire sia segnali analogici che digitali.

Per il quinto tipo si deve specificare che queste porte rappresentano solo i segnali di ingresso alla task REGO, dal momento che i collegamenti in uscita verso le task di processo sono effettuati all'interno dei blocchi di interfaccia (congruenza con il modello SIEMENS). Questo tipo di porta gestisce unicamente segnali analogici.

Le porte di uscita di tipo 1 e 2 realizzano collegamenti a pagine successive (). I blocchetti di uscita di tipo 3 e 4 mostrano un pin singolo e realizzano un collegamento allo SCADA.

Per aprire la finestra **[Icon Library]** cliccare sulla libreria **LIB_IO** dal menu **[Add Icon]**. Trascinare il modulo porta desiderato nella pagina utilizzando il tasto centrale del mouse. E' consigliabile l'utilizzo della maschera predefinita di pagina per collocare i blocchetti delle porte.

Per connettere le porte con il modulo T attivare **[Connect Mode]** dal menu **[Option]** poi creare il collegamento cliccando sui pin che si desidera unire.

Usare questa procedura per instanziare e connettere tutte le porte, sia di input che di output, ritenute necessarie per il modulo in questione.

Per ogni porta si devono definire i campi costituenti secondo lo schema riportato in Figura 170.

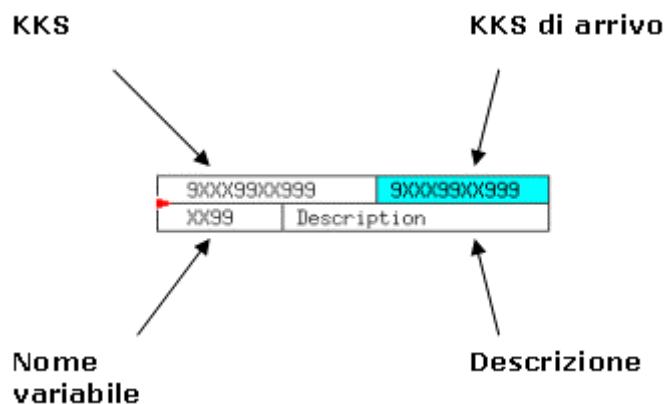


Figura 170 - Descrizione dei campi di una porta di output

I nomi delle variabili sono codificati secondo la tabella seguente:

Codice variabile	Descrizione
XM01	Validità misura
XM51	Invalidità misura
XQxy	Variabile analogica
XHxy	Variabile soglia
XH01	Soglia massima
XH51	Soglia minima
XTxy	Variabile logica
XVxy	Allarme (se legato ad una soglia si usa XHxy)
XC01	Stato automatico del regolatore
XC02	Stato manuale del regolatore
XB01	Fine corsa di apertura
XB02	Fine corsa di chiusura
...	...

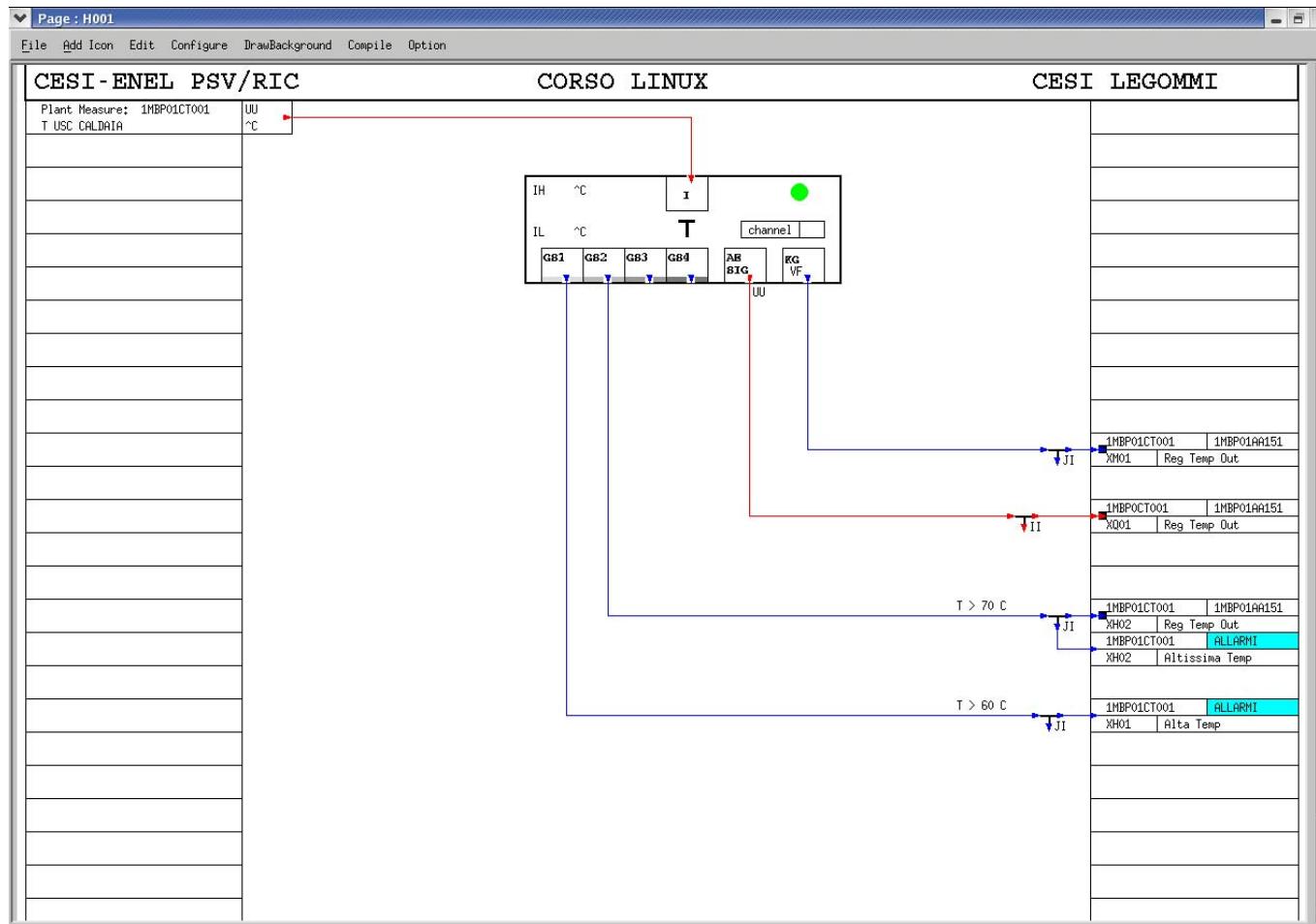


Figura 171 - Lay-out Pagina H001

Nel caso in cui il segnala vada allo SCADA il KKS di arrivo può essere scritto secondo i codici SIEMENS (ALLARME, ...)

Restano da impostare i valori di inizializzazione anche per le variabili delle porte di input e di output. La procedura da seguire è analoga rispetto a quella descritta per il modulo T. Si deve aprire il **Resource Editor** della porta per poi accedere alla finestra **Tags Input** cliccando successivamente sui pulsanti **Input Value** e **Block's Variables**.

Si noti come in questo caso per la porta di output selezionata in figura il campo descrizione della variabile *VX* contenga il codice KKS della variabile di allarme a cui *VX* è collegata.⁶⁴

In riferimento al Lay-out di pagina riportato in figura precedente, il segnale *G2* (allarme di altissima) in uscita dal modulo T dovrà essere collegato a due porte di uscita, la prima utile per trasmettere il segnale alla pagina di regolazione, la seconda utile invece per inviare il segnale allo SCADA.

Per sdoppiare il segnale si deve usare un diramatore attingendo o dalla libreria LIB_LOG (segnaletica digitale) o dalla libreria LIB_MAT (segnaletica analogico).⁶⁵ Sempre in riferimento al Lay-out, il modulo etichetta utilizzato per scrivere le label $T > 60^{\circ}\text{C}$ e $T > 70^{\circ}\text{C}$ è stato prelevato dalla libreria *std*. Alla fine della costruzione della pagina verificarne il contenuto attivando **Compile->Regolation**.

⁶⁴ Si noti anche come nel caso di allarmi il codice KKS è completato con la stringa *_XHxy*.

⁶⁵ E' consigliabile, in previsione di eventuali futuri sdoppiamenti del segnale, instanziare sempre un diramatore prima di tutte le porte di uscita.

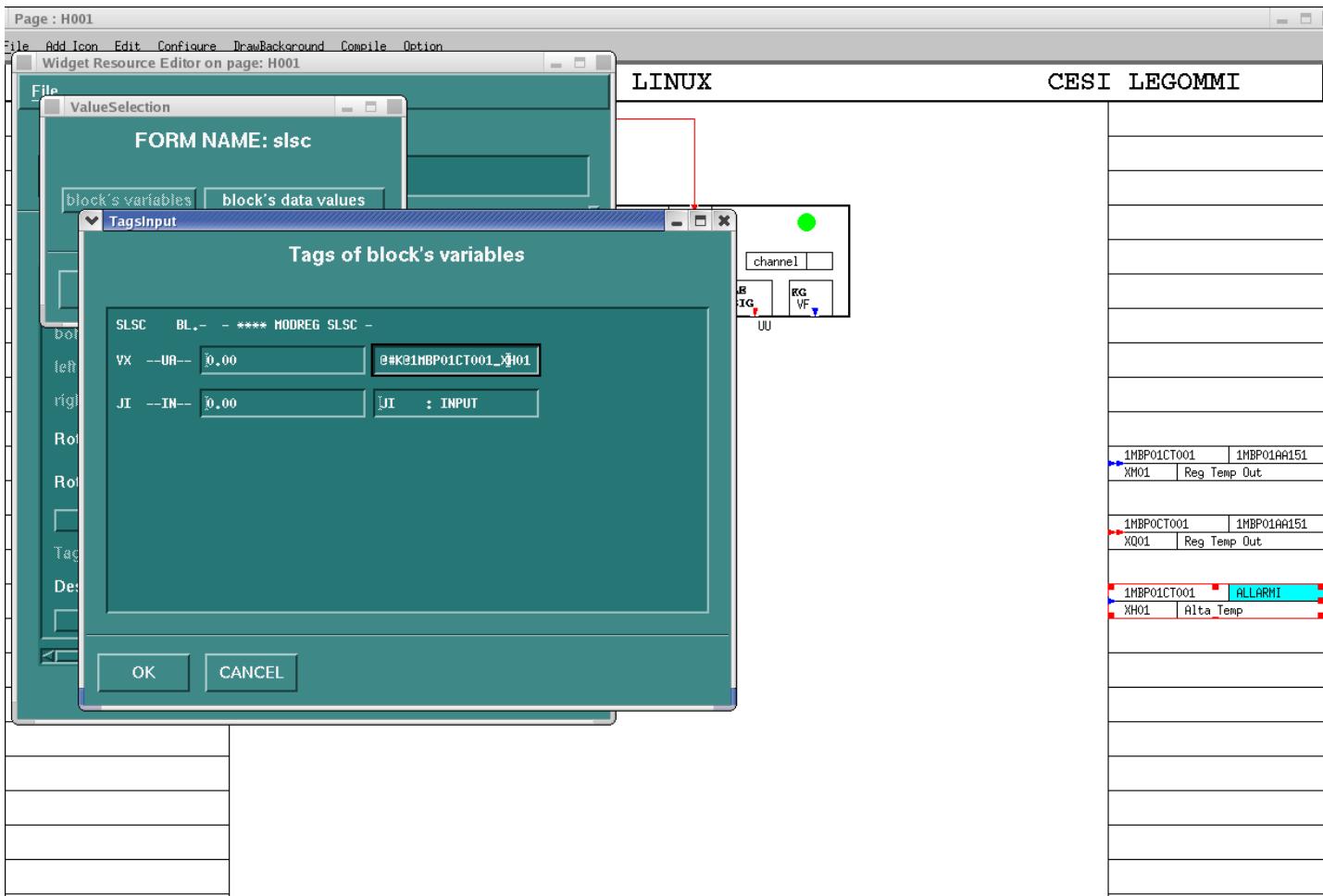
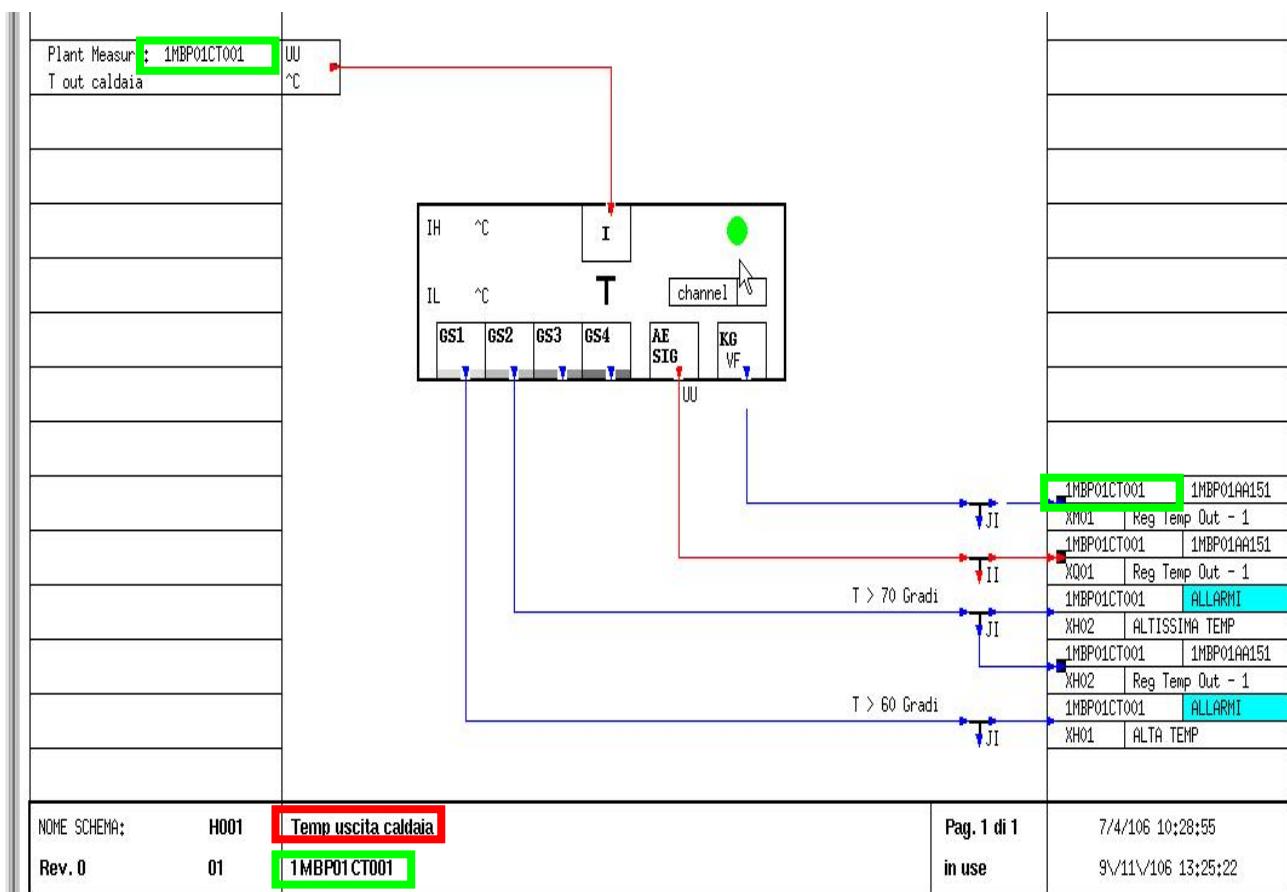


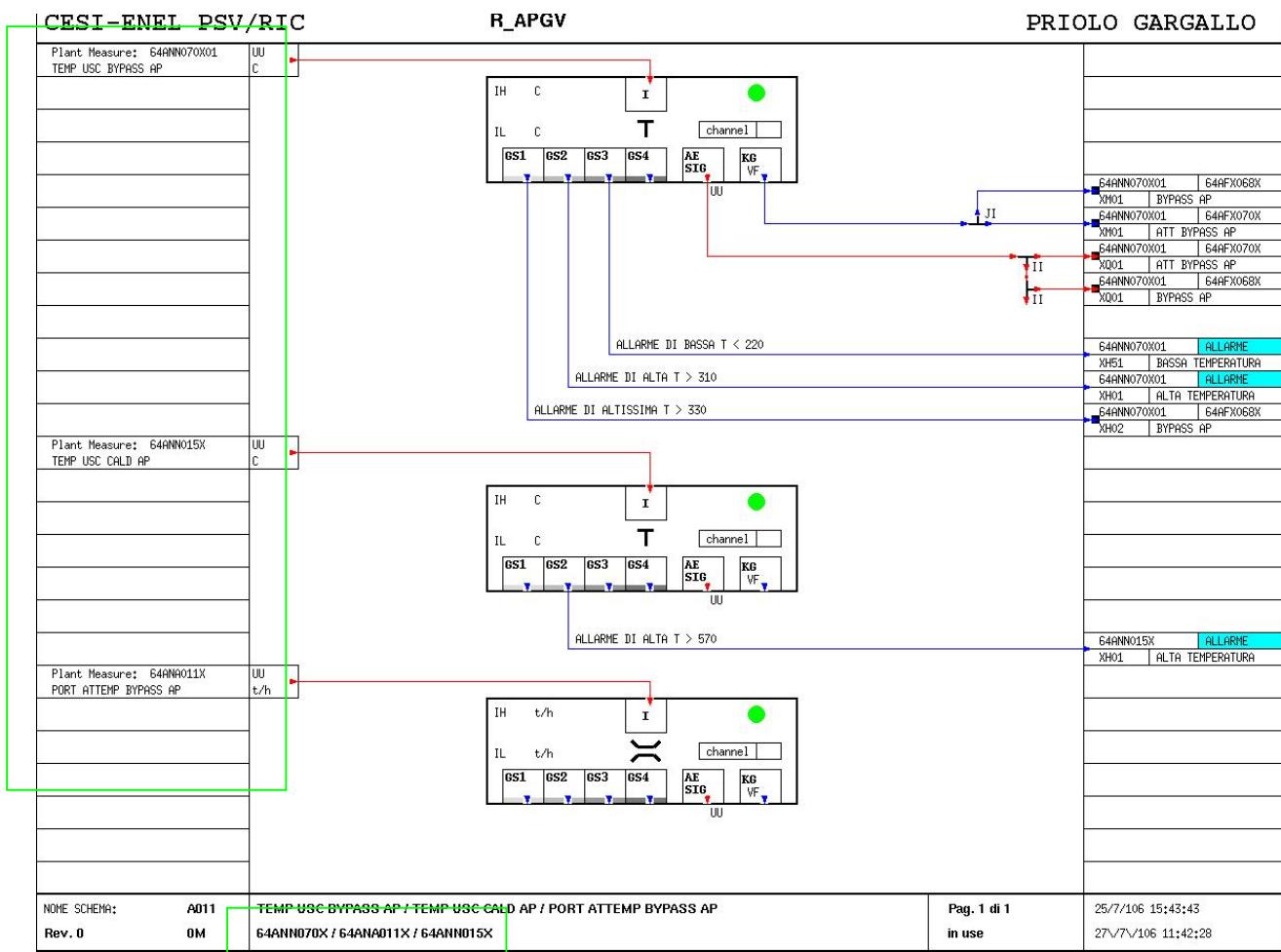
Figura 172 - Procedura per l'impostazione dei valori di inizializzazione delle porte

6.2.2.1 Nomenclatura pagine Rego

E' molto importante assegnare in modo corretto i nomi alle pagine di regolazione e le descrizioni contenute sulle porte per garantirne la leggibilità generale dello schema e perché alcune di queste descrizioni devono essere coerenti con quanto inserito nel database.

Le descrizioni più importanti di una pagina sono sostanzialmente due: - il titolo, che si inserisce al momento di creazione della pagina e che si può modificare solo dalla pagina del "Context" (selezionando la pagina e cliccando su "Modify"); - il KKS che si inserisce direttamente sulla pagina: si seleziona il campo contenente la descrizione (in basso sulla parte centrale) e col tasto destro del mouse si seleziona "resource"; il KKS dipenderà dal tipo di pagine in questione: nel caso di pagina contenente la definizione di misuratori o "set point adjuster", occorre inserire i KKS di tutti i misuratori e/o set point e/o bias: nel caso siano più di uno verranno separati semplicemente da una "/".





6.2.3 Regolazione (H002)

Questa pagina contiene l'algoritmo di controllo e l'attuatore della valvola fumi fittizia. Per le impostazioni preliminari della pagina si faccia riferimento a quella di misurazione precedentemente descritta. Si imposta il codice nel footer di pagina a 1MBP01AA151.

Il cassetto attuatore (CC, Continous Controller) è prelevato dalla libreria *LIB_MEQ*. Questo modulo genera, se in assetto automatico, un segnale di uscita θ elaborazione dell'errore ε della variabile controllata:

$$\theta = K_p * (\varepsilon + \frac{1}{Ti} \int \varepsilon * dt + \frac{Kd}{Ktd} \frac{\partial \varepsilon}{\partial t})$$

Il colore blu sul pittogramma del modulo indica una sua versione più recente con incremento del numero delle porte input/output.

Dalla stessa libreria si prelevano anche i moduli Continous Drive, che costituisce l'attuatore vero e proprio e il Continous PID (CCON-S).



Figura 173 - Libreria LIB_MEQ

Dalla libreria *LIB_MAT* si prelevino i moduli Sommatore, Disaccoppiatore (YFR Analog Feedback), Diramatore e Moltiplicatore. La funzione del Disaccoppiatore è quella di garantire la risoluzione dei loop forzando il passaggio al passo di tempo successivo per il calcolo delle iterazioni. Il modulo Diramatore verrà impiegato in uscita dal modulo CCONS-S; la funzione del Moltiplicatore è quella di descalare la temperatura dei fumi per il collegamento task REGO – task LEGOCAD®. Infatti, come già detto, nella task LEGOCAD® si interviene direttamente sulla temperatura dei fumi non essendo prevista una valvola nel modello del processo.

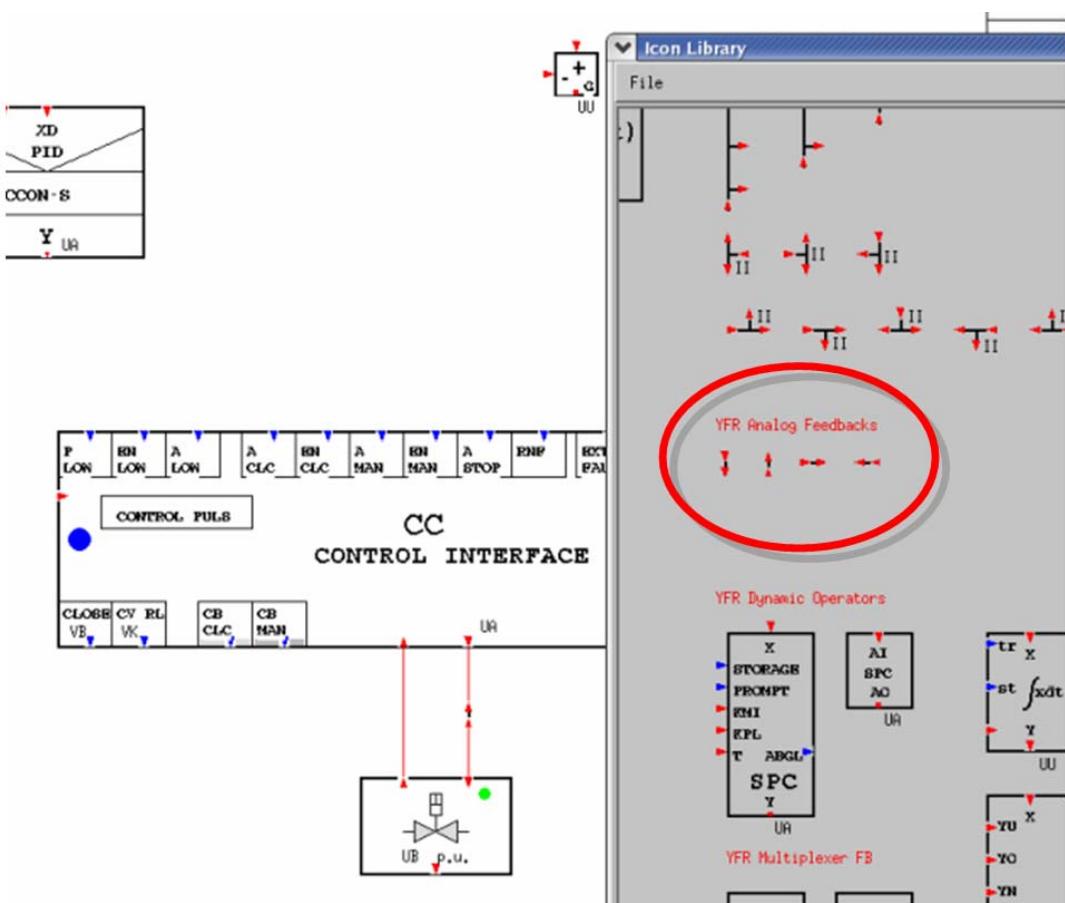
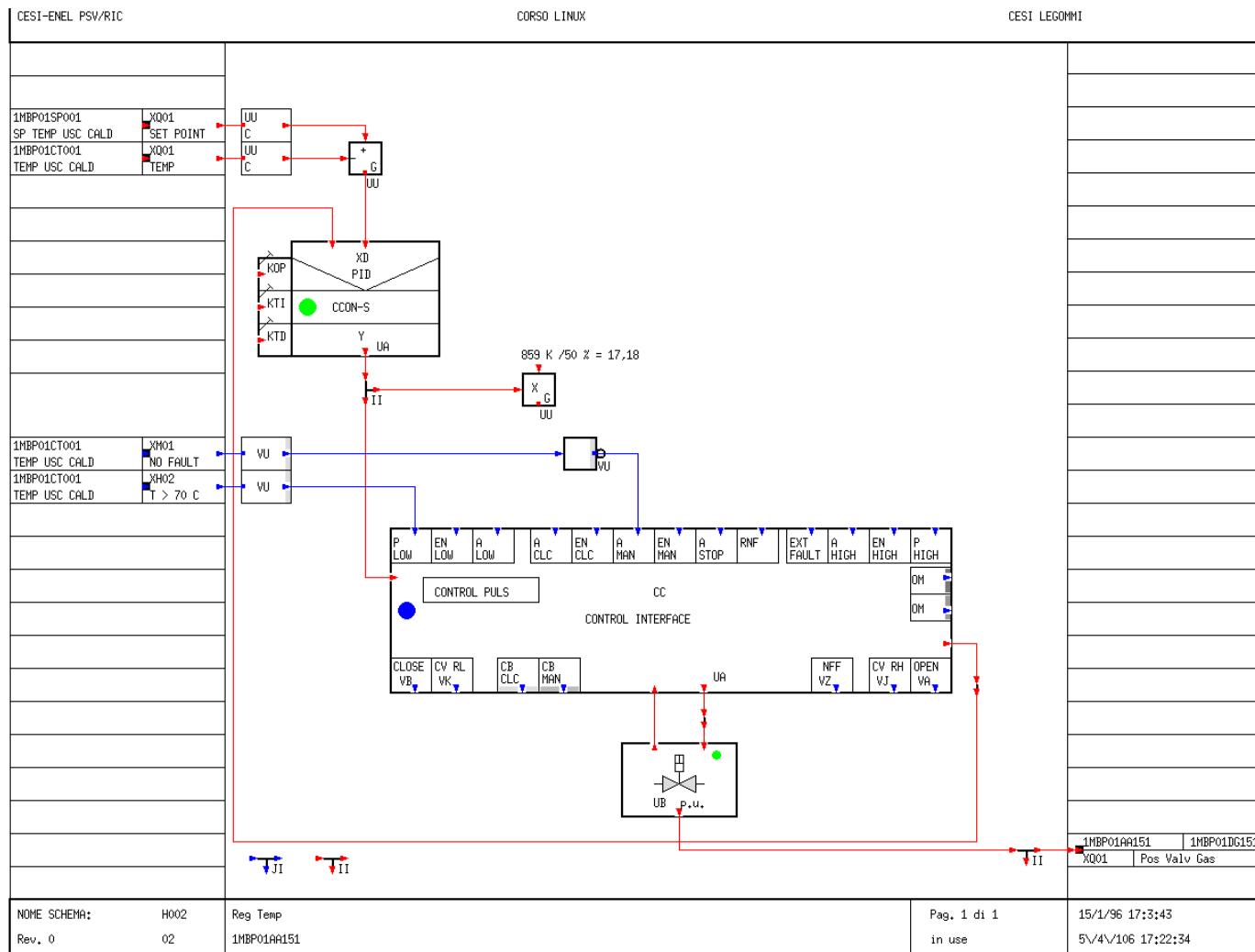


Figura 174 - Libreria LIB_MAT

Dalla libreria *LIB_LOG* si prelevi il modulo NOT e lo si instanzi nella pagina. Lo schema complessivo, una volta stabilite le connessioni fra i moduli, è quello riportato in figura.

In merito alle connessioni si noti la presenza di un loop con Disaccoppiatore fra i moduli CC e CCON-S. Tale loop prende il nome di Control Word ed è utilizzato ogni volta siano presenti strutture in cascata. La sua funzione è quella di trasferire le operazioni a ritroso da valle a monte (ad es. nel caso in esame se in CC si passa in manuale, la Control Word trasferisce questa informazione al CCON-S che viene posto così a propria volta in questa modalità) o per espletare una funzione di ANTI WIND-UP.⁶⁶

⁶⁶ Per comprendere il significato del termine WIND-UP si faccia riferimento all'esempio seguente, in cui viene messo un blocco ad una valvola che non permette la sua chiusura oltre il 20%. Nell'eventualità si verifichi questa circostanza, alla ricezione del comando "Chiudi" la valvola ignorerà il blocco per chiudere fino a zero. Per cui, al successivo comando "Riapri" l'intervallo 0-20% rappresenta un'attesa non reale da cui possono insorgere fenomeni di instabilità. La presenza di una Control Word risolve questo problema.


Figura 175 - Lay-out Pagina H002

6.2.4 Inizializzazione del modulo CCON-S

Per quanto riguarda le uscite, la prima impostazione riguarda l'avvio in automatico del modulo, con conseguente assegnazione $VC = 1$, $VD = 0$. La variabile UA rappresenta l'uscita dal blocco in percentuale, che inizializzeremo al valore intermedio 50%.

Fra gli ingressi impostiamo la variabili di abilitazione (Enable) $J0 = 0$, $J1 = 0$, $J2 = 1$ in modo da disabilitare solo la componente derivativa della funzione di controllo. Abilitiamo poi il passaggio automatico/manuale impostando $JD = 1$, $JE = 1$.⁶⁷ Come ultime variabili di ingresso da inizializzare, assegniamo $IA = 1$, $IB = 45$, $II = 0.00$ e $IH = 100.00$.

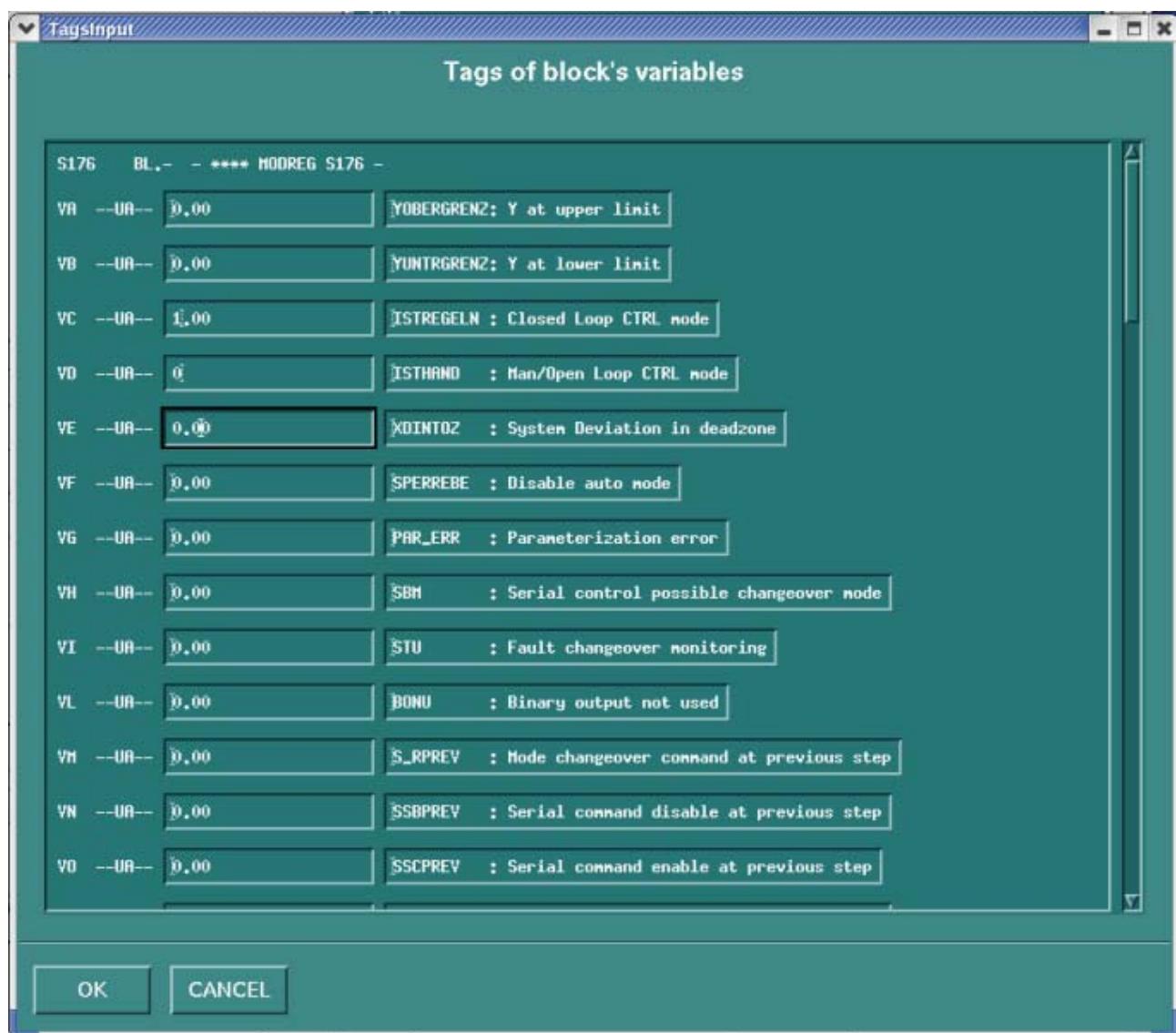


Figura 176 - Impostazione dei valori di inizializzazione per il modulo CCON-S

⁶⁷ Le variabili di abilitazione non fanno parte di collegamenti, quindi il loro valore non viene ricalcolato durante la compilazione.

6.2.5 Inizializzazione del modulo Sommatore

Questo modulo realizza la somma di due segnali analogici in ingresso restituendo in uscita la differenza fra gli ingressi. Nel caso in esame tale modulo è impiegato nella valutazione dell'errore fra la misura di temperatura realizzata nella pagina H001 e il valore di Set-point che sarà realizzata nella pagine H003. I valori di inizializzazione per gli ingressi saranno per il momento quelli di figura, in attesa di poter assegnare un codice KKS anche alla variabile I2 proveniente dalla pagina H003.

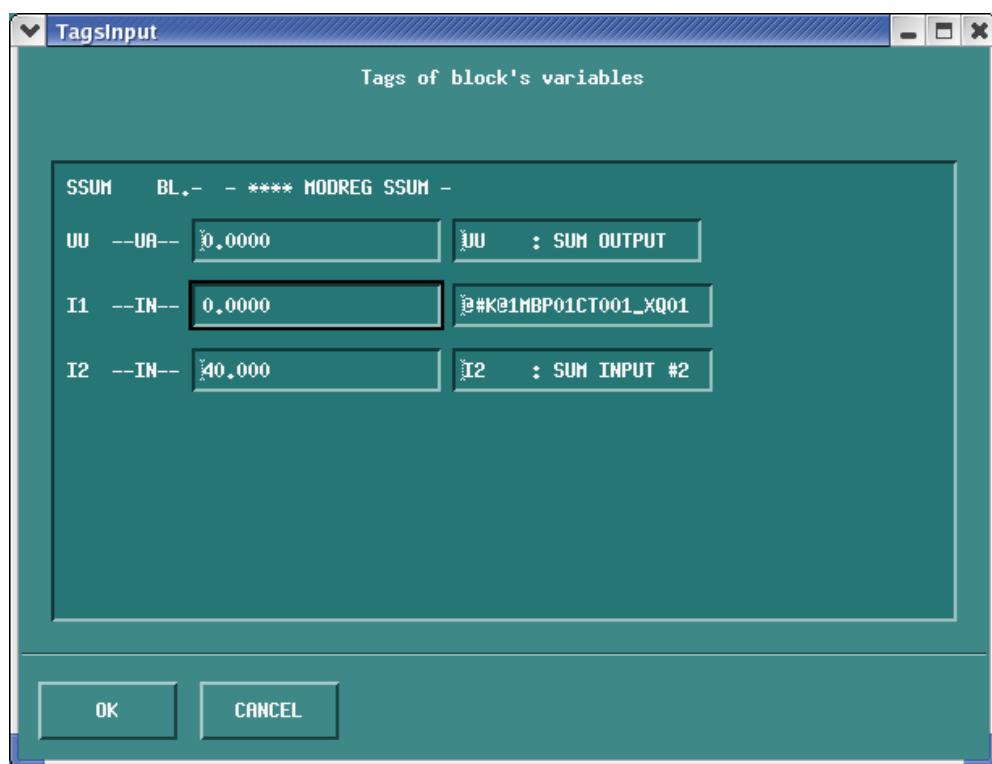


Figura 177 - Impostazione dei valori di inizializzazione per il modulo Sommatore

6.2.6 Inizializzazione del modulo CC

I valori di inizializzazione (principali parametrizzazioni) per questo modulo sono riportati nella tabella seguente.

VC	1		Controllo automatico
VD	0		Controllo manuale
VV	-	@#K@1MBP01AA151_XF51	Fault Switch to Man
VW	-	@#K@1MBP01AA151_XC86	Protec/fallo Pos Fin
UA	50		
UB	50		
JC	1		
JD	1		
JG	1		
JH	1		
I1	3		Tempi (s) di attuazione motore elettrico in caso di attivazione protezione ⁶⁸
I2	3		
I3	5		
I4	5		Tempi (s) di attuazione in caso di protezione non attivata
I5	100		
I6	0		Range di funzionamento

Tabella 19: inizializzaizone del modulo CC

⁶⁸ Questi tempi dipendono dalle dimensioni dell'apparecchiatura e sono tanto maggiori quanto questa è più grande.

6.2.7 Inizializzazione del modulo Continous Drive

I valori di inizializzazione (principali parametrizzazioni) per questo modulo sono riportati in Figura 178.



Figura 178 - Impostazione dei valori di inizializzazione per il modulo Continous Drive

La variabile alzata valvola *UB* viene impostata a 0,5 p.u., mentre il tempo di corsa effettivo⁶⁹ *IB* è inizializzato a 3 secondi.

⁶⁹ L'inerzia meccanica della valvola è considerata

6.2.8 Inizializzazione del modulo Moltiplicatore

I valori di inizializzazione (principali parametrizzazioni) per questo modulo sono riportati in Figura 179.

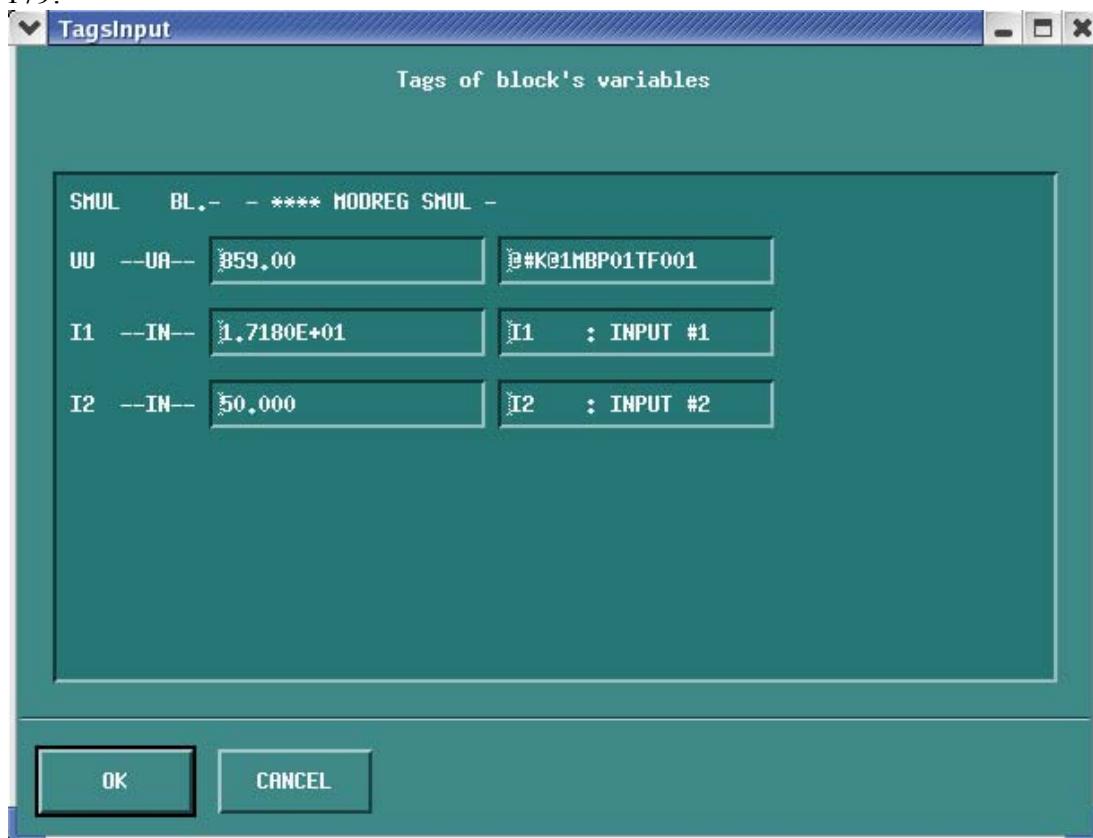


Figura 179 - Impostazione dei valori di inizializzazione per il modulo Moltiplicatore

La variabile $I2$ è collegata all'uscita CCON-S; il valore di $I1^{70}$ è ottenuto dividendo la temperatura nota TIF_FUMI della task di processo (859 K) per l'uscita UA dal modulo CCON-S (50%) ottenendo il fattore di scala (17.18) utile per passare da una misura di alzata a una di temperatura. L'uscita UU è collegata mediante taggatura alla variabile TIF_FUMI (si veda figura sotto per il confronto dei KKS). Queste assegnazioni sono determinanti ai fini della regolazione.

⁷⁰ E' possibile verificare le corrispondenze fra i pin dei pittogrammi e i nomi delle variabili associate semplicemente attivando il comando *Connect Mode* dal menu *Option* e passando col mouse sopra i pin del modulo.

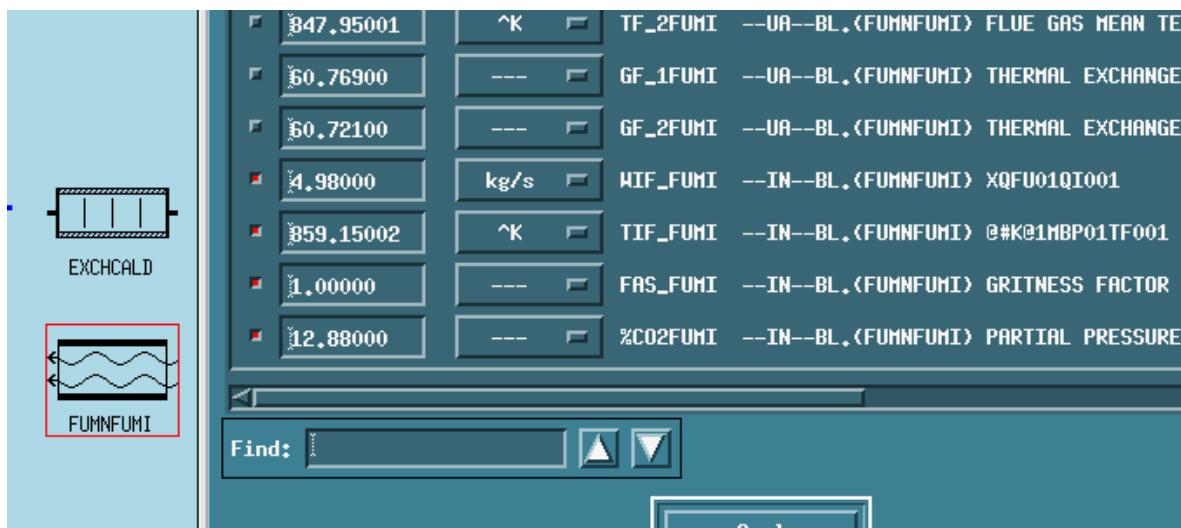


Figura 180 - Valori delle variabili di processo per il modulo FUMNFUMI

6.2.9 Inizializzazione dei moduli I/O

Per quanto concerne i moduli I/O i valori da assegnare per l'inizializzazione sono i seguenti:
Inputs sommatore (analogici):

- Set-point = 40
- Temperatura Uscita Caldaia = 40

Per una lettura più chiara del significato di queste porte si provveda anche a modificare le etichette delle unità di misura delle porte utilizzando il **Resource Editor**, ad esempio passando dal simbolo predefinito (%) a quello desiderato per il caso in esame (^C).

Inputs CC (digitali):

- No Fault = 1
- T > 70 = 0

6.2.10 Compilazione

Una volta terminata l'inizializzazione dei moduli, il passo successivo è rappresentato dal calcolo dello stazionario per la pagina di regolazione. Questa funzione si espleta attivando il comando **Regolazione** dal menu **Compile** della finestra Lay-out pagina (o dalla finestra principale **LEGOMMI – Config**).

6.3 Set point (H003)

Una volta eseguita la configurazione del lay-out di pagina (griglia, footer, ecc...) si può passare ad instanziare il modulo O-SPC (Set-point adjuster) prelevandone la versione più recente (quella con maggior numero di ingressi) dalla libreria LIB_MEQ.

6.3.1 Inizializzazione del modulo O-SPC

I valori di inizializzazione (principali parametrizzazioni) per questo modulo sono riportati nella tabella seguente.

VA	0		Impostazione di un Set-point interno
VB	1		
VC	-	@#K@1MBP01SP001_XZ01	Fault Switch to IS (stesso KKS input Sommatore)
UA	40		
UB	40		
IH	20		Limiti di funzionamento per Set-point Esterno (INPUT)
IG	60		
IJ	20		Limiti di funzionamento per Set-point Interno (OUTPUT, sempre osservati)
II	60		
IK	60		Tempo di integrazione corrispondente ad una eventuale variazione da min a max

Tabella 20: inizializzazione del modulo CC

Il lay-out di pagina è riportato in figura seguente. Si noti come anche in questo caso alla porta di uscita venga preposto un Diramatore.

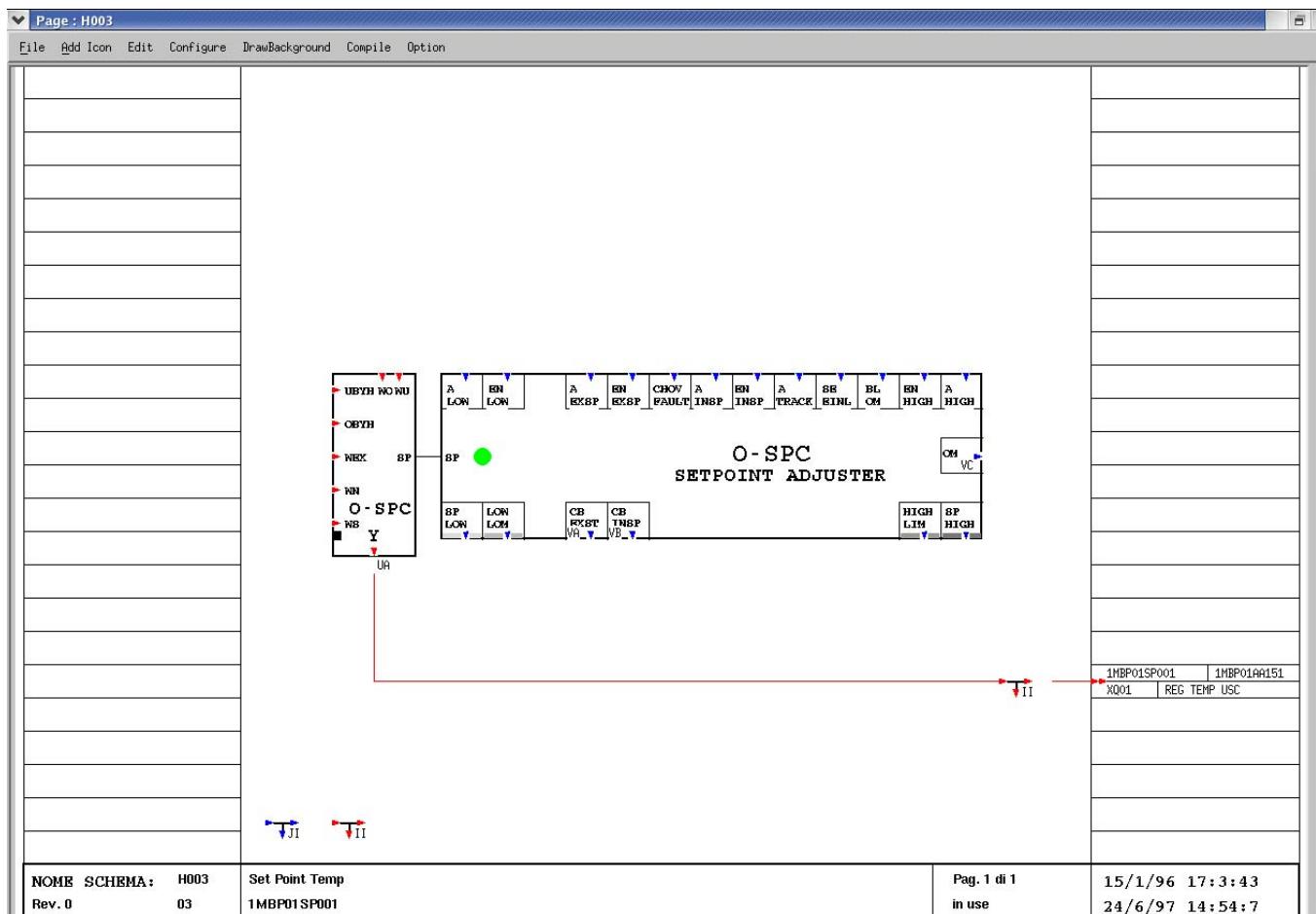


Figura 181 - Lay-out Pagina H003

6.4 Posizione valvole (H004)

In prima battuta vediamo di instanziare e inizializzare il modulo di posizione della valvola fittizia relativo ai fumi, richiesto dalla struttura di controllo. Dopodiché, avvantaggiandosi di un comando di copia-incolla del modulo precedente, instanzieremo nella stessa pagina anche quello di posizione della valvola di regolazione dell'acqua. Una menzione particolare la merita il footer di pagina, dal momento che nella stessa sono presenti due diversi KKS. Si rimanda alla Figura 182 per una descrizione delle impostazioni.

EMA:	H004	Pos Valv Gas - Pos Valv H2O 1MBP01DG151 - 1LBA01DG001	Pag. 1 di 1 in use	15/1 24/6
------	------	--	-----------------------	--------------

Figura 182 - Footer di Pagina H004

6.4.1 Instanziare il modulo Posizione valvola FUMI

Si preleva il modulo *Valve Position* dalla libreria *LIB_MEASURE*; si vanno a impostare i valori di inizializzazione principali.

VF	-	@#K@1MBP01DG151_XZ01	Fault Switch to IS
IL	0		Lower limit
IH	1		Higher limit

Tabella 21: inizializzazione del modulo Valv Position

Si scelga un modulo di input da collegare a task REGO, visto che nel caso in esame la misura di processo corrispondente non esiste. Lo si inizializzi coi valori $UU = 0.00$, $II = 0.50$ (p.u.); il valore di II è stato scelto in modo da cadere in mezzo agli estremi *IL* e *IH* del modulo Posizione valvola, in analogia con quanto fatto per il misuratore T della Pagina H001, dove abbiamo scelto la temperatura di 50 °C, intermedia fra i limiti 0-100°C.

6.4.2 Instanziare il modulo Posizione valvola ACQUA

Il modulo è lo stesso. I valori di inizializzazione sono i seguenti:

VF	-	@#K@1LBA01DG001_XZ01	Fault Switch to IS
IL	0		Lower limit
IH	1		Higher limit

Tabella 22: inizializzazione del modulo Posizione ACQUA

Stavolta l'input al modulo arriva dalla task di processo (per i collegamenti si rimanda alle sezioni seguenti).

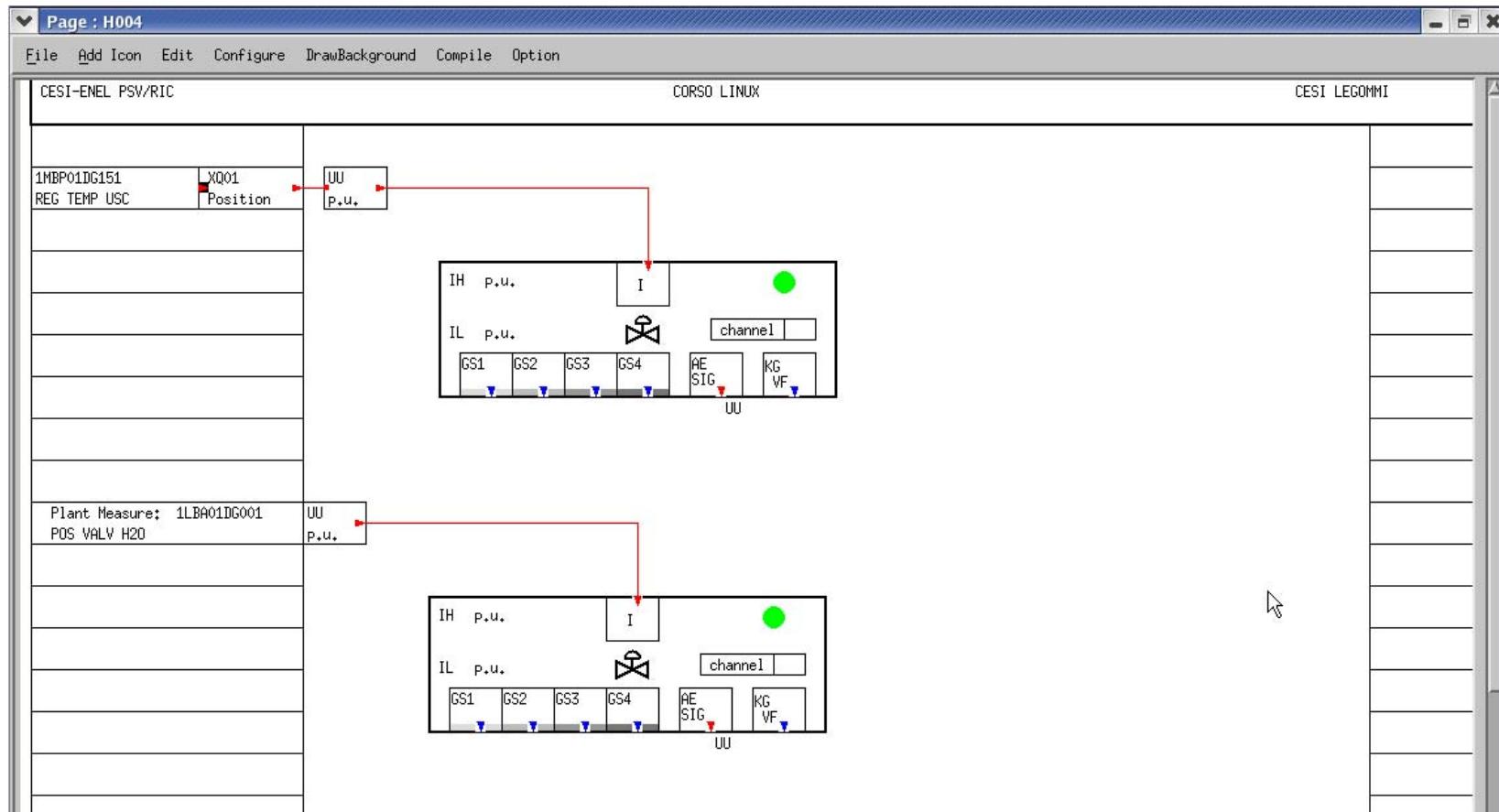


Figura 183 - Lay-out Pagina H004

6.5 Valvola manuale acqua (H005)

Utilizzando la procedura descritta per la pagina H002 si instanzino i moduli CC e CD nel modo illustrato in figura. I principali valori di inizializzazione per le variabili dei moduli instanziati sono di seguito riportati.

6.5.1 Inizializzazione del modulo CC

VC	0		Controllo automatico
VD	1		Controllo manuale
UA	50		
UB	50		
JC	1		
JD	1		
JG	1		
JH	1		
I1	3		Tempi (s) di attuazione motore elettrico in caso di attivazione protezione⁷¹
I2	3		
I3	5		Tempi (s) di attuazione in caso di protezione non attivata
I4	5		
I5	100		
I6	0		Range di funzionamento

Tabella 23: inizializzazione del modulo CC

6.5.2 Inizializzazione del modulo CD

UB	-	@#K@1LBA01AA001	
IB	3		Travel time

Tabella 24: inizializzazione del modulo CD

Dove con Travel time si intende, come già in precedenza, il tempo di corsa effettivo della valvola.

⁷¹ Questi tempi dipendono dalle dimensioni dell'apparecchiatura e sono tanto maggiori quanto questa è più grande.

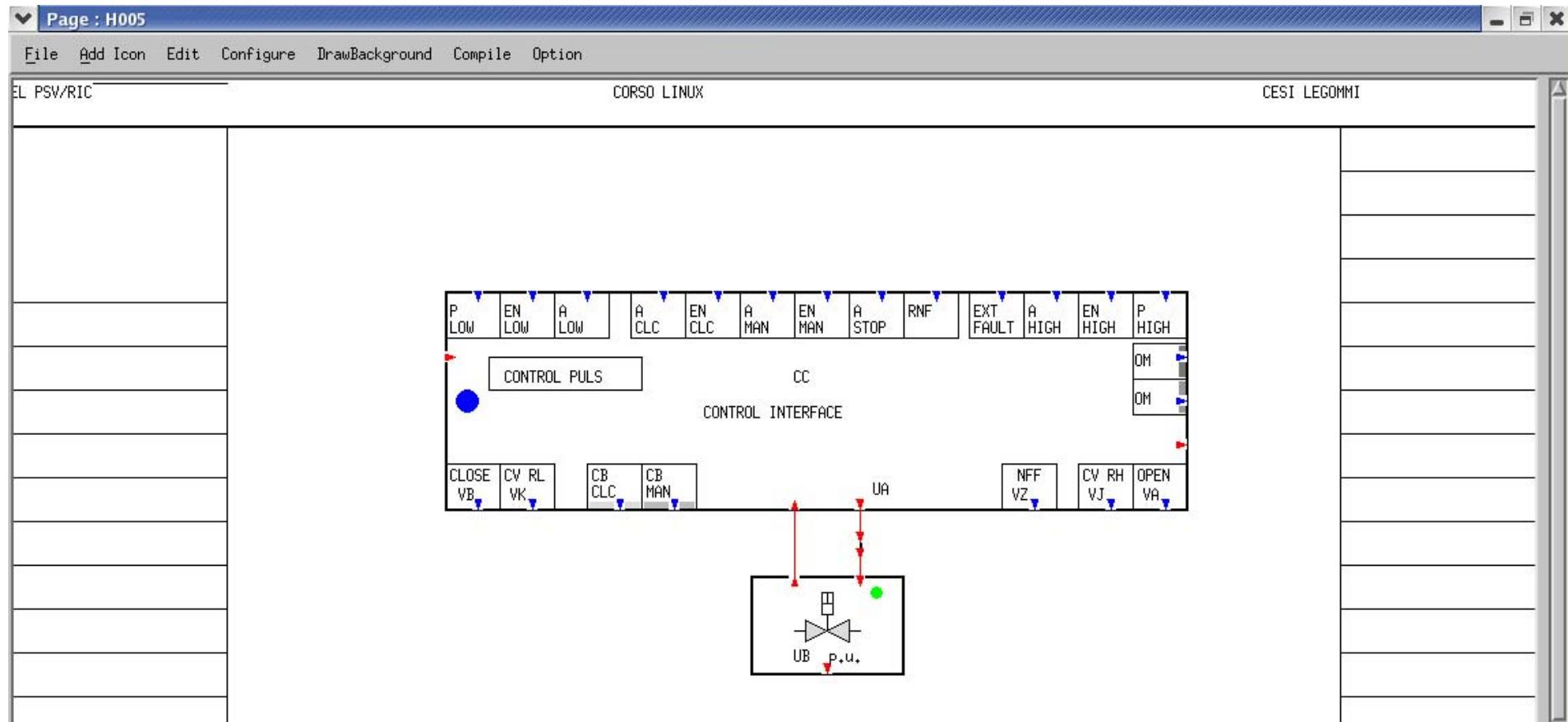


Figura 184 - Lay-out Pagina H005

6.6 Connessione tra variabili delle task di regolazione

La connessione tra variabili nelle task di regolazione possono essere di 4 tipi:

- Connessione di variabili in una pagina REGO
- Connessione di variabili tra pagine REGO di TASK diverse
- Connessione tra variabili di regolazione e di processo
- Connessione di allarmi del tipo A, P, T

6.6.1 Connessione di variabili in una pagina REGO

La connessione tra moduli o icone di I/O si effettua graficamente unendo le ingresso ed uscita da collegare. Per farlo selezionare, dal

Menù->Options della pagina REGO la voce Connected mode.

Connessione di variabili tra pagine REGO della stessa TASK: la connessione tra icone di I/O di pagine REGO facenti parte della medesima task si effettuano come di seguito descritto:

- a. Salvare e chiudere tutte le pagine REGO aperte
- b. Selezionare l'opzione Interface Mode nella finestra config
- c. Aprire le pagine in cui devono essere eseguiti i collegamenti (se ne possono aprire fino ad un massimo di cinque contemporaneamente)
- d. Cliccare sui pin delle due icone di I/O. Se il modulo contiene un doppio pin, cliccare sulla seconda freccia
- e. Salvare il config (chiudendo la modalità Interface Mode le connessioni eseguite vengono salvate nel file Connessioni.reg)
- f. Nota: qualora si debba eliminare un modulo a cui è collegata direttamente una icona interfaccia oppure il collegamento stesso, è necessario, prima di cancellare tale modulo, eliminare il collegamento con altre pagine.

6.6.2 Connessione di variabili tra pagine REGO di TASK diverse

La connessione di variabili tra pagine REGO si effettua mediante le icone I/O gialle, configurando nel campo descrizione una stringa del tipo @#K@KKSpartenza#Nomevariabile#KKSarrivo# che verrà in seguito interpretata dal programma "connex". Questa stringa andrà configurata mediante il Resource Editor sia nella variabile di uscita che in quella di ingresso nel modulo "SAIO/SLIO" che si devono collegare.

6.6.3 Connessione tra variabili di regolazione e di processo

La connessione di variabili con TASK LEGOCAD® si realizza inserendo una stringa del tipo @#K@KKS tramite il Resource Editor nel campo descrizione della variabile che deve essere collegata.

6.6.4 Connessione di allarmi del tipo A, P, T

L'inserimento di allarmi in una pagina REGO, che si devono connettere al sistema scada, si effettua come descritto nel caso di connessioni tra pagine REGO di task diverse, utilizzando però l'icona di I/O azzurra e configurando il campo descrizione con una stringa del tipo @#K@KKS_*nomesegnale*.

6.6.5 Connessione di variabili per il caso in esame

Nel caso in esame le connessioni da realizzare sono solamente di due tipi: connessioni di variabili tra pagine REGO diverse della stessa task (caso 2) e connessioni tra variabili di REGO e di processo (caso 4).

I collegamenti del primo tipo sono riassunti nella tabella seguente (per la loro realizzazione si veda la procedura precedentemente suggerita):

H001	1MBP01CT001	XM01		XM01	1MBP01AA151	H002
H001	1MBP01CT001	XQ01		XQ01	1MBP01AA151	H002
H001	1MBP01CT001	XH02		XH02	1MBP01AA151	H002
H002	1MBP01AA151	XQ01		XQ01	1MBP01SP001	H003
H002	1MBP01AA151	XQ02		XQ02	1MBP01DG151	H004

Tabella 25: connessione di variabili

Le connessioni realizzate sono visualizzate sotto forma di quadratini neri sovrapposti ai pin interessati al collegamento.

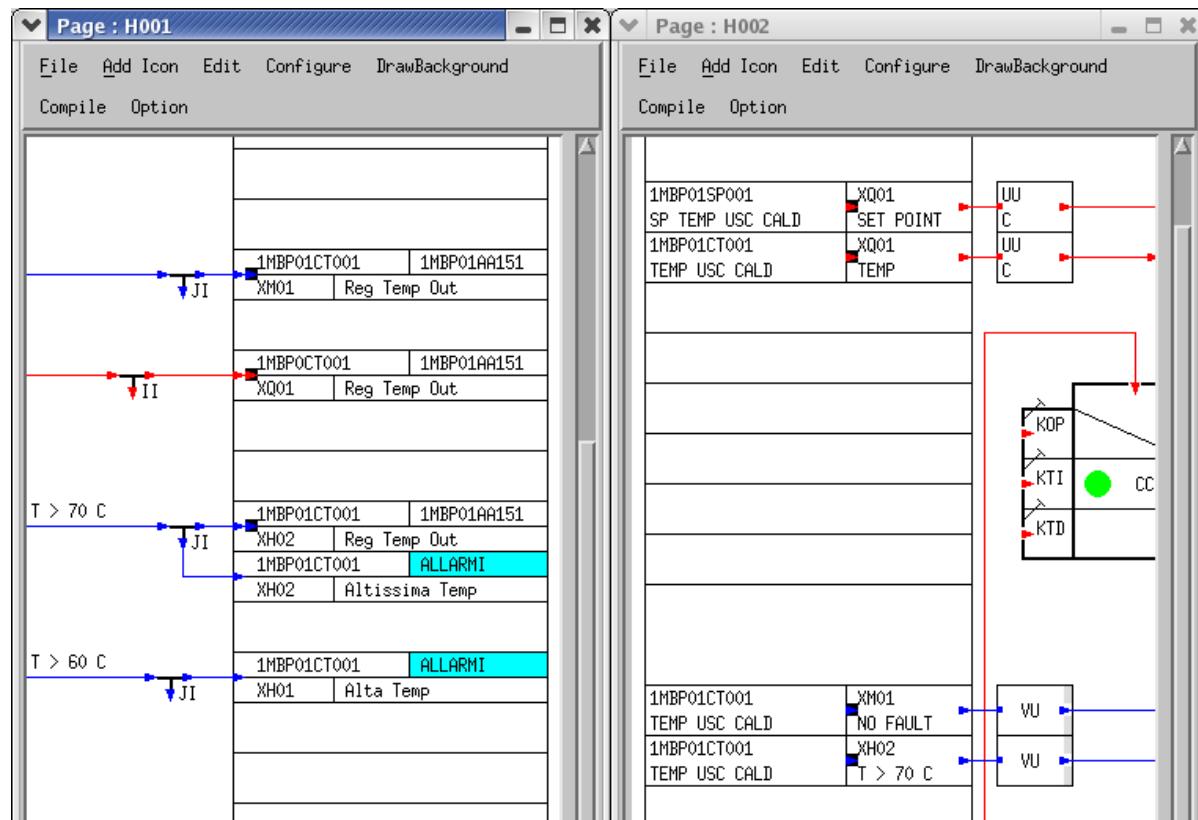


Figura 185 - Connessioni di variabili tra pagine REGO diverse della stessa task

6.7 Compilazione della task REGO

Arrivati a questo punto, le cinque pagine di regolazione e le necessarie connessioni fra variabili sono state create.



Figura 186: Aspetto della finestra LEGOMMI – Config al termine della creazione delle pagine

Il prossimo passo consiste nella compilazione degli schemi, della task e delle pagine create. Dalla finestra di config:

1. **Compile** -> **All Regulation Schema**
2. **Compile** -> **Regulation TASK**
3. **Compile** -> **All Page**

Con ques'ultimo comando vengono create le pagine grafiche animate in base ai valori di Enable e a quelli calcolati.

Per verificare i risultati dell'avvenuta compilazione si può provare a lanciare l'MMI, saltando tutte le opportune operazioni preliminari elencate nelle sezioni seguenti. Perciò:
Chiudere il config (utilizzando il comando *Exit* del menu *File*)

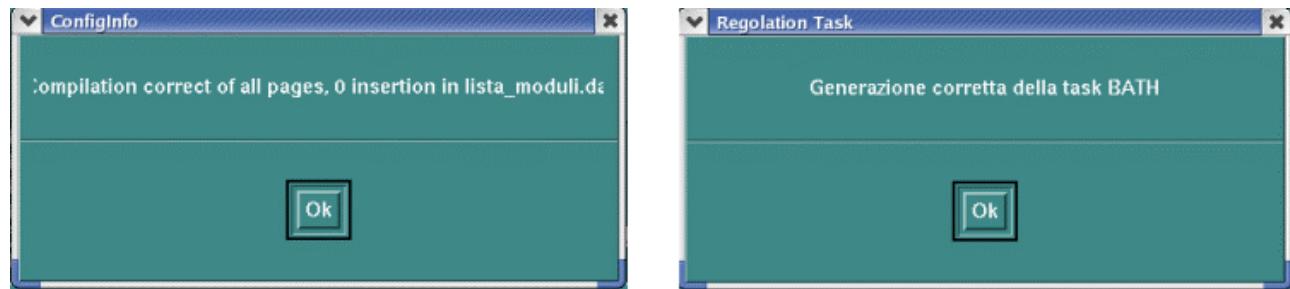


Figura 187: Finestre di dialogo per la compilazione

Dalla shell dei comandi lanciare il comando startup, previo posizionamento nella directory **r_bath01**.

[corso2@tecnetlego1 r_bath01]\$ startup &

Dopodiché avviare la simulazione con un click sul pulsante **RUN**.

Ora aprire una nuova ed eseguire il comando **mmi**.

[corso2@tecnetlego1 r_bath01]\$ mmi &

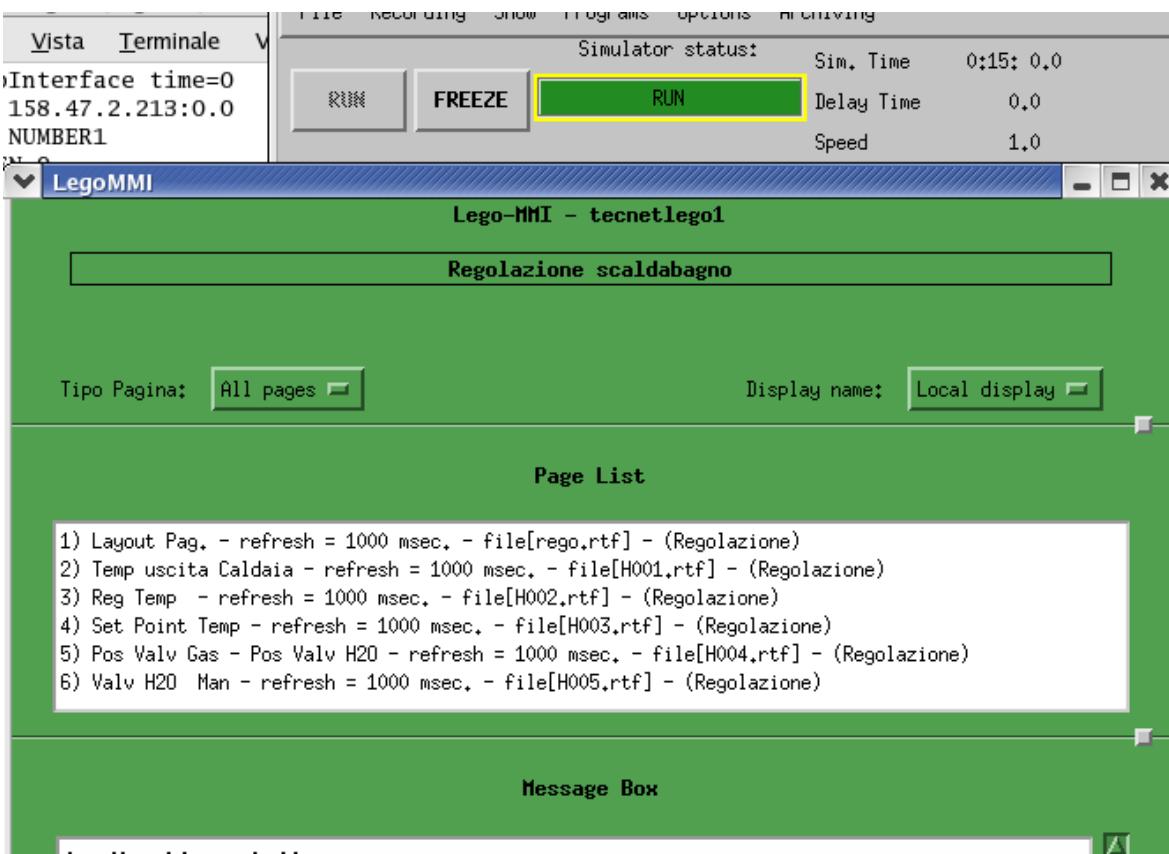


Figura 188: Finestra LegoMMI

Con un click destro sulla pagina H002 e poi un clock sinistro su **Open**, aprire il lay-out di pagina. La presenza delle animazioni introdotte dalla compilazione salta subito all'occhio (si veda la figura seguente). Il colore verde delle porte indica la loro abilitazione, mentre per le valvole vige una convenzione basata sulla loro corsa. Queste animazioni visualizzano in tempo reale le possibili variazioni di funzionamento che possono essere introdotte utilizzando l'XAING o, se preparate, le stazioni controllo (Control Windows) dell'MMI.

In questa modalità un click sui quadratini di connessione genera un indirizzamento alla pagina collegata.

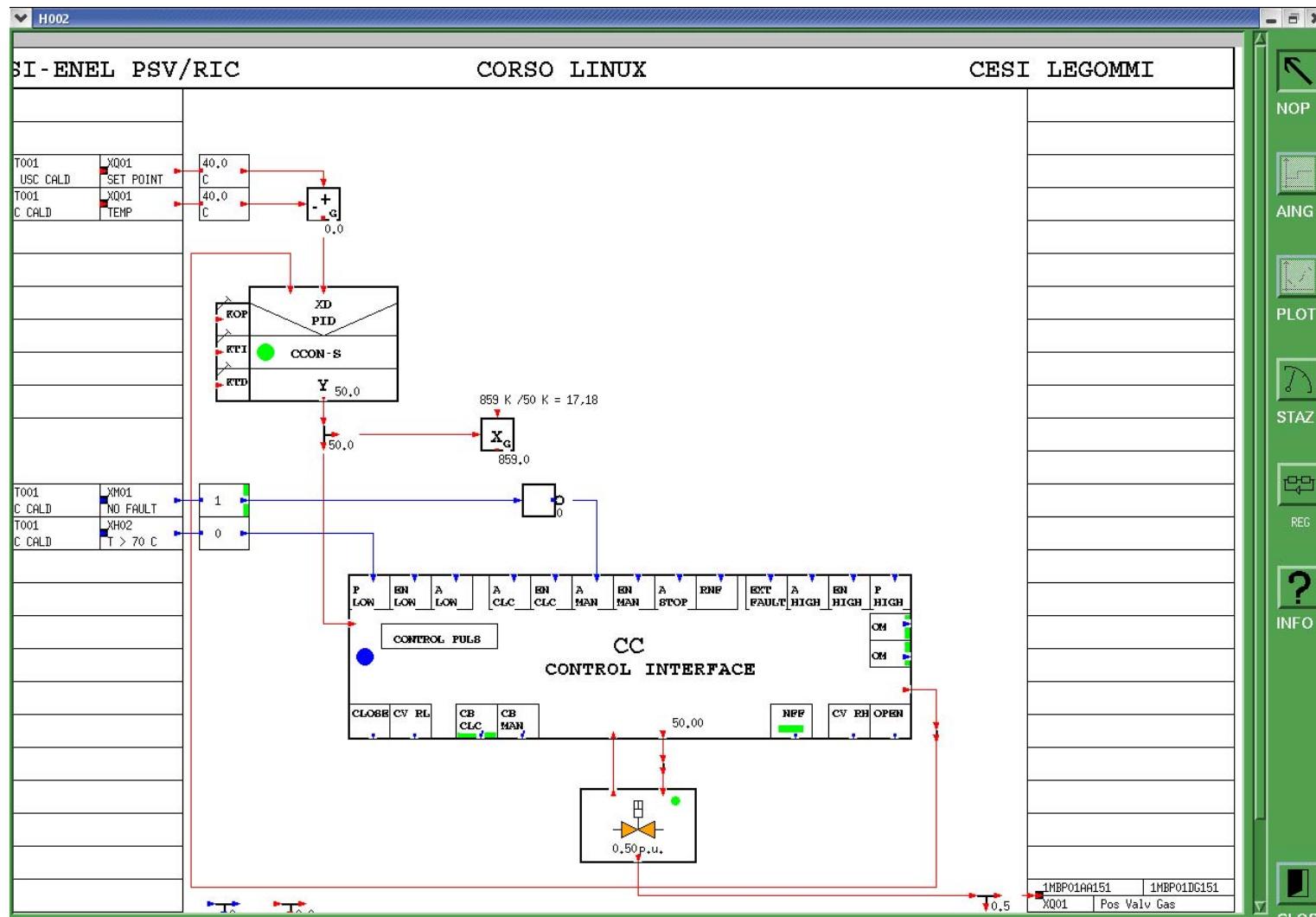


Figura 189: Lay-out MMI Pagina H002

6.8 Creazione del simulatore

Vengono di seguito elencate le principali routine e gli interventi necessari per la generazione del un simulatore. Una copia dei plant-display originali è nel nostro caso memorizzata nella directory **cassaforte** nella root utente. Questi PD possono essere importati nel simulatore per poi essere modificati.

In accordo con quanto specificato nella sezione relativa alla creazione del simulatore, si seguano tutti i passi necessari, tenendo presente che nel caso in esame valgono le seguenti impostazioni:

- Nome macchina = tecnetlego1.pte.enel.it
- Nome utente = corso2
- Nome_simulatore = su2inteIF
- Aree funzionali = 1 (HB)

per cui l'eventuale esecuzione manuale del comando **.profile** prenderà la forma:

[corso2@tecnetlego1 corso2]\$. .profile

Tale file verrà modificato secondo quanto riportato nelle figure seguenti.

.profile - KEdit

File Modifica Vai Strumenti Impostazioni Aiuto

```

# modulo .profile
# tipo
# release 1.11
# data 94/12/23
# reserved @(#).profile      1.11
#
#####
OS=`uname`
export OS
#####
#PRODUCTINST#####
#export PATH=$PATH:/bin:/usr/bin:/usr/X11R6/bin:$HOME/legocad/libut_bin:/usr/local/bin/
#export PATH=$HOME:/bin:/usr/bin:/usr/X11R6/bin:$HOME/legocad/libut_bin:/usr/local/bin/
#
#      definizione simulatore e cassaforte di riferimento
#      va messo prima di inizializzare l'ambiente ALTERLEGO
#
export KSIM=$HOME/sked/su2inteIF
export KCASSAFORTE=$HOME/sulcis2
export KSIMNAME=su2inteIF
export KFUNCTIONALAREA=' CFBC RC CM VA TU AT AL VU CO LF AU '
#
if [ "$OS" = "Linux" ]
then
        echo "Sistema Operativo LINUX"
        SKED_TIMEOUT=200
        export SKED_TIMEOUT
        LEGOROOT=/home/legoroot/Alg_global_product-2005C_RHE3_lomgr/Alg_global_product
        export LEGOROOT
        echo $LEGOROOT
        LEGOCAD_USER=~
        LEGO_BACK=/home/cfb_back
        export LEGO_BACK
fi
export LEGOCAD_USER LEGO_BACK
export TMPDIR=~/tmp
export REGO_NEW=YES
export LEGOCAD_EMM=YES
#export ALG_LICENSE_FREE=YES
export LEGO_EMM=YES
export LEGO_BIG=YES
export LEGOCAD_STARTUP=YES
export ALTERLEGO_CAP_DIR=/home/legoroot/license
. $LEGOROOT/Alg_env.sh
echo "eseguito alg_env"
export ALGENV_SET="YES"
#
#####PRODUCTINSTEND#####

```

Figura 190: File .profile di partenza

.profile - KEdit

File Modifica Vai Strumenti Impostazioni Aiuto

```

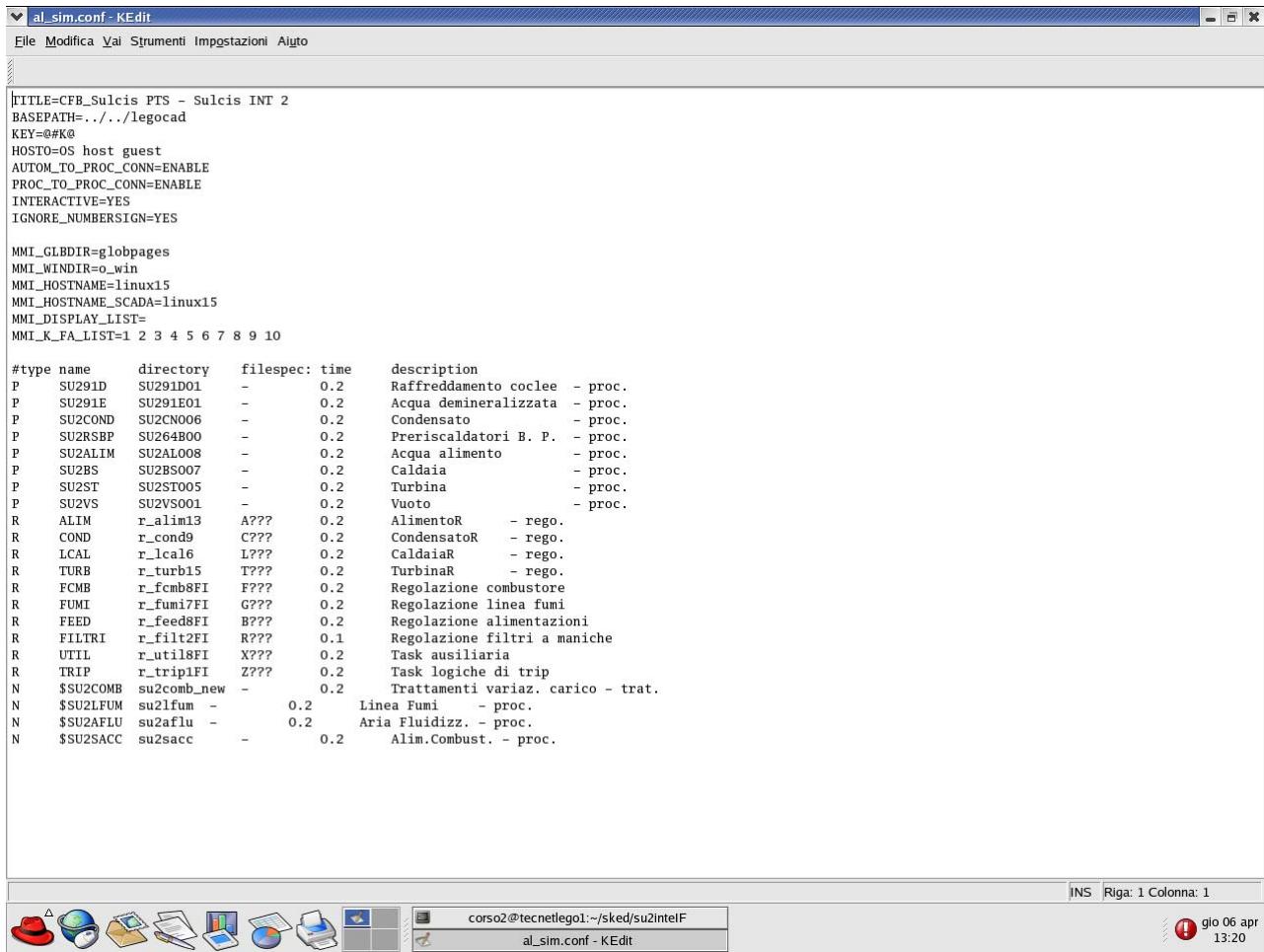
# modulo .profile
# tipo
# release 1.11
# data 94/12/23
# reserved @(#).profile      1.11
#
#####
OS=`uname`
export OS
#####
###PRODUCTINST#####
export PATH=$PATH:/bin:/usr/bin:/usr/X11R6/bin:$HOME/legocad/libut_bin:/usr/local/bin/
export PATH=$HOME:/bin:/usr/bin:/usr/X11R6/bin:$HOME/legocad/libut_bin:/usr/local/bin/
#
#      definizione simulatore e cassaforte di riferimento
#      va messo prima di inizializzare l'ambiente ALTERLEGO
#
export KSIM=$HOME/sked/su2inteIF
export KCASSAFORTE=$HOME/sulcis2
export KSIMNAME=su2inteIF
export KFUNCTIONALAREA=' HB '
#
if [ "$OS" = "Linux" ]
then
    echo "Sistema Operativo LINUX"
    SKED_TIMEOUT=200
    export SKED_TIMEOUT
    LEGOROOT=/home/legoroot/Alg_global_product-2005C_RHE3_lomgr/Alg_global_product
    export LEGOROOT
    echo $LEGOROOT
    LEGOCAD_USER=~
    LEGO_BACK=/home/cfb_back
    export LEGO_BACK
fi
export LEGOROOT LEGOCAD_USER LEGO_BACK
export TMPDIR=/tmp
export REGO_NEW=YES
export LEGOCAD_EMM=YES
#export ALG_LICENSE_FREE=YES
export LEGO_EMM=YES
export LEGO_BIG=YES
export LEGOCAD_STARTUP=YES
export ALTERLEGO_CAP_DIR=/home/legoroot/license
. $LEGOROOT/Alg_env.sh
echo "eseguito alg_env"
export ALGENV_SET="YES"
#
#####PRODUCTINSTEND#####

```

INS Riga: 32 Colonna: 25

Figura 191: File .profile modificato

Inoltre, nel caso in esame dovremmo modificare il file **al_sim.conf** predefinito



```

TITLE=CFB_Sulcis PTS - Sulcis INT 2
BASEPATH=../../legocad
KEY=@#K@Q
HOSTO=OS host guest
AUTOM_TO_PROC_CONN=ENABLE
PROC_TO_PROC_CONN=ENABLE
INTERACTIVE=YES
IGNORE_NUMBERSIGN=YES

MMI_GLBDIR=globpages
MMI_WINDIR=o_win
MMI_HOSTNAME=linux15
MMI_HOSTNAME_SCADA=linux15
MMI_DISPLAY_LIST=
MMI_K_FA_LIST=1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

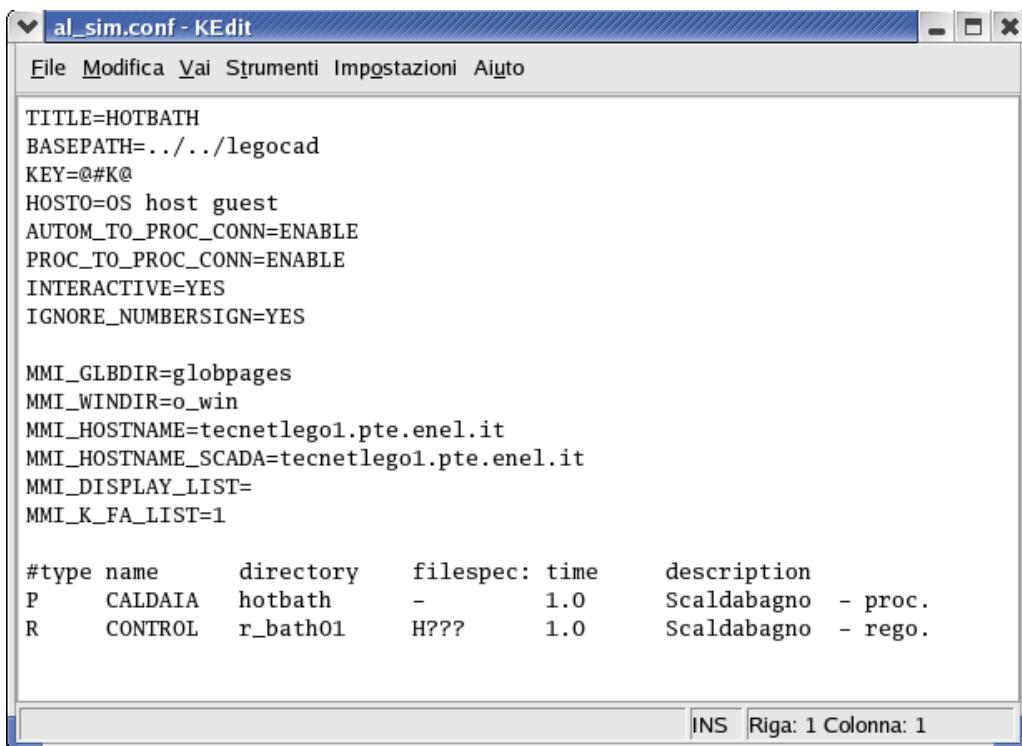
#type name directory filespec time description
P SU291D SU291D01 - 0.2 Raffreddamento coclee - proc.
P SU291E SU291E01 - 0.2 Acqua demineralizzata - proc.
P SU2COND SU2CN006 - 0.2 Condensato - proc.
P SU2RSBP SU264B00 - 0.2 Preriscaldatori B. P. - proc.
P SU2ALIM SU2AL008 - 0.2 Acqua alimento - proc.
P SU2BS SU2BS007 - 0.2 Caldaia - proc.
P SU2ST SU2ST005 - 0.2 Turbina - proc.
P SU2VS SU2VS001 - 0.2 Vuoto - proc.
R ALIM r_alim13 A??? 0.2 AlimentoR - rego.
R COND r_cond9 C??? 0.2 CondensatoR - rego.
R LCAL r_lcal6 L??? 0.2 CaldaiaR - rego.
R TURB r_turb15 T??? 0.2 TurbinaR - rego.
R FCMB r_fcmb8FI F??? 0.2 Regolazione combustore
R FUMI r_fumi17FI G??? 0.2 Regolazione linea fumi
R FEED r_feed8FI B??? 0.2 Regolazione alimentazioni
R FILTRI r_filt2FI R??? 0.1 Regolazione filtri a maniche
R UTIL r_util8FI X??? 0.2 Task ausiliaria
R TRIP r_trip1FI Z??? 0.2 Task logiche di trip
N $$U2COMB su2comb_new - 0.2 Trattamenti variaz. carico - trat.
N $$U2LFUM su2lfum - 0.2 Linea Fumi - proc.
N $$U2AFLU su2aflu - 0.2 Aria Fluidizz. - proc.
N $$U2SACC su2sacc - 0.2 Alim.Combust. - proc.

INS Riga: 1 Colonna: 1
gio 06 apr 13:20

```

Figura 192: File al_sim.conf predefinito

per ottenere quello di seguito riportato



```

TITLE=HOTBATH
BASEPATH=../../legocad
KEY=@#K@
HOST0=OS host guest
AUTOM_TO_PROC_CONN=ENABLE
PROC_TO_PROC_CONN=ENABLE
INTERACTIVE=YES
IGNORE_NUMBERSIGN=YES

MMI_GLBDIR=globpages
MMI_WINDIR=o_win
MMI_HOSTNAME=tecnetlego1.pte.enel.it
MMI_HOSTNAME_SCADA=tecnetlego1.pte.enel.it
MMI_DISPLAY_LIST=
MMI_K_FA_LIST=1

#type name      directory      filespec: time      description
P    CALDAIA    hotbath        -          1.0      Scaldabagno - proc.
R    CONTROL     r_bath01      H???       1.0      Scaldabagno - rego.


```

Figura 193: File al_sim.conf modificato

Dove:

...	
MMI_HOSTNAME	Nome server
MMI_HOSTNAME_SCADA	Nome server SCADA
MMI_DISPLAYLIST	Elenco visualizzatori
MMI_K_FA_LIST	Numero di aree funzionali da integrare nell'MMI

e:

#type name	Tipo di task (P, R, N per processo, regolazione, non-LEGOCAD®)
name	Nome task (max 8 caratteri)
directory	Directory contenente la task
filespec:	Sintassi nome pagina REGO (solo per task REGO)
time	Passi di integrazione; possono differire per task diverse ma tutti multipli di un passo base
description	Descrizione task

Per quanto riguarda il controllo kCheckRegoTask Sim, i risultati ottenuti dalla sua esecuzione sono riportati in Figura 194.

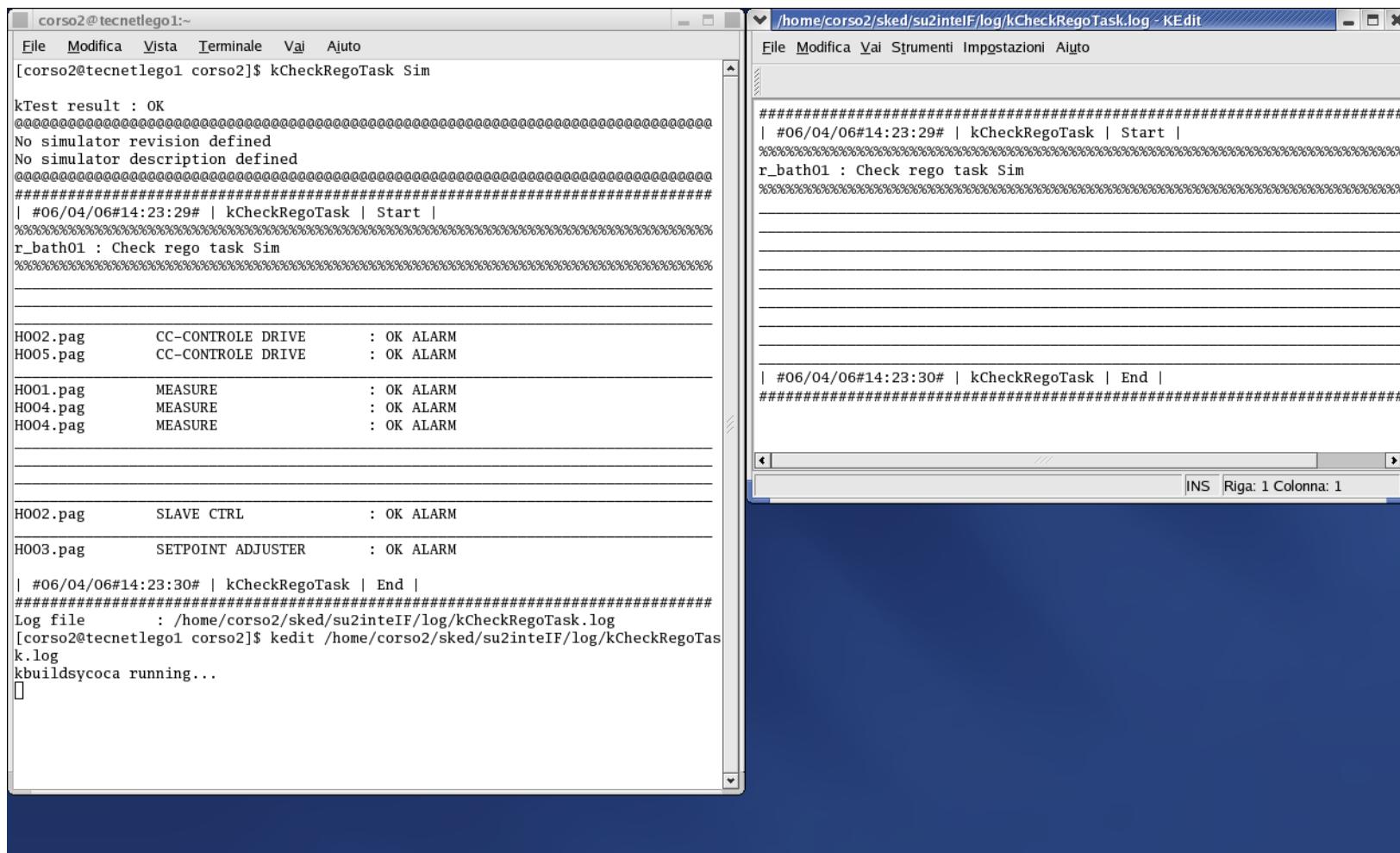
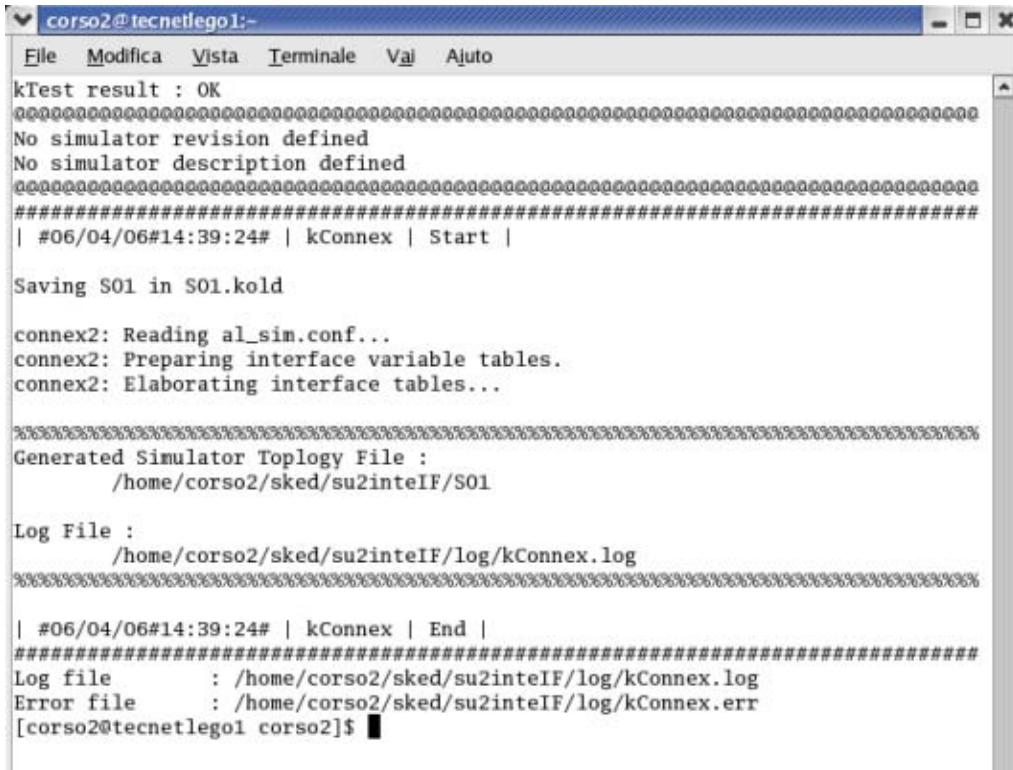


Figura 194: kCheckRegoTask Sim

Un'attenzione particolare è dovuta al controllo **kConnex**, la cui schermata di esecuzione è riportata in Figura 195.



```

corso2@tecnetlego1:~ 
File Modifica Vista Terminale Val Ajuto
kTest result : OK
#####
No simulator revision defined
No simulator description defined
#####
#####
| #06/04/06#14:39:24# | kConnex | Start |

Saving S01 in S01.kold

connex2: Reading al_sim.conf...
connex2: Preparing interface variable tables.
connex2: Elaborating interface tables...

#####
Generated Simulator Topology File :
/home/corso2/sked/su2inteIF/S01

Log File :
/home/corso2/sked/su2inteIF/log/kConnex.log
#####

| #06/04/06#14:39:24# | kConnex | End |
#####
Log file      : /home/corso2/sked/su2inteIF/log/kConnex.log
Error file    : /home/corso2/sked/su2inteIF/log/kConnex.err
[corso2@tecnetlego1 corso2]$ 

```

Figura 195: Creazione del file S01 col comando kConnex

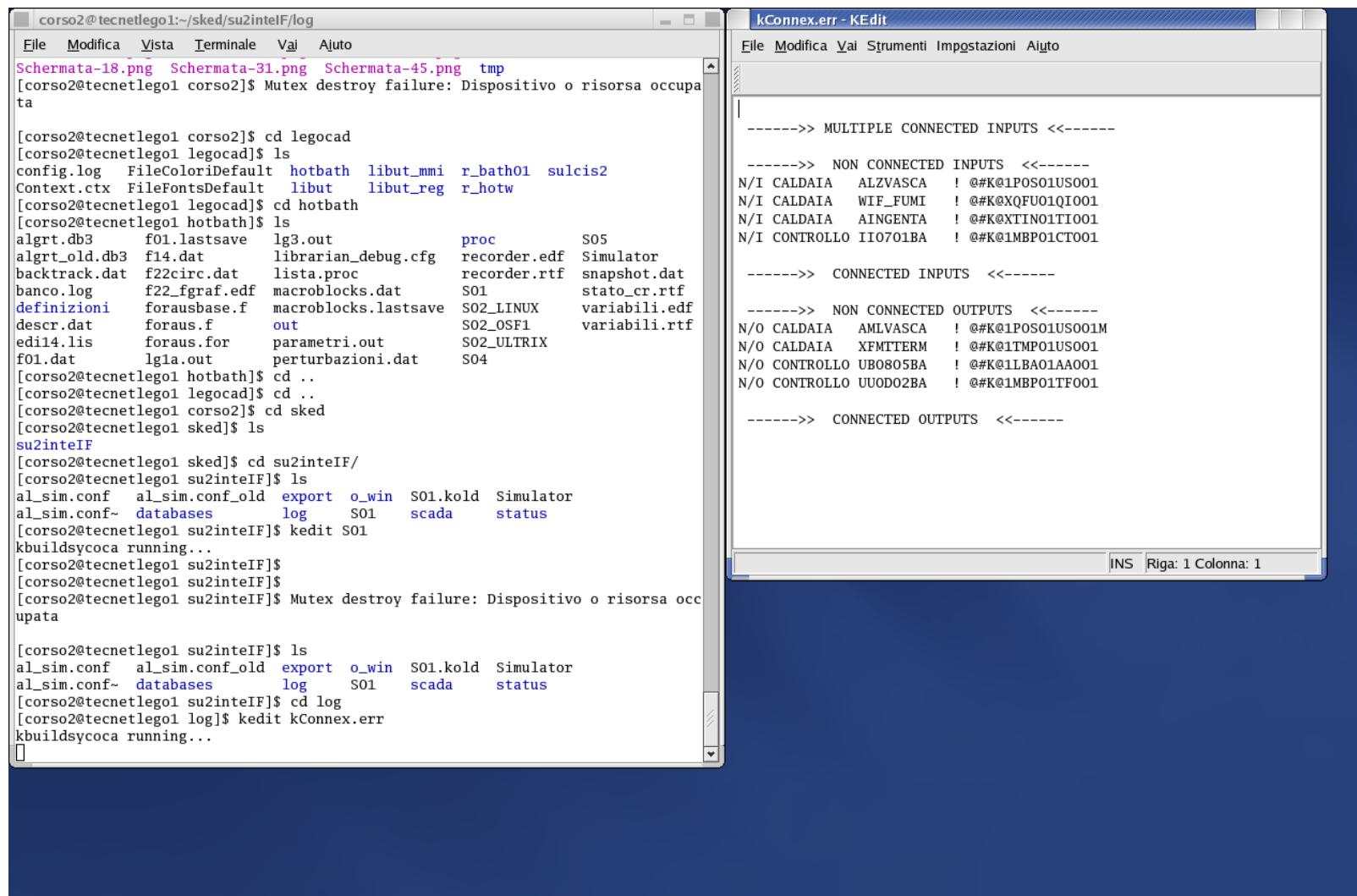
Si apra, con un editor di testo, il file S01 appena creato e si noti come allo stato attuale nessuna connessione sia stata creata.

Si apra il file **kConnex.err** che risiede nella sub-directory **log** del simulatore. Nelle sezioni NOT CONNECTED del file si trovano gli errori, cioè l'elenco delle variabili taggiate ma non collegate.⁷² Per eliminare gli errori si rende necessario un adeguamento delle task di processo nel modo seguente. Dalla Topologia (modulo FUMNFUMI) togliere il KKS associato alla variabile WIF_FUMI in modo da eliminare questa connessione e inserire il KKS @#K@1MBP01TF001 per la variabile TIF_FUMI (vedi Figura 197).

Eseguire di nuovo **kConnex** e visualizzarne l'error file per verificare l'efficacia di questa modifica. Proseguire in modo analogo con le altre variabili fino ad eliminazione totale degli errori. E' buona norma aprire anche i file **kConnex.log**⁷³ e **S01** come ulteriore verifica della riuscita connessione fra variabili (vedi Figura 198).

⁷² Si presti attenzione al fatto che vengono verificate solo le connessioni fra task diverse

⁷³ Un'appunto sulla differenza che esiste fra un **.err** e un **.log** file: in entrambi appaiono gli stessi errori, ma nel **.err** è incluso il KKS, e nel **.log** il tipo di errore:



The image shows two terminal windows side-by-side. The left window, titled 'corso2@tecnetlego1:~/sked/su2intelF/log', displays a series of Linux shell commands and their outputs. The right window, titled 'kConnex.err - KEdit', shows a text file containing configuration or error information related to network connections.

```

corso2@tecnetlego1:~/sked/su2intelF/log
File Modifica Vista Terminale Vai Ajuto
Schermata-18.png Schermata-31.png Schermata-45.png tmp
[corso2@tecnetlego1 corso2]$ Mutex destroy failure: Dispositivo o risorsa occupata

[corso2@tecnetlego1 corso2]$ cd legocad
[corso2@tecnetlego1 legocad]$ ls
config.log FileColoriDefault hotbath libut_mmi r_bath01 sulcis2
Context.ctx FileFontsDefault libut libut_reg r_hotw
[corso2@tecnetlego1 legocad]$ cd hotbath
[corso2@tecnetlego1 hotbath]$ ls
algrt.db3 f01.lastsave lg3.out proc S05
algrt_old.db3 f14.dat librarian_debug.cfg recorder.edf Simulator
backtrack.dat f22circ.dat lista.proc recorder.rtf snapshot.dat
banco.log f22_fgraf.edf macroblocks.dat S01 stato_cr.rtf
definizioni forausbase.f macroblocks.lastsave S02_LINUX variabili.edf
descr.dat foraus.f out S02_OSF1 variabili.rtf
edi14.lis foraus.for parametri.out S02_ULTRIX
f01.dat lg1a.out perturbazioni.dat S04
[corso2@tecnetlego1 hotbath]$ cd ..
[corso2@tecnetlego1 legocad]$ cd ..
[corso2@tecnetlego1 corso2]$ cd sked
[corso2@tecnetlego1 sked]$ ls
su2inteIF
[corso2@tecnetlego1 sked]$ cd su2inteIF/
[corso2@tecnetlego1 su2inteIF]$ ls
al_sim.conf al_sim.conf_old export o_win S01.kold Simulator
al_sim.conf~ databases log S01 scada status
[corso2@tecnetlego1 su2inteIF]$ kedit S01
kbuildsyncoca running...
[corso2@tecnetlego1 su2inteIF]$
[corso2@tecnetlego1 su2inteIF]$
[corso2@tecnetlego1 su2inteIF]$ Mutex destroy failure: Dispositivo o risorsa occupata

[corso2@tecnetlego1 su2inteIF]$ ls
al_sim.conf al_sim.conf_old export o_win S01.kold Simulator
al_sim.conf~ databases log S01 scada status
[corso2@tecnetlego1 su2inteIF]$ cd log
[corso2@tecnetlego1 log]$ kedit kConnex.err
kbuildsyncoca running...
[]

kConnex.err - KEdit
File Modifica Vai Strumenti Impostazioni Aiuto
|----->> MULTIPLE CONNECTED INPUTS <<-----|
|----->> NON CONNECTED INPUTS <<-----|
N/I CALDAIA ALZVASCA ! @#K@1POS01US001
N/I CALDAIA WIF_FUMI ! @#K@XQFU01QI001
N/I CALDAIA AINGENTA ! @#K@XTIN0ITI001
N/I CONTROLLO II0701BA ! @#K@1MBP01CT001
|----->> CONNECTED INPUTS <<-----|
|----->> NON CONNECTED OUTPUTS <<-----|
N/O CALDAIA AMLVASCA ! @#K@1POS01US001M
N/O CALDAIA XFMITERM ! @#K@1TMMPO1US001
N/O CONTROLLO UB0805BA ! @#K@1LBA01AA001
N/O CONTROLLO UUODO2BA ! @#K@1MBP01TF001
|----->> CONNECTED OUTPUTS <<-----|
INS Riga: 1 Colonna: 1

```

Figura 196: File kConnex.err

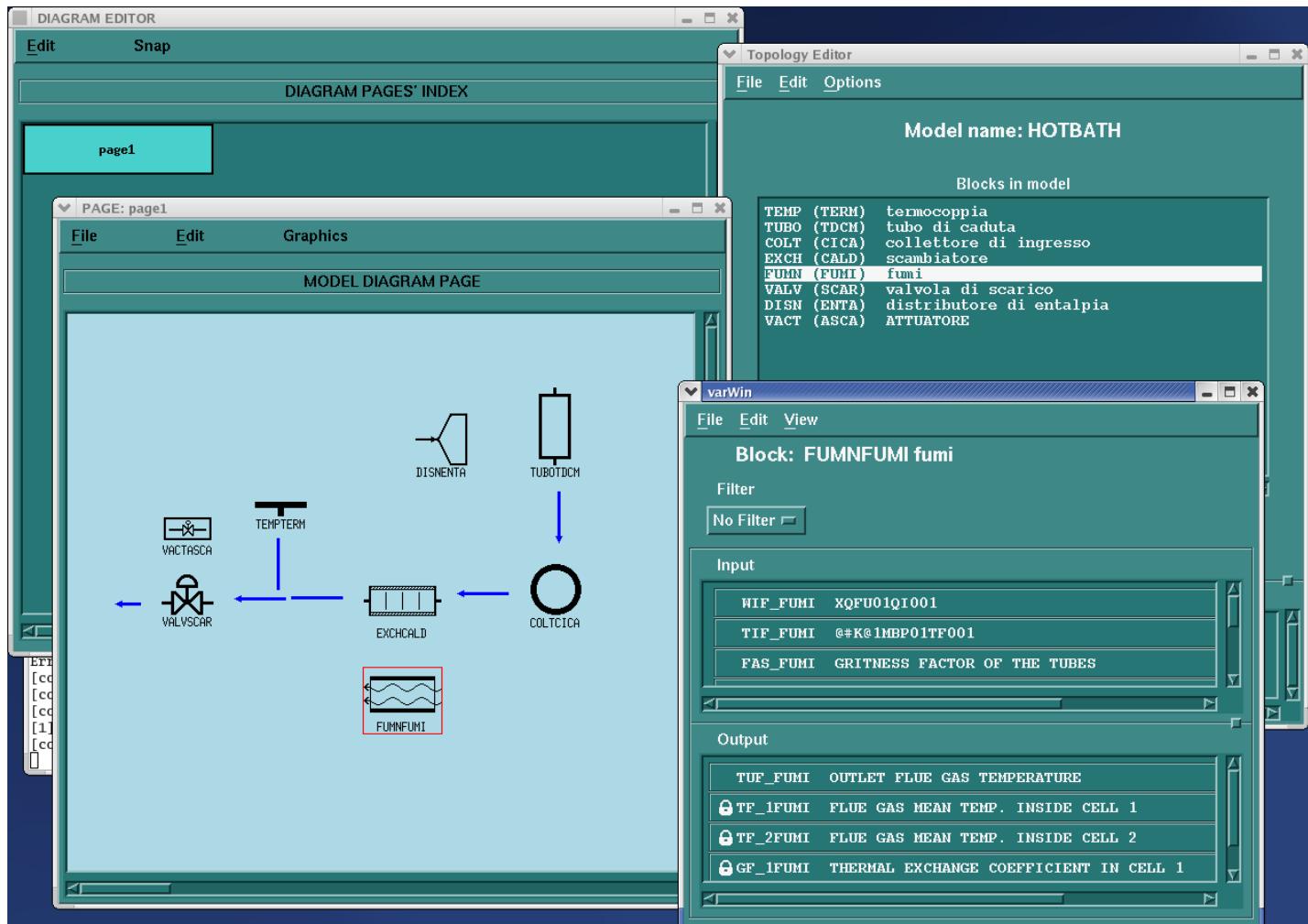


Figura 197: Modifica delle variabili di processo

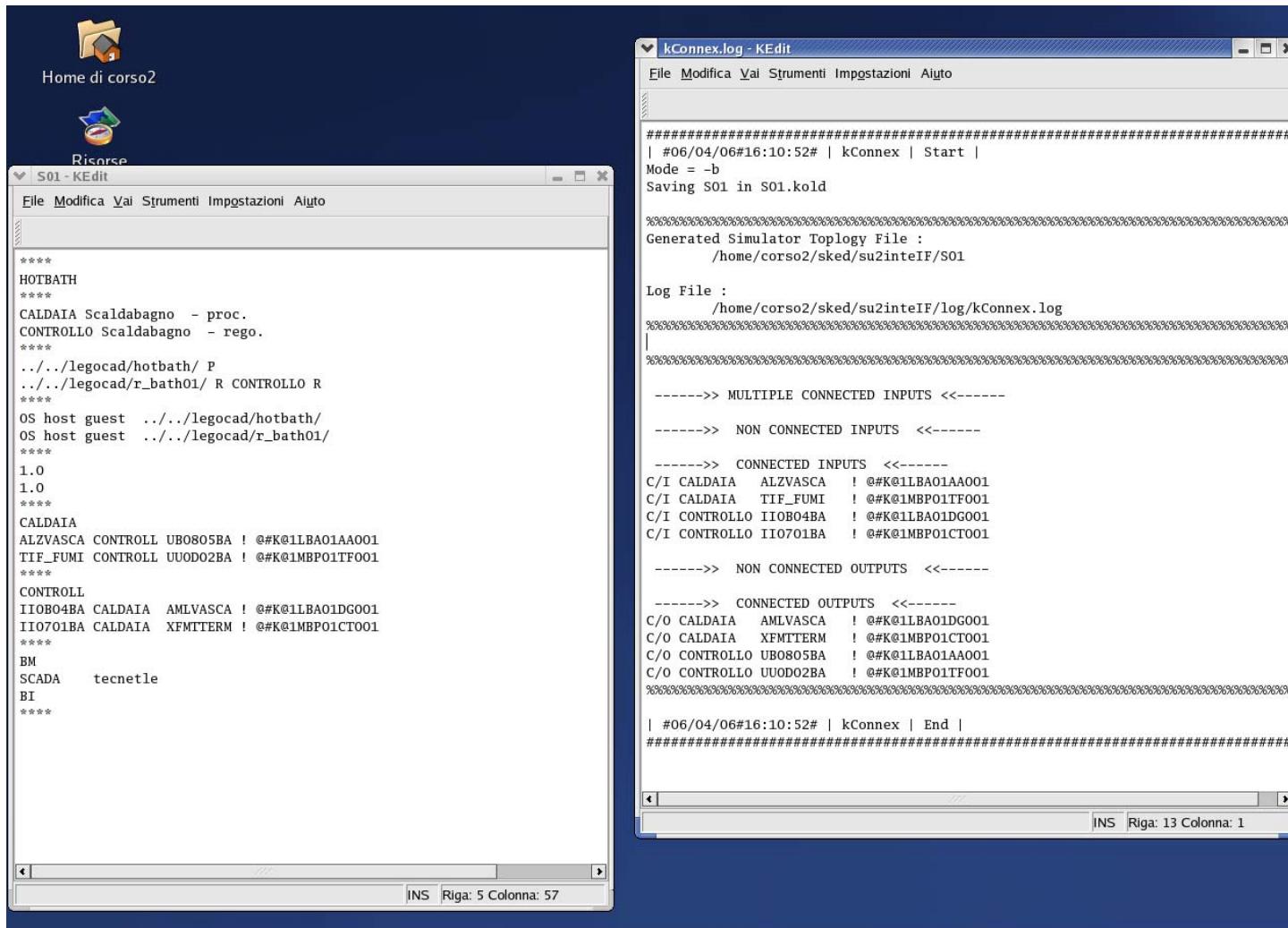


Figura 198: Files S01 e kConnex.log

Per quanto riguarda invece il controllo kDiffS01, il file di log ottenuto è riportato in Figura 199.



```

#####
| #07/04/06#09:17:38# | kDiffS01 | Start |

#####
| #07/04/06#09:17:38# | kDiffS01 | Database Creation for LEGO & REGO tasks ... |

Database task ../../legocad/hotbath/ ...
Database task ../../legocad/r_bath01/ ...

#####
CALDAIA ALZVASCA 0.50000E+00 *BL.(VACOASCA)=NOTO* @#K@1LBA01AA001
CONTROL UBO805BA 0.00000E+00 *BL.(H00505BA)=      * sac308 @#K@1LBA01AA001

-----
CONTROL II0B04BA 0.00000E+00 *BL.(H00404BA)=NOTO* saioOB @#K@1LBA01DG001
CALDAIA AMLVASCA 0.50000E+00 *BL.(VACOASCA)=      * @#K@1LBA01DG001

-----
CONTROL II0701BA 0.40000E+02 *BL.(H00101BA)=NOTO* saio07 @#K@1MBP01CT001
CALDAIA XFMTERM 0.39195E+02 *BL.(TEMPTERM)=      * @#K@1MBP01CT001

#####
| #07/04/06#09:17:38# | kDiffS01 | End |

#####

```

Figura 199: File kDiffS01.log con n segnalazioni

L'interpretazione delle stringhe utilizzate nella prima segnalazione è la seguente:

“la variabile nota ALZVASCA del modulo VACTASCA della task di processo CALDAIA (hotbath) è collegata alla variabile UB di pagina H005 della task di regolazione CONTROL (r_bath01 codificata come BA) del modulo indicato dal codice 0805 (dal Resource editor del config si vede che questo codice si riferisce al modulo CD).

Le due variabili hanno uno scostamento superiore al 2%.”

Si riapre perciò il config e si vada a modificare il valore della variabile *UB* del modulo CD impostandolo a *0.5*. A questo punto si rende necessaria una nuova compilazione della task REGO seguita dal comando **kConnex** per la creazione di un nuovo file **S01**.

Si esegua il comando **kDiffS01** in modo da rielaborare il computo degli scostamenti fra i valori delle variabili collegate e si vada ad aprire il file **kDiffS01.log** generato. Si noti come la segnalazione precedente sia stata eliminata.

Utilizzando un procedimento analogo si vadano ad eliminare anche le altre segnalazioni, fino ad ottenere il file **kDiffS01.log** seguente.

```
kDiffS01.log - KEdit
File Modifica Vai Strumenti Impostazioni Aiuto

#####
| #07/04/06#10:06:06# | kDiffS01 | Start |
%%%%%
| #07/04/06#10:06:06# | kDiffS01 | Database Creation for LEGO & REGO tasks ... |
%%%%%
        Database task ../../legocad/hotbath/ ...
        Database task ../../legocad/r_bath01/ ...
%%%%%
***** *****
***** *****
***** *****
%%%%%
| #07/04/06#10:06:06# | kDiffS01 | End |
#####
```

Figura 200: File kDiffS01 con 0 segnalazioni

6.9 Lancio del simulatore

Per mandare in esecuzione il simulatore si deve accedere alla relativa directory (per usare **ksim** potrebbe essere necessario eseguire manualmente il **.profile**) per poi lanciare il comando startup:

```
[corso2@tecnetlego1 corso2]$ . .profile  
corso2:/home/corso2 > ksim  
corso2:/home/corso2/sked/su2inteIF > killsim74  
corso2:/home/corso2/sked/su2inteIF > startup
```

Una volta aperto, si avvii il simulatore mediante il pulsante **RUN**. Ci si avvalga di un monitoraggio grafico per i valori delle variabili di interesse (*XFMTERM* e *TIF_FUMI*). Si noti come il sistema attraversi un primo transitorio durante il quale i valori delle variabili si assestano da quelli di inizializzazione a quelli di set-point, come mostrato in Figura 201.

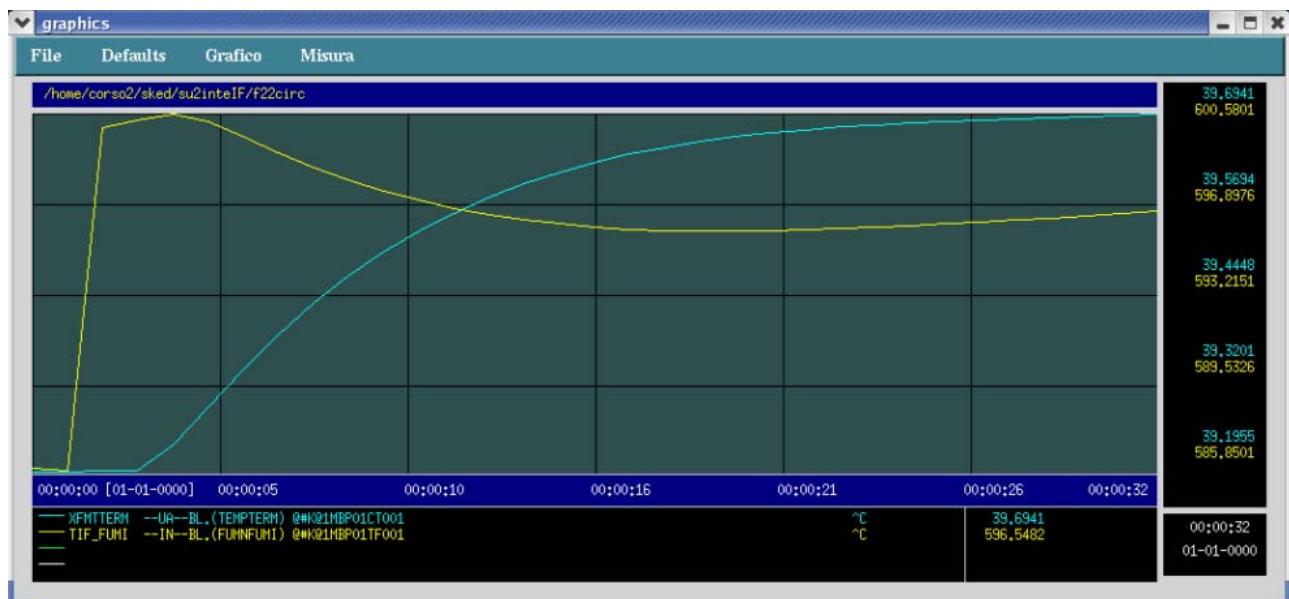


Figura 201: Regolazione dallo stato iniziale al set-point

L'insorgere di questo primo transitorio può essere evitato semplicemente impostando il set-point della temperatura al valore calcolato per lo stazionario della task LEGOCAD®. Tale valore è riportato sul grafico (39.1955°C).

Questa modifica deve essere operata sia nella pagina di regolazione H002 che in quella di set-point H003, perché in fase di compilazione il valore di inizializzazione per il set-point viene trasmesso a valle riportando il valore a quello del vecchio stazionario (40°C).

⁷⁴ Il comando *killsim* effettua il reset del simulatore

6.9.1 Prove di regolazione

Per testare l'efficacia del sistema di regolazione appena approntato è buona norma effettuare dei test sugli intervalli di regolabilità del processo. Da queste verifiche possono sovente scaturire interessanti considerazioni sul processo e sulla sua regolazione, che portano non di rado alla modifica del simulatore.

6.9.1.1 Variazione della portata di acqua

Una delle prove a cui può essere sottoposto il simulatore appena creato è quella relativa alla variazione della portata di acqua, per la valutazione del range entro il quale la regolazione riesce ad intervenire per riportare la temperatura al valore di set-point.

Nonostante venga spontaneo per questa prova intervenire direttamente sulla portata, si noti come questa grandezza non possa essere modificata manualmente perché collegata (quindi calcolata). Più correttamente, il nostro intervento deve riguardare l'alzata dell'attuatore della valvola, impostato a manuale.

Nell'AING selezioniamo le variabili *JE0705BA* e *IB0705BA* dalla pagina H005⁷⁵ e si seguano le istruzioni seguenti:

Diminuzione della portata di acqua

- Settare la variabile *JE0705BA* al valore *1* utilizzando il pulsante **NOT**
- Arrestare la simulazione con il pulsante **FREEZE**
- Eseguire uno snapshot col pulsante **S**
- Chiudere la finestra AING relativa alla variabile *JE0705BA*
- Impostare una rampa per la variabile di alzata *IB0705BA* che ne porti il valore dal 50 al 40%
- Attendere il raggiungimento di un nuovo stato stazionario (o una prossimità di)
- Scendere ancora a tappe utilizzando la stessa procedura fino al 2%

Si noti come per valori così bassi di *IB0705BA* il sistema non riesca più a regolare, degenerando in un FREEZE ERROR (

Figura 202).

I sistemi reali cercano sempre di proteggersi da questi fenomeni di instabilità. Nel caso specifico, ad esempio, andando a spegnere la caldaia quando la temperatura scende sotto una certa soglia. Tale protezione può essere riprodotta nel simulatore ma questa attività esula dagli obiettivi del corso.

⁷⁵ Qualora non fosse possibile effettuare lo scrolling di finestra alla ricerca delle variabili desiderate, si provveda ad ingrandire la finestra a tutto schermo. In questo modo dovrebbero comparire le barre di scorrimento necessarie.

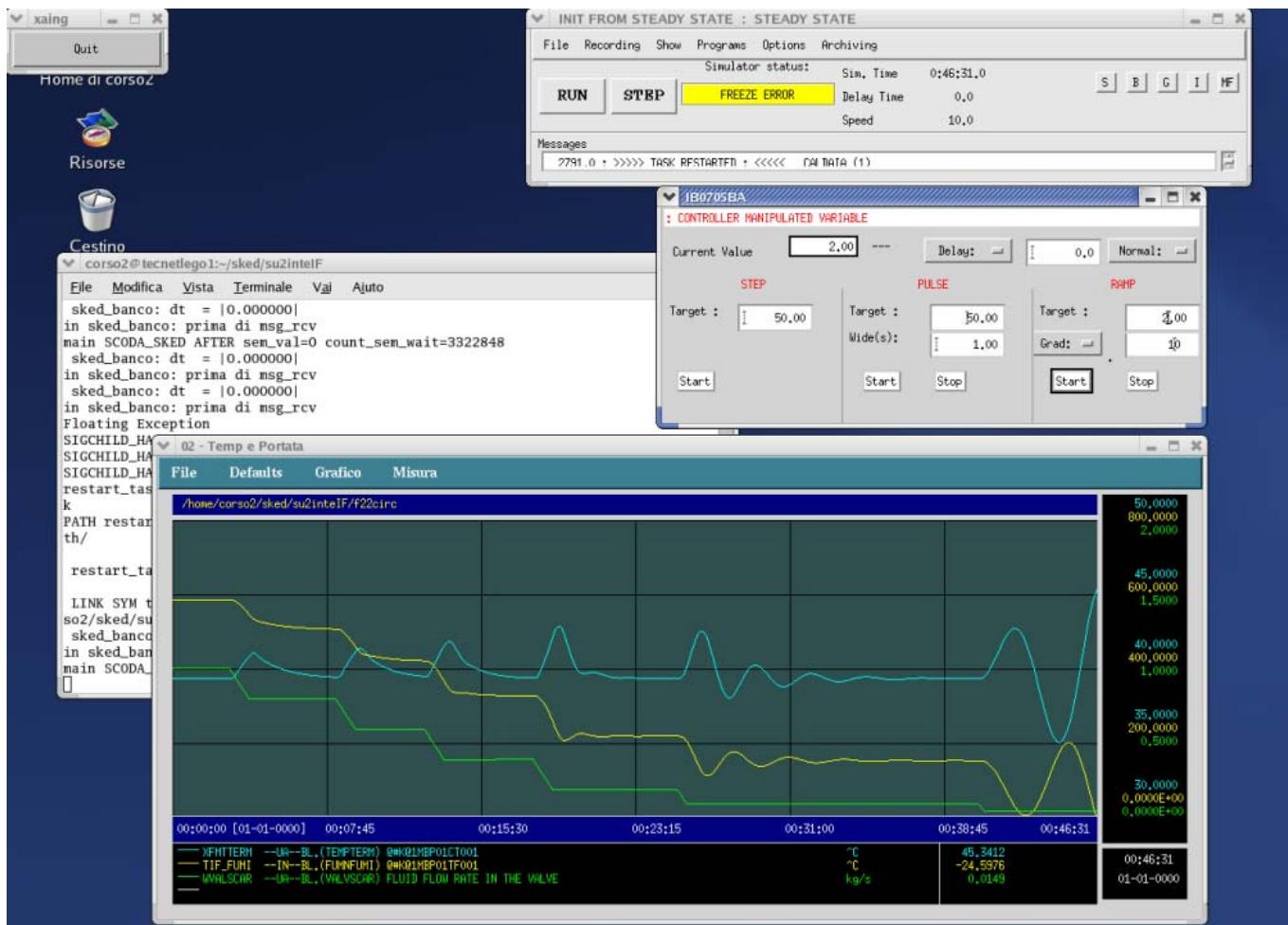


Figura 202: Regolazione per diminuzione di portata acqua

Aumento della portata di acqua

- Caricare lo snapshot precedentemente salvato
- Aumentare a tappe il valore di *IB0705BA* fino al 100

Si verifica facilmente come un aumento della portata di acqua non porti all'insorgere di alcun tipo di instabilità. Tale comportamento è illustrato in figura nelle pagine successive.

6.9.1.2 Variazione di set-point

Altre prove possono essere effettuate. Ad esempio si può andare ad aumentare il valore di set-point da 40 a 50°C mediante un gradino. Le variabili su cui lavorare sono le J40603BA (Automatic Command External Set, var. di tipo Enable) e la IC0603BA (External Setpoint, var. di tipo Value). L'andamento dei valori delle variabili di processo è riportato in Figura 203.

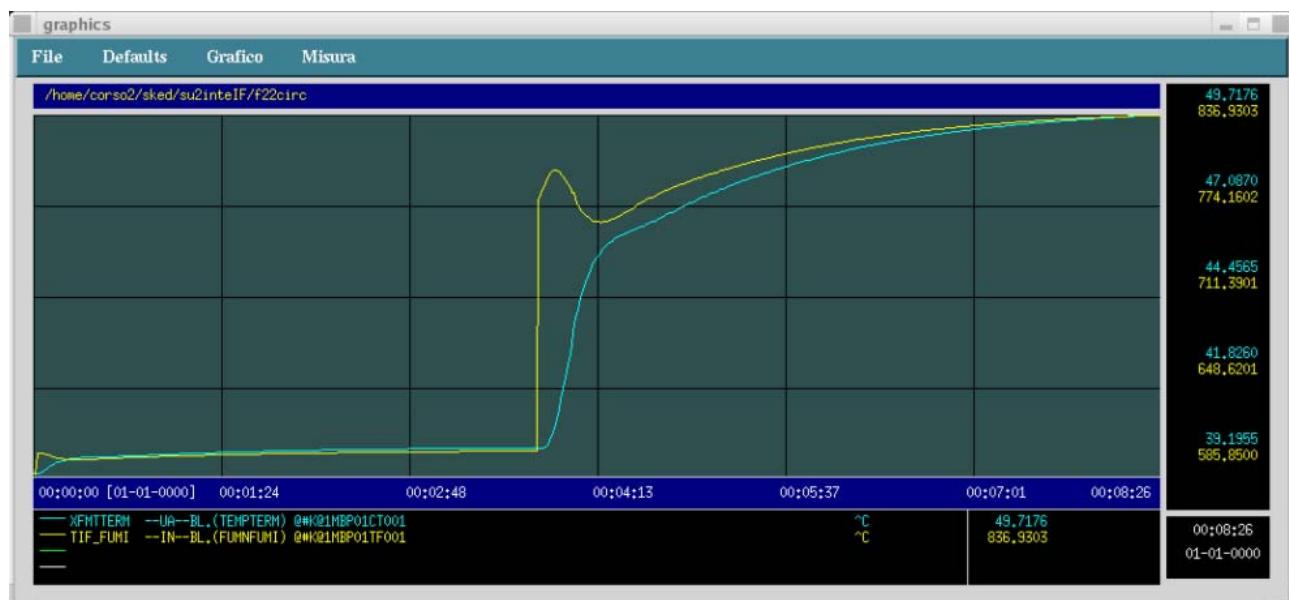


Figura 203: Regolazione per variazione di set-point

6.9.1.3 Variazione di guadagno

Questa prova può risultare di interesse in fase di tuning del sistema di regolazione. I valori delle costanti di guadagno per la funzione di regolazione vengono generalmente presi dall'esperienza o dalla letteratura, ma un'analisi di questo tipo può consentire un tuning più fine od aiutare nella comprensione del comportamento del sistema.

Si prenda in esame il solo guadagno proporzionale. Si assegnino a K_p i valori 1,2,3 verificando per ogni assegnazione se il simulatore sia in grado di raggiungere (e in che modo) il nuovo stazionario. I risultati sono illustrati in Figura 204.

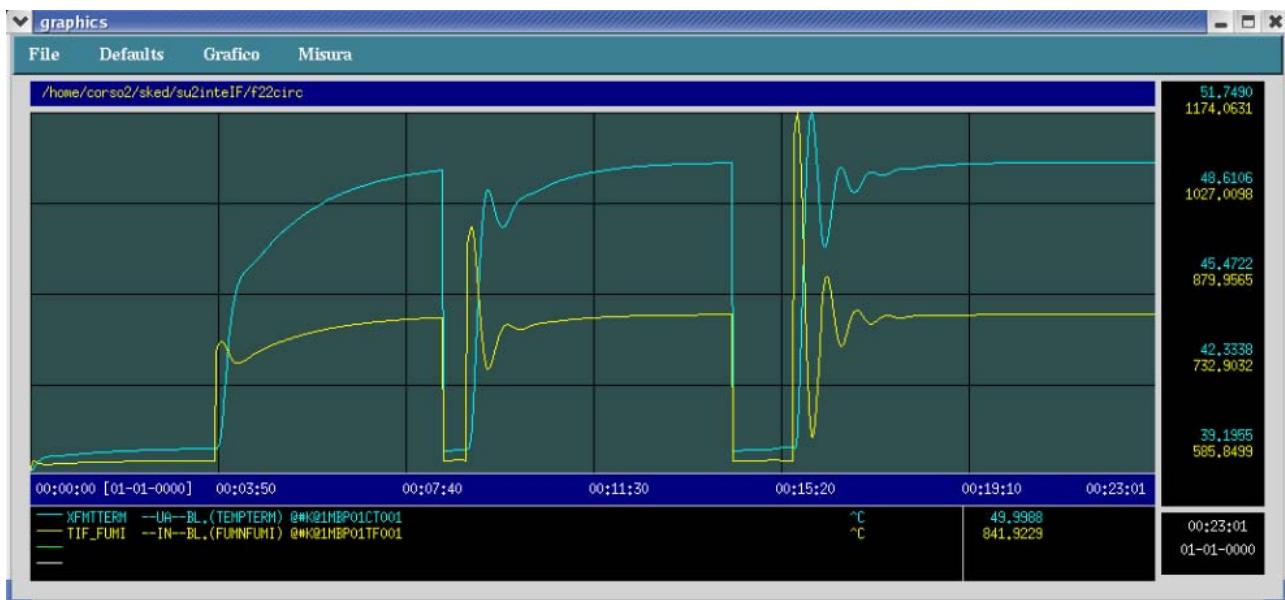


Figura 204: Regolazione per variazione del guadagno

Si noti come ad una regolazione più rapida sia associato un comportamento oscillatorio più marcato, comportamento questo che può portare all'insorgere di danni meccanici.

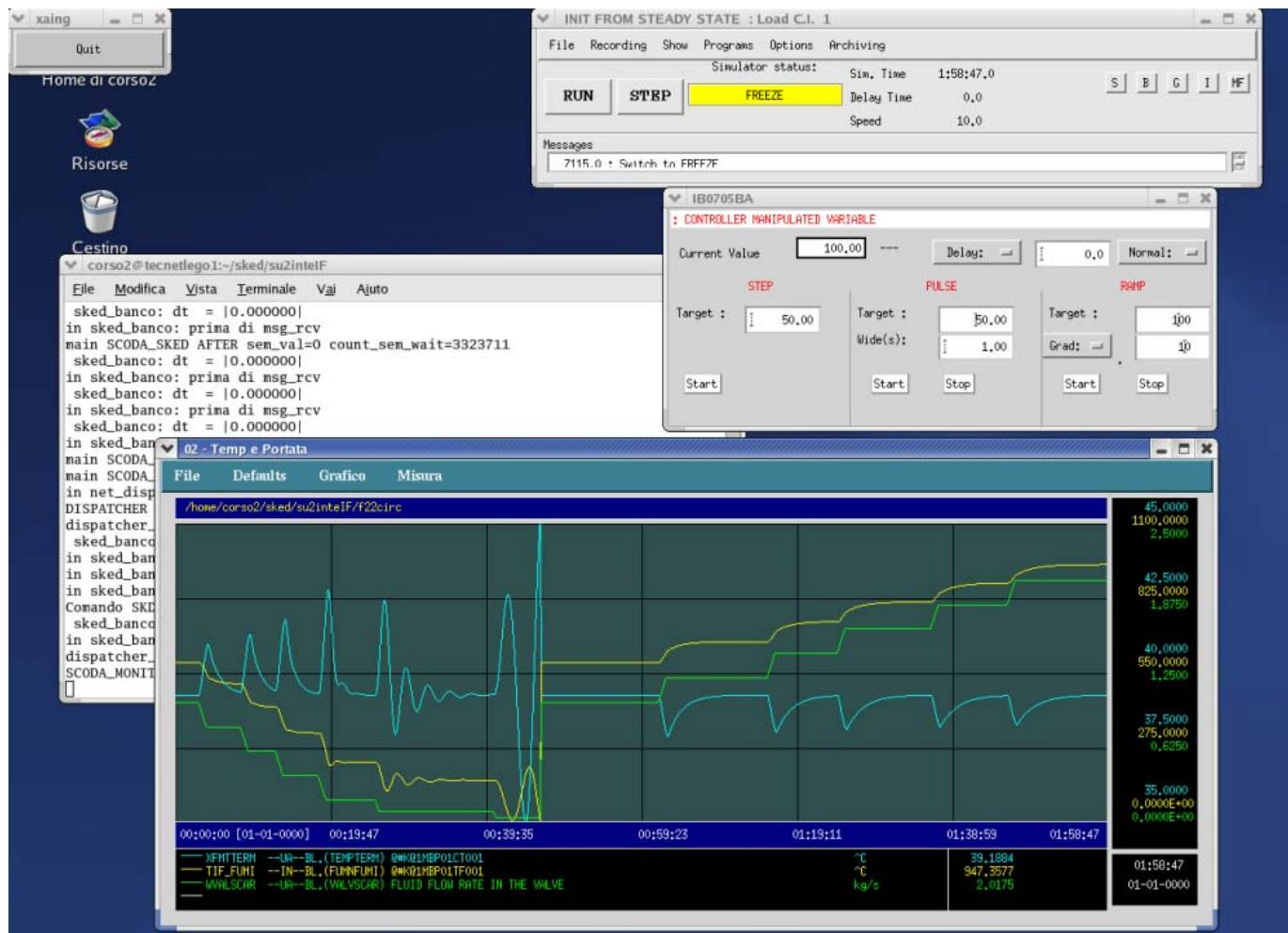


Figura 205: Regolazione per aumento di portata acqua

6.10 Modifiche al processo

Volendo migliorare la modellizzazione del processo reale, il passo successivo è costituito dall'instanziazione di una valvola di regolazione per i fumi da sottoporre al controllo di temperatura dell'acqua di caldaia. In questo modo possiamo sostituire l'impiego di una regolazione fittizia sulla temperatura fumi con una più verosimile sulla loro portata.

La procedura consigliata per l'apporto di tali modifiche ad un modello di processo è la seguente:

1. Instanziare il/i nuovo/i modulo/i
2. Impostare un valore NOTO per la/e variabile/i da collegare pari a quello calcolato con la vecchia topologia per la/e variabile/i del modulo già presente
3. In caso di inserimento di più moduli (ad esempio VALV e VACT) collegarli fra di loro
4. Verificare la convergenza del nuovo schema
5. Collegare le variabili, disattivando l'attributo NOTO.

Con questo metodo aggiungere i moduli VAIN e VACT alla *page1* della task *hotbath* e collegare al modulo FUMN.

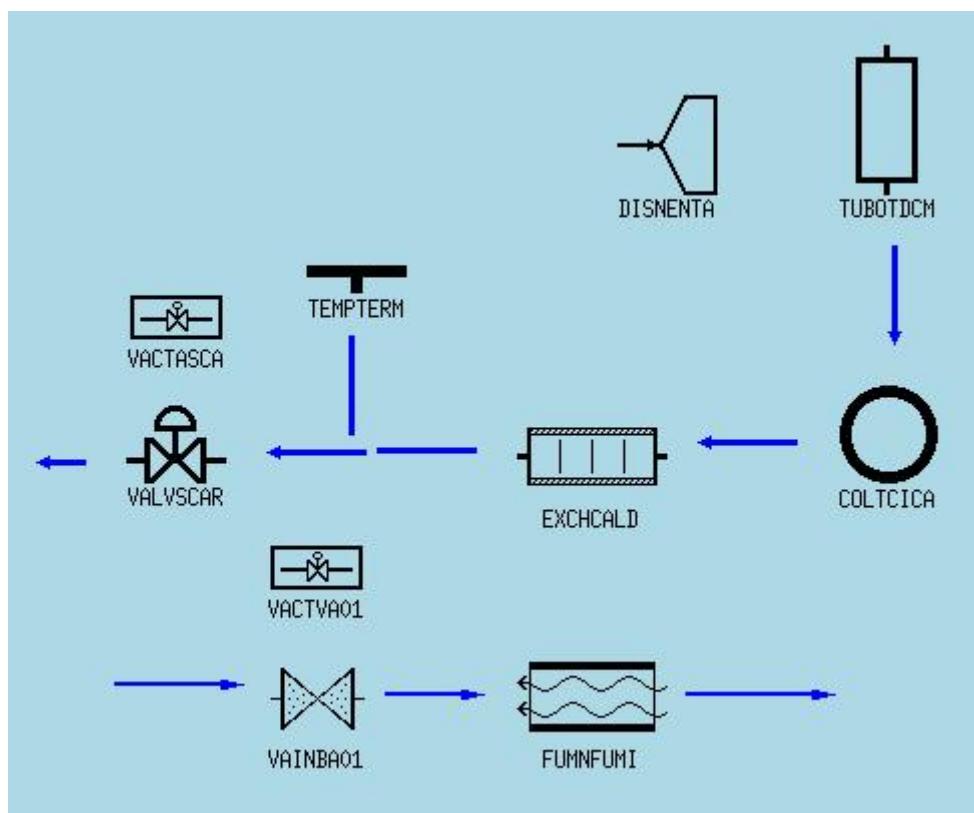


Figura 206: Topologia con VAIN e VACT

VAINBA01 MODULO VAIN -

PMONOM	1.2E5	PVANOM	1.E5	ALZNOM	0.5
XUNOM	13500	XKTEMP	1.	CLAPET	0.
ALFA	1.	TMONOM	854.	IGAS	1.

Figura 207: Dati del modulo VAINBA01

Input

PMONBA01 GAS PRESSURE AT VALVE INLET
PVALBA01 GAS PRESSURE AT VALVE OUTLET
TMONBA01 GAS TEMPERATURE AT VALVE INLET
TUT_B001 SOC TEMP. AT VALVE OUTLET / THRU FLOW

Output

QVALBA01 GAS FLOW RATE THROUGH THE VALVE
TYVALBA01 GAS TEMPERATURE AT VALVE OUTLET
THI_BA01 GAS TEMP. AT VALVE INLET (INV. FLOW)

Figura 208: Variabili del modulo VAINBA01

Input

ALZVVA01 @#K01MBA01AA151

Output

REQVVA01 LIFT OF EQUIVALENT VALVE
RMLVVA01 @#K01MBA01DG151

Figura 209: Variabili del modulo VACTVA01

Si impostino la temperatura in uscita dalla valvola e la portata che la attraversa ai valori calcolati con la vecchia topologia per l'ingresso al modulo FUMN (854 K e 4.98 kg/s).

Si verifichi quindi la convergenza con un particolare riguardo per gli scarti fra i valori di inizializzazione delle variabili dei nuovi moduli instanziati ed i loro valori calcolati per lo stazionario.

Si colleghi il modulo VAIN al modulo FUMN attraverso le variabili portata e temperatura.

Nel modulo VAIN si tolga il valore NOTO a queste variabili e si attribuisca all'alzata.

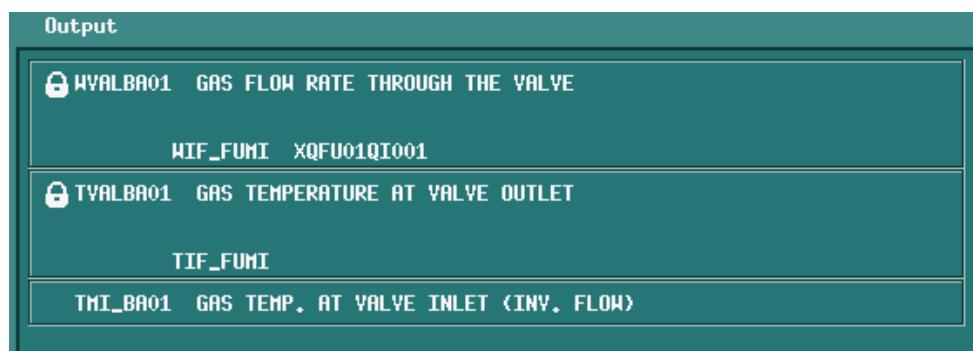


Figura 210: Connessioni VAIN – FUMN

<input checked="" type="checkbox"/> 60.72100	---	GF_2FUMI --UA--BL.(FUMNFUMI)
<input checked="" type="checkbox"/> 4.98000	kg/s	WVALBA01 --UA--BL.(VAINBA01)
<input checked="" type="checkbox"/> 854.00000	^K	TVALBA01 --UA--BL.(VAINBA01)
<input checked="" type="checkbox"/> 1.00000	---	FAS_FUMT --TN--BL.(FUMNFUMT)

Figura 211: Variabili modulo FUMN dopo connessione

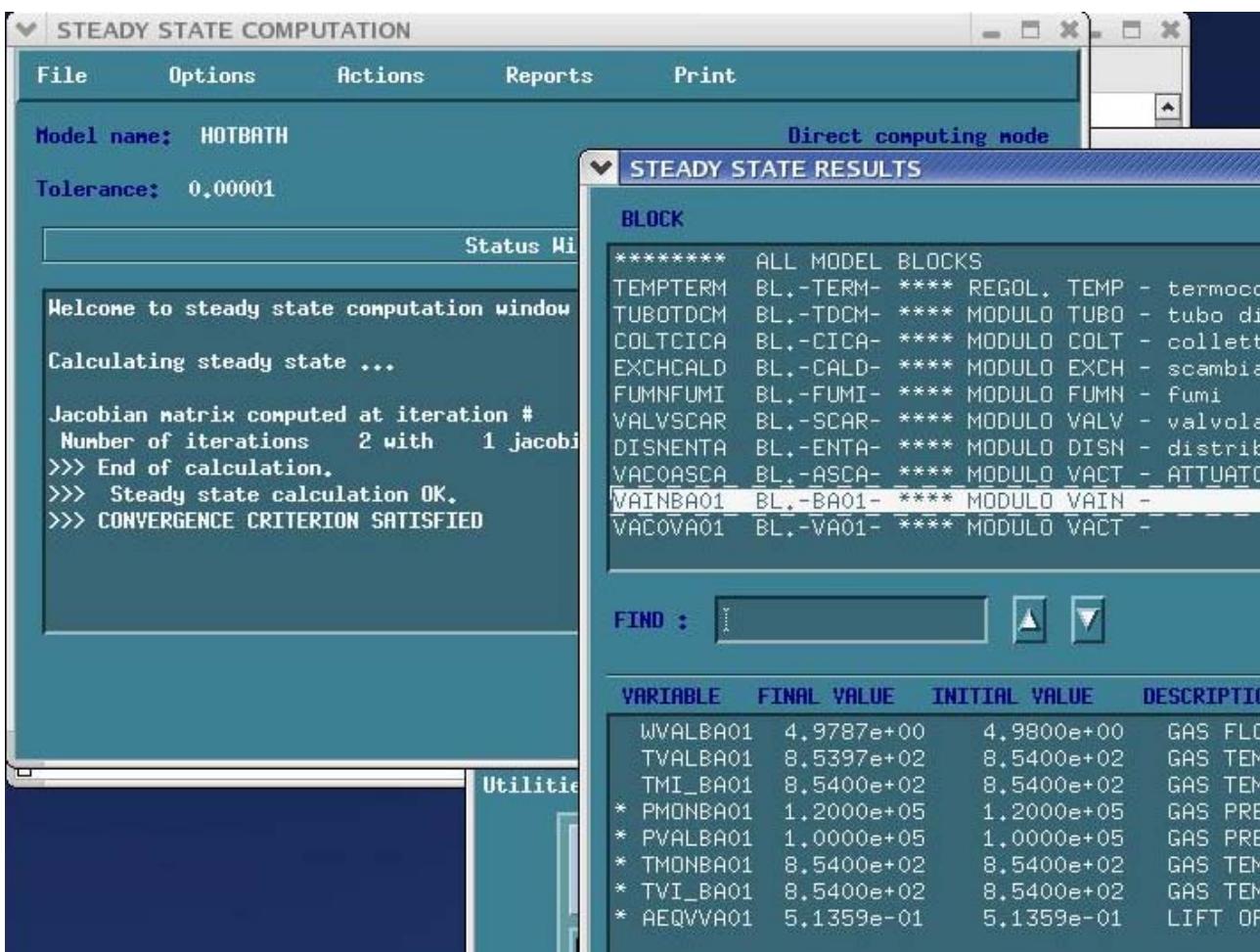


Figura 212: Verifica della convergenza per il nuovo schema

Per quanto riguarda la regolazione, si noti come a questo punto venga meno l'utilità del modulo moltiplicatore nella pagina H002 della task *r_bath01*, precedentemente impiegato per la conversione del segnale di alzata valvola in uno di temperatura.

Si proceda alla sua rimozione e alla creazione delle nuove connessioni fra variabili.

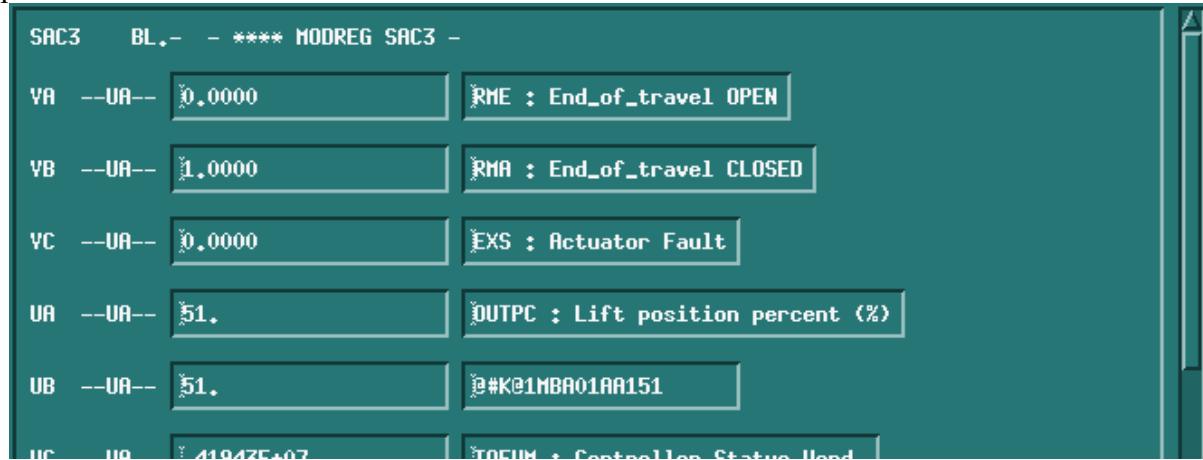


Figura 213: Valori di input per il modulo Continuos Drive in H002

A questo punto si devono scollegare le misure. Si attivi **[L'Interface Mode]**, si clicchi sui blocchetti delle porte di input e output opportuni e poi col tasto destro su **[Delete]**. In questo modo si eliminano i collegamenti. Queste modifiche vengono salvate al momento della disattivazione dell'**[Interface Mode]**.

Nella pagina H004 si selezioni il blocchetto di input

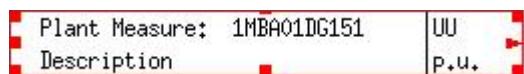


Figura 214: Blocchetto di input della pagina H004

e si impostino i seguenti valori per le sue variabili:



Figura 215: Variabili del blocchetto di input della pagina H004

Si compilino **[All regulation schema]** e **[All pages]**.

Un elenco delle variabili connesse è riportato nel file **kConnex.log**.

```

----->> MULTIPLE CONNECTED INPUTS <<-----
----->> NON CONNECTED INPUTS <<-----
----->> CONNECTED INPUTS <<-----
C/I CALDAIA    ALZVASCA   ! @#K@1LBA01AA001
C/I CALDAIA    ALZVVA01   ! @#K@1MBA01AA151
C/I CONTROL    IIOB04BA   ! @#K@1LBA01DG001
C/I CONTROL    IIODO4BA   ! @#K@1MBA01DG151
C/I CONTROL    II0701BA   ! @#K@1MBP01CT001

----->> NON CONNECTED OUTPUTS <<-----
----->> CONNECTED OUTPUTS <<-----
C/O CALDAIA    AMLVASCA   ! @#K@1LBA01DG001
C/O CALDAIA    AMLVVA01   ! @#K@1MBA01DG151
C/O CALDAIA    XFMTERM    ! @#K@1MBP01CT001
C/O CONTROL    UB0805BA   ! @#K@1LBA01AA001
C/O CONTROL    UB0802BA   ! @#K@1MBA01AA151

```

Figura 216 - Parte del file kConnex.log

6.11 Configurazione del database

Nel database devono essere riportati:

- Gli oggetti fisici (valvole, scambiatore, misura di temperatura e misura di posizione)
- Gli oggetti di automazione (catena di controllo sulle misure e catena di controllo dell'automazione)

Una nota di carattere tecnico: vista la presenza di riferimenti assoluti all'interno di alcuni file di database è necessario collocare la directory **Database specifiche** nella root del disco C:.

Tale directory contiene i files:

- **cam.mdb**
- **automazione_link.mdb**
- **automazione_rife.mdb**
- **PLANT.mdb**
- **DB_automazione.log**

E le sub-directories:

- **Cbl**
- **Export**

Contenenti rispettivamente il file **Cbl.mdb** e tutti i file da esportare nel sistema di simulazione per la creazione del simulatore.

6.11.1 Operazioni sul CAM (cam.mdb)

Nel CAM vanno inseriti i componenti e i misuratori del simulatore d'impianto.

Si parte dai componenti di processo (VAIN, tubo adduzione acqua, scambiatore, ecc...) per poi passare ai componenti e alle misure di regolazione.

Si aggiungano i componenti di impianto utilizzando la maschera di Figura 217



COMPONENTI DI IMPIANTO

Area Impianto: HW Area Funzionale: comb Sistema: 99A

TAG Componente: 1LBA01WW00 Descrizione: Tubo di adduzione acqua
Livello di simulazione: 1

Componente di riferimento: Task di processo: hotbath

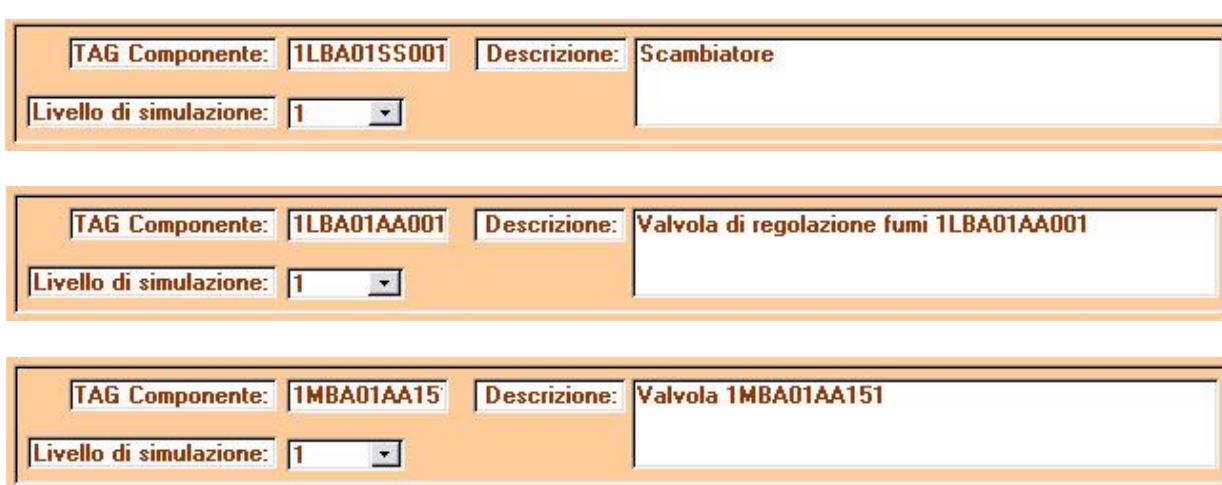
Tipo di componente: T Specifica Funzionale:

Dir MAD: C:\Mad\

NOTE:

Riferimento:

Record: 1451 * di 1453



COMPONENTI DI IMPIANTO

TAG Componente: 1LBA01SS001 Descrizione: Scambiatore
Livello di simulazione: 1

TAG Componente: 1LBA01AA001 Descrizione: Valvola di regolazione fumi 1LBA01AA001
Livello di simulazione: 1

TAG Componente: 1MBA01AA15 Descrizione: Valvola 1MBA01AA151
Livello di simulazione: 1

Figura 217 - Inserimento dei Componenti di impianto

Dopodiché di inseriscono le misure facendo attenzione ad impostare i corretti valori per i campi *SCALA* e *Unità di misura*.

MEASURES

Gestione file DESCR

Area Impianto: HW **Area Funzionale:** comb **Sistema:** 99A

Specifiche Funzionali: [dropdown]

TAG Componente: 1MBA01DG151 **Descrizione:** Posizione valvola 1MBA01AA151

Funzione Applicativa: [dropdown] **Accuratezza:** 0

Riferimento Main Variable: [dropdown] Main Variable Auxiliary Variable

Assente nel Processo Process Remote parameter
 Assente nella Regolazione Solo Processo

Task di Processo: hotbath **Task di Regolazione:** r_bath01

Regulation Page Name: [dropdown] **Regulation Block Name:** [dropdown]

Process Variable Name: [dropdown] **Regulation Variable Name:** [dropdown]

SCALA: 0-100 **SET_POINT:** [dropdown] **Unita' di misura:** %

Categoria Allarmi: [dropdown] **Valore iniziale:** [dropdown]

ADJ_HH: [dropdown] **ADJ_H:** [dropdown] **ADL_L:** [dropdown] **ADJ_LL:** [dropdown]

Logiche collegate: [dropdown]

NOTE: [dropdown] **Riferimento:** [dropdown]

Record: **1284** di 1286

TAG Componente: 1LBA01DG001 **Descrizione:** Posizione valvola 1LBA01AA001

Funzione Applicativa: [dropdown] **Accuratezza:** 0

TAG Componente: 1MBP01CT001 **Descrizione:** Temperatura uscita acqua 1MBP01CT001

Funzione Applicativa: [dropdown] **Accuratezza:** 0

Figura 218 - Inserimento delle Misure

6.11.2 Operazioni sul database dell'automazione (automazione_link.mdb)

Il file si apre su una maschera di segnalazione incongruenze con il database CAM. Verificare che nessun record sia contenuto in questa maschera dopodiché chiudere e procedere con il popolamento del database corrente.

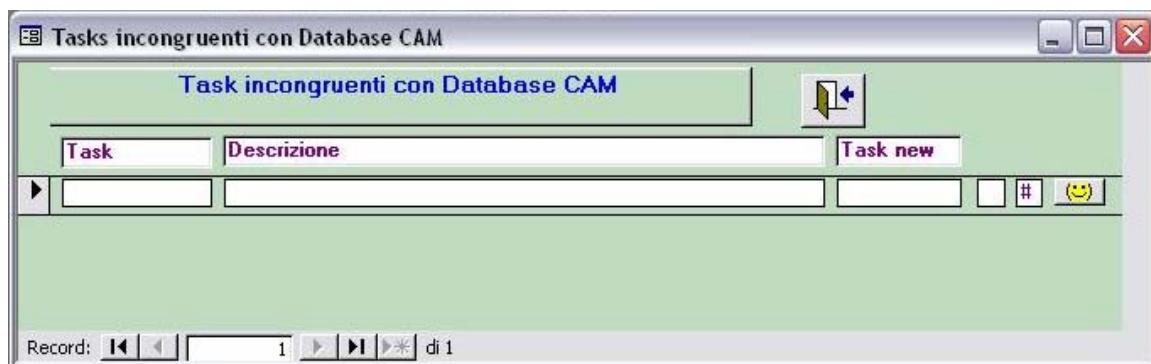


Figura 219: Verifiche di congruenza

E' consigliabile popolare il database seguendo l'ordine suggerito in questa sezione.

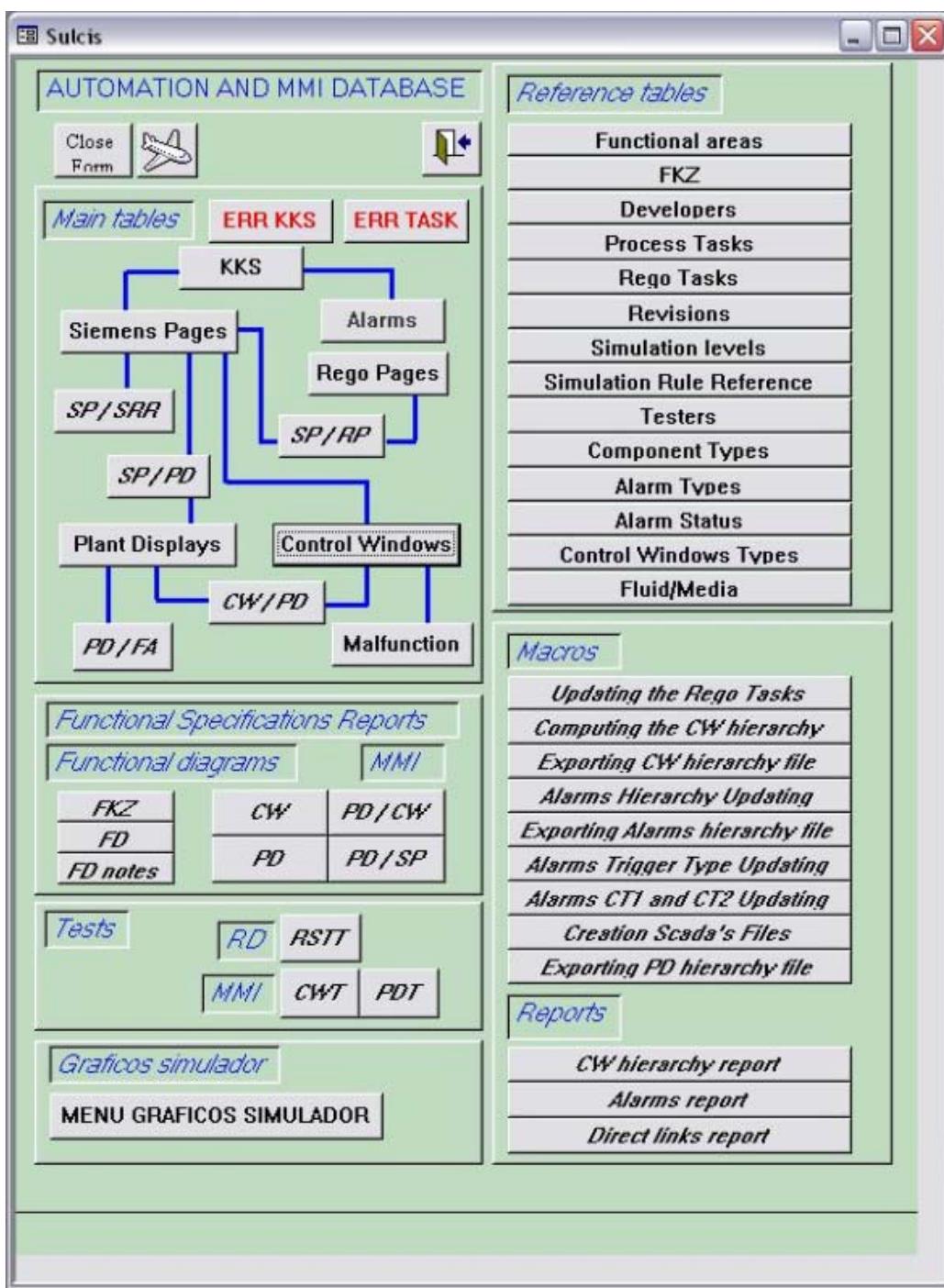


Figura 220: Pannello dei comandi del database dell'automazione

Reference tables

1. Funcional Areas

Inserire il record corrispondente all'area/e funzionale/i simulata/e. Il campo Num. Code identifica il livello madre della gerarchia.

Functional areas			
Functional area	Num. Code	Simulated	
HW	1	<input checked="" type="checkbox"/>	hotbath
*	0	<input type="checkbox"/>	

Figura 221: Tabella Functional Areas

2. FKZ:

FKZs			
FKZ code	Simulated	Functional area	Description
39A	<input checked="" type="checkbox"/>	HW	Scaldabagno
*	<input type="checkbox"/>		

Figura 222: Tabella FKZs

3. Developers

Contiene un elenco degli sviluppatori del simulatore

Developers	
Developer name	
>	Catalini
	Crisafulli
	Errigo
	Grimaldi
	Longhi

Figura 223: Tabella Developers

4. Process Tasks

Inserire la task HOTBATH

5. Rego Tasks

Inserire la task bath01 (omettere i caratteri r_ che sempre precedono il nome di una task di regolazione)

6. Revisions

Revisions	
Revision name	
>	1
	1
	2
*	

Figura 224: Tabella Revisions

7. Simulation levels

Generalmente si indicano con le sigle FS, NS e PS i livelli Fully Simulated, Not Simulated e Partially Simulated (ovvero Pienamente, Non e Parzialmente Simulato)

Simulation Levels	
Simulation level	
>	FS
	NS
	PS
*	

Figura 225: Tabella Simulation levels

8. Simulation Rule Reference

In questa tabella si stabiliscono le regole generali di simulazione, con indicazioni estensive sulle scelte adottate.

SimRulesRef

Simulation Rule Reference

SRR	SimLev	Italian Note	English Note
► AD_HOC	FS/PS/P3	Questo codice deve essere usato soltanto quando le due condizioni seguenti sono soddisfatte. In primo luogo, nessun codice esistente può descrivere la semplificazione effettuata. Secondariamente, questa semplificazione è rara (scelta particolare dello sviluppatore oppure specificità della topologia del	This code must be used when the two following conditions are filled. Firstly, no existing code can describe the simplification which has been made. Secondly, this simplification is very specific (particular choice of the developer or specificity of the diagram topology).
CLC_01	FS	I Function Blocks CCON in configurazione Master Controller e O-SPC in configurazione Master Controller e Setpoint Adjuster sono graficamente rappresentati da un'icona complessa ma unica per la gestione dei segnali analogici e binari. Non è quindi possibile istanziare i suddetti Function Blocks attraverso due icone in	The CCON function blocks, when configured Master Controller and O-SPC are both graphically represented in an unique icon for the management of the analogical and digital signals. Also, it is not possible to design those blocks in two different diagrams as it has been done in the Siemens system.
CLC_02	FS	Il regolatore "slave" può essere un Function Block SREG (Step Controller) nel caso dell'Interface Module DCM in configurazione ServoDrive, ovvero un Function Block SCON (Continuous Controller) nel caso dell'Interface Module CC. Per entrambe le configurazioni sono previste le seguenti tre tipologie di	
CLC_03	FS	Il regolatore "master" deve essere un Function Block SCON (Continuous Controller). Sono previste le seguenti tipologie di connessione via segnali vettoriali composti tra l'Interface Module di attuazione ed i Function Blocks dedicati al controllo "master":1. Connessione uno a uno per ciascun livello di controllo in caso di	
CLC_04		Per i Function Blocks SREG e SCON (in configurazione "slave controller") non è prevista la connessione virtuale con OM650 per l'indirizzamento delle relative Operating Windows "WinDSR" e "WinDKR" ai Plant Displays.	
GEN_01	NS/PS	Le regole da adottare in fase di specifica funzionale per definire un AFD "NS" ("Not Simulated") dipendono esclusivamente dalle scelte previste in fase di Process Functional Specification. La copertura con l'automazione dei sistemi di processo simulati deve essere totale. Per l'automazione delle aree di impianto	
GEN_02	FS	A discrezione dell'implementatore possono essere raggruppati in KKS gli AFD di codice /Cx,Fx,EU,EG/ e di codice /Ax,EU,EG/. L'opportunità dipende dalla predisposizione dei diagrammi in termine di contenuto e densità di informazione. La regola di costruzione del codice KKS composito è illustrata nell'esempio	
GEN_03	FS	Nel caso un segnale di I/O venga acquisito in più istanze nel AFD di destinazione (nello stesso sheet o in sheet diversi con uguale codice KKS). Siemens prevede la presenza di un solo segnale di uscita con l'indicazione generale del codice KKS destinatario. In ambiente RegoMMI è necessario duplicare adeguatamente il	
GEN_04	FS	In ambiente RegoMMI la trattazione normalizzata dei segnali analogici è dovunque riferita a 100 (segnali in %). Verranno quindi semplificate adeguatamente tutte le operazioni di de-normalizzazione a 10000 spesso presenti negli AFD Siemens.	
GEN_05	PS	Laddove presenti, le reti di elaborazione dedicate all'inserimento negli AFD Siemens dei segnali provenienti dal sistema SCAP	

Record: **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** | **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** | **29** | **30** | **31** | **32** | **33** | **34** | **35** | **36** | **37** | **38** | **39** | **40** | **41** | **42** | **43** | **44** | **45** | **46** | **47** | **48** | **49** | **50** | **51** | **52** | **53** | **54** | **55** | **56** | **57** | **58** | **59** | **60** | **61** | **62** | **63** | **64** | **65** | **66** | **67** | **68** | **69** | **70** | **71** | **72** | **73** | **74** | **75** | **76** | **77** | **78** | **79** | **80** | **81** | **82** | **83** | **84** | **85** | **86** | **87** | **88** | **89** | **90** | **91** | **92** | **93** | **94** | **95** | **96** | **97** | **98** | **99** | **100** | **101** | **102** | **103** | **104** | **105** | **106** | **107** | **108** | **109** | **110** | **111** | **112** | **113** | **114** | **115** | **116** | **117** | **118** | **119** | **120** | **121** | **122** | **123** | **124** | **125** | **126** | **127** | **128** | **129** | **130** | **131** | **132** | **133** | **134** | **135** | **136** | **137** | **138** | **139** | **140** | **141** | **142** | **143** | **144** | **145** | **146** | **147** | **148** | **149** | **150** | **151** | **152** | **153** | **154** | **155** | **156** | **157** | **158** | **159** | **160** | **161** | **162** | **163** | **164** | **165** | **166** | **167** | **168** | **169** | **170** | **171** | **172** | **173** | **174** | **175** | **176** | **177** | **178** | **179** | **180** | **181** | **182** | **183** | **184** | **185** | **186** | **187** | **188** | **189** | **190** | **191** | **192** | **193** | **194** | **195** | **196** | **197** | **198** | **199** | **200** | **201** | **202** | **203** | **204** | **205** | **206** | **207** | **208** | **209** | **210** | **211** | **212** | **213** | **214** | **215** | **216** | **217** | **218** | **219** | **220** | **221** | **222** | **223** | **224** | **225** | **226** | **227** | **228** | **229** | **230** | **231** | **232** | **233** | **234** | **235** | **236** | **237** | **238** | **239** | **240** | **241** | **242** | **243** | **244** | **245** | **246** | **247** | **248** | **249** | **250** | **251** | **252** | **253** | **254** | **255** | **256** | **257** | **258** | **259** | **260** | **261** | **262** | **263** | **264** | **265** | **266** | **267** | **268** | **269** | **270** | **271** | **272** | **273** | **274** | **275** | **276** | **277** | **278** | **279** | **280** | **281** | **282** | **283** | **284** | **285** | **286** | **287** | **288** | **289** | **290** | **291** | **292** | **293** | **294** | **295** | **296** | **297** | **298** | **299** | **300** | **301** | **302** | **303** | **304** | **305** | **306** | **307** | **308** | **309** | **310** | **311** | **312** | **313** | **314** | **315** | **316** | **317** | **318** | **319** | **320** | **321** | **322** | **323** | **324** | **325** | **326** | **327** | **328** | **329** | **330** | **331** | **332** | **333** | **334** | **335** | **336** | **337** | **338** | **339** | **340** | **341** | **342** | **343** | **344** | **345** | **346** | **347** | **348** | **349** | **350** | **351** | **352** | **353** | **354** | **355** | **356** | **357** | **358** | **359** | **360** | **361** | **362** | **363** | **364** | **365** | **366** | **367** | **368** | **369** | **370** | **371** | **372** | **373** | **374** | **375** | **376** | **377** | **378** | **379** | **380** | **381** | **382** | **383** | **384** | **385** | **386** | **387** | **388** | **389** | **390** | **391** | **392** | **393** | **394** | **395** | **396** | **397** | **398** | **399** | **400** | **401** | **402** | **403** | **404** | **405** | **406** | **407** | **408** | **409** | **410** | **411** | **412** | **413** | **414** | **415** | **416** | **417** | **418** | **419** | **420** | **421** | **422** | **423** | **424** | **425** | **426** | **427** | **428** | **429** | **430** | **431** | **432** | **433** | **434** | **435** | **436** | **437** | **438** | **439** | **440** | **441** | **442** | **443** | **444** | **445** | **446** | **447** | **448** | **449** | **450** | **451** | **452** | **453** | **454** | **455** | **456** | **457** | **458** | **459** | **460** | **461** | **462** | **463** | **464** | **465** | **466** | **467** | **468** | **469** | **470** | **471** | **472** | **473** | **474** | **475** | **476** | **477** | **478** | **479** | **480** | **481** | **482** | **483** | **484** | **485** | **486** | **487** | **488** | **489** | **490** | **491** | **492** | **493** | **494** | **495** | **496** | **497** | **498** | **499** | **500** | **501** | **502** | **503** | **504** | **505** | **506** | **507** | **508** | **509** | **510** | **511** | **512** | **513** | **514** | **515** | **516** | **517** | **518** | **519** | **520** | **521** | **522** | **523** | **524** | **525** | **526** | **527** | **528** | **529** | **530** | **531** | **532** | **533** | **534** | **535** | **536** | **537** | **538** | **539** | **540** | **541** | **542** | **543** | **544** | **545** | **546** | **547** | **548** | **549** | **550** | **551** | **552** | **553** | **554** | **555** | **556** | **557** | **558** | **559** | **560** | **561** | **562** | **563** | **564** | **565** | **566** | **567** | **568** | **569** | **570** | **571** | **572** | **573** | **574** | **575** | **576** | **577** | **578** | **579** | **580** | **581** | **582** | **583** | **584** | **585** | **586** | **587** | **588** | **589** | **590** | **591** | **592** | **593** | **594** | **595** | **596** | **597** | **598** | **599** | **600** | **601** | **602** | **603** | **604** | **605** | **606** | **607** | **608** | **609** | **610** | **611** | **612** | **613** | **614** | **615** | **616** | **617** | **618** | **619** | **620** | **621** | **622** | **623** | **624** | **625** | **626** | **627** | **628** | **629** | **630** | **631** | **632** | **633** | **634** | **635** | **636** | **637** | **638** | **639** | **640** | **641** | **642** | **643** | **644** | **645** | **646** | **647** | **648** | **649** | **650** | **651** | **652** | **653** | **654** | **655** | **656** | **657** | **658** | **659** | **660** | **661** | **662** | **663** | **664** | **665** | **666** | **667** | **668** | **669** | **670** | **671** | **672** | **673** | **674** | **675** | **676** | **677** | **678** | **679** | **680** | **681** | **682** | **683** | **684** | **685** | **686** | **687** | **688** | **689** | **690** | **691** | **692** | **693** | **694** | **695** | **696** | **697** | **698** | **699** | **700** | **701** | **702** | **703** | **704** | **705** | **706** | **707** | **708** | **709** | **710** | **711** | **712** | **713** | **714** | **715** | **716** | **717** | **718** | **719** | **720** | **721** | **722** | **723** | **724** | **725** | **726** | **727** | **728** | **729** | **730** | **731** | **732** | **733** | **734** | **735** | **736** | **737** | **738** | **739** | **740** | **741** | **742** | **743** | **744** | **745** | **746** | **747** | **748** | **749** | **750** | **751** | **752** | **753** | **754** | **755** | **756** | **757** | **758** | **759** | **760** | **761** | **762** | **763** | **764** | **765** | **766** | **767** | **768** | **769** | **770** | **771** | **772** | **773** | **774** | **775** | **776** | **777** | **778** | **779** | **780** | **781** | **782** | **783** | **784** | **785** | **786** | **787** | **788** | **789** | **790** | **791** | **792** | **793** | **794** | **795** | **796** | **797** | **798** | **799** | **800** | **801** | **802** | **803** | **804** | **805** | **806** | **807** | **808** | **809** | **810** | **811** | **812** | **813** | **814** | **815** | **816** | **817** | **818** | **819** | **820** | **821** | **822** | **823** | **824** | **825** | **826** | **827** | **828** | **829** | **830** | **831** | **832** | **833** | **834** | **835** | **836** | **837** | **838** | **839** | **840** | **841** | **842** | **843** | **844** | **845** | **846** | **847** | **848** | **849** | **850** | **851** | **852** | **853** | **854** | **855** | **856** | **857** | **858** | **859** | **860** | **861** | **862** | **863** | **864** | **865** | **866** | **867** | **868** | **869** | **870** | **871** | **872** | **873** | **874** | **875** | **876** | **877** | **878** | **879** | **880** | **881** | **882** | **883** | **884** | **885** | **886** | **887** | **888** | **889** | **890** | **891** | **892** | **893** | **894** | **895** | **896** | **897** | **898** | **899** | **900** | **901** | **902** | **903** | **904** | **905** | **906** | **907** | **908** | **909** | **910** | **911** | **912** | **913** | **914** | **915** | **916** | **917** | **918** | **919** | **920** | **921** | **922** | **923** | **924** | **925** | **926** | **927** | **928** | **929** | **930** | **931** | **932** | **933** | **934** | **935** | **936** | **937** | **938** | **939** | **940** | **941** | **942** | **943** | **944** | **945** | **946** | **947** | **948** | **949** | **950** | **951** | **952** | **953** | **954** | **955** | **956** | **957** | **958** | **959** | **960** | **961** | **962** | **963** | **964** | **965** | **966** | **967** | **968** | **969** | **970** | **971** | **972** | **973** | **974** | **975** | **976** | **977** | **978** | **979** | **980** | **981** | **982** | **983** | **984** |

Main tables

1. Tabella KKS

Parzialmente aggiornata dal collegamento col CAM. Il resto (set-point e regolatore) inserito manualmente.

1LBA01AA001	Valvola di regolazione fumi 1LBA01AA001
1LBA01DG001	Posizione valvola 1LBA01AA001
1MBA01AA151	Valvola 1MBA01AA151
1MBA01DG151	Posizione valvola 1MBA01AA151
1MBP01CT001	Temperatura uscita acqua 1MBP01CT001
1MBP01SP001	Set-point temperatura acqua

Figura 227: Tabella KKS

2. Siemens Pages

Contiene i KKS della documentazione di riferimento.

Il campo PN indica la pagina della documentazione originale, il campo UR (Utilized Revision) il numero di revisione in uso mentre OR (Obtainable Revision) il numero di revisione ottenibile.

KKS	PN	Rego task	Sim level	FP	Description	FKZ	Type	UR	UR Date	OR	OR Date	Note
1MBP01CT001	01	bath01	FS		<input checked="" type="checkbox"/> Temp H2O uscita	99A	Meas	0	/05/2006			
1MBA01AA151	01	bath01	FS		<input checked="" type="checkbox"/> Serranda regolazione temp uscita	99A	Act	0	/05/2006			
1MBA01DG151	01	bath01	FS		<input checked="" type="checkbox"/> Posizione valv 1MBA01AA151	99A	Meas	0	/05/2006			
1LBA01DG001	01	bath01	FS		<input checked="" type="checkbox"/> Posizione valv 1MBA01AA001	99A	Meas	0	/05/2006			
1LBA01AA001	01	bath01	FS		<input checked="" type="checkbox"/> Valvola H2O Manuale	99A	Act	0	/05/2006			
1MBP01SP001	01	bath01	FS		<input checked="" type="checkbox"/> Set-point temperatura H2O	99A	Setp	0	/05/2006			
*												

Figura 228: Tabella Siemens pages

Le prime due tabelle qui indicate possono essere popolate anche in fase preliminare di costruzione del simulatore, basandosi sulla documentazione originale.

3. Rego Pages

Contiene l'elenco delle pagine di regolazione.

Diagram	RegoTask	Devel date	Developer	Rel	U	Test date	Tester	Note
H001	bath01			0				
H002	bath01			0				
H003	bath01			0				
H004	bath01			0				
H005	bath01			0				
*								

Figura 229: Tabella Rego pages

4. Siemens Pages / Rego Pages (SP/RP)

Contiene i riferimenti tra la documentazione e la pagine REGO.

KKS code	Page number	Diagram name
1MBP01CT001	01	H001
1MBA01AA151	01	H002
1MBP01SP001	01	H003
1MBA01DG151	01	H004
1LBA01DG001	01	H004
1LBA01AA001	01	H005
*		

Figura 230: Tabella Siemens Page/Rego pages

5. Siemens Pages / Simulation Rule References (SP/SRR)

Vengono assegnate le regole di simulazione alle pagine Siemens (KKS)

KKS code	Page number	Simulation rule reference	Note
1MBP01CT001	01	AD_HOC	Omessa misura doppia

Figura 231: Tabella Rego pages

6. Control Windows

Contiene le informazioni necessarie per la costruzione delle CW.

Nel caso in esame dovremo costruire 6 stazioni suddivise come segue:

- 2 Misuratori di posizione
- 2 Valvole
- 1 Set-point
- 1 Misuratore di Temperatura

Generalmente una stazione viene identificata con una stringa di tipo *O_KKS*, mentre per indicare una malfunzione (si veda di seguito) si usa una stringa di tipo *F_KKS*.

Una stazione di controllo (CW) comunica con almeno una quarantina di variabili delle pagine di regolazione. Gli sviluppatori del software hanno ideato un meccanismo per la generazione automatica delle connessioni tramite l'utilizzo di nomi pubblici (tipo KKS vedi capitolo 1.4.2.2) La sintassi per i nomi delle variabili di regolazione qui impiegate è la seguente:

AABBCC - DDDDEEFF - GGGG	
(Es: 0702BA - H00202BA - BATH)	
AABBCC:	TAG_MOD + TAG_PAG + TAG_TASK
DDDDEEFF:	NOME_PAG + TAG_PAG + TAG_TASK
GGGG:	NOME_TASK

Il TAG del modulo (TAG_MOD) si può leggere direttamente sul modulo attivando il comando **Set visual mode** dal menù **Option** della pagina che contiene il modulo e poi scegliendo per **Display Reg** il valore **Modul** nella finestra aperta.



Figura 232: Display reg

Del nome della task (NOME_TASK) vengono letti solo i primi 4 caratteri per cui nel nostro caso si devono scrivere solo questi omettendo i caratteri *01*. Il prefisso *r_* viene omesso per le ragioni spiegate sopra.

Le classi (o tipi) di stazioni vanno scelte in base all'oggetto rappresentato. Nel nostro caso useremo 3 classi di stazioni:

- **DKR1I** per le stazioni di attuazione
- **DGWI** per le stazioni di misura
- **DBRI** per le stazioni di set-point

I campi richiesti nella sottotabella variano in base alla classe di stazione impostata. Quindi la sottotabella che si apre sarà diversa per i diversi tipi di stazione.

I campi contenuti nelle diverse sotto-tabelle sono qui descritti:

Sotto-tabella per la **classe DKR1I**:

- ISTSTA: pagina di Malfunzione che vogliamo collegare, richiamata dalla stazione madre (uguale al nome della pagina Siemens con prefisso *F_*)
- S531: nome variabile attuatore, utilizzato per l'aggancio con il modulo LEGOCAD®
- S580: nome variabile Continous Controller⁷⁶
- SERR: nome variabile errore uscita Sommatore
- KKS_ACT: KKS attuatore
- KK_MEAS: KKS misura di posizione
- MEDIA: colore per l'animazione (standard per l'aria LBlue_sim)
- COE: coefficienti additivi (ADD) e moltiplicativi (MOL) generalmente impostati a 0 e 1.

Sotto-tabella per la **classe DGWI**:

- ISTSTA: pagina di Malfunzione che vogliamo collegare, richiamata dalla stazione madre (uguale al nome della pagina Siemens con prefisso *F_*)
- S531: nome variabile attuatore
- UNIMIS: unità di misura⁷⁷
- KK_MEAS: KKS misura di posizione
- YMARCH: posizione sulla barra di misura (impostare a 225 se si vuole nascondere)
- COLMARK: colore per la posizione YMARCH corrispondente
- HIGH_LIM: limite superiore
- LOW_LIM: limite inferiore

Sotto-tabella per la **classe DBRI**:

- S087: nome variabile set-point adjuster
- KKS_SPC: KKS set-point adjuster O-SPC
- OFFSET: termine additivo per la conversione di unità di misura del segnale proveniente dal processo
- SCAL: coefficiente moltiplicativo per la conversione sopra
- HIGH_LIM: limite superiore
- LOW_LIM: limite inferiore
- UNIMIS: unità di misura

Per una descrizione più accurata e per un elenco completo delle classi si veda Rizzo[34].

La tabella ***Malfunctions*** contiene le informazioni necessarie per l'attivazioni delle malfunzioni.

Per motivi legati all'aggiornamento del software, in questa tabella la classe DGWI è stata sostituita con la più attempata ma tutto sommato equivalente DGWM (4).

⁷⁶ Mentre la stazione si collega al CC, la malfunzione si connette al CD

⁷⁷ Le unità di misura per la stazione di posizione sono sempre in % (mai in p.u.).

Si noti come per il set-point non siano state inserite malfunzioni non essendo sottoposto a rischi di ingrippaggio o rottura.

Si noti anche come la pagina di regolazione della valvola acqua 1LBA01AA001 non sia stata inserita nel DB in quanto non necessaria. Per predisporla per il DB dobbiamo aggiungere una variabile che rappresenti in modo fittizio l'errore. Aggiungiamo alla pagina un diramatore ponendo a zero la sua variabile di uscita.

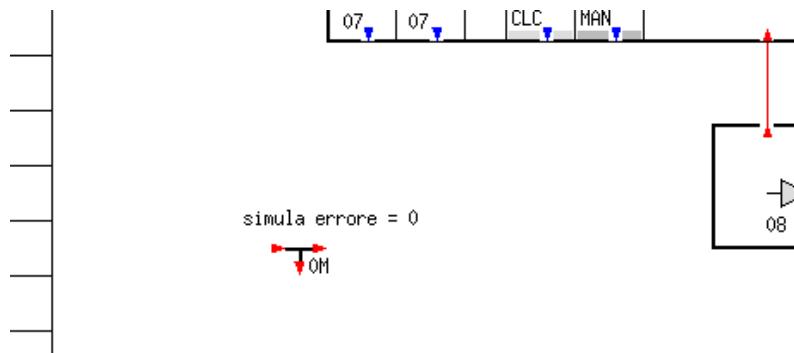


Figura 233: Rappresentazione dell'errore

Di seguito vengono riportati i record inseriti.

Control Windows																																					
KKS_type		Sim	Description	Developer	Devel date																																
1MBP01CT001_DGW1		<input checked="" type="checkbox"/> Temp USC H2O																																			
Tester	Test date	SP KKS code	SP PN	Note	H1 H2 H3 H4 H5 H6 AH																																
		1MBP01CT001	01		-1 -1 -1 -1 -1 -1																																
Module Tag		Rego Page Tag		Malfunction																																	
06		01																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">ISTSTA</th> <th style="width: 25%;">S531</th> <th style="width: 25%;">UNIMIS</th> <th style="width: 25%;">KKS MEAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F_1MBP01CT001</td> <td>0601BA-H00101BA-BATH</td> <td>C</td> <td>1MBP01CT001</td> </tr> <tr> <td>YMARK01</td> <td>COLMARK01</td> <td>YMARK02</td> <td>COLMARK02</td> </tr> <tr> <td>225</td> <td>#02029797a4a4</td> <td>225</td> <td>#02029797a4a4</td> </tr> <tr> <td>YMARK03</td> <td>COLMARK03</td> <td>YMARK04</td> <td>COLMARK04</td> </tr> <tr> <td>225</td> <td>#02029797a4a4</td> <td>225</td> <td>#02029797a4a4</td> </tr> <tr> <td>HIGH_LIM</td> <td>LOW_LIM</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>0</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						ISTSTA	S531	UNIMIS	KKS MEAS	F_1MBP01CT001	0601BA-H00101BA-BATH	C	1MBP01CT001	YMARK01	COLMARK01	YMARK02	COLMARK02	225	#02029797a4a4	225	#02029797a4a4	YMARK03	COLMARK03	YMARK04	COLMARK04	225	#02029797a4a4	225	#02029797a4a4	HIGH_LIM	LOW_LIM			100	0		
ISTSTA	S531	UNIMIS	KKS MEAS																																		
F_1MBP01CT001	0601BA-H00101BA-BATH	C	1MBP01CT001																																		
YMARK01	COLMARK01	YMARK02	COLMARK02																																		
225	#02029797a4a4	225	#02029797a4a4																																		
YMARK03	COLMARK03	YMARK04	COLMARK04																																		
225	#02029797a4a4	225	#02029797a4a4																																		
HIGH_LIM	LOW_LIM																																				
100	0																																				
Record: < < 5 > >> >>> di 114																																					

Malfunctions																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">CLASS</th> <th style="width: 25%;">Description</th> <th style="width: 25%;">KKS</th> <th style="width: 25%;">TASK</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TEMP USC H2O</td> <td></td> <td>1MBP01CT001</td> <td>BATH01</td> </tr> <tr> <td colspan="2">COD REG VAR PRIMARIA</td> <td>COD REG VAR SECONDARIA</td> <td>COD REG VAR SECONDARIA</td> </tr> <tr> <td colspan="2">0601BA-H00101BA-BATH</td> <td>0601BA-H00101BA-BATH</td> <td>0601BA-H00101BA-BATH</td> </tr> <tr> <td colspan="2">COD REG VAR SECONDARIA :</td> <td>COD REG VAR SECONDARIA :</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">0601BA-H00101BA-BATH</td> <td>0601BA-H00101BA-BATH</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						CLASS	Description	KKS	TASK	TEMP USC H2O		1MBP01CT001	BATH01	COD REG VAR PRIMARIA		COD REG VAR SECONDARIA	COD REG VAR SECONDARIA	0601BA-H00101BA-BATH		0601BA-H00101BA-BATH	0601BA-H00101BA-BATH	COD REG VAR SECONDARIA :		COD REG VAR SECONDARIA :		0601BA-H00101BA-BATH		0601BA-H00101BA-BATH	
CLASS	Description	KKS	TASK																										
TEMP USC H2O		1MBP01CT001	BATH01																										
COD REG VAR PRIMARIA		COD REG VAR SECONDARIA	COD REG VAR SECONDARIA																										
0601BA-H00101BA-BATH		0601BA-H00101BA-BATH	0601BA-H00101BA-BATH																										
COD REG VAR SECONDARIA :		COD REG VAR SECONDARIA :																											
0601BA-H00101BA-BATH		0601BA-H00101BA-BATH																											
Record: < < 1 > >> >>> di 1 (Filtrati)																													

- [o Tasks](#)
- [hierarchy](#)
- [archy file](#)
- [Updating](#)
- [erarchy file](#)
- [» Indentation](#)

Figura 234: Rappresentazione dell'errore

Control Windows				Utility																									
KKS_type	Sim	Description	Developer	Devel date																									
1LBA01AA001_DKR1I	<input checked="" type="checkbox"/>	VALV H2O MAN																											
Tester	Test date	SP KKS code	SP PN	Note	H1 H2 H3 H4 H5 H6 AH																								
		1LBA01AA001	01		-1 -1 -1 -1 -1 -1																								
Module Tag	Rego Page Tag	Malfunction																											
07	05																												
<table border="1"> <tr> <td>ISTSTA</td> <td>S531</td> <td>S580</td> </tr> <tr> <td>F_1LBA01AA001</td> <td>0C04BA-H00404BA-BATH</td> <td>0705BA-H00505BA-BATH</td> </tr> <tr> <td>SERR</td> <td>KKS_ACT</td> <td>KKS_MEAS</td> </tr> <tr> <td>U10M05BA-H00505BA-BATH</td> <td>1LBA01AA001</td> <td>1LBA01DG001</td> </tr> <tr> <td>MEDIA</td> <td>COE_MOL_ERR</td> <td>COE_ADD_ERR</td> </tr> <tr> <td>LBlue_sim</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>COE MOL MIS</td> <td>COE ADD MIS</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td></td> </tr> </table>						ISTSTA	S531	S580	F_1LBA01AA001	0C04BA-H00404BA-BATH	0705BA-H00505BA-BATH	SERR	KKS_ACT	KKS_MEAS	U10M05BA-H00505BA-BATH	1LBA01AA001	1LBA01DG001	MEDIA	COE_MOL_ERR	COE_ADD_ERR	LBlue_sim	1	0	COE MOL MIS	COE ADD MIS		1	0	
ISTSTA	S531	S580																											
F_1LBA01AA001	0C04BA-H00404BA-BATH	0705BA-H00505BA-BATH																											
SERR	KKS_ACT	KKS_MEAS																											
U10M05BA-H00505BA-BATH	1LBA01AA001	1LBA01DG001																											
MEDIA	COE_MOL_ERR	COE_ADD_ERR																											
LBlue_sim	1	0																											
COE MOL MIS	COE ADD MIS																												
1	0																												
Record:	< <	1	> >	►*	di 115																								

Malfunctions																											
<table border="1"> <tr> <th>CLASS</th> <th>Description</th> <th>KKS</th> <th>TASK</th> </tr> <tr> <td>5</td> <td>VALV H2O MAN</td> <td>1LBA01AA001</td> <td>BATH01</td> </tr> <tr> <td>COD REG VAR PRIMARIA</td> <td>COD REG VAR SECONDARIA</td> <td>COD REG VAR SECONDARIA</td> <td>COD REG VAR SECONDARIA</td> </tr> <tr> <td>0805BA-H00404BA-BATH</td> <td>0805BA-H00404BA-BATH</td> <td>0805BA-H00404BA-BATH</td> <td>0805BA-H00404BA-BATH</td> </tr> <tr> <td>COD REG VAR SECONDARIA</td> <td>COD REG VAR SECONDARIA</td> <td>COD REG VAR SECONDARIA</td> <td>COD REG VAR SECONDARIA</td> </tr> <tr> <td>0805BA-H00404BA-BATH</td> <td>0805BA-H00404BA-BATH</td> <td>0805BA-H00404BA-BATH</td> <td>0805BA-H00404BA-BATH</td> </tr> </table>				CLASS	Description	KKS	TASK	5	VALV H2O MAN	1LBA01AA001	BATH01	COD REG VAR PRIMARIA	COD REG VAR SECONDARIA	COD REG VAR SECONDARIA	COD REG VAR SECONDARIA	0805BA-H00404BA-BATH	0805BA-H00404BA-BATH	0805BA-H00404BA-BATH	0805BA-H00404BA-BATH	COD REG VAR SECONDARIA	0805BA-H00404BA-BATH	0805BA-H00404BA-BATH	0805BA-H00404BA-BATH	0805BA-H00404BA-BATH			
CLASS	Description	KKS	TASK																								
5	VALV H2O MAN	1LBA01AA001	BATH01																								
COD REG VAR PRIMARIA	COD REG VAR SECONDARIA	COD REG VAR SECONDARIA	COD REG VAR SECONDARIA																								
0805BA-H00404BA-BATH	0805BA-H00404BA-BATH	0805BA-H00404BA-BATH	0805BA-H00404BA-BATH																								
COD REG VAR SECONDARIA	COD REG VAR SECONDARIA	COD REG VAR SECONDARIA	COD REG VAR SECONDARIA																								
0805BA-H00404BA-BATH	0805BA-H00404BA-BATH	0805BA-H00404BA-BATH	0805BA-H00404BA-BATH																								
Record:	< <	1	> >	►*	di 1 (Filtrati)																						

Figura 235: Rappresentazione dell'errore

Control Windows		Utility	
KKS_type	Sim	Description	Developer
1LBA01DG001_DGW1	<input checked="" type="checkbox"/>	POS VALV 1LBA01AA001	
Tester	Test date	SP KKS code	SP PN
		1LBA01DG001	01
Note	H1 H2 H3 H4 H5 H6 AH		
	-1 -1 -1 -1 -1 -1		
Module Tag	Rego Page Tag	Malfunction	
0C	04		
ISTSTA	5531	UNIMIS	KKS MEAS
F_1LBA01DG001	0C04BA-H00404BA-BATH	%	1LBA01DG001
YMARK01	COLMARK01	YMARK02	COLMARK02
225	#02029797a4a4	225	#02029797a4a4
YMARK03	COLMARK03	YMARK04	COLMARK04
225	#02029797a4a4	225	#02029797a4a4
HIGH_LIM	LOW_LIM		
100	0		
Record: ◀ ◀ 2 ▶ ▶ ▶* di 114			

Malfunctions		Tasks	
CLASS	Description	KKS	TASK
	POS VALV 1LBA01AA001	1LBA01DG001	BATH01
COD REG VAR PRIMARIA	COD REG VAR SECONDARIA	COD REG VAR SECONDARIA	COD REG VAR SECONDARIA
0C04BA-H00404BA-BATH	0C04BA-H00404BA-BATH	0C04BA-H00404BA-BATH	0C04BA-H00404BA-BATH
COD REG VAR SECONDARIA :	COD REG VAR SECONDARIA :	COD REG VAR SECONDARIA :	COD REG VAR SECONDARIA :
0C04BA-H00404BA-BATH	0C04BA-H00404BA-BATH	0C04BA-H00404BA-BATH	0C04BA-H00404BA-BATH
Record: ◀ ◀ 1 ▶ ▶ ▶* di 1 (Filtrati)			

Figura 236: Rappresentazione dell'errore

Control Windows		Utility																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">KKS_type</td> <td style="width: 15%;">Sim</td> <td style="width: 15%;">Description</td> <td style="width: 15%;">Developer</td> <td style="width: 15%;">Devel date</td> <td style="width: 15%;"></td> </tr> <tr> <td>1MBA01AA151_DKR11</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>VALV REG T H20</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tester</td> <td>Test date</td> <td>SP KKS code</td> <td>SP PN</td> <td>Note</td> <td>H1 H2 H3 H4 H5 H6 AH</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>1MBA01AA151</td> <td>01</td> <td></td> <td>-1 -1 -1 -1 -1 -1</td> </tr> <tr> <td>Module Tag</td> <td>Rego Page Tag</td> <td colspan="4" style="text-align: right; padding-right: 10px;">Malfunction</td> </tr> <tr> <td>07</td> <td>02</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="padding: 10px;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">ISTSTA</td> <td style="width: 33%;">S531</td> <td style="width: 33%;">S580</td> </tr> <tr> <td>F_1MBA01AA151</td> <td>0604BA-H00404BA-BATH</td> <td>0702BA-H00202BA-BATH</td> </tr> <tr> <td>SERR</td> <td>KKS_ACT</td> <td>KKS_MEAS</td> </tr> <tr> <td>UU0B02BA-H00202BA-BATH</td> <td>1MBA01AA151</td> <td>1MBA01DG151</td> </tr> <tr> <td>MEDIA</td> <td>COE_MOL_ERR</td> <td>COE_ADD_ERR</td> </tr> <tr> <td>LBlue_sim</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>COE MOL MIS</td> <td>COE ADD MIS</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td></td> </tr> </table> </td> </tr> </table>			KKS_type	Sim	Description	Developer	Devel date		1MBA01AA151_DKR11	<input checked="" type="checkbox"/>	VALV REG T H20				Tester	Test date	SP KKS code	SP PN	Note	H1 H2 H3 H4 H5 H6 AH			1MBA01AA151	01		-1 -1 -1 -1 -1 -1	Module Tag	Rego Page Tag	Malfunction				07	02					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">ISTSTA</td> <td style="width: 33%;">S531</td> <td style="width: 33%;">S580</td> </tr> <tr> <td>F_1MBA01AA151</td> <td>0604BA-H00404BA-BATH</td> <td>0702BA-H00202BA-BATH</td> </tr> <tr> <td>SERR</td> <td>KKS_ACT</td> <td>KKS_MEAS</td> </tr> <tr> <td>UU0B02BA-H00202BA-BATH</td> <td>1MBA01AA151</td> <td>1MBA01DG151</td> </tr> <tr> <td>MEDIA</td> <td>COE_MOL_ERR</td> <td>COE_ADD_ERR</td> </tr> <tr> <td>LBlue_sim</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>COE MOL MIS</td> <td>COE ADD MIS</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td></td> </tr> </table>						ISTSTA	S531	S580	F_1MBA01AA151	0604BA-H00404BA-BATH	0702BA-H00202BA-BATH	SERR	KKS_ACT	KKS_MEAS	UU0B02BA-H00202BA-BATH	1MBA01AA151	1MBA01DG151	MEDIA	COE_MOL_ERR	COE_ADD_ERR	LBlue_sim	1	0	COE MOL MIS	COE ADD MIS		1	0	
KKS_type	Sim	Description	Developer	Devel date																																																																
1MBA01AA151_DKR11	<input checked="" type="checkbox"/>	VALV REG T H20																																																																		
Tester	Test date	SP KKS code	SP PN	Note	H1 H2 H3 H4 H5 H6 AH																																																															
		1MBA01AA151	01		-1 -1 -1 -1 -1 -1																																																															
Module Tag	Rego Page Tag	Malfunction																																																																		
07	02																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">ISTSTA</td> <td style="width: 33%;">S531</td> <td style="width: 33%;">S580</td> </tr> <tr> <td>F_1MBA01AA151</td> <td>0604BA-H00404BA-BATH</td> <td>0702BA-H00202BA-BATH</td> </tr> <tr> <td>SERR</td> <td>KKS_ACT</td> <td>KKS_MEAS</td> </tr> <tr> <td>UU0B02BA-H00202BA-BATH</td> <td>1MBA01AA151</td> <td>1MBA01DG151</td> </tr> <tr> <td>MEDIA</td> <td>COE_MOL_ERR</td> <td>COE_ADD_ERR</td> </tr> <tr> <td>LBlue_sim</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>COE MOL MIS</td> <td>COE ADD MIS</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td></td> </tr> </table>						ISTSTA	S531	S580	F_1MBA01AA151	0604BA-H00404BA-BATH	0702BA-H00202BA-BATH	SERR	KKS_ACT	KKS_MEAS	UU0B02BA-H00202BA-BATH	1MBA01AA151	1MBA01DG151	MEDIA	COE_MOL_ERR	COE_ADD_ERR	LBlue_sim	1	0	COE MOL MIS	COE ADD MIS		1	0																																								
ISTSTA	S531	S580																																																																		
F_1MBA01AA151	0604BA-H00404BA-BATH	0702BA-H00202BA-BATH																																																																		
SERR	KKS_ACT	KKS_MEAS																																																																		
UU0B02BA-H00202BA-BATH	1MBA01AA151	1MBA01DG151																																																																		
MEDIA	COE_MOL_ERR	COE_ADD_ERR																																																																		
LBlue_sim	1	0																																																																		
COE MOL MIS	COE ADD MIS																																																																			
1	0																																																																			

| Record: |<|<|>|>>|*| di 115 | | |

Malfunctions		Utility																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">CLASS</td> <td style="width: 15%;">Description</td> <td style="width: 15%;">KKS</td> <td style="width: 15%;">TASK</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>VALV REG T H20</td> <td>1MBA01AA151</td> <td>BATH</td> </tr> <tr> <td>COD REG VAR PRIMARIA</td> <td>COD REG VAR SECONDARIA</td> <td>COD REG VAR SECONDARIA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0802BA-H00202BA-BATH</td> <td>0802BA-H00202BA-BATH</td> <td>0802BA-H00202BA-BATH</td> <td></td> </tr> <tr> <td>COD REG VAR SECONDARIA</td> <td>COD REG VAR SECONDARIA</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0802BA-H00202BA-BATH</td> <td>0802BA-H00202BA-BATH</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			CLASS	Description	KKS	TASK	<input checked="" type="checkbox"/>	VALV REG T H20	1MBA01AA151	BATH	COD REG VAR PRIMARIA	COD REG VAR SECONDARIA	COD REG VAR SECONDARIA		0802BA-H00202BA-BATH	0802BA-H00202BA-BATH	0802BA-H00202BA-BATH		COD REG VAR SECONDARIA	COD REG VAR SECONDARIA			0802BA-H00202BA-BATH	0802BA-H00202BA-BATH		
CLASS	Description	KKS	TASK																							
<input checked="" type="checkbox"/>	VALV REG T H20	1MBA01AA151	BATH																							
COD REG VAR PRIMARIA	COD REG VAR SECONDARIA	COD REG VAR SECONDARIA																								
0802BA-H00202BA-BATH	0802BA-H00202BA-BATH	0802BA-H00202BA-BATH																								
COD REG VAR SECONDARIA	COD REG VAR SECONDARIA																									
0802BA-H00202BA-BATH	0802BA-H00202BA-BATH																									
Record: < < > >> * di 1 (Filtrati)																										

Figura 237: Rappresentazione dell'errore

Control Windows		Utility																																
<input type="text" value="KKS_type"/> Sim Description Developer Devel date <input type="text" value="1MBA01DG151_DGWI"/> <input checked="" type="checkbox"/> POS VALV 1MBA01AA151 <input type="button" value="..."/> <input type="button" value="..."/>	Tester Test date SP KKS code SP PN Note H1 H2 H3 H4 H5 H6 AH <input type="button" value="..."/> <input type="text" value="1MBA01DG151"/> <input type="button" value="..."/> 01 <input type="text" value=""/> <input type="button" value="..."/> -1 -1 -1 -1 -1 -1	<input type="button" value="Malfunction"/>																																
Module Tag Rego Page Tag <input type="text" value="06"/> <input type="text" value="04"/>																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 25%;">ISTSTA</th> <th style="width: 25%;">S531</th> <th style="width: 25%;">UNIMIS</th> <th style="width: 25%;">KKS MEAS</th> </tr> <tr> <td>F_1MBA01DG151</td> <td>0604BA-H00404BA-BATH</td> <td>%</td> <td>1MBA01DG151</td> </tr> <tr> <td>YMARK01</td> <td>COLMARK01</td> <td>YMARK02</td> <td>COLMARK02</td> </tr> <tr> <td>225</td> <td>#02029797a4a4</td> <td>225</td> <td>#02029797a4a4</td> </tr> <tr> <td>YMARK03</td> <td>COLMARK03</td> <td>YMARK04</td> <td>COLMARK04</td> </tr> <tr> <td>225</td> <td>#02029797a4a4</td> <td>225</td> <td>#02029797a4a4</td> </tr> <tr> <td>HIGH_LIM</td> <td>LOW_LIM</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>0</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			ISTSTA	S531	UNIMIS	KKS MEAS	F_1MBA01DG151	0604BA-H00404BA-BATH	%	1MBA01DG151	YMARK01	COLMARK01	YMARK02	COLMARK02	225	#02029797a4a4	225	#02029797a4a4	YMARK03	COLMARK03	YMARK04	COLMARK04	225	#02029797a4a4	225	#02029797a4a4	HIGH_LIM	LOW_LIM			100	0		
ISTSTA	S531	UNIMIS	KKS MEAS																															
F_1MBA01DG151	0604BA-H00404BA-BATH	%	1MBA01DG151																															
YMARK01	COLMARK01	YMARK02	COLMARK02																															
225	#02029797a4a4	225	#02029797a4a4																															
YMARK03	COLMARK03	YMARK04	COLMARK04																															
225	#02029797a4a4	225	#02029797a4a4																															
HIGH_LIM	LOW_LIM																																	
100	0																																	
Record: <input type="button" value=" <"/> <input type="button" value="<"/> <input type="button" value="4"/> <input type="button" value=">"/> <input type="button" value=">>"/> <input type="button" value="*"/> di 114																																		

Malfunctions		Tasks
<input type="text" value="CLASS"/> Description KKS TASK <input type="button" value="..."/> POS VALV 1MBA01AA151 1MBA01DG151 BATH01		<i>hierarchy</i> <i>hierarchy file</i> <i>Updating</i> <i>Updating file</i> <i>Indication</i>
<input type="text" value="COD REG VAR PRIMARIA"/> 0604BA-H00404BA-BATH	<input type="text" value="COD REG VAR SECONDARIA"/> 0604BA-H00404BA-BATH	<input type="text" value="COD REG VAR SECONDARIA"/> 0604BA-H00404BA-BATH
<input type="text" value="COD REG VAR SECONDARIA :"/> 0604BA-H00404BA-BATH	<input type="text" value="COD REG VAR SECONDARIA :"/> 0604BA-H00404BA-BATH	
Record: <input type="button" value=" <"/> <input type="button" value="<"/> <input type="button" value="1"/> <input type="button" value=">"/> <input type="button" value=">>"/> <input type="button" value="*"/> di 1 (Filtrati)		

Figura 238: Rappresentazione dell'errore

Control Windows

KKS_type	Sim	Description	Developer	Devel date
1MBP01SP001_DBRI	<input checked="" type="checkbox"/>	SP TEMP H2O		
Tester	Test date	SP KKS code	SP PN	Note
		1MBP01SP001	01	
Module Tag	Rego Page Tag		H1 H2 H3 H4 H5 H6 AH	-1 -1 -1 -1 -1 -1
06	03			
S087	KKS_SPC			
0603BA-H00303BA-BATH	1MBP01SP001			
OFFSET	LOW_LIM			HIGH_LIM
0.	20.			60.
SCAL	UNMIS			
1.	C			

Record: **115** di 115

Figura 239: Tabella delle CW e Malfunzioni

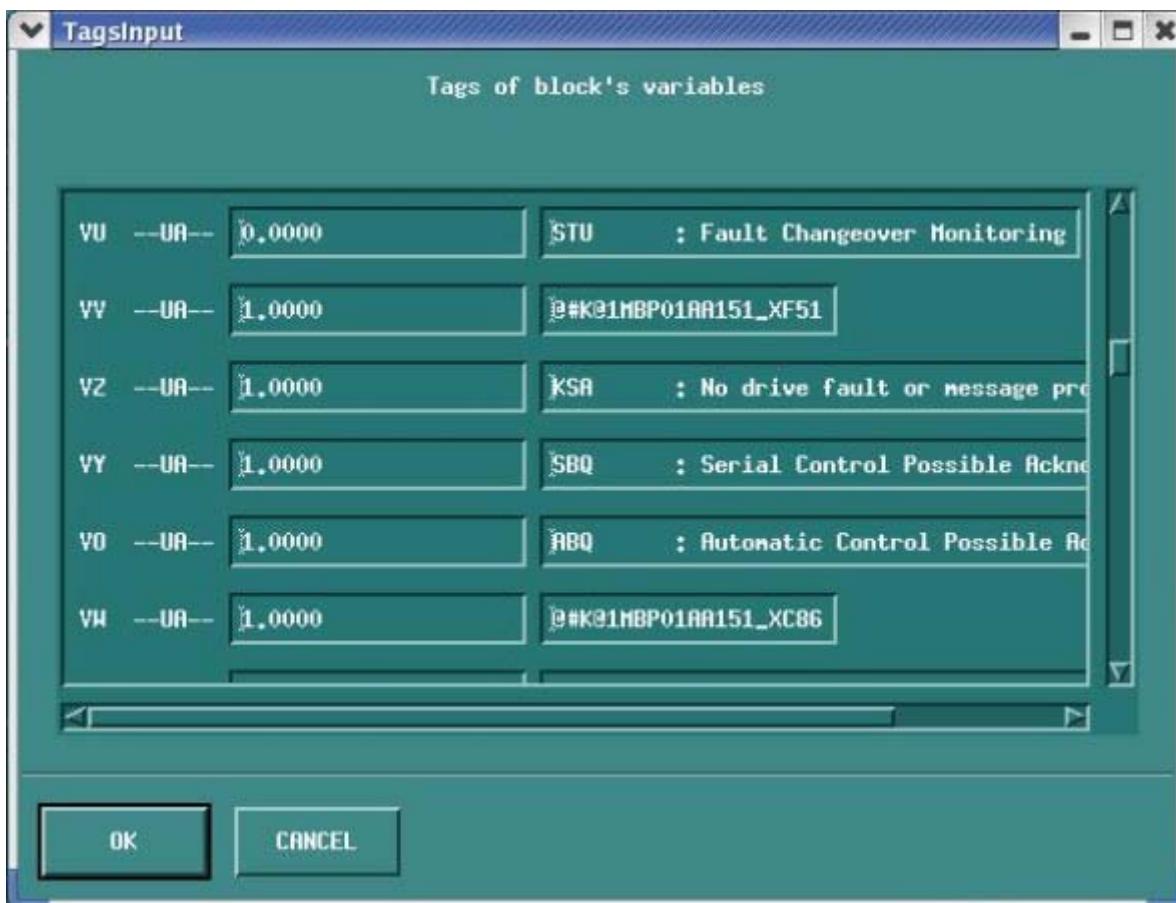
7. Alarms

Bisogna configurare gli allarmi che compariranno nello SCADA, inserendo:

- Allarmi di processo
- Allarmi di fault delle stazioni misuratore

Il primo passo è la lettura dei tag di allarme⁷⁸ dalle pagine di regolazione. In figura seguente è riportato l'esempio riguardante il CC di pagina H002.

⁷⁸ Per la determinazione dei tag si è fatto riferimento a Rizzo [34].


Figura 240 - Allarmi del modulo CC

Quindi si passa al riempimento della tabella Alarms utilizzando le informazioni raccolte.

Alarm tag	KKS	Type	FA	Rego task	CT1	CT2	Alarm status	ATT	CW code	PD code
1MBP01CT001_XH01	1MBP01CT001	P	HW	bath01	TEMP USC H2O	ALTA	YES	0	1MBP01CT001_DGW1	
1MBP01CT001_XH02	1MBP01CT001	A	HW	bath01	TEMP USC H2O	ALTISSIMA	YES	0	1MBP01CT001_DGW1	
1MBP01CT001_XZ01	1MBP01CT001	F	HW	bath01	OPER WIND	FAULT	YES	1	1MBP01CT001_DGW1	
►1MBA01AA151_XF51	1MBA01AA151	F	HW	bath01	OPER WIND	FAULT	YES	1	1MBA01AA151_DKR1I	
1MBA01AA151_XC86	1MBA01AA151	F	HW	bath01	OPER WIND	FAULT	YES	1	1MBA01AA151_DKR1I	
1MBP01SP001_XZ01	1MBP01SP001	F	HW	bath01	OPER WIND	FAULT	YES	1	1MBP01SP001_DBRI	
1MBA01DG151_XZ01	1MBA01DG151	F	HW	bath01	OPER WIND	FAULT	YES	1	1MBA01DG151_DGW1	
1LBA01DG001_XZ01	1LBA01DG001	F	HW	bath01	OPER WIND	FAULT	YES	1	1LBA01DG001_DGW1	
1LBA01AA001_XF51	1LBA01AA001	F	HW	bath01	OPER WIND	FAULT	YES	1	1LBA01AA001_DKR1I	
1LBA01AA001_XC86	1LBA01AA001	F	HW	bath01	OPER WIND	FAULT	YES	1	1LBA01AA001_DKR1I	
*										

Figura 241: Tabella Alarms

Segue una descrizione dei campi:

- TYPE: Tipo di allarme.

Alarm tag	KKS	Type	FA	Regola
1MBP01CT001_XH01	1MBP01CT001	F	Hw	bath01
1MBP01CT001_XH02	1MBP01CT001	A F	ALARM FAULT	
1MBP01CT001_XZ01	1MBP01CT001	P	PROTECTION	
1MBA01AA151_XF51	1MBA01AA151	S T	STATUS TOLERANCE	
1MBA01AA151_XC98	1MBA01AA151	F	Hw	bath01

Figura 242: Tabella Alarms

- ALARM: blocco o pericolo grave (altissimo livello)
- FAULT: anomalia di un elemento sottoposto a diagnostica
- PROTECTION: automatismo o alert su una variabile (alto livello, fuori range)
- STATUS: attributi degli allarmi⁷⁹
- TOLERANCE: segnalazione da una situazione di normalità
- CT1: Descrizione
- CT2: Deviazione
- ATT: Attivazione
- CW: Nome stazione di controllo

ATT è un campo bit di valore uguale al valore della variabile di allarme nel caso di funzionamento normale. Vale a dire che se un valore della variabile di allarme pari a 0 indica un allarme spento (funzionamento normale) mentre l'attivazione avviene per un valore 1, allora al campo ATT verrà assegnato il valore 0 (configurazione tipica per gli allarmi di processo); viceversa sarà assegnato il valore 1 quando l'allarme è attivato da un valore nullo della variabile (configurazione tipica per gli allarmi di fault).

L'attività di popolamento del DB dovrebbe essere condotta prima che siano realizzati gli schemi. In realtà di procede con la costruzione in parallelo di schemi e tabelle DB.

Inoltre, in fase di aggiornamento delle pagine di regolazione, è opportuno aggiornare contestualmente anche il DB.

H001	1MBP01CT001
H002	1MBP01AA151
H003	1MBP01SP001
H004	1MBA01DG151
H005	1LBA01DG001
	1LBA01AA001

⁷⁹ Questo dato va inserito per gli allarmi reali dell'impianto. Gli altri vengono originati dai progetti precedenti. Generalmente vanno inseriti gli allarmi simulati.

6.12 Creazione di MMI e SCADA

I PD vengono elaborati per mezzo del **config** lanciato dalla directory dove essi risiedono. Nella figura seguente è mostrato come, all'interno della directory **plant_displays**, essi siano suddivisi per area funzionale.

```
corso2:/home/corso2/sulcis2/plant_display > ls -o
totale 56
drwxr-xr-x  3 corso2      4096  4 apr 12:03 AL
drwxr-xr-x  3 corso2      4096  4 apr 12:03 AU
drwxr-xr-x  3 corso2      4096  4 apr 12:03 CFBC
drwxr-xr-x  3 corso2      4096  4 apr 12:03 CM
drwxr-xr-x  3 corso2      4096  4 apr 12:03 CO
-rw-r--r--  1 corso2      0 18 mag 15:09 config.log
-rw-r--r--  1 corso2     299 17 mag 14:45 Context.ctx
-rw-r--r--  1 corso2     483  4 apr 12:03 FileColoriDefault
-rw-r--r--  1 corso2     732  4 apr 12:03 FileFontsDefault
drwxr-xr-x  3 corso2      4096 18 mag 16:59 HW
drwxr-xr-x  3 corso2      4096  4 apr 12:03 LF
drwxr-xr-x  3 corso2      4096  4 apr 12:03 RC
drwxr-xr-x  3 corso2      4096  4 apr 12:03 SA
drwxr-xr-x  3 corso2      4096  4 apr 12:03 TU
drwxr-xr-x  3 corso2      4096  4 apr 12:03 VA
corso2:/home/corso2/sulcis2/plant_display >
```

Figura 243: La directory dei PD

6.12.1 Procedura preliminare

La procedura da seguire nel caso in esame è la seguente:

1. Copiare i files **FileColoriDefault** e **FileFontDefault** da una directory di un'altra area funzionale già rodata
2. Lanciare il **config** dalla directory **HW**
3. Eseguire il comando **Define Context** dal menu **File**

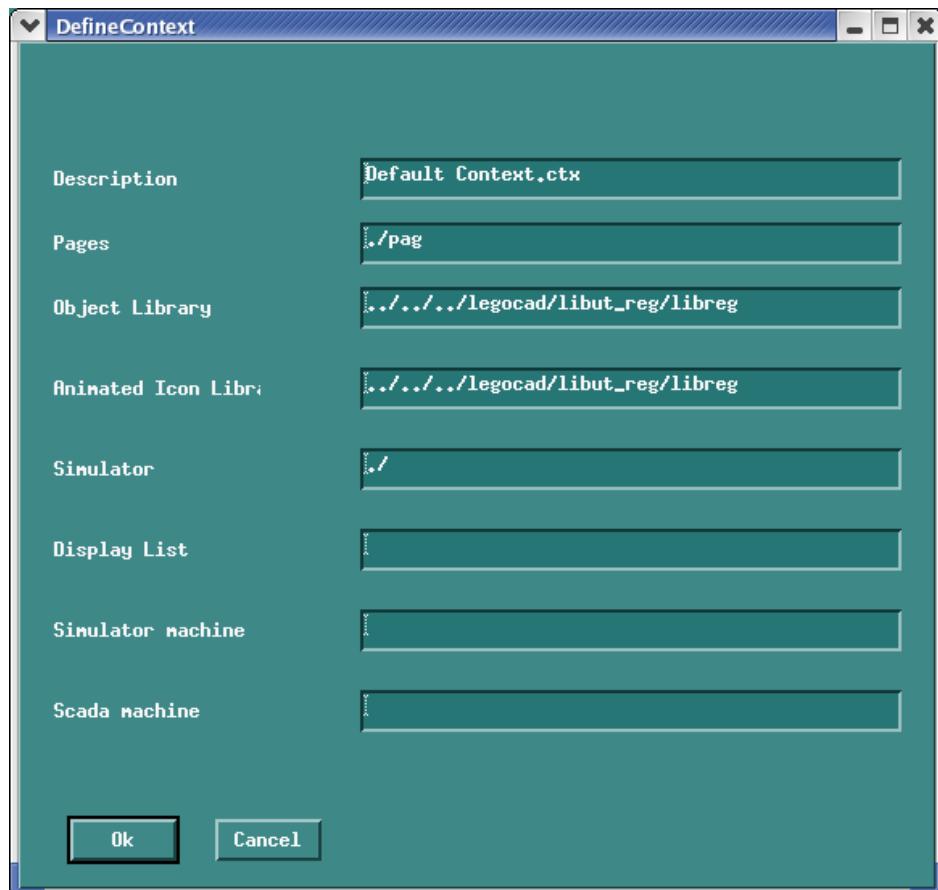


Figura 244: Finestra principale DefineContext

4. Importare le librerie (**Import->Library**):
 - a. DISPLAY
 - b. LIB_background: immagini di sfondo
 - c. P_* pictographs in vari colori
 - d. lib_indic indicatori
 - e. cai CAI
5. Importare una pagina da un'altra task (area funzionale) per utilizzarne il layout (**Import->Page**)

6.12.2 Costruzione dei sinottici e configurazione dei CAI

A questo punto siamo pronti per partire. La prima domanda da porsi è la seguente: quante pagine dovremmo costruire?

Il numero di pagine che è consigliabile utilizzare è 2 (è conveniente creare la seconda e le successive duplicando la pagina importata)

1. GENERALE (**M_S_GENERALE**): pagina in cui verranno collocati i salto pagina (indispensabile ai fini della generazione delle gerarchie)
2. TASK (**M_S_1LBA01EJ001**): pagina in cui verrà riprodotto uno schema della task di processo corredata dei pictograph animati e delle relative stazioni di controllo

La finestra principale del LEGOMMI si dovrebbe presentare in questa forma:

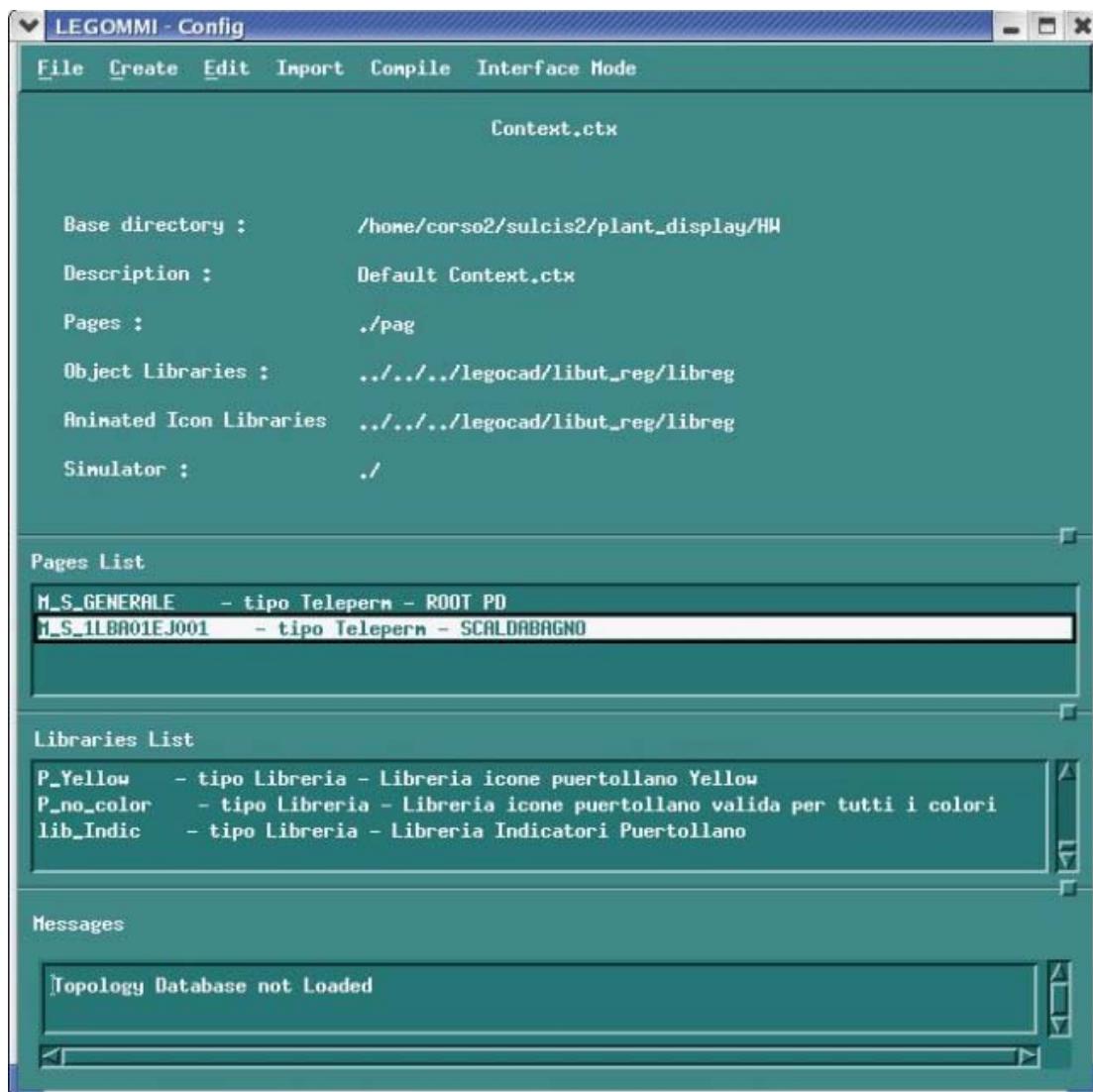


Figura 245: Finestra principale LegoMMI

Il sinottico **M_S_GENERALE**

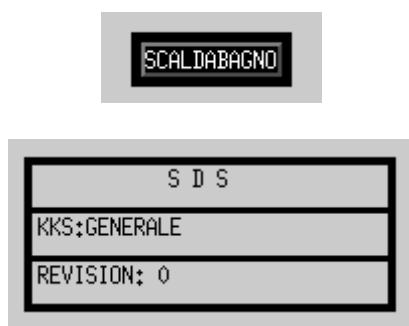
Dalla finestra di dialogo **Modify** si imposta la pagina, modificando opportunamente la gerarchia, in riferimento a quanto di seguito stabilito per la pagina M_S_1LBA01EJ001.



Figura 246: Dialog M_S_GENERALE

Dalla libreria *lib_indic* si instanziano un salto pagina e un cartiglio.⁸⁰

⁸⁰ In caso di errore “An error detected in input” cambiare il font in uno dei tipi supportati



Il sinottico M_S_1LBA01EJ001

Dalla finestra di dialogo **Modify** si imposta la pagina, modificando opportunamente la gerarchia in riferimento al valore attribuito al campo NUM_COD della tabella Functional Areas del DB dell'automazione.



Figura 247: Dialog M_S_1LBA01EJ001

In questa pagina andremo a costruire il sinottico del nostro simulatore, iniziando dalla definizione del background grafico.

Il primo passo consiste nell'impostazione di uno snap attraverso il comando **Set view->snap** dal menu **Option** della pagina. Si imposti il valore del passo per lo snap (**Snap value**) a 10. Si attivi la griglia col comando **Grid** e poi si apra il pannello di disegno mediante il comando **Draw** dal menu **Drawbackground**.

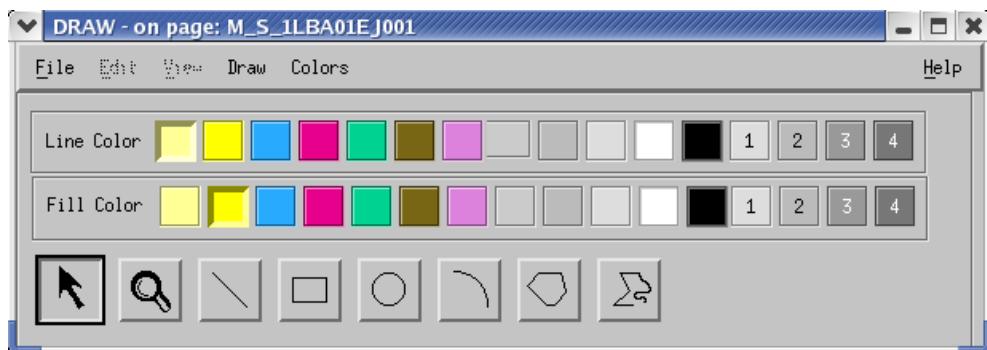


Figura 248 - Pannello comandi disegno background

Una volta disegnato uno schema per lo scambiatore e i tubi, instanziare i componenti da collegare al DB, iniziando dai 3 indicatori (2 di posizione valola e 1 di temperatura).

Dalla libreria *lib_indic* prelevare dal gruppo *DGWM* 3 indicatori di tipo *5.1* (5 cifre per la parte intera, 1 per la parte decimale), oppure prelevarne uno soltanto, configurarlo e poi crearne i duplicati necessari.

La configurazione degli indicatori consiste nella definizione dei tag di aggancio alle stazioni di controllo definite nel DB.

Nel **Resource editor** si acceda al pannello **Geometric** e si vadano ad impostare i valori di KKS.

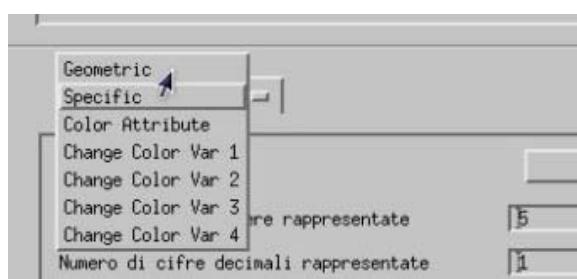


Figura 249: Accesso al pannello Geometric

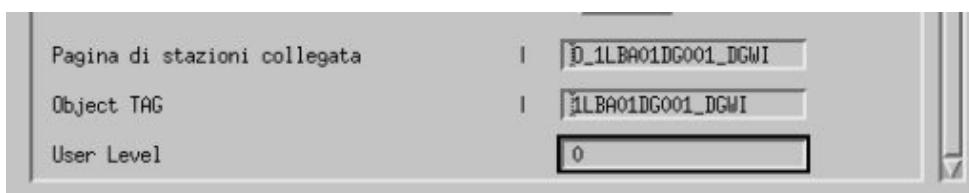


Figura 250: Impostazione dei KKS

Dalla libreria *P_Blue* prelevare una valvola dal gruppo **Ctrl Interface**. Duplicare la valvola in modo da disporre di 2 valvole: una per l'acqua e una per i fumi.



Figura 251: Valvole DKR1

Configurare la valvola dal **Resource editor** impostando i valori per i KKS nei pannelli **Geometric**, **Specific** e **Change Color**⁸¹, sostituendo la stringa “KKS” contenuta nel nome delle variabili.

Inserimento e Configurazione dei CAI

I CAI sono elementi collegati ai cambi-pagina che segnalano un allarme. Essi iniziano a lampeggiare (blinking) ogniqualvolta si accende un allarme.

Possono essere prelevati dalla libreria *cai* o copiati da una pagina che già li contiene preventivamente importata nel simulatore. In questa circostanza adotteremo il secondo metodo (più veloce), copiando i quattro oggetti in figura nella pagina *M_S_GENERALE* sotto il salto pagina.



Figura 252: Pagina M_S_GENERALE

Questi oggetti devono essere configurati impostando dal **Resource editor** le gerarchie dei PD a cui puntano. In figura è riportata a titolo di esempio la finestra relativa al CAI A.

⁸¹ Se ne ricordano qui i valori: 1LBA01AA001 per la valvola acqua e 1MBA01AA151 per quella fumi.

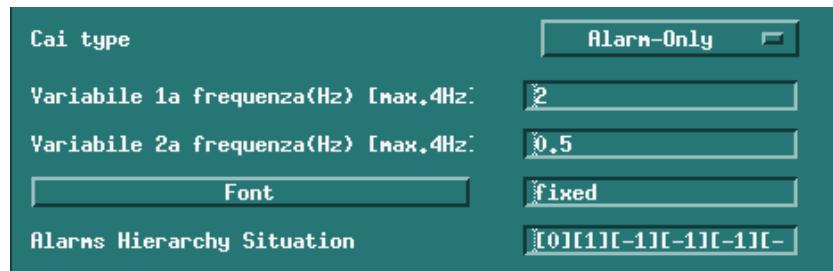


Figura 253: Resource editor per il caí A

Le finestre degli altri differiscono per il tipo di CAI:



Nella pagina *M_S_1LBA01EJ001* andiamo ad inserire e configurare i CAI Warning necessari, fino ad ottenere il sinottico (PD) riportato in figura.⁸²

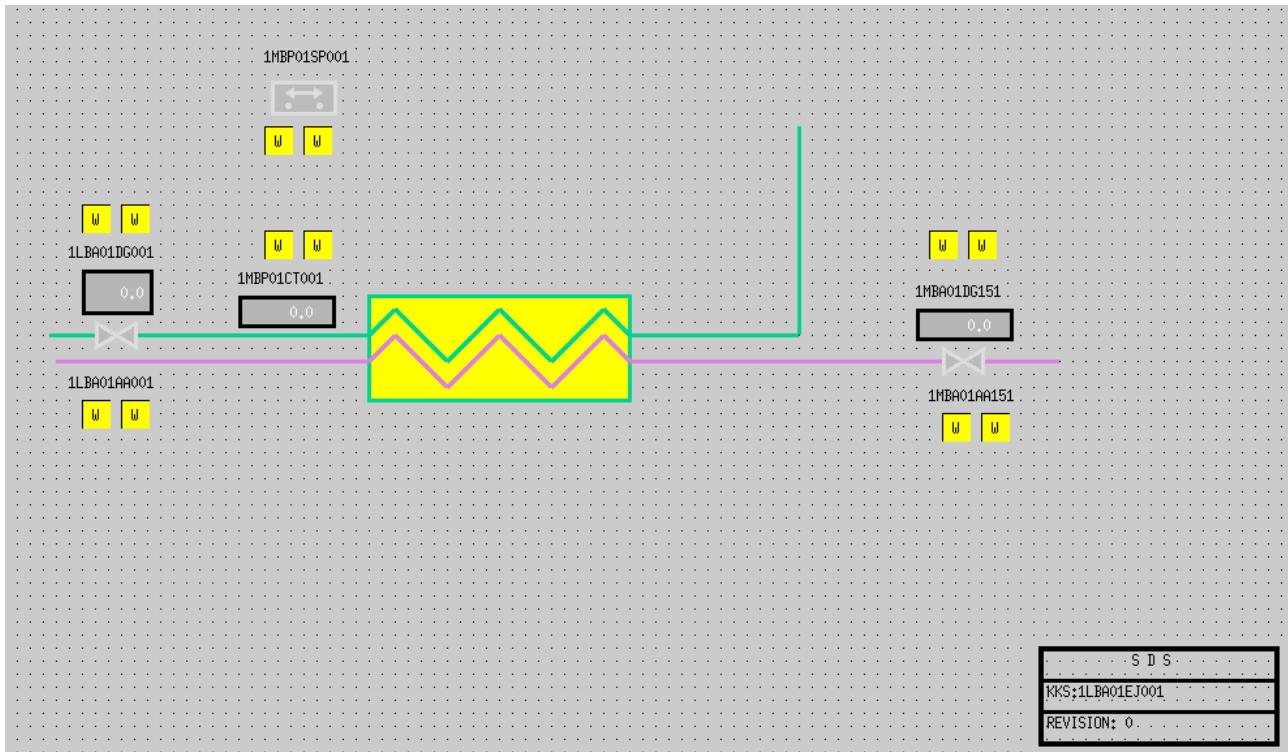


Figura 254: Sinottico (PD) 1LBA01EJ001

Al termine di questa procedura è possibile (e consigliabile) eliminare la pagina importata per la copia dei CAI.

⁸² Il CAI Warning costituisce ormai un oggetto obsoleto oggi sostituito dal già menzionato allarme Protection.

6.12.3 Ultime operazioni sul DB dell'automazione

Tabella Plant Displays

Una volta aperto il DB dell'automazione si popolino la tabella dei *Plant Displays*, inserendo le pagine dei sinottici con le gerarchie.

KKS	PD Name	Sim lev	Revision	Developer	Devel date	Note	H1	H2	H3	H4	H5	H6
► GENERALE	ROOT PD	FS	0				0	-1	-1	-1	-1	-1
1LBA01EJ100	SCALDABAGNO	FS	0				0	1	-1	-1	-1	-1
*		NS					-1	-1	-1	-1	-1	-1

Figura 255 - Tabella PD

Tabella CW/PD

Poi si vadano a definire i riferimenti fra le CW e i PD nella tabella *CW/PD*.

CW KKS_type	PD KKS code
1LBA01AA001_DKR1I	1LBA01EJ100
1LBA01DG001_DGWI	1LBA01EJ100
1MBA01AA151_DKR1I	1LBA01EJ100
1MBA01DG151_DGWI	1LBA01EJ100
1MBP01CT001_DGWI	1LBA01EJ100
1MBP01SP001_DBRI	1LBA01EJ100

Figura 256 - Tabella CW/PD

Tabella PD/FA

Dopodiché si definiscano anche le relazioni fra i PD e le Aree Funzionali nella tabella *PD/FA*:

PD KKS code	Functional area	Highest level
1LBA01EJ100	HW	<input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Figura 257 - Tabella PD/FA

Calcolo automatico delle gerarchie

A questo punto dall'area *Macros* si lancia la procedura *Computing the CW hierarchy*.

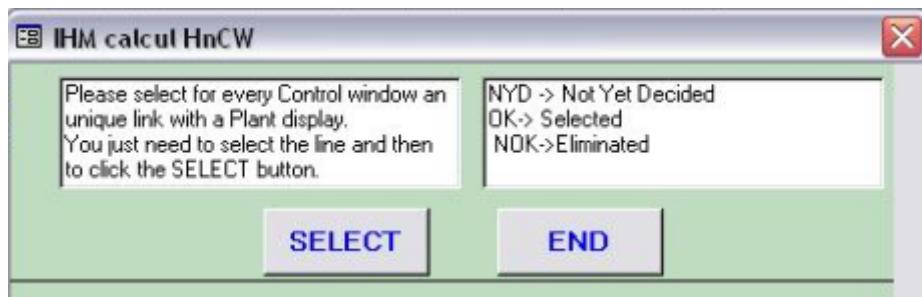


Figura 258 - Procedura di Computo delle gerarchie

Si verifichi che nella tabella CW tutte le gerarchie sono state assegnate.⁸³

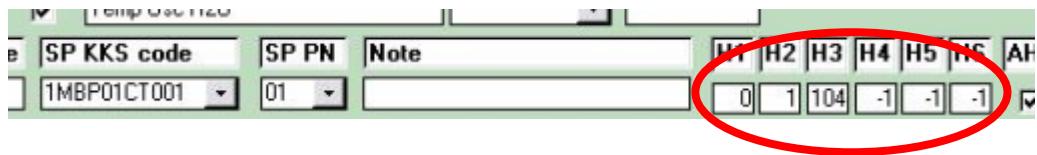


Figura 259 - Verifica assegnazione gerarchie

Può verificarsi l'eventualità che una stessa CW sia associata a molti PD.

Nel caso in cui i PD siano su **livelli diversi**, la gerarchia viene assegnata rispettando il criterio del PD con livello più basso. Questo criterio risponde ad esigenze di chiarezza nell'individuazione del problema meglio soddisfatte nei livelli più bassi (più dettagliati).

Se la stessa CW compare in due PD sullo **stesso livello**, l'assegnazione deve essere indicata esplicitamente.

Le Utilities della tabella CW

Queste Utilities evitano la scrittura ridondante di dati, accollandosi questo onere. Il loro difetto principale consiste in una certa difficoltà nello svolgere correttamente le istruzioni nel caso di DB di grandi dimensioni.

Cliccando sul pulsante **Utility** in angolo alto a destra della tabella Control Windows si apre una sotto-finestra attraverso la quale si può accedere a un serie di funzioni che vedremo in dettaglio.

- **Update CW** aggiorna le CW; ripetere questa operazione per le tre tipologie di CW utilizzate (DKR1I, DBRI, DGWI).

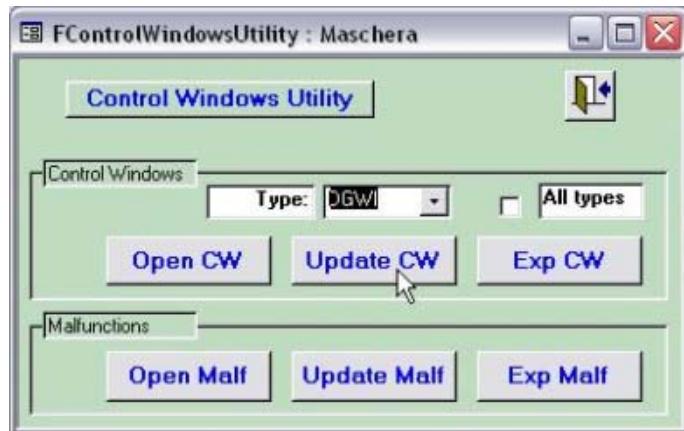


Figura 260 - Finestra Update CW

⁸³ Ricordarsi che per le gerarchie delle CW si parte a contare da 100.

- **Exp CW** esporta le CW; anche questa procedura deve essere ripetuta per tutti i tipi di CW utilizzati.
 - **Update Malf** aggiorna le Malfunzioni; eseguire una sola volta
 - **Exp Malf** esporta le Malfunzioni; eseguire una sola volta
- Queste procedure generano un insieme di files nella directory **export/File_stazioni**. Esiste 1 file per ogni tipo di stazione e 1 per le malfunzioni.

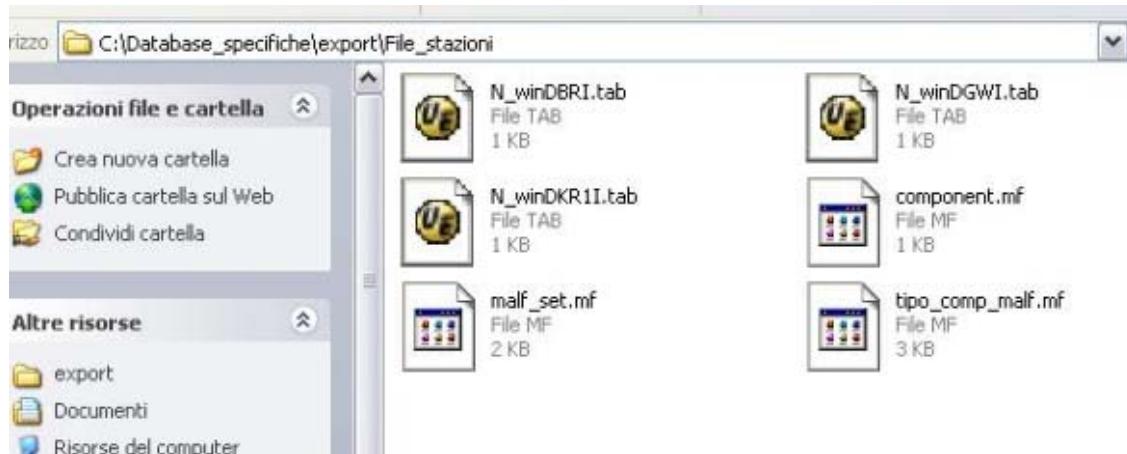


Figura 261 - Directory File_stazioni

Esportazione del DB in ambiente ALTERLEGO.

L'accesso di ALTERLEGO ai dati inseriti nel DB Access è possibile solo previa esportazione in ambiente LINUX, nelle directories a cui punta il simulatore.

L'operazione di esportazione procede in due fasi:

1. creazione dei file di dati
2. copia dei file dal sistema operativo Windows a Linux

La prima delle due funzioni è espletata mediante l'utilizzo delle macro di esportazione accessibili dall'*Area Macros* del pannello dei comandi del **DB automazione_link**, attraverso le seguenti operazioni:

- Esportazione della gerarchia delle stazioni controllo

Exporting CW hierarchy file **sosti.dat**

- Esportazione della gerarchia degli allarmi

Exporting Alarms hierarchy file **cai_var.dat**

- Creazione dei file SCADA

Creation SCADA's files

ALARM.txt, TAG.txt e TAGS.txt

- Esportazione dei Plant Displays

Exporting PD hierarchy file

kpd.txt

I file vengono creati nella directory export (vedi Figura 262).

Tutti i files contenuti nella directory export e nella sua sub-directory export/Files_stazioni devono essere copiati allo stesso livello in una cartella Windows **condivisa**. Questa operazione dà il via alla seconda fase, quella di trasferimento dei file di dati dal sistema Windows a quello Linux (si veda Figura 263).

Ora si deve leggere l'indirizzo IP della macchina lanciando il comando **ipconfig** dalla shell DOS di Windows; questo dato è necessario per far dialogare i due sistemi operativi (si veda Figura 264).

Da una shell aperta nell'emulatore Linux si esegua il comando **smbclient** come riportato in Figura 265. Dopodiché si esca dal smbclient e si verifichi che la directory export del simulatore contenga i files appena trasferiti (si veda Figura 266).

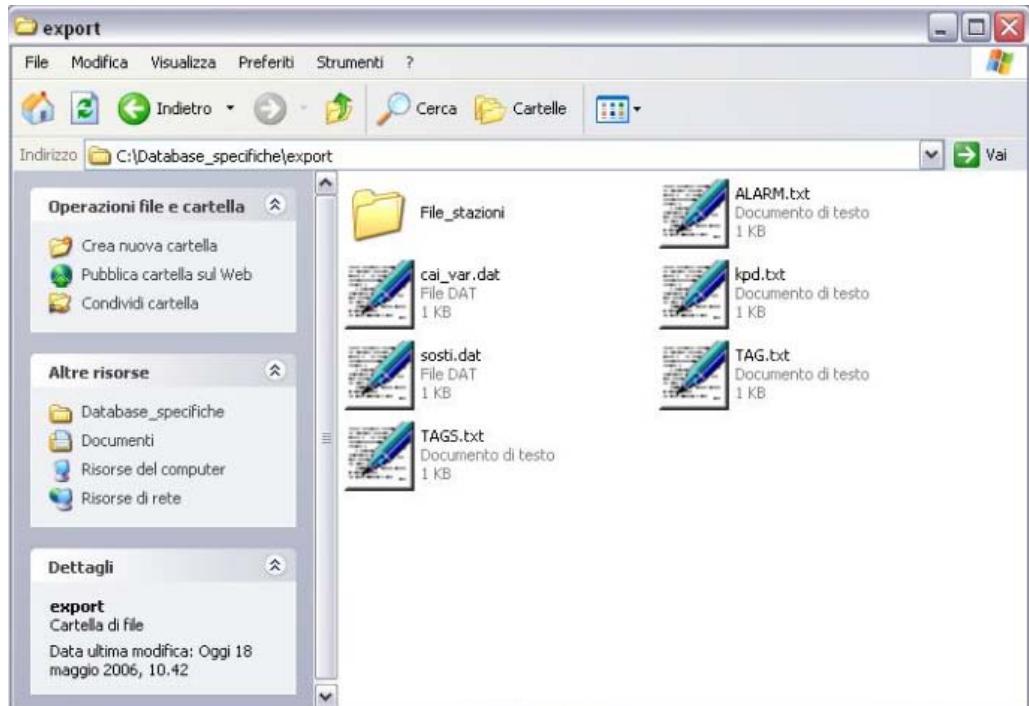
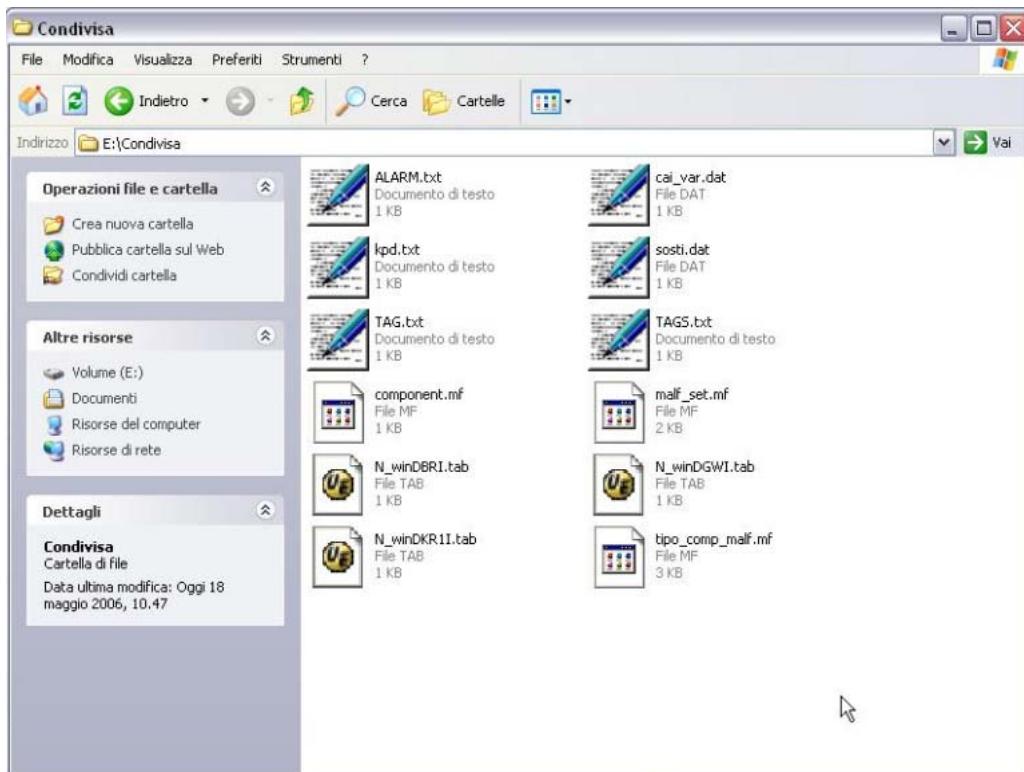
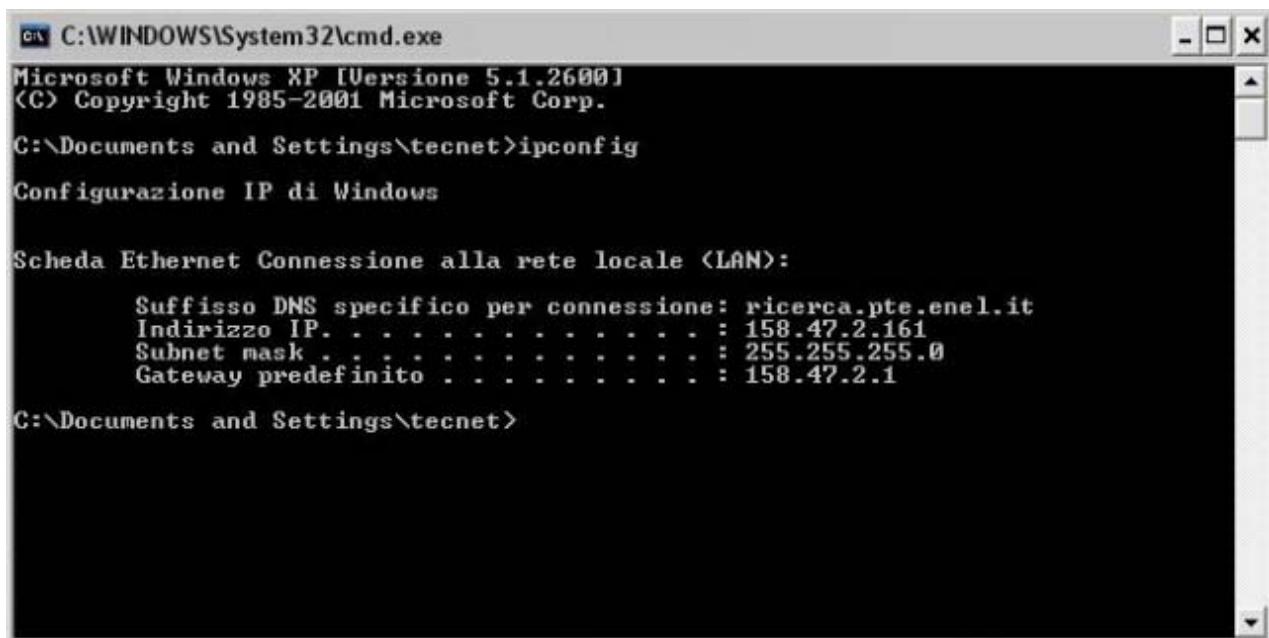


Figura 262 - Files di dati generati dalle Macro del DB


Figura 263 - Copia dei files di dati in condivisione


```
C:\WINDOWS\System32\cmd.exe
Microsoft Windows XP [Versione 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

C:\Documents and Settings\tecnnet>ipconfig

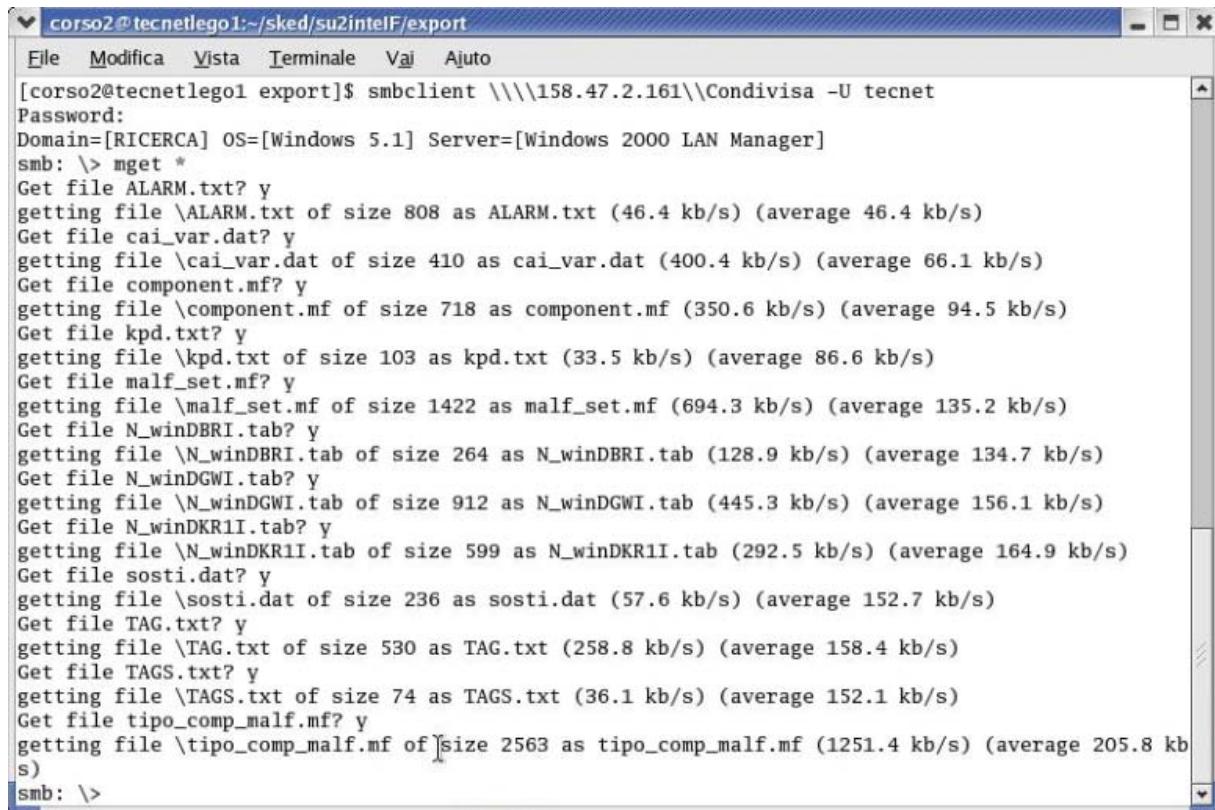
Configurazione IP di Windows

Scheda Ethernet Connessione alla rete locale <LAN>:

    Sufisso DNS specifico per connessione: ricerca.pte.enel.it
    Indirizzo IP . . . . . : 158.47.2.161
    Subnet mask . . . . . : 255.255.255.0
    Gateway predefinito . . . . . : 158.47.2.1

C:\Documents and Settings\tecnnet>
```

Figura 264 - Esecuzione del comando ipconfig dalla shell DOS



```
[corso2@tecnetlego1 export]$ smbclient \\\\158.47.2.161\\\\Condivisa -U tecnet
Password:
Domain=[RICERCA] OS=[Windows 5.1] Server=[Windows 2000 LAN Manager]
smb: \> mget *
Get file ALARM.txt? y
getting file \ALARM.txt of size 808 as ALARM.txt (46.4 kb/s) (average 46.4 kb/s)
Get file cai_var.dat? y
getting file \cai_var.dat of size 410 as cai_var.dat (400.4 kb/s) (average 66.1 kb/s)
Get file component.mf? y
getting file \component.mf of size 718 as component.mf (350.6 kb/s) (average 94.5 kb/s)
Get file kpd.txt? y
getting file \kpd.txt of size 103 as kpd.txt (33.5 kb/s) (average 86.6 kb/s)
Get file malf_set.mf? y
getting file \malf_set.mf of size 1422 as malf_set.mf (694.3 kb/s) (average 135.2 kb/s)
Get file N_winDBRI.tab? y
getting file \N_winDBRI.tab of size 264 as N_winDBRI.tab (128.9 kb/s) (average 134.7 kb/s)
Get file N_winDGWI.tab? y
getting file \N_winDGWI.tab of size 912 as N_winDGWI.tab (445.3 kb/s) (average 156.1 kb/s)
Get file N_winDKR1I.tab? y
getting file \N_winDKR1I.tab of size 599 as N_winDKR1I.tab (292.5 kb/s) (average 164.9 kb/s)
Get file sosti.dat? y
getting file \sosti.dat of size 236 as sosti.dat (57.6 kb/s) (average 152.7 kb/s)
Get file TAG.txt? y
getting file \TAG.txt of size 530 as TAG.txt (258.8 kb/s) (average 158.4 kb/s)
Get file TAGS.txt? y
getting file \TAGS.txt of size 74 as TAGS.txt (36.1 kb/s) (average 152.1 kb/s)
Get file tipo_comp_malf.mf? y
getting file \tipo_comp_malf.mf of size 2563 as tipo_comp_malf.mf (1251.4 kb/s) (average 205.8 kb/s)
smb: \>
```

Figura 265 – Esecuzione del comando smbclient



```
[corso2@tecnetlego1 export]$ smbclient \\\\158.47.2.161\\\\Condivisa -U tecnet
smb: \> exit
[corso2@tecnetlego1 export]$ ls
ALARM.txt      component.mf    malf_set.mf      N_winDGWI.tab    sosti.dat    TAG.txt
cai_var.dat    kpd.txt       N_winDBRI.tab    N_winDKR1I.tab   TAGS.txt    tipo_comp_malf.mf
[corso2@tecnetlego1 export]$
```

Figura 266 - Uscita dal smbclient e Verifica contenuto directory export

Aggiornamento delle variabili d’ambiente e creazione del simulatore

Si apra il file *.profile* con un editor di testo (ed es. *kedit*) e si verifichi che le aree funzionali siano correttamente inserite (più aree funzionali devono essere separate da uno spazio).

```

#
#      definizione simulatore e cassaforte di riferimento
#      va messo prima di inizializzare l'ambiente ALTERLEGO
#
export KSIM=$HOME/sked/su2inteIF
export KCASSAFORTE=$HOME/sulcis2
export KSIMNAME=su2inteIF
export KFUNCTIONALAREA=' HW '
#
if [ "$OS" = "Linux" ]

```

Figura 267 - File .profile

Dopodiché si esegua questo file con il comando

. .profile

Dalla shell si lancia il comando ksim per spostarsi nella directory del simulatore. Questa directory dovrebbe contenere i files:

- **al_sim.conf** definizione delle tasks
- **pd.list** lista dei PD che vogliamo volta per volta utilizzare
- **f22_graf.edf** memorizza gruppi di variabili per la loro rappresentazione grafica
- **Lee22.in**
- **recorder.edf** contiene i nomi delle variabili da registrare per la loro rappresentazione grafica
- **page_mandb.dat** memorizza valori di variabili per la loro visualizzazione istantanea; rispetto alla rappresentazione grafica ha il vantaggio di rendere disponibile una lettura numerica di qualsiasi variabile ad ogni passo di integrazione

Questi files vengono aggiornati in modo automatico.

Utilizzando un editor di testo si apra il file **al_sim.conf** e si imposti l'host dello SCADA e si inseriscano i numeri associati alle aree funzionali nel campo **MMI_K_FA_LIST**.

```

MMI_GLBDIR=globpages
MMI_WINDIR=o_win
MMI_HOSTNAME_tecnetlego1
MMI_HOSTNAME_SCADA=tecnetlego1
MMI_DISPLAY_LIST=
MMI_K_FA_LIST=1

#type name      directory   filespec: time      description
P    CALDAIA    hotbath     -          1.0        Scaldabagno - proc.
R    CONTROL     r_bath01   H????     1.0        Scaldabagno - rego.

```

Figura 268 - File al_sim.conf

Il file **pd.list** può essere generato usando il comando **kMakePdList** dalla root. Dopodiché sarebbe buona regola verificarne il contenuto.

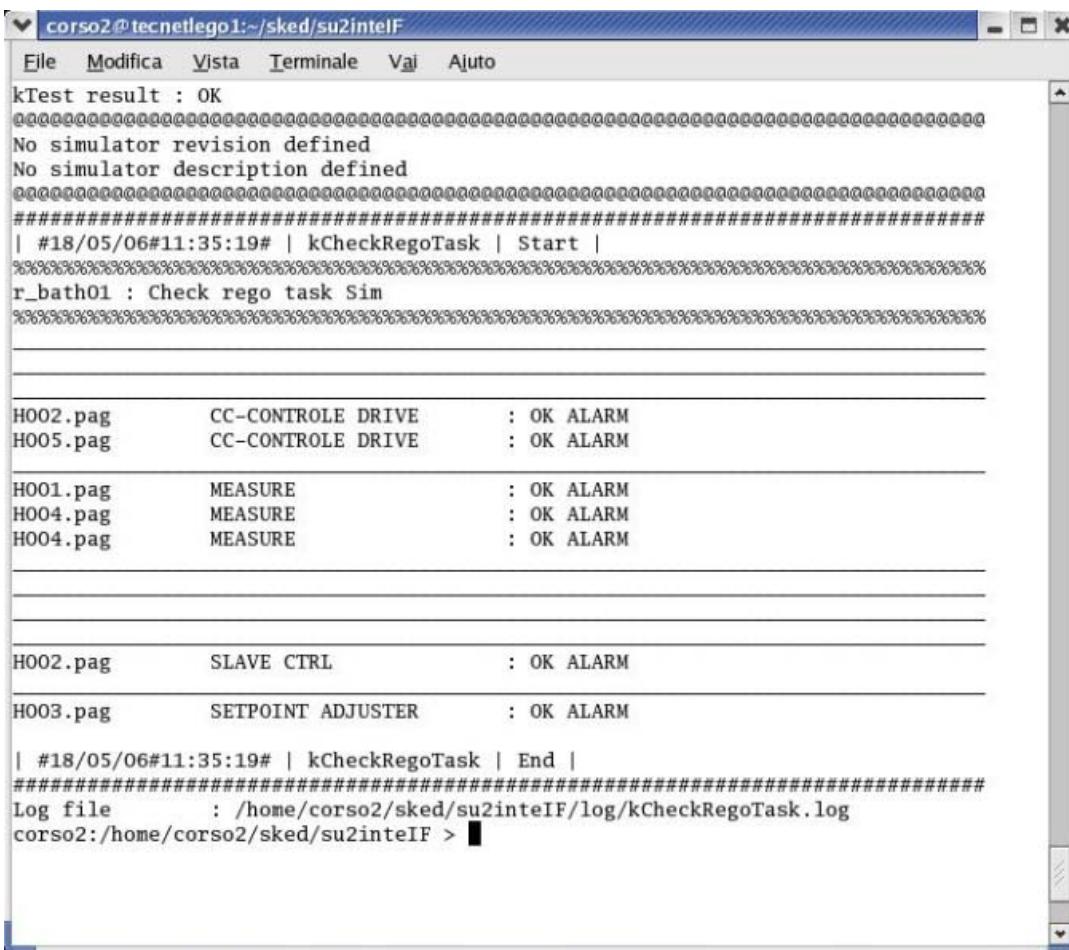
6.13 Controlli formali sul simulatore

La procedura da seguire è analoga a quella suggerita nelle sezioni descrittive precedenti. Viene qui ripetuta in dettaglio per il caso in esame.

kCheckRegoTask Sim

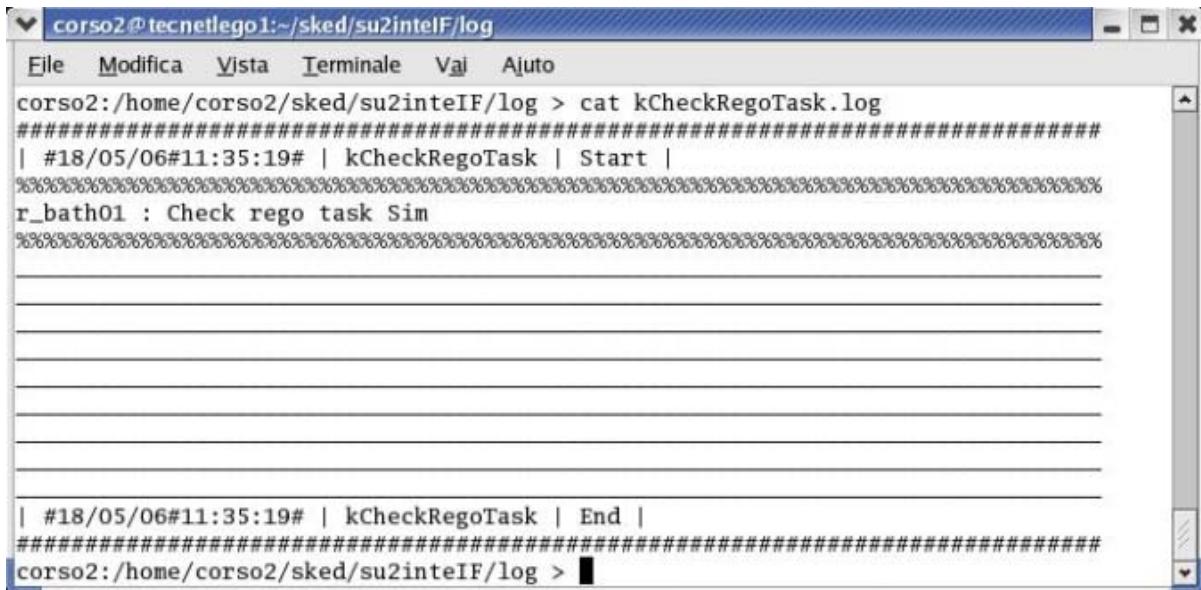
Si esegua (

Figura 269) e si controlla il **log** file (Figura 270).



```
corso2@tecnetlego1:~/sked/su2intelIF
File Modifica Vista Terminale Val Ajuto
kTest result : OK
@@@@@@@ No simulator revision defined
No simulator description defined
#####
| #18/05/06#11:35:19# | kCheckRegoTask | Start |
#####
r_bath01 : Check rego task Sim
#####
H002.pag CC-CONTROLE DRIVE : OK ALARM
H005.pag CC-CONTROLE DRIVE : OK ALARM
#####
H001.pag MEASURE : OK ALARM
H004.pag MEASURE : OK ALARM
H004.pag MEASURE : OK ALARM
#####
H002.pag SLAVE CTRL : OK ALARM
H003.pag SETPOINT ADJUSTER : OK ALARM
#####
| #18/05/06#11:35:19# | kCheckRegoTask | End |
#####
Log file      : /home/corso2/sked/su2intelIF/log/kCheckRegoTask.log
corso2:/home/corso2/sked/su2intelIF > █
```

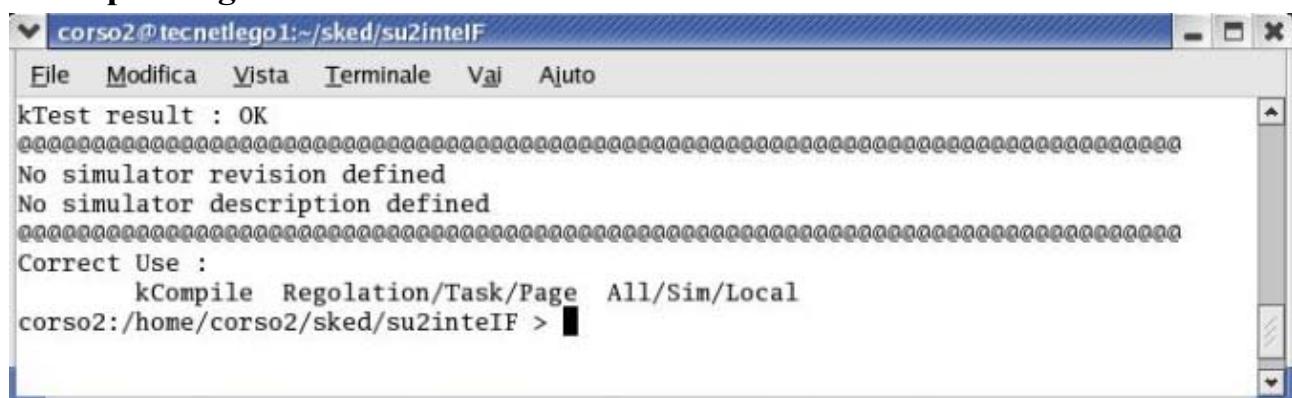
Figura 269 - Esecuzione del comando kCheckRegoTask Sim



```
corso2@tecnetlego1:~/sked/su2intelF/log
File Modifica Vista Terminale Val Ajuto
corso2:/home/corso2/sked/su2intelF/log > cat kCheckRegoTask.log
#####
| #18/05/06#11:35:19# | kCheckRegoTask | Start |
#####
r_bath01 : Check rego task Sim
#####
| #18/05/06#11:35:19# | kCheckRegoTask | End |
#####
corso2:/home/corso2/sked/su2intelF/log > █
```

Figura 270 - File kCheckRegoTask.log

kCompile Regolation Sim



```
corso2@tecnetlego1:~/sked/su2intelF
File Modifica Vista Terminale Val Ajuto
kTest result : OK
#####
No simulator revision defined
No simulator description defined
#####
Correct Use :
    kCompile Regolation/Task/Page All/Sim/Local
corso2:/home/corso2/sked/su2intelF > █
```

Figura 271 - Esecuzione del comando kCompile Regolation Sim

Verifica compilazione task processo

kCompile Task Sim

```
Gestione f22: apertura in append mode
Interfacciamento Banco Manovra: abilitato
Interfacciamento Scada: abilitato
Gestione Backtrack: abilitata
Registrazione Perturbazioni: abilitata
Gestione REPLAY: abilitata
Gestione Malfunzioni e Funzioni Remote: abilitata
*****
Warning: Cannot convert string "-adobe-helvetica-bold-r-normal--14-*" to type FontStruct
Warning: Cannot convert string "-adobe-courier-medium-o-normal--24-240-75-75-m-150-i
so8859-1" to type FontStruct
Warning: Cannot convert string "-adobe-courier-bold-r-normal--14-*" to type FontStruct

*****
* XlWarning [OlDatabaseTopologia]: <proc: OLCREATEDATAB_TOPOLOGIA> Impossibile aprire il file fnomi.rtf per variabili di tipo SCADA
*****  
  
*****
* XlWarning [OlDatabaseTopologia]: <proc: OLCREATEDATAB_TOPOLOGIA> Impossibile aprire il file fnomi.rtf per variabili di tipo SCADA
*****  
  
* Succesful end of the program in  
  
#####
| #18/05/06#11:40:31# | kCompileTask | End |
#####
#####  
  
Compile Task : OK
Log File : /home/corso2/sked/su2inteIF/log/kCompileTask.log
#####
corso2:/home/corso2/sked/su2inteIF > █
```

Figura 272 - Esecuzione del comando kCompile Task Sim

kConnex

```
corso2@tecnetlego1:~/sked/su2intelF
File Modifica Vista Terminale Vai Ajuto
kTest result : OK
=====
No simulator revision defined
No simulator description defined
=====
#####
| #18/05/06#11:41:06# | kConnex | Start |

Saving S01 in S01.kold

connex2: Reading al_sim.conf...
connex2: Preparing interface variable tables.
connex2: Elaborating interface tables...

Generated Simulator Toplogy File :
/home/corso2/sked/su2inteIF/S01

Log File :
/home/corso2/sked/su2inteIF/log/kConnex.log
=====

| #18/05/06#11:41:06# | kConnex | End |
#####
Log file      : /home/corso2/sked/su2inteIF/log/kConnex.log
Error file    : /home/corso2/sked/su2inteIF/log/kConnex.err
corso2:/home/corso2/sked/su2inteIF > █
```

Figura 273 - Esecuzione del comando **kConnex**

Si verifichi il contenuto del file *kConnex.err*.

kDiffS01

kNetCompi

kFindDuplicate

Con verifica dei 2 files di log.

kUpdateNavigation

Per la creazione dei link fra pagine REGO diverse (questo comando può essere omesso perché obsoleto)

kCompile Page Sim

```

***** **** ***** **** ***** **** ***** **** ***** **** ***** ****
*****
File pag=1144152797  rtf=1147945717 [rego]
File pag=1144397018  rtf=1147945717 [H001]
File pag=1147945701  rtf=1147945717 [H002]
File pag=1144397701  rtf=1147945717 [H003]
File pag=1147705663  rtf=1147945717 [H004]
File pag=1147853830  rtf=1147945718 [H005]
ls: *.rtf_err: No such file or directory

    * Animated pages number compilied :  0

ls: *.rtf_err: No such file or directory
#####
| #18/05/06#12:07:59# | kCompilePage | End |
#####

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
    Compile Page : OK
    Log File : /home/corso2/sked/su2inteIF/log/kCompilePage.log
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
corso2:/home/corso2/sked/su2inteIF > █

```

Figura 274 - Esecuzione del comando kCompile Page Sim

kUpdatePd

Copia i PD contenuti nella directory **cassaforte** nella directory **PD** del simulatore.

```

corso2@tecnetlego1:~/sked/su2intelF
File Modifica Vista Terminale Val Ajuto
corso2:/home/corso2/sked/su2intelF > kUpDatePD

kTest result : OK
@@@@@@@@@@@ No simulator revision defined
No simulator description defined
@@@@@@@@@@@ No simulator revision defined
No simulator description defined
#####
| #18/05/06#12:11:38# | kUpDatePD | Start |
Updating 1LBA01EJ001 (HW)
Updating GENERALE (HW)
    2 plant displaies have been copied
Context.ctx generation ...
Loading M_S_1LBA01EJ001.pag ...
Loading M_S_GENERALE.pag ...

    2 mmi pages have been added in Context.ctx

| #18/05/06#12:11:38# | kUpDatePD | End |
#####
Log file      : /home/corso2/sked/su2intelF/log/kUpDatePD.log
corso2:/home/corso2/sked/su2intelF > █

```

Figura 275 - Esecuzione del comando kUpdatePd

kExport_new

kCheckAlarm_new

```
Verification that all alarms presents in simulator are configured in database.  
ERROR : Alarm 1MBP01AA151_XC86 (VW0702BA) presents in simulator but not found in database  
ERROR : Alarm 1MBP01AA151_XF51 (VV0702BA) presents in simulator but not found in database  
ERROR : Alarm 1MBP01DG151_XZ01 (VF0604BA) presents in simulator but not found in database  
| #18/05/00:12:32:50# | kCheckAlarm | Verification n.0 : END |  
%
```

Figura 276 - File kCheckAlarm.log

Gli errori rilevati nel log file del caso in esame sono totalmente riconducibili a una incongruenza frai KKS di regolazione e quelli del DB.

Dobbiamo:

- Accedere alla task di regolazione e cambiare il codice *MBP* in *MBA*
- Ricompilare
- Eseguire di nuovo tutti i controlli formali
- Verificare il contenuto del file **kCheckAlarm.log**

kDirect

Valuta la congruenza fra variabili.

In caso di rilevazioni errori già in questa fase (

Figura 277) si rende necessario:

- Correggere errori rilevati
- Eseguire il comando **kUpdatePd**
- Eseguire di nuovo il comando **kDirect**
- Visualizzare il contenuto del file **kDirect.log** (
- Figura 278). In caso di rilevazione di errori si deve:
 - Seguire la procedura suggerita nella sezione SOLUTION del log file (**mye** è un editor di testo sostituibile con un qualsiasi altro editor, ad es. **kedit**) Verificare (
 - Figura 279) e correggere (
 - Figura 280) gli errori segnalati nel log file
 - Eseguire il comando **kUpdatePd**
 - Eseguire di nuovo il comando **kDirect**

```
corso2@tecnetlego1:~  
File Modifica Vista Terminale Vai Ajuto  
corso2:/home/corso2 > kDirect  
  
kTest result : OK  
No simulator revision defined  
No simulator description defined  
| #18/05/06#14:31:59# | kDirect | Start |  
  
| #18/05/06#14:31:59# | kDirect | Merge files DirLinksAn.list ... |  
  
from task ../../legocad/r_bath01/ ...  
  
| #18/05/06#14:31:59# | kDirect | Elaboration Plant Displays ... |  
  
-s | su2inteIF | | ----- creasuperlist  
M_S_1LBA01EJ001.pag M_S_GENERALE.pag  
***** chgvar: Elaborating M_S_1LBA01EJ001.pag *****  
***** chgvar: Elaborating M_S_GENERALE.pag *****  
***** pagmod: Elaborating M_S_1LBA01EJ001 *****  
ERROR : OW [1MBBO1CT001_DGWI] of M_S_1LBA01EJ001.pag not found in superlista.list  
***** pagmod: Elaborating M_S_GENERALE *****  
| #18/05/06#14:32:00# | kDirect | End |  
##### Log file : /home/corso2/sked/su2inteIF/log/kDirect.log  
corso2:/home/corso2 >
```

Figura 277 - Esecuzione del comando kDirect

```

corso2@tecnetlego1:~/sked/su2intelF/log
File Modifica Vista Terminale Val Aiuto
nome_var[12]=V@COE_MOL_ERR
nome_var[13]=V@COE_ADD_ERR
nome_var[14]=V@COE_MOL_MIS
nome_var[15]=V@COE_ADD_MIS
2a PARTE

oooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooo
ERROR : M_S_1LBA01EJ001.pag
SOLUTION : 1.- kbasic
            2.- Execute chgvar < M_S_1LBA01EJ001.pag > M_S_1LBA01EJ001.pag
.new
            3.- mye error_chgvar.msg
oooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooo

M_S_1LBA01EJ001.pag
M_S_GENERALE.pag
| #18/05/06#15:07:57# | kDirect | End |
#####
corso2:/home/corso2/sked/su2intelF/log > █

```

Figura 278 - File kDirect.log

```

variabile not found=@#B@0_1LBA01AA001_DKR1$S580
Alla linea *10w.varInputCambioColore2_4:           VA@#B@0_1LBA01AA001_DKR1$S580 NOP 1.0 0.0 ---
variabile not found=@#B@0_1LBA01AA001_DKR1$S580
Alla linea *10w.varInputCambioColore2_4:           VA@#B@0_1LBA01AA001_DKR1$S580 NOP 1.0 0.0 ---
variabile not found=@#B@0_1LBA01AA001_DKR1$S580
Alla linea *10w.varInputCambioColore1_1:           VW@#B@0_1LBA01AA001_DKR1$S580 NOT 1.0 0.0 ---
variabile not found=@#B@0_1LBA01AA001_DKR1$S580
Alla linea *10w.varInputCambioColore1_1:           VW@#B@0_1LBA01AA001_DKR1$S580 NOT 1.0 0.0 ---
variabile not found=@#B@0_1LBA01AA001_DKR1$S580
Alla linea *10w.varInputCambioColore1_2:           VB@#B@0_1LBA01AA001_DKR1$S580 NOP 1.0 0.0 ---
variabile not found=@#B@0_1LBA01AA001_DKR1$S580
Alla linea *10w.varInputCambioColore1_2:           VB@#B@0_1LBA01AA001_DKR1$S580 NOP 1.0 0.0 ---
variabile not found=@#B@0_1LBA01AA001_DKR1$S580
Alla linea 0w.varInputCambioColore2_5:   VJ@#B@0_1LBA01AA001_DKR1$S580 NOP 1.0 0.0 ---
variabile not found=@#B@0_1LBA01AA001_DKR1$S580
Alla linea 0w.varInputCambioColore2_5:   VJ@#B@0_1LBA01AA001_DKR1$S580 NOP 1.0 0.0 ---
variabile not found=@#B@0_1LBA01AA001_DKR1$S580
Alla linea *10w.varInputCambioColore2_3:           VK@#B@0_1LBA01AA001_DKR1$S580 NOP 1.0 0.0 ---
variabile not found=@#B@0_1LBA01AA001_DKR1$S580

```

Figura 279 - Verifica errori kDirect

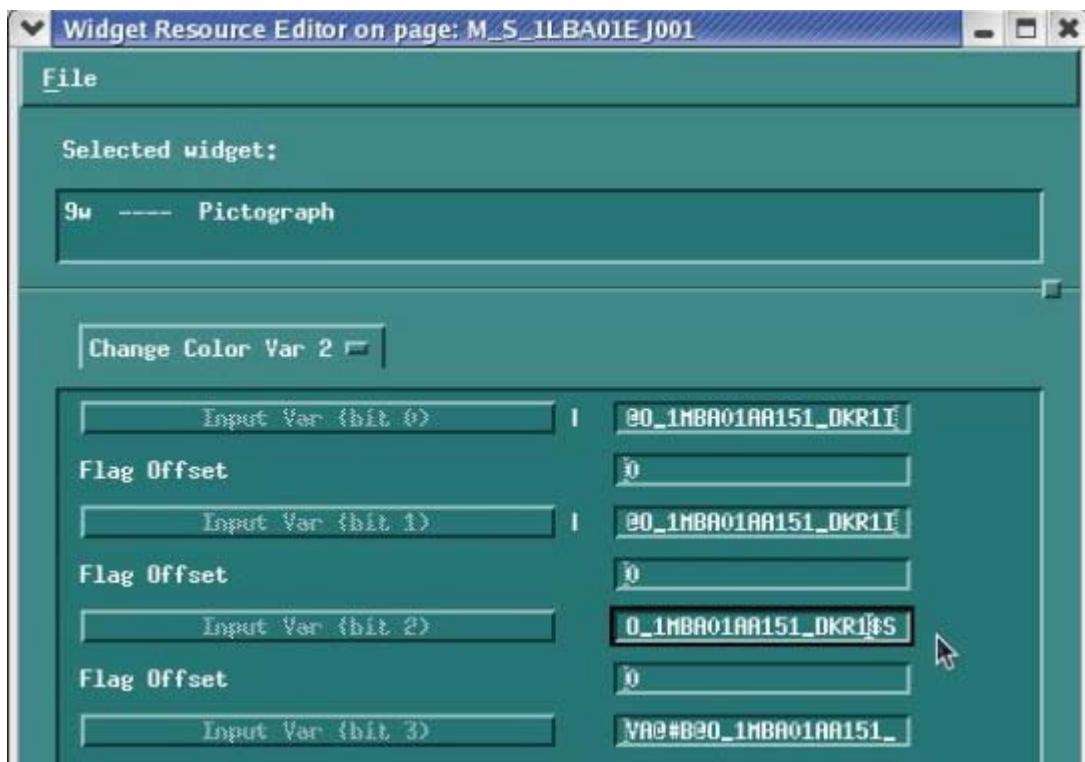


Figura 280 - Correzione errori kDirect

kOw –nodetail

Crea gli oggetti OW (Operating Windows)

```

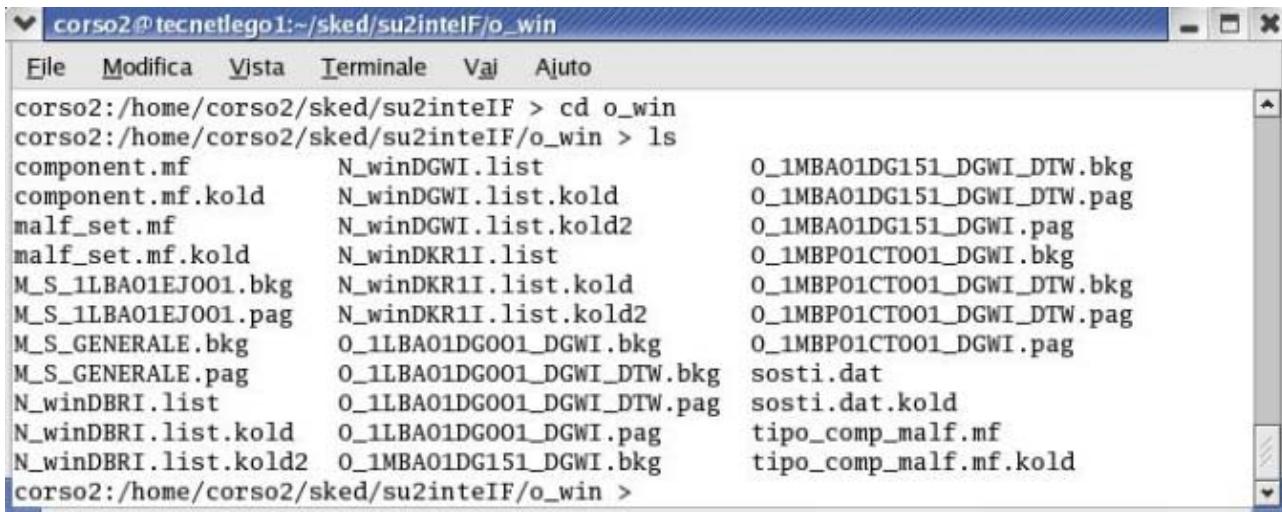
corso2@tecnetlego1:~/sked/su2intelF/log
File Modifica Vista Terminale Vai Ajuto
corso2:/home/corso2/sked/su2inteIF/log > k0w -nodetail

kTest result : OK
oooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooo
No simulator revision defined
No simulator description defined
oooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooo
#####
| #18/05/06#15:50:15# | k0w | Start |
oooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooo
Please remove O_1LBA01DG001_DGWI.bkg
Please remove O_1LBA01DG001_DGWI_DTW.bkg
Please remove O_1LBA01DG001_DGWI_DTW.pag
Please remove O_1LBA01DG001_DGWI.pag
Please remove O_1MBA01DG151_DGWI.bkg
Please remove O_1MBA01DG151_DGWI_DTW.bkg
Please remove O_1MBA01DG151_DGWI_DTW.pag
Please remove O_1MBA01DG151_DGWI.pag
Please remove O_1MBP01CT001_DGWI.bkg
Please remove O_1MBP01CT001_DGWI_DTW.bkg
Please remove O_1MBP01CT001_DGWI_DTW_pag
Please remove O_1MBP01CT001_DGWI.pag
| #18/05/06#15:50:15# | k0w | Creation Operating Window : N_winDBRI ... |
error: file /home/corso2/legocad/libut_mmi/N_winDBRI.templ not found
| #18/05/06#15:50:15# | k0w | Creation Operating Window : N_winDGWI ... |
| #18/05/06#15:50:15# | k0w | Creation Operating Window : N_winDKR1I ... |
error: file /home/corso2/legocad/libut_mmi/N_winDKR1I.templ not found
oooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooo
oooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooo
Warning : File /home/corso2/sked/su2inteIF/o_win/mgw.list not found
oooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooo
| #18/05/06#15:50:15# | k0w | End |
#####
Log file : /home/corso2/sked/su2inteIF/log/k0w.log
corso2:/home/corso2/sked/su2inteIF/log > █

```

Figura 281 - Esecuzione del comando k0w

Gli oggetti OW vengono creati dentro la directory **o_win** utilizzando un template diverso per ogni tipo di stazione. Perciò nel caso in esame l'assenza dei template per le stazioni di tipo *DBRI* e *DKRII* produce una mancata creazione delle relative stazioni (vedi listato in Figura 282).



```

corso2:/home/corso2/sked/su2inteIF > cd o_win
corso2:/home/corso2/sked/su2inteIF/o_win > ls
component.mf           N_windGWI.list          O_1MBA01DG151_DGWI_DTW.bkg
component.mf.kold      N_windGWI.list.kold     O_1MBA01DG151_DGWI_DTW.pag
malf_set.mf            N_windGWI.list.kold2    O_1MBA01DG151_DGWI.pag
malf_set.mf.kold      N_windKR1I.list         O_1MBP01CT001_DGWI.bkg
M_S_1LBA01EJ001.bkg   N_windKR1I.list.kold    O_1MBP01CT001_DGWI_DTW.bkg
M_S_1LBA01EJ001.pag   N_windKR1I.list.kold2   O_1MBP01CT001_DGWI_DTW.pag
M_S_GENERALE.bkg      O_1LBA01DG001_DGWI.bkg  O_1MBP01CT001_DGWI.pag
M_S_GENERALE.pag      O_1LBA01DG001_DGWI_DTW.bkg O_1MBP01CT001_DGWI_DTW.pag
N_winDBRI.list        O_1LBA01DG001_DGWI_DTW.pag sosti.dat
N_winDBRI.list.kold   O_1LBA01DG001_DGWI.pag  sosti.dat.kold
N_winDBRI.list.kold2  O_1MBA01DG151_DGWI.bkg  tipo_comp_malf.mf
N_winDBRI.list.kold2  O_1MBA01DG151_DGWI.bkg  tipo_comp_malf.mf.kold
corso2:/home/corso2/sked/su2inteIF/o_win >

```

Figura 282 - Listato errato directory o_win

Questo problema deve essere risolto dall'amministratore inserendo i template necessari alla creazione delle stazioni utilizzate dal simulatore.

Il listato corretto per il simulatore in esame è di seguito riportato.

```

corso2:/home/corso2/sked/su2inteIF/o_win > ls
component.mf           N_winDGWI.list.kold2    O_1MBA01DG151_DGWI_DTW.bkg
component.mf.kold      N_winDKR1I.list         O_1MBA01DG151_DGWI_DTW.pag
malf_set.mf            N_winDKR1I.list.kold    O_1MBA01DG151_DGWI.pag
malf_set.mf.kold      N_winDKR1I.list.kold2   O_1MBP01CT001_DGWI.bkg
M_S_1LBA01EJ001.bkg   O_1LBA01AA001_DKR1I.bkg  O_1MBP01CT001_DGWI_DTW.bkg
M_S_1LBA01EJ001.pag   O_1LBA01AA001_DKR1I.pag  O_1MBP01CT001_DGWI_DTW.pag
M_S_GENERALE.bkg      O_1LBA01DG001_DGWI.bkg  O_1MBP01CT001_DGWI.pag
M_S_GENERALE.pag      O_1LBA01DG001_DGWI_DTW.bkg O_1MBP01SP001_DBRI.bkg
N_winDBRI.list        O_1LBA01DG001_DGWI_DTW.pag O_1MBP01SP001_DBRI.pag
N_winDBRI.list.kold   O_1LBA01DG001_DGWI.pag   sosti.dat
N_winDBRI.list.kold2  O_1MBA01AA151_DKR1I.bkg  sosti.dat.kold
N_winDGWI.list        O_1MBA01AA151_DKR1I.pag  tipo_comp_malf.mf
N_winDGWI.list.kold   O_1MBA01DG151_DGWI.bkg  tipo_comp_malf.mf.kold

```

Figura 283 - Listato corretto directory o_win

Alcuni dei file riportati sono inutili e possono essere rimossi manualmente.

```

corso2:/home/corso2/sked/su2inteIF/o_win > rm *DTW* *old*
corso2:/home/corso2/sked/su2inteIF/o_win > ls
component.mf           N_winDKR1I.list          O_1MBA01DG151_DGWI.pag
malf_set.mf            O_1LBA01AA001_DKR1I.bkg  O_1MBP01CT001_DGWI.bkg
M_S_1LBA01EJ001.bkg   O_1LBA01AA001_DKR1I.pag  O_1MBP01CT001_DGWI.pag
M_S_1LBA01EJ001.pag   O_1LBA01DG001_DGWI.bkg  O_1MBP01SP001_DBRI.bkg
M_S_GENERALE.bkg      O_1LBA01DG001_DGWI.pag  O_1MBP01SP001_DBRI.pag
M_S_GENERALE.pag      O_1MBA01AA151_DKR1I.bkg  sosti.dat
N_winDBRI.list        O_1MBA01AA151_DKR1I.pag  tipo_comp_malf.mf
N_winDGWI.list        O_1MBA01DG151_DGWI.bkg

```

Figura 284 - Rimozione dei file superflui dalla directory o_win

A questa operazione sarebbe buona norma far seguire un comando

killsim

utile per i comandi che seguono.

kScadaInit

Per la generazione dei files SCADA

```
256 DC Allocati, 7936 bytes!
256 DD Allocati, 7936 bytes!
256 DO Allocati, 2304 bytes!
256 OR Allocati, 11520 bytes!
256 ST Allocati, 6144 bytes!
Creazione file fdizst.rtf
Creazione file fstatato.rtf
Creazione file fvirtprn.rtf
Creazione file fdesal.rtf
Zone=[32]
Zone=[32]
Zone=[32]
Creazione file fgerarch.rtf
Creazione file fdeao.rtf
Creazione file fdcom.rtf
Creazione file fsvinana.rtf
Creazione file fsvindig.rtf
Creazione file fdiztab.rtf e ftab.rtf
| #18/05/06#16:14:02# | kScadaInit | End |
Log File : /home/corso2/sked/su2inteIF/log/kScadaInit.log
corso2:/home/corso2/sked/su2inteIF/o_win >
```

Figura 285 - Esecuzione del comando kScadaInit**kUpDateCaiHierachy**

Scrive gli indirizzi degli allarmi nei files di SCADA.

Si devono correggere gli eventuali errori nel DB o nelle OW fino ad ottenere un'esecuzione limpida come quella riportata in

Figura 286.

Figura 286 - Esecuzione del comando kUpDateCaiHierarchy

kPlace

kWinContext

Controllo delle gerarchie

Si lancia il **config** dalla directory **o_win**. Dopodiché si esegua il comando **Check Hierarchy** dal menu **File**


Figura 287 - Comando Check Hierarchy

Visualizzare il contenuto del file **OITree.log** presente nella directory **o_win**.

```
HIERARCHY/ALARM OK!! Page root=M_S_GENERALE. Hierarchy value=0,-1,-1,-1,-1,-1,-1
HIERARCHY/ALARM OK!! Page M_S_1LBA01EJ001. Hierarchy value=0,1,-1,-1,-1,-1
HIERARCHY/ALARM OK!! Page 0_1LBA01AA001_DKR1I. Hierarchy value=0,1,100,-1,-1,-1
HIERARCHY/ALARM OK!! Page 0_1LBA01DG001_DGWI. Hierarchy value=0,1,101,-1,-1,-1
HIERARCHY/ALARM OK!! Page 0_1MBA01AA151_DKR1I. Hierarchy value=0,1,102,-1,-1,-1
HIERARCHY/ALARM OK!! Page 0_1MBA01DG151_DGWI. Hierarchy value=0,1,103,-1,-1,-1
HIERARCHY/ALARM OK!! Page 0_1MBP01CT001_DGWI. Hierarchy value=0,1,104,-1,-1,-1
ALARM PROBLEM!! Page 0_1MBP01SP001_DBRI. Hierarchy value=0,1,105,-1,-1,-1
    Alarm description variable not found in fnomi.rtf
```

Figura 288 - File OITree.log

Dal **config** eseguire il comando **All Page** dal menu **Compile**. Nella parte bassa della finestra vengono segnalati eventuali errori.

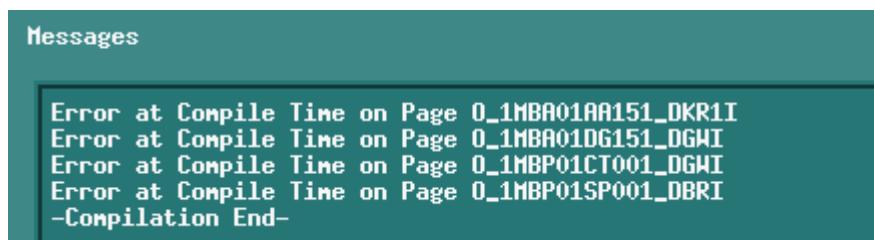


Figura 289 - Errori segnalati in fase di compilazione

Per visualizzare graficamente la posizione dell'errore si apra la pagina indicata dall'O_KKS e si attivi il comando **Page** dal menu **Compile** della pagina aperta. Il programma accende una **X** rossa sul blocco per segnalare la presenza di un errore.

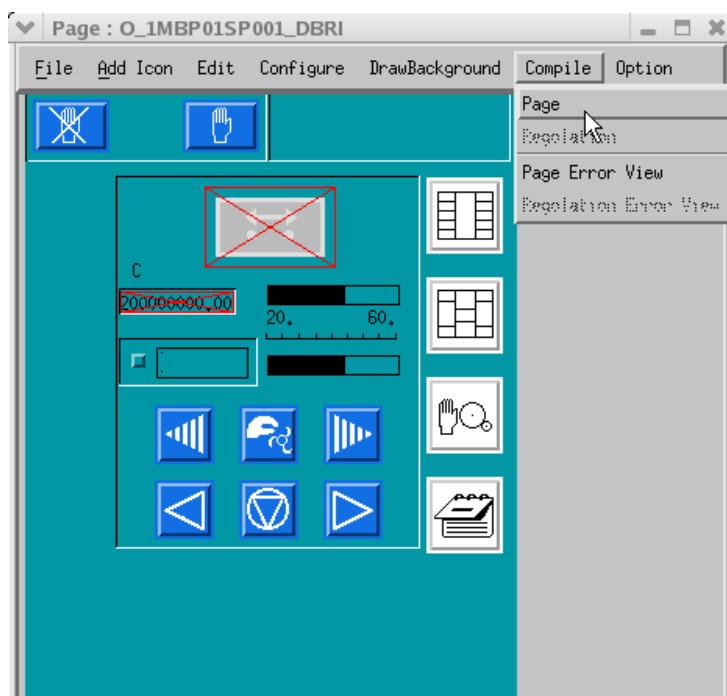


Figura 290 - Segnalazione errori

kCollect

Con questo comando si conclude la serie di controlli formali e operazioni preliminari. A questo punto si può passare al lancio del simulatore.

6.14 Lancio del simulatore

Si ricorda che il software è stato ottimizzato per una risoluzione 1280 x 1024; si dia questa impostazione per lo schermo prima di procedere.

Si proceda con le seguenti operazioni:

1. Accedere alla directory del simulatore con il comando **ksim**
2. Lancio dello SCADA **kScd** (dalla directory del simulatore)
3. Lancio dello scheduler SKED **net_startup** (dalla directory del simulatore)
4. Lancio dell'interfaccia MMI **mmi** (dalla sub-directory **globpages**)

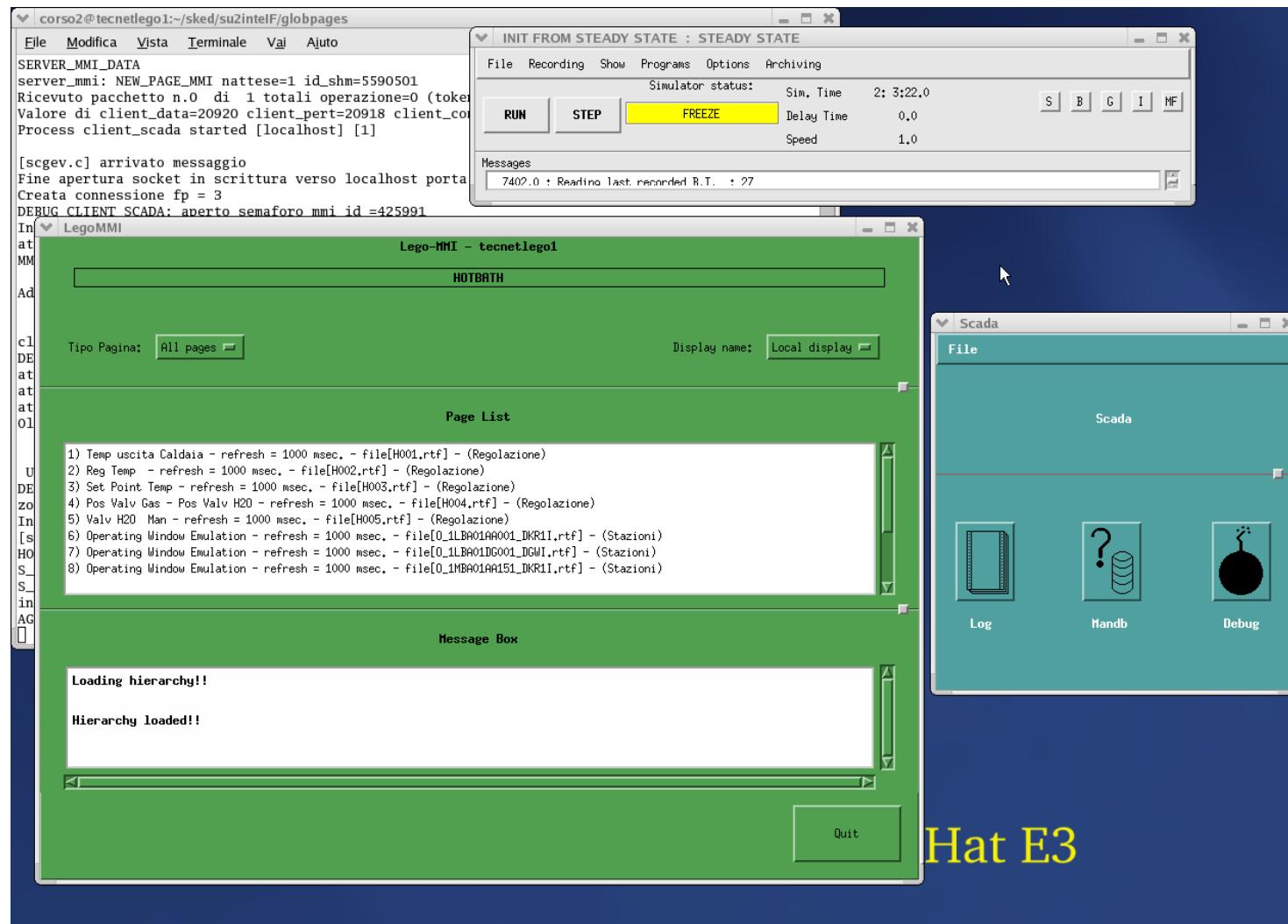


Figura 291 - Lancio del simulatore

Fra le pagine presenti si apra quella principale (ROOT PD)



che si presenta come illustrato in figura seguente.

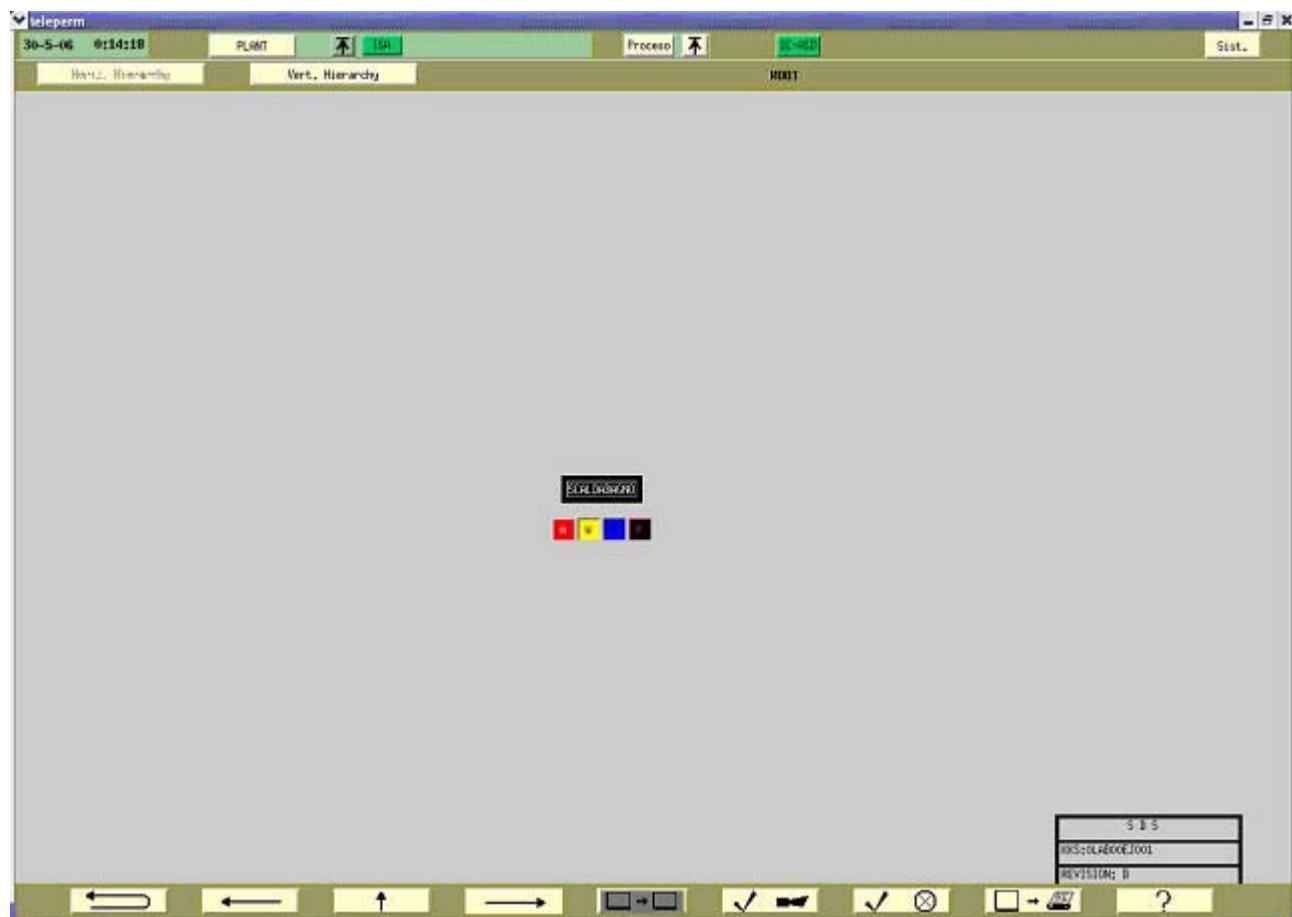


Figura 292 - Pagina ROOT

Di seguito è fornita una descrizione della finestra del LegoMMI così aperta.

Il pulsante		indirizza alla pagina ROOT
Il pulsante		attiva la pagina allarmi
Il pulsante		indirizza alla pagina in cui si è verificato l'allarme
Il pulsante		apre la stazione di misura
Il pulsante		serve per tornare indietro
Il pulsante		apre il link attivo in un'altra finestra

Il pulsante   riconosce gli allarmi attivi

Per chiudere la finestra LegoMMI seguire la procedura in figura seguente:



Figura 293 - Uscita da LegoMMI

6.14.1 Prove di funzionamento

Si provi a variare il set-point seguendo la procedura che segue:

- si clicchi sul pulsante  del sinottico per aprire la stazione di controllo in Figura 294
- si clicchi sul pulsante 

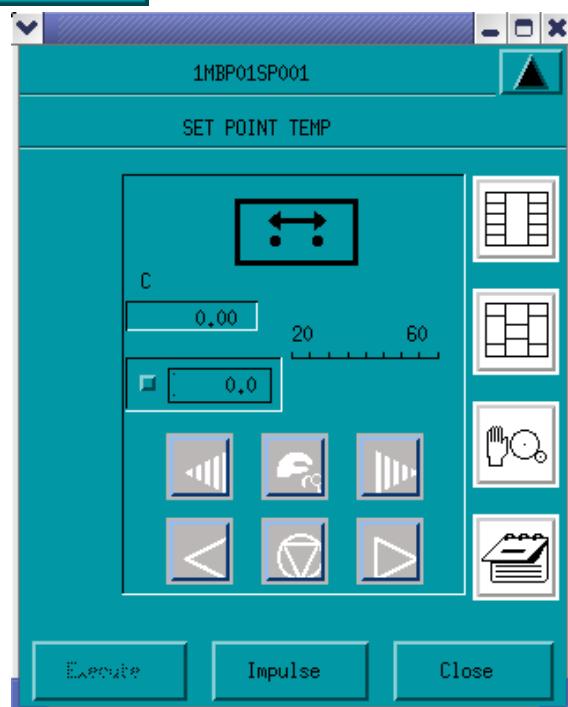


Figura 294 - Stazione di controllo per il set-point

APPENDICI

Appendice 1. - Indicazioni pratiche di utilizzo di ALTERLEGO®

CONFIGURAZIONE AMBIENTE DI SIMULAZIONE

Di seguito si riporta il .profile

```
# modulo .profile
#
# tipo
# release 1.11
# data 94/12/23
# reserved @(#).profile 1.11
#
#####
OS=`uname`
export OS
#####
#PRODUCTINST#####
#
#      definizione simulatore e cassaforte di riferimento
#      va messo prima di inizializzare l'ambiente ALTERLEGO
#
# export per la rigenerazione del simulatore
#
export KSIM=$HOME/sked/anne_sim
export KCASSAFORTE=$HOME/sulcis2
export KSIMNAME=anne_sim
export KFUNCTIONALAREA=' HB '
#
echo "Sistema Operativo LINUX"
#
# definisce quanti secondi di timeout prima che un modello venga dichiarato sospeso
# per problemi interni (di default tipicamente si imposta a 60)
#
SKED_TIMEOUT=60
export SKED_TIMEOUT
#
# directory installazione legocad
#
LEGOROOT=/home/legoroot/Alg_global_product-2005C_RHE3_lomgr/Alg_global_product
echo $LEGOROOT
LEGOCAD_USER=~
```

```
#  
# directory di back up  
#  
LEGO_BACK=/home/cfb_back  
export LEGOROOT LEGOCAD_USER LEGO_BACK  
#  
# attivazione di funzioni di switch (di default sono sempre a YES)  
#  
export REGO_NEW=YES  
export LEGOCAD_EMM=YES  
export LEGO_EMM=YES  
export LEGO_BIG=YES  
#  
# parametro che definisce il gestore della simulazione (di default Ã" sempre a YES)  
#  
export LEGOCAD_STARTUP=YES  
#  
# abilitazione licenza lego  
#  
export ALTERLEGO_CAP_DIR=/home/legoroot/license  
. $LEGOROOT/Alg_env.sh  
echo "eseguito alg_env"  
#  
# include file header  
#  
export ALGENV_SET="YES"  
#  
#  
# parametri che impostano le dimensioni dei vettori  
# tipicamente non occorre modificare il valore di tali parametri  
#  
  
#####PRODUCTINSTEND#####  
#####      NET_COMPI PARAMETERS      #####  
# 01/04/2004 modificati come su xp1000 (LEGO_BIG)  
export N000=70  
export N001=`expr $N000 \* 10`  
export N002=`expr $N000 \* 25`  
export N003=70000  
export N004=30000  
export N005=100000  
export N006=100  
export N007=83000  
export N008=40
```

```
export M001=50000
export M002=20000
export M003=`expr $N002 \+ 1`
export M004=70001
export M005=30001
#####
# GIPS Environment
#####
#
# parametri che gestiscono l'eventuale utilizzo del GIPS
#
if [ -s $HOME/gips.korn ]
then
. $HOME/gips.korn
export SID_ENV=GIPS
fi
#
# directory fluidi simulatore corrente
if [ -s $HOME/fluidiroot.dat ]
then
FLUIDIROOT=`cat fluidiroot.dat` ; export FLUIDIROOT
echo "FLUIDIROOT = $FLUIDIROOT"
fi
#####
#
#---- Set per utilizzare la convenzione USA per i separatori di migliaia e decimali
#
#####
#
# personalizzazione
#
#
#
export PATH=$PATH:$HOME/bin
alias sked='cd ~/sked/su2intef'
alias bin='cd ~/bin'
alias lego='cd ~/legocad'
#xhost +
#
#####
```

```
# Variabili d'ambiente per SCADA E DTW
#
#####
# SCADA_DEBUG: 1=senza SCADA; 0=con SCADA
#export SCADA_DEBUG=0
#
# parametro per attivare il debug in compilazione dello SCADA
# 0 ---> considera gli errori
# 1 ---> ignora gli errori e procede
#
#export SCADA_DEBUG=0
#
# parametro che definisce una funzionalitÃ  legata alle connessioni ed al database
# di default Ã sempre a YES
#
#export RISOLVI_REGOLAZIONE=YES
#
# definisce il tempo in millisecondi dello stato di aggiornamento tra lo scedulatore
# e le parti esterne
#
#export SKED_TIME_AGG_STAT=1000
#
# livello utente MMI= istruttore (1)
#export MMI_ULEVEL=1
#
# Risorse personalizzate dove vi sono le risorse X
# se non definita il lego prende come definizione quello sotto la directory di
#installazione
#
# viceversa acquisisce quelle definite da questo parametro
#export XAPPLRESDIR=~/risorse
#
#####
#
# Aggiungo parametri di compilazione necessari per Linux
#
#####
#
#export F_FLAGS='-g -fno-second-underscore -fdollar-ok -fno-automatic -finit-local-zero '
#export FFLAGS='-g -fno-second-underscore -fdollar-ok -fno-automatic -finit-local-zero '
#export FC_LIBS=' -lg2c -lm '
#export DEBUG=YES
#
#
#####
```

```
# Set utente
#
#####
#
set -o emacs
export PS1='$USER:$PWD > '
xhost +
```

Per sfruttare le potenzialità multitask di ALTERLEGO® e Linux è necessario utilizzare da remoto in condivisione il software di simulazione.

Installando ALTERLEGO® su un server con sistema operativo Linux è possibile collegarsi in rete al server e aprire una sessione di ALTERLEGO® mediante un programma di X-Windows. Per sfruttare la condivisione bisogna seguire i seguenti passi:

- 1) Aprire *XServer o Xming*.
- 2) Aprire la *shell DOS*.
- 3) Digitare nella *shell telnet 158.47.2.24*.
- 4) Digitare nel campo *login* il nome dell'utente.
- 5) Digitare nel campo *password* la relativa password.
- 6) Aprire un'altra *shell DOS* e digitare **ipconfig** per visualizzare l'indirizzo IP della macchina su cui si sta operando.
- 7) Digitare **bash** per attivare il richiamo con la freccia in alto agli ultimi comandi eseguiti.

Digitare nella *shell* primaria **export DISPLAY="indirizzo IP della macchina":0.0** per attivare la *shell* grafica

Appendice 2. - Script utilizzati per il backup dei server

1 Installazione del mirroring

Prima di procedere alla realizzazione di un sistema di mirroring, sia esso hardware che software, è consigliato fare un backup di tutti i dati presenti sul disco principale, in altre parole, il disco in cui è presente il sistema operativo.

Quando si crea un sistema di mirroring i dischi su cui si vuole installare il mirroring devono essere di uguale capacità, oppure superiore al disco principale.

Per disco principale si intende il disco in cui risiede il sistema corrente.

1.1 Installazione del mirroring

Passi da eseguire

Di seguito sono descritti i passi necessari per configurare il sistema il Raid software su una macchina *Centos* e *Red-Hat Enterprise 3*.

Eliminare le etichette dei partizioni nei files

Aprire il file **fstab** e **grub.conf** in **/etc/** mettere i nomi delle partizioni al posto dell'etichette.

Nel file fstab, sono presenti tutti i file system montabili. Eccone un listato:

```
[root@tecnetlego1 ~]# cat /etc/fstab
/dev/hdb1      /boot          ext3  defaults      1  1
/dev/hdb2      /              ext3  defaults      1  2
none          /dev/pts        devpts gid=5,mode=620  0  0
none          /proc           proc   defaults      0  0
none          /dev/shm        tmpfs  defaults      0  0
/dev/hdb3      swap            swap   defaults      0  0
/dev/cdrom     /mnt/cdrom     udf,iso9660 noauto,owner,kudzu,ro 0  0
/dev/fd0       /mnt/floppy    auto   noauto,owner,kudzu 0  0
```

Il file

grub.conf in **/boot/grub/** (spesso referenziato con il link **grub.conf** in **/etc/**) è il file di configurazione del boot loader GRUB.

La sua logica è simile a quella del classico lilo.conf, ma la sintassi è leggermente diversa e le opzioni più numerose.

```
[root@tecnetlego1 ~]# cat /etc/grub.conf
```

```
default=0
timeout=10
splashimage=(hd0,0)/boot/grub/splash.xpm.gz

title Red Hat Enterprise Linux WS (2.4.21-37.EL)
    root (hd1,0)
    kernel /boot/vmlinuz-2.4.21-40.EL ro root=/dev/hdb1 hdc=ide-scsi
    initrd /boot/initrd-2.4.21-40.EL.img
```

1.2 Eliminare le etichette con e2label

Cambiare le etichette nel file system. Di seguito viene riportato il comando da eseguire.

```
[root@tecnetlego1 ~]# /sbin/e2label /dev/hdb1 ""
[root@tecnetlego1 ~]# /sbin/e2label /dev/hdb2 ""
```

1.3 Analisi dei dischi sono la stessa capacità

Controllare che i dischi che si vogliono mettere in raid, abbiano la stessa capacità. Tutti i dischi che si vogliono mettere in Raid devono essere di dimensione maggiore del disco principale.

```
[root@tecnetlego1 ~]# fdisk -l
```

Cambiare il tipo di partizioni del disco principale: ogni partizione del disco principale, deve essere trasformata in partizione “**Autorilevamento raid di Linux**”, anche quella di swap.

Per poter trasformare le partizioni, si usa il comando “**fdisk disco_a_cui_cambiare_il_sistema**”.

Per una volta lanciato il comando, si preme “t” (per scegliere la partizione da modificare), scelta la partizione, si aggiunge il tipo “fd”, che corrisponde a “**Autorilevamento raid di Linux**”.

Questo procedimento, va fatto per tutti le partizioni del disco principale. Nel riquadro viene mostrato un esempio di esecuzione per la modifica di un disco.

```
[root@tecnetlego1 ~]# /sbin/fdisk /dev/hdb
The number of cylinders for this disk is set to 15881.
There is nothing wrong with that, but this is larger than 1024,
and could in certain setups cause problems with:
 1) software that runs at boot time (e.g., old versions of LILO)
 2) booting and partitioning software from other OSs
   (e.g., DOS FDISK, OS/2 FDISK)

Comando (m per richiamare la guida): p

Disk /dev/hdb: 122.9 GB, 122942324736 bytes
240 heads, 63 sectors/track, 15881 cylinders
Units = cilindri of 15120 * 512 = 7741440 bytes

Dispositivo Avvio Inizio Fine Blocchi Id Sistema
/dev/hdb1      *       1        14  105808+  fd    Autorilevamento raid Linux
/dev/hdb2          15      15743 118911240  fd    Autorilevamento raid Linux
/dev/hdb3      15744     15881 1043280  fd    Autorilevamento raid Linux
```

Comando (**m** per richiamare la guida): q

1.4 Duplicare le partizioni su altri disco

Il prossimo passo consiste, nel creare sul disco secondario, una copia identica del disco principale.

In questo passo, non duplichiamo i dati, ma si crea solo la struttura: le partizioni con le rispettive dimensioni.

Nel riquadro vengono mostrati alcuni passi eseguiti.

```
[root@master root]# sfdisk -d /dev/hdb > partitions.txt
[root@master root]# cat partitions.txt
# partition table of /dev/hdb
unit: sectors

/dev/hdb1 : start=      63, size=  208782, Id=fd, bootable
/dev/hdb2 : start=  208845, size=  2104515, Id=fd
/dev/hdb3 : start=  2313360, size=158513355, Id=fd
/dev/hdb4 : start=      0, size=      0, Id= 0
[root@master root]# sfdisk /dev/hda < partitions.txt
Checking that no-one is using this disk right now ...
OK

Disk /dev/hda: 10011 cylinders, 255 heads, 63 sectors/track
Old situation:
Units = cylinders of 8225280 bytes, blocks of 1024 bytes, counting from 0

   Device Boot Start      End  #cyls   #blocks   Id  System
/dev/hda1       0        -      0          0   0  Empty
/dev/hda2       0        -      0          0   0  Empty
/dev/hda3       0        -      0          0   0  Empty
/dev/hda4       0        -      0          0   0  Empty
New situation:
Units = sectors of 512 bytes, counting from 0

   Device Boot      Start      End  #sectors   Id  System
/dev/hda1    *        63  208844     208782  fd  Linux raid autodetect
/dev/hda2     208845  2313359    2104515  fd  Linux raid autodetect
/dev/hda3    2313360 160826714  158513355  fd  Linux raid autodetect
/dev/hda4       0        -          0   0  Empty
Successfully wrote the new partition table
```

1.5 Modificare il file di configurazione rc.sysinit in /etc/rc.d

Modificare il file rc-sysinit aggiungendo le righe in corsivo.

```
--- rc.sysinit.orig      2004-02-04 01:42:10.000000000 -0600
+++ rc.sysinit 2004-02-04 02:26:45.000000000 -0600
@@ -435,6 +435,10 @@
        /etc/rc.modules
    fi

+if [ -f /etc/mdadm.conf ]; then
+    /sbin/mdadm -A -s
+fi
+ echo -n 50000 > /proc/sys/dev/raid/speed_limit_max

 update boot_stage RCraid
 if [ -f /etc/raidtab ]; then
     # Add raid devices
@@ -467,6 +471,10 @@
            RESULT=0
            RAIDDEV="$RAIDDEV(skipped)"
        fi
+       if [ $RESULT -gt 0 -a -x /sbin/mdadm ]; then
+           /sbin/mdadm -Ac partitions $i -m dev
+           RESULT=$?
+       fi
+       if [ $RESULT -gt 0 -a -x /sbin/raidstart ]; then
+           /sbin/raidstart $i
+           RESULT=$?

```

1.6 Riaavviare la macchina

```
[root@master root]# reboot
```

1.7 Eseguire il comando per la creazione raid

Per ogni partizione va lanciata la creazione della partizioni virtuali.

```
[root@master root]# mdadm --create /dev/md1 --level=1 --raid-devices=2 missing /dev/hda1  
mdadm: array /dev/md0 started.
```

1. Formattazione delle partizioni virtuali

Ora vanno formattate le partizioni virtuali, precedentemente create. Il comando da lanciare, per ogni partizione dei dati è:

```
[root@master root]# mke2fs -j /dev/md0  
mke2fs 1.34 (25-Jul-2003)  
Filesystem label=  
OS type: Linux  
Block size=4096 (log=2)  
Fragment size=4096 (log=2)  
9912320 inodes, 19814144 blocks  
990707 blocks (5.00%) reserved for the super user  
First data block=0  
605 block groups  
32768 blocks per group, 32768 fragments per group  
16384 inodes per group  
Superblock backups stored on blocks:  
    32768, 98304, 163840, 229376, 294912, 819200, 884736, 1605632, 2654208,  
    4096000, 7962624, 11239424
```

Inoltre va partizionato anche la partizione di swap, eseguendo il comando:

```
[root@master root]# mkswap /dev/md2  
Setting up swapspace version 1, size = 1077407 kB.
```


2. Avviare il Raid e fermare il Raid.

Per far partire il Raid, si lancia il comando:

```
[root@master root]# mdadm --stop -scan
```

Per lanciare l'avvio della partizione virtuale 1 si esegue il comando:

```
[root@master root]# mdadm -Ac partitions /dev/md1 -m dev  
mdadm: /dev/md1 has been started with 1 drive (out of 2).
```

Ovviamente va eseguito per tutte le partizioni.

3. Creare il file **mdadm.conf** nella cartella **/etc/**

Va creato il file **mdadm.conf** in quanto tale file non è presente nel sistema. Qualora tale file fosse già presente, dovrà contenere le linee come nel riquadro.

```
DEVICE /dev/hdb1 /dev/hda1
DEVICE /dev/hdb2 /dev/hda2
DEVICE /dev/hdb3 /dev/hda3

ARRAY /dev/md1 devices=missing, /dev/hda1
ARRAY /dev/md2 devices= missing, /dev/hda2
ARRAY /dev/md3 devices= missing, /dev/hda3
```

4. Ricostruire immagine per il raid

Va lanciato il comando mkinitrd, come mostrato nel riquadro.

```
[root@master root]# mkinitrd -v --preload=raid1 /root/initrd-2.4.22-1.2166.nptl.img  
2.4.22-1.2166.nptl  
Looking for deps of module raid1  
Looking for deps of module ide-disk  
Looking for deps of module raid1  
Looking for deps of module ext3 jbd  
Looking for deps of module jbd  
Using modules: ./kernel/drivers/md/raid1.o ./kernel/fs/jbd/jbd.o ./kernel/fs/ext3/ext3.o  
Using loopback device /dev/loop0  
/sbin/nash -> /tmp/initrd.Tf1416/bin/nash  
/sbin/insmod.static -> /tmp/initrd.Tf1416/bin/insmod  
`/lib/modules/2.4.22-1.2166.nptl./kernel/drivers/md/raid1.o' ->  
`/tmp/initrd.Tf1416/lib/raid1.o'  
`/lib/modules/2.4.22-1.2166.nptl./kernel/fs/jbd/jbd.o' -> `/tmp/initrd.Tf1416/lib/jbd.o'  
`/lib/modules/2.4.22-1.2166.nptl./kernel/fs/ext3/ext3.o' ->  
`/tmp/initrd.Tf1416/lib/ext3.o'  
Loading module raid1  
Loading module jbd  
Loading module ext3
```

5. Copia di backup del disco principale

Una volta creata l'immagine, questa va copiata sotto la partizione di boot. Nel riquadro sottostante vengono mostrati il comando eseguito.

```
[root@master root]# ls /boot/initrd-2.4.22-1.2166.nptl.img  
/boot/initrd-2.4.22-1.2166.nptl.img  
[root@master root]#  
[root@master root]# cd /boot  
[root@master boot]# cp initrd-2.4.22-1.2166.nptl.img initrd-2.4.22-1.2166.nptl.img.orig  
[root@master boot]# cp /root/initrd-2.4.22-1.2166.nptl.img .
```

6. Modificare il file **grub.conf**

Modificare il file **grub.conf** in modo da poter attivare il raid all'avviamento del sistema.

```
[root@master boot]# cat /boot/grub/grub.conf
# grub.conf generated by anaconda
#
# Note that you do not have to rerun grub after making changes to this file
# NOTICE: You have a /boot partition. This means that
#          all kernel and initrd paths are relative to /boot/, eg.
#          root (hd0,0)
#          kernel /vmlinuz-version ro root=/dev/hda3
#          initrd /initrd-version.img
#boot=/dev/had
default=saved timeout=5
splashimage=(hd0,0)/grub/splash.xpm.gz
title Fedora Core (2.4.22-1.2166.nptl)
    root (hd0,0)
    kernel /vmlinuz-2.4.22-1.2166.nptl ro root=/dev/hda3
    initrd /initrd-2.4.22-1.2166.nptl.img.orig
title Software RAID Fedora Core (2.4.22-1.2166.nptl)
    root (hd1,0)
    kernel /vmlinuz-2.4.22-1.2166.nptl ro root=/dev/md0 panic=10
    initrd /initrd-2.4.22-1.2166.nptl.img
```

Una volta modificato il file, è possibile verificarne la correttezza, lanciando il comando grub. Nel riquadro sottostante, nè viene mostrata la lista dei comandi da eseguire.

```
grub> device (hd0) /dev/hdc
grub> root (hd0,0)
Filesystem type is ext2fs, partition type 0xfd
grub> setup (hd0)
Checking if "/boot/grub/stage1" exists... no
Checking if "/grub/stage1" exists... yes
Checking if "/grub/stage2" exists... yes
Checking if "/grub/e2fs_stage1_5" exists... yes
Running "embed /grub/e2fs_stage1_5 (hd0)"... 15 sectors are embedded.
succeeded
Running "install /grub/stage1 (hd0) (hd0)1+15 p (hd0,0)/grub/stage2 /grub/grub.conf"...
succeeded
Done.
```

7. Reboot della macchina, e verificare che il Raid sia partito correttamente.

Una volta copiato il file, va riavviata la macchiana. Verificare che il raid è attivo, questo lo si fa leggendo nel file **mdstat**. Nel riquadro viene mostrato un esempio tipico di file:

```
[root@master root]# cat /proc/mdstat
Personalities : [raid1]
read_ahead 1024 sectors
md3 : active raid1 hdc3[0]
      79256576 blocks [2/1] [U_]

md2 : active raid1 hdc2[0]
      1052160 blocks [2/1] [U_]

md1 : active raid1 hdc1[0]
      104320 blocks [2/1] [U_]

unused devices: <none>
```

8. Copiare il file system nelle rispettive partizioni virtuali

Copiare nelle rispettive partizioni le varie cartelle. Nella copia, va osservato, va effettuata con l'opzione di ricorsione e di conservare i diritti.

```
[root@masterroot]# cd /mnt
[root@master mnt]# ls
[root@master mnt]# mkdir newroot
[root@master mnt]# mkdir newboot
[root@master mnt]# mount -t ext3 /dev/md3 newroot
[root@master mnt]# mount -t ext3 /dev/md1 newboot
[root@master mnt]# cp -aRp /boot/* /mnt/newboot/
[root@master mnt]# cd newroot/
[root@master newroot]# ls /
bin  boot  dev  etc  home  initrd  lib  lost+found  misc  mnt  opt  proc  root  sbin  tmp
     usr  var

[root@master newroot]# mkdir boot initrd mnt proc
```

```
[root@master newroot]# cp -aRp /bin /dev /etc /home /lib /misc /opt /root /sbin /tmp /usr /var .
[root@master newroot]# ls
bin  boot  dev  etc  home  initrd  lib  lost+found  misc  mnt  opt  proc  root  sbin  tmp
usr  var
[root@master newroot]# ls /
bin  boot  dev  etc  home  initrd  lib  lost+found  misc  mnt  opt  proc  root  sbin  tmp
usr  var
```

9. Modificare fstab nel nuovo sistema

A questo punto, va modificato il file fstab, tale file è situato nella cartella: “**/mnt/newroot/etc**”.

In quanto se si modifica l’altro file,(situato sotto “**/etc/fstab**”), i cambiamenti saranno persi.

```
root@master boot]# cat /mnt/newroot/etc/fstab
/dev/md0      /
/dev/md1      /boot
none          /dev/pts
none          /proc
none          /dev/shm
/dev/md2      swap

/      ext3    defaults      1  0
/boot  ext3    defaults      1  0
/dev/pts devpts  gid=5,mode=620  0  0
/proc   proc    defaults      0  0
/dev/shm tmpfs  defaults      0  0
swap   swap    defaults      0  0
```

10. Riavvire la macchina

Per far caricare le nuove modifiche. In questo modo la macchina dovrebbe caricare il nuovo sistema, con dischi virtuali. Una volta ripartita la macchina, il sistema dovrebbe riconoscere un disco virtuale, ma si accorge che un disco è vuoto: non ha dati, ma solo la struttura(quello che si aggiunge).

11. Modifica del **mdadm.conf**

Modificare il file mdadm.conf, il quale contiene informazioni sul sistema Raid.

```
DEVICE /dev/hdc1 /dev/hdc2 /dev/hdc3 /dev/hda1 /dev/hda2 /dev/hda3
ARRAY /dev/md1 devices=/dev/hdc1,/dev/hda1
ARRAY /dev/md2 devices=/dev/hdc2,/dev/hda2
ARRAY /dev/md3 devices=/dev/hdc3,/dev/hda3
```

12. Allineamento dei due dischi

A questo punto i due dischi devono essere allineati, o meglio devono avere gli stessi dati. Questo avviene, dal disco di che si è aggiunto, in questo modo tutte le modifiche fatte nei vari file di configurazione verranno perse. Nel riquadro sottostante, vengono riportati i comandi che devono essere effettuati.

```
[root@master boot]# cat /proc/mdstat
Personalities : [raid1]
read_ahead 1024 sectors
md2 : active raid1 hdc2[0]
      1052160 blocks [2/1]  [U_]

md0 : active raid1 hdc3[0]
      79256576 blocks [2/1]  [U_]

md1 : active raid1 hdc1[0]
      104320 blocks [2/1]  [U_]

unused devices: <none>
[root@master boot]# mdadm /dev/	md0 -a /dev/hda3
mdadm: hot added /dev/hda3
[root@master boot]# mdadm /dev/	md1 -a /dev/hda1
mdadm: hot added /dev/hda1
[root@master boot]# mdadm /dev/	md2 -a /dev/hda2
mdadm: hot added /dev/hda2

[root@master boot]# cat /proc/mdstat
Personalities : [raid1]
read_ahead 1024 sectors
md2 : active raid1 hda2[2]  hdc2[0]
      1052160 blocks [2/1]  [U_]

md0 : active raid1 hda3[2]  hdc3[0]
      79256576 blocks [2/1]  [U_]
      [>.....]    recovery =  0.2% (180048/79256576) finish=124.4min
speed=10591K/sec
md1 : active raid1 hda1[2]  hdc1[0]
      104320 blocks [2/1]  [U_]

unused devices: <none>

md: syncing RAID array md0
md: minimum _guaranteed_ reconstruction speed: 100 KB/sec/disc.
md: using maximum available idle IO bandwidth (but not more than 10000 KB/sec) for
reconstruction.
md: using 124k window, over a total of 79256576 blocks.
```

13. Reinstallare il GRUB su entrambi i dischi

Lanciare il grub, per effettuare l'installazione nel settore di boot dei dischi.

```
grub> device (hd0) /dev/hda
grub> root (hd0,0)
Filesystem type is ext2fs, partition type 0xfd
grub> setup (hd0)
Checking if "/boot/grub/stage1" exists... no
Checking if "/grub/stage1" exists... yes
Checking if "/grub/stage2" exists... yes
Checking if "/grub/e2fs_stage1_5" exists... yes
Running "embed /grub/e2fs_stage1_5 (hd0)"... 15 sectors are embedded.
succeeded
Running "install /grub/stage1 (hd0) (hd0)1+15 p (hd0,0)/grub/stage2 /grub/grub.conf"...
succeeded
Done.
```

```
grub> device (hd0) /dev/hdc
grub> root (hd0,0)
Filesystem type is ext2fs, partition type 0xfd
grub> setup (hd0)
Checking if "/boot/grub/stage1" exists... no
Checking if "/grub/stage1" exists... yes
Checking if "/grub/stage2" exists... yes
Checking if "/grub/e2fs_stage1_5" exists... yes
Running "embed /grub/e2fs_stage1_5 (hd0)"... 15 sectors are embedded.
succeeded
Running "install /grub/stage1 (hd0) (hd0)1+15 p (hd0,0)/grub/stage2 /grub/grub.conf"...
succeeded
Done.
```

14. Cancellare la vecchia configurazione

Rimuovere dal file *grub.conf* le linee che contengono i riferimenti al disco principale(quello su cui è installato il sistema).

Il contenuto del file *grub.conf* deve contenere i riferimenti alla partizione virtuale. Nel riquadro, ne viene mostrato un esempio:

```
[root@master boot]# cat /boot/grub/grub.conf
# grub.conf generated by anaconda
#
# Note that you do not have to rerun grub after making changes to this file
# NOTICE: You have a /boot partition. This means that
#          all kernel and initrd paths are relative to /boot/, eg.
#          root (hd0,0)
#          kernel /vmlinuz-version ro root=/dev/hda3
#          initrd /initrd-version.img
#boot=/dev/hda
default=0
timeout=5
splashimage=(hd0,0)/grub/splash.xpm.gz
title Software RAID Fedora Core (2.4.22-1.2166.nptl)
    root (hd1,0)
    kernel /vmlinuz-2.4.22-1.2166.nptl ro root=/dev/md0
    initrd /initrd-2.4.22-1.2166.nptl.img
```

Riavviare la macchina. Una volta che la macchina è partita, eseguire alcuni comandi per testare che tutto sia configurato correttamente. Nel riquadro sottostante vengono mostrati alcuni comandi usati per testarne la correttezza.

```
[root@master etc]# swapoff -a
[root@master etc]# mdadm --stop --scan
mdadm: fail to stop array /dev/md0: Device or resource busy
mdadm: fail to stop array /dev/md1: Device or resource busy
[root@master etc]# mdadm -A -s
mdadm: /dev/md2 has been started with 2 drives.
[root@master etc]# swapon -a
```

```
[root@master /]# umount /boot
[root@master /]# mdadm --stop --scan
mdadm: fail to stop array /dev/md2: Device or resource busy
mdadm: fail to stop array /dev/md0: Device or resource busy
[root@master /]# mdadm -A -s
mdadm: /dev/md1 has been started with 2 drives.
[root@master /]# mount boot/
```

BACKUP

Di seguito sono riportati gli script utilizzati nella procedura di backup commentati .

Script **backupLegos.sh**

```
#  
# backupLegos.sh  
# vers. 07/09/06  
#  
# Parametri :  
# $1 : home utente (da cui effettuare il salvataggio)  
# $2 : cartella sul quale copiare il file compresso  
#  
# Descrizione :  
# Questo script, chiamato dal script scheduler.sh, crea un backup della cartella  
# dell'utente passato in parametro 1.  
# Il backup è messo in un tar nella cartella "back" dell'utente e sulla condivisa, passata  
# come secondo parametro.  
#  
#  
#!/bin/bash  
  
BCKDIRECTORY="back"  
  
echo "Inizio procedura di backupLegos "  
  
# Esiste il parametro utente ?  
if [ "$1" = "" ]  
then  
    echo "PASSARE IL PARAMETRO UTENTE."  
    exit  
else  
    USERBACKUP=$1  
    HOMEFROMBACKUP="/home/"$1  
fi  
  
# Va nella cartella dell'utente  
cd ${HOMEFROMBACKUP}
```

```

echo -n "Sono in "
pwd

# Crea una lista dei file da salvare
echo "Creo lista file "
if [ "$LEGO_REMOTE_LIB" = "YES" ]
then
    find . \( -name '*.sav' -o -name macroblocks.dat -o -name descr.dat \
        -o -name '*.f' -o -name '*.c' -o -name f01.dat -o -name f14.dat \
        -o -name '*.pag' -o -name '*.ico' -o -name '*.lib' \
        -o -name '*.templ' -o -name '*.tebkg' -o -name '*.list' \
        -o -name '*.doc' -o -name '*.bkg' -o -name S01 \
        -o -name Context.ctx -o -name Connessioni.reg \
        -o -name recorder.edf -o -name r01.dat \
        -o -name FileColoriDefault -o -name FileFontsDefault \
        -o -name SubSystem.edf -o -name Component.edf \
        -o -name '*.dat' -o -name '*.txt' \
        -o -name '*.conf' -o -name f22_fgraf.edf -o -name snapshot.dat \
        -o -name foraus.for \) -print | \
    grep -v "Desktop" | grep -v ".Trash"
    grep -v libut > legoback.lis
else
    find . \( -name '*.sav' -o -name macroblocks.dat -o -name descr.dat \
        -o -name '*.f' -o -name '*.c' -o -name f01.dat -o -name f14.dat \
        -o -name '*.pag' -o -name '*.ico' -o -name '*.lib' \
        -o -name '*.templ' -o -name '*.tebkg' -o -name '*.list' \
        -o -name '*.doc' -o -name '*.bkg' -o -name S01 \
        -o -name Context.ctx -o -name Connessioni.reg \
        -o -name recorder.edf -o -name r01.dat \
        -o -name '*.dat' -o -name '*.txt' \
        -o -name FileColoriDefault -o -name FileFontsDefault \
        -o -name '*.conf' -o -name f22_fgraf.edf -o -name snapshot.dat \
        -o -name SubSystem.edf -o -name Component.edf \
        -o -name foraus.for \) -print | \
    grep -v "Desktop" | grep -v ".Trash" > legoback.lis
fi
echo "Fine creazione lista file "

# Esiste la cartella per il backup locale ?
PATHBCKDIRECTORY=${HOMEFROMBACKUP}/${BCKDIRECTORY}
echo "Controllo esistenza directory: " ${BCKDIRECTORY}
if [ ! -d ${PATHBCKDIRECTORY} ]
then
    echo "Directory non esiste " ${PATHBCKDIRECTORY}

```

```
mkdir ${PATHBCKDIRECTORY}
fi

# Nome del file
FILEBCK=${HOMEFROMBACKUP}/${BCKDIRECTORY}/`hostname`_${USERBACKUP}`date
+"%d%m%y".tar.Z"

echo "Inizio compressione file " ${FILEBCK}
tar -cFf- -Tlegoback.lis | compress > ${FILEBCK}
echo "Fine compressione "
echo "Copio il file: " ${FILEBCK} " in " $2 ed in " ${PATHBCKDIRECTORY}

# Copia de questo file nella condivisa
cp ${FILEBCK} $2
if [ $? = 0 ]
then
    echo "Copia del file: " ${FILEBCK} " in " $2 " eseguita correttamente"
else
    echo "COPIA DEL FILE: " ${FILEBCK} "IN " $2 " NON ESEGUITA CORRETTAMENTE "
fi

# Cambiamente dei diritti
chown -R ${USERBACKUP}:lego ${PATHBCKDIRECTORY}

echo "Fine esecuzione backupLegoo "
```

Script condivisaToBack.sh

```
#  
# condivisaToBack.sh  
# vers. 07/09/06  
# G. BOFFA  
# giuseppe@strutturainformatica.it  
#  
# Parametri :  
# $1 : file che contiene il nome degli utenti da caricare  
# $2 : condivisa a cui connettersi (opzionale)  
#  
# Descrizione :  
# Questo scritto fa la copia dei file meso sulla condivisa dal  
# scritto scheduler.sh verso le carte dei diverse utenti  
#  
#!/bin/bash  
  
echo "Inizio esecuzione condivisa to back"  
  
# Default variabile  
TOCOPY="back/"  
DEFAULTSHARED="//tecnetcslt24.pte.enel.it/Condivisa"  
DEFAULTUTENTILOAD="/sbin/utenti.txt"  
SHAREDDIRECTORY="MountCond"  
FILECHECK="Finebackup"  
PATHSHAREDDIRECTORY="/root/${SHAREDDIRECTORY}"  
PATHFILECHECK=${PATHSHAREDDIRECTORY} / ${FILECHECK}  
  
# Va nell'home di root  
cd /root  
echo -n "Sono in "  
pwd  
  
# Esiste il parametro 1 (nome del file con lista dei utenti) ?  
if [ "$1" = "" ]  
then  
    utentiLoad=${DEFAULTUTENTILOAD}  
else  
    utentiLoad=$1  
fi
```

```
# Esiste il file da cui caricare la lista dei utenti ?
echo "Caricamento Utenti da file: " ${utentiLoad}
if [ ! -e ${utentiLoad} ]
then
    echo "File non esiste: " ${utentiLoad}
    exit
else
    echo "Processo il file: " ${utentiLoad}
fi

# Parcorso del file e aggiunta a la lista dei utenti
listaUtenti=""
while read line
do
    listaUtenti=${listaUtenti}" "${line};
done < ${utentiLoad}
echo "Utenti caricati: " ${listaUtenti}
echo

# Esiste il parametro 2 (nome de la condivisa) ?
if [ "$2" = "" ]
then
    echo "Mi connetto alla condivisa di default: " ${DEFAULTSHARED}
    SOURCESHARED=${DEFAULTSHARED}
else
    SOURCESHARED=$1
fi

# Esiste la cartella sulla cuale montare la condivisa ?
echo "Mi connetto a: " ${SOURCESHARED}
if [ ! -d ${SHAREDDIRECTORY} ]
then
    echo Creo directory: ${SHAREDDIRECTORY}
    mkdir ${SHAREDDIRECTORY}
fi

# Montaggio della condivisa
echo "Mi connetto alla condivisa: " ${SOURCESHARED} " sulla cartella: "
${PATHSHAREDDIRECTORY}
mount -t smbfs ${SOURCESHARED} ${PATHSHAREDDIRECTORY} -o username=scambio,password=scambio
if [ $? -gt 0 ]
then
    echo "NON connesso alla condivisa."
```

```
exit
else
    echo "Connesso alla condivisa: " ${SOURCESHARED} " correttamente."
fi

# Aspetta creazione del file "Finebackup"
echo -e "\nControllo se esiste file: " ${PATHFILECHECK}
while [ ! -e ${PATHFILECHECK} ]
do
    echo "Aspetto che tutti i backup vengono copiati"
    sleep 30
done

# Inizio della copia per tutti utenti
echo -e "Inizio copia dei vari utenti\n"
for X in $listaUtenti
do
    echo "Effettuo copia dell'utente :" ${X}
    findfile=${X}"_"`date +%d%m%`"
    pathToCopy="/home/"${X}"/"${TOCOPY}

    # Se non esiste la cartella da destinazione, la crea
    if [ ! -d ${pathToCopy} ]
    then
        echo "Creo cartella in " ${pathToCopy}
        mkdir ${pathToCopy}
    fi

    # Prova da spostare i backup nelle cartelle back dei utenti
    mv ${PATHSHAREDIRECTORY}/*${findfile}* ${pathToCopy}
    if [ $? = 0 ]
    then
        echo Copia del file eseguita correttamente
        chown -R ${X}:lego ${pathToCopy}
        ls -l ${pathToCopy}
    else
        echo COPIA NON ESEGUITA
    fi
    echo
done

# Elimina il file "Fine copia"
rm ${PATHFILECHECK}
```

```
# Smonta la condivisa
umount ${PATHSHAREDIRECTORY}

echo e "\nFine esecuzione condivisa di backup"
```

Script removeTarOld.sh

```
#  
# removeTarOld.sh  
# vers. 07/09/06  
# G. BOFFA  
# giuseppe@strutturainformatica.it  
#  
# Parametri :  
# $1 : numero di giorni per cui conservare i file  
#  
# Descrizione :  
# Questo script elimina i file piu vecchi da X giorni  
# nella cartella back dei diverse utenti.  
#  
#!/bin/bash  
  
DEFAULTFILEREMOVEOLD=5  
REMOVEOLDFILEUP=3  
  
# Esiste il parametro 1 (numero dei giorni) ?  
if [ "$1" = "" ]  
then  
    fileRemove=${DEFAULTFILEREMOVEOLD}  
else  
    fileRemove=$1  
fi  
  
echo -e "\nCancello gli i file vecchi di " ${fileRemove} " giorni."  
  
# Se e troppo picolo il numero entrato  
if [ ${fileRemove} -le ${REMOVEOLDFILEUP} ]  
then  
    echo "Inserire una numero di giorni superiore a " ${REMOVEOLDFILEUP}  
    exit  
fi  
  
echo -e "\nAvvio la cancellazione dei file vecchi di: " ${fileRemove} "\n"  
  
# Cancellazione dei file  
find /home/*/*back/*tar.Z -type f -ctime +${fileRemove} -print -exec /bin/rm -f '{}' \;
```

```
echo -e "\nFine cancellazione."
```

Script masterizzaUtenti.sh

```
Masterizza utenti

PATHBCKDIRECTORY}

echo "Fine esecuzione backupLego "
```

Appendice 3. - Uso batch di ALTERLEGO®

L’ambiente di simulazione ALTERLEGO® è stato sviluppato ed opera con simulazioni dinamiche nelle quali l’operatore interagisce con la simulazione in tempo reale. Tuttavia ALTERLEGO® è in grado di operare simulazioni anche in regime batch. In questo caso esistono due procedure, una più semplice che può essere utilizzata per la simulazione di modelli monotask e una più complessa che consente di lanciare in batch simulatori interi. Di seguito vengono descritte entrambe.

Procedura batch semplificata per il lancio di modelli monotask

Avvio del calcolo dello stazionario

Per avviare il calcolo dello stazionario bisogna posizionarsi nella direttori *legocad* e quindi la direttori del modello da avviare (in questo caso *esempio*). Il comando da lanciare è

make –f cad_maketask stazionario

il quale provvederà a ricompilare il modello se necessario.

Dopo di che è possibile lanciare il calcolo dello stazionario con il comando

proc/lg3 > stazionario.output

il quale scriverà il risultato nel file **stazionario.output**. E’ stato creato un filtro per estrarre i dati utili dal file prodotto dal precedente comando: tale filtro si lancia mediante il comando:

/usr/java/j2sdk1.4.2_04/bin/java FiltroLeggo stazionario.output stazionario.txt

Segue uno spezzone del file creato (**stazionario.txt**) dal filtro suddetto: tale output ha lo scopo di semplificare l’acquisizione dei risultati dall’applicativo SimTec da presentare nel report all’utente.

```
WVALVALLIN=200.00
HU_1COL1IN=0.60000E+06
TESTCOL1IN=303.15
GESTCOL1IN=10.000
PCOLCOL1IN=0.99937E+06
WVALVALLIN=200.00
PUVAVALLIN=0.97324E+06
HCOLCOL1IN=0.69486E+06
ALZAVALLIN=0.80000
PIVAMONTOUT=0.10000E+07
WVALMONTOUT=9.9280
PCOLCOL1OUT=0.99925E+06
HVALMONTOUT=0.60000E+06
ALZAMONTOUT=1.0000
```

```
PIVAMON1OUT=0.12000E+07
WVALMON1OUT=190.07
PCOLCOL1OUT=0.99925E+06
HVALMON1OUT=0.70000E+06
```

Nel riquadro precedente, l'uguale separa il nome della variabile (a sinistra) dal valore (a destra): il suffisso *IN* e *OUT* sta ad indicare rispettivamente i valori in ingresso allo stazionario (alcuni dei quali specificati dall'utente mediante le maschere proposte da SimTec) ed i valori di regime calcolati dallo stazionario.

Preparazione alla simulazione batch

La preparazione alla simulazione batch è sicuramente più complessa rispetto al caso del calcolo dello stazionario. In particolare, i punti cruciali sono quattro: la creazione dell'eseguibile che gestirà la simulazione, la preparazione del file in input alla simulazione (comprendente le perturbazioni da studiare sul modello), il lancio della simulazione vera e propria ed infine l'analisi dei dati di output con l'estrazione di quelli necessari ai report da mostrare all'utente.

Creazione dell'eseguibile della simulazione

Prima di ogni cosa vanno svolti i passi di compilazione intrapresi nel click sull'ultima freccia della maschera di Legocad: cioè va lanciato il comando (dalla direttori del modello).

make -f cad_maketask terzo

Di seguito si può lanciare il comando da utilizzare per creare l'eseguibile da lanciare per la simulazione:

crealg5

Tale comando va lanciato, come gli altri, dalla direttori che ospita il modello da studiare.

Preparazione del file di input alla simulazione

In questo passo si danno tutte le direttive che serviranno poi a guidare la simulazione in oggetto. Il comando da lanciare per eseguire la simulazione è

lg4_exe < parametriSimulazione.txt

Questo comando richiede all'utente tutte le informazioni necessarie per il lancio della simulazione: l'idea è quella di preparare un file di input (diciamo *parametriSimulazione.txt*) con una risposta per ogni riga e passarlo al comando nel modo mostrato nel riquadro.

Di seguito vengono riportate le informazioni, nel corretto ordine, utili per preparare il file *parametriSimulazione.txt*:

- 1) *Stampe intermedie di controllo.* Le risposte possibili sono *s* o *n*. Nel caso di risposta affermativa (*s*), il lancio della simulazione produrrà sulla console i valori delle variabili calcolati ad ogni passo della simulazione (es: *s*).
- 2) *Titolo della simulazione.* Il titolo accettato dovrà avere un massimo di 80 caratteri (es: Simulazione di prova).
- 3) *Tempo finale della simulazione.* Si dovrà qui specificare la durata della simulazione (espressa in secondi): quindi un numero intero (es: 10.0) (N.B.: inserire un valore in notazione reale - puntata - come l'esempio riportato).
- 4) *Passo di integrazione.* Qui va specificato il passo di integrazione che dovrà essere utilizzato. In particolare, questo valore va scelto in maniera opportuna in modo tale che i tempi che definiscono le perturbazioni, ancora da definire, risultino multipli del passo di integrazione (per ovvi motivi dovuti alla discretizzazione della simulazione) (es: 1.0) (N.B.: inserire un valore in notazione reale - puntata - come l'esempio riportato).
- 5) *Variabile da perturbare.* Viene richiesto il nome della variabile da perturbare (si dovrà scegliere una variabile definita nel modello (es: ALZAMONT)).
- 6) *Tipo di perturbazione.* Le possibilità sono: *rampa*, *tabulazione*, *gradino*. Analizziamo la perturbazione a **Rampa**. (valore di scelta: 1) Verranno richiesti successivamente il tempo iniziale (es: 3.0), il tempo in cui dovrà finire la rampa (es: 5.0) (notare che in questo esempio ci saranno due passi di integrazione che interesseranno la rampa); quindi si dovrà specificare il valore finale della variabile (es: 0.5) ed un numero che moltiplicherà il numero di passi di integrazione che interessano la perturbazione (es: 1); quest'ultimo parametro potrebbe avere il significato di moltiplicare il numero di passi di integrazione che riguardano la perturbazione, utile nei casi in cui, per gli scopi della simulazione sia necessaria una maggiore accuratezza nella simulazione (N.B.: inserire valori in notazione reale - puntata - come l'esempio riportato). Analizziamo la perturbazione a **Tabulazione**. (valore di scelta: 2) Questo tipo di perturbazione permette di specificare una funzione di perturbazione qualsiasi mediante l'inserimento dei valori puntali della perturbazione stessa. Successivamente, infatti, si dovranno inserire in sequenza le coppie di valori (*t,f(t)*) dove *t* rappresenta il tempo (l'inserimento va fatto in maniera sequenziale). (es: 1.0 \newline 3.4 \newline 2.0 \newline 1.1: ovviamente i valori che rappresentano il tempo debbono essere crescenti). La lista di valori va conclusa con invio al posto dell'inserimento del tempo. Analizziamo la perturbazione a **Gradino**. (valore di scelta: 3) Verranno richiesti successivamente il tempo della simulazione nel quale dovrà innescarsi la perturbazione (es: 5.0) ed il valore finale della variabile oggetto della perturbazione (es: 0.11E+07). N.B.: al termine della definizione di una perturbazione, secondo le indicazioni appena riportate, verrà richiesto il nome della prossima variabile da perturbare: premendo subito invio (cioè lasciando la riga vuota nel file **parametriSimulazione.txt** che si sta preparando) si termina l'inserimento, altrimenti si potrebbe ripetere quando descritto in questo punto per definire un'altra variabile da perturbare.
- 7) *Selezione delle variabili per l'uscita grafica.* Inserendo il simbolo asterisco (*) si selezionano tutte le variabili.
- 8) *Passo di registrazione.* Il passo di registrazione (riferito al dato precedente) è un intero che moltiplica il passo di integrazione: inserendo, ad esempio, il valore 1 si otterranno i valori per ogni passo di integrazione mentre inserendo il valore n maggiore di 1, il sistema allo studio verrà fotografato ogni n passi di integrazione.
- 9) *Variabili da registrare durante il calcolo.* Inserendo il simbolo asterisco (*) si selezionano tutte le variabili.

10) *Passo di registrazione durante il calcolo.* Il passo di registrazione (riferito al dato precedente) è un intero che andrà a moltiplicare il passo di integrazione (come nel punto 8).

Lancio della simulazione

Per lanciare la simulazione bisogna eseguire il comando

proc/lg5 < s.txt > output.txt

nel file **s.txt** bisogna inserire lo standard input all'eseguibile della simulazione il quale chiede, all'avvio, se si vuole le stampe intermedie di controllo della simulazione (e bisogna rispondere s).

Analisi dei risultati della simulazione

Per analizzare il file **output.txt** prodotto dalla simulazione bisogna lanciare il comando:

/usr/java/j2sdk1.4.2_04/bin/java FiltroLeggo simulazione proc/f22.dat outSimulazione.txt

dalla direttori del modello. Tale comando produce il file di dati **datisimulazione.txt** che l'applicativo della Modellistica in rete dovrà analizzare per la costruzione del report all'utente.

Di seguito si riporta uno spezzone di tale file: a parte una sezione iniziale con tre informazioni di tipo generale sulla simulazione eseguita, si apre una sezione ripetuta (per ogni passo di integrazione fatto) riportante i dati che fotografano il modello durante la simulazione (il valore di tutte le variabili del modello).

```
titolosimulazione=Simulazione di prova
numerovariabili=19
nomemodello=
tempo=0.0
WVALMONT=9.927968
WVALMON1=190.07202
HCOLCOL1=694862.56
PCOLCOL1=999253.7
TCOLCOL1=436.4781
WVALVALL=200.0
PIVAMONT=1000000.0
HVALMONT=600000.0
ALZAMONT=1.0
PIVAMON1=1200000.0
HVALMON1=700000.0
ALZAMON1=0.5
HE_1COL1=600000.0
HE_2COL1=700000.0
HU_1COL1=600000.0
TESTCOL1=303.15
GESTCOL1=10.0
```

```
PUVAVALL=973119.4
ALZAVALL=0.8
tempo=0.1
WVALMONT=9.927915
WVALMON1=190.072
HCOLCOLL=694862.56
PCOLCOLL=999253.7
TCOLCOLL=436.4781
WVALVALL=199.99994
PIVAMONT=1000000.0
HVALMONT=600000.0
ALZAMONT=1.0
PIVAMON1=1200000.0
HVALMON1=700000.0
ALZAMON1=0.5
HE_1COLL=600000.0
HE_2COLL=700000.0
HU_1COLL=600000.0
TESTCOLL=303.15
GESTCOLL=10.0
PUVAVALL=973119.4
ALZAVALL=0.8
tempo=0.2
WVALMONT=9.927918
WVALMON1=190.072
HCOLCOLL=694862.56
PCOLCOLL=999253.7
TCOLCOLL=436.47806
WVALVALL=199.99994
PIVAMONT=1000000.0
HVALMONT=600000.0
ALZAMONT=1.0
PIVAMON1=1200000.0
HVALMON1=700000.0
ALZAMON1=0.5
HE_1COLL=600000.0
HE_2COLL=700000.0
HU_1COLL=600000.0
TESTCOLL=303.15
GESTCOLL=10.0
PUVAVALL=973119.4
ALZAVALL=0.8
```

Lancio dei comandi in rete

L'ultima problematica da affrontare è relativa al lancio dei comandi in remoto, visto che fisicamente l'applicativo Simtec (che dovrà lanciare i comandi descritti precedentemente) e l'ambiente ALTERLEGO® risiedono su due macchine differenti. In questo paragrafo viene descritto come lanciare i relativi comandi dalla shell sul computer che ospita l'applicativo Simtec, visto che quelli riportati sopra presuppongono di trovarsi in una shell sulla macchina ALTERLEGO® posizionata sulla direttori del modello come specificato.

Il comando che permette il lancio in remoto dei comandi è **rsh**: tramite un esempio, il lancio dello stazionario, si vedrà come impartire i comandi descritti nei paragrafi precedenti sulla macchina che ospita l'ambiente di simulazione ALTERLEGO®. Il comando da lanciare sarebbe

proc/lg3 > stazionario.output

che da remoto con il comando rsh diventa:

rsh tecnetlego.pte.enel.it -l simtec “cd /home/simtec/legocad/esempio; proc/lg3 > stazionario.output”

Analizziamo i vari parametri del comando rsh:

tecnetlego.pte.enel.it è l'indirizzo della macchina che deve eseguire il comando;
-l simtec specifica l'utente sulla macchina tecnetlego che eseguirà il comando e come detto in precedenza simtec è l'utente creato per le simulazioni lanciate da simtec; in fine racchiuso tra parentesi compare il comando da lanciare. Si noti che il comando in realtà è formato da una concatenazione di comandi separati dal “;”: **cd /home/simtec/legocad/esempio** serve per spostarci sulla direttori del modello mentre **/proc/lg3 > stazionario.output** è il comando da lanciare come descritto sopra in queste note.

Procedura batch completa per il lancio di simulatori interi

La gestione di una simulazione batch di un simulatore con più task in ambiente ALTERLEGO® possono essere distinte varie funzioni.

Per motivi legati alle risorse hardware, non possono coesistere più simulatori contemporaneamente su una stessa macchina, quando viene inizializzato un simulatore con gli alarmi SCADA.

E' quindi necessario dedicare 1 macchina per ogni simulatore. Per questo motivo la gestione di una **simulazione batch** da parte dell'application server deve prevedere cronologicamente:

1. start-up del simulatore
2. l'inizializzazione del simulatore con uno stato iniziale
3. esecuzione della simulazione con le perturbazioni e monitoraggio dello stato del simulatore
4. shut-down del simulatore dopo che è stato raggiunto il tempo di simulazione impostato dall'utente

La fase 1 inizia quando l'utente lancia il run della simulazione. La lista dei possibili snapshot può essere dedotta dalla decodifica del file **backtrack.dat** (binario) nel quale sono registrati gli snapshot del simulatore.

Affinché il file **backtrack.dat** non risulti vuoto è necessario eseguire una prima simulazione imponendo che nel file **backtrack.dat** vengano automaticamente registrati più stati del sistema durante la simulazione.

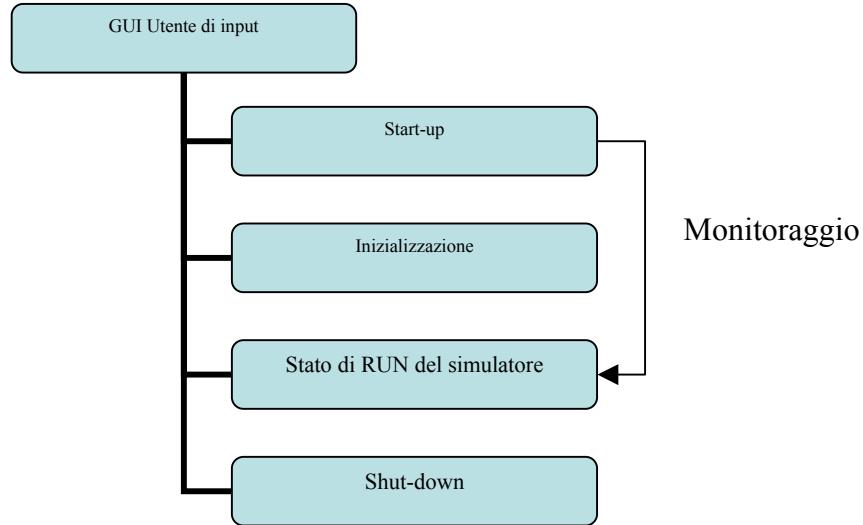
Dopo lo start-up ALTERLEGO® segue l'inizializzazione del simulatore mediante uno stato del sistema memorizzato nel file **backtrack.dat** (fase 2).

La fase 3 è caratterizzata da una serie di comandi che permetteranno di eseguire la simulazione (stato di RUN del simulatore) con le perturbazioni imposte dall'utente.

Durante l'esecuzione della simulazione è possibile monitorare lo stato del simulatore (RUN o FREEZE) in quanto in un simulatore non è predefinita la fine di una simulazione.

Quando la risposta al segnale sarà FREEZE, l'application server dovrà interpretare come fine della simulazione batch.

In questo caso l'application server invierà il comando di shut-down del simulatore (fase 4).



Ad ogni fase corrispondono comandi predefiniti in ALTERLEGO® che permettano di interagire con il simulatore. Rispetto alla gestione di una simulazione batch di un modello monotask la differenza sostanziale è che viene istanziato lo schedulatore.

Per effettuare il lancio batch di una simulazione di un simulatore o di un modello con più task è necessario utilizzare uno script che definisca i comandi che si intendono utilizzare per interagire con il simulatore. L'elenco dei comandi da utilizzare è riportato nella tabella di seguito e devono essere definiti nello script in sequenza con la relativa sintassi.

<comando>	<campo_1>	<campo_2>	<campo_3>	<campo_4>
START				
FINE				
RUN				
FREEZE				
STEP				
CLEAR				
SPEED	float			
EDITBT				
LOADBT	int			
VALBT				
REPLAY				
EDITIC				
LOADIC	int			
SAVEIC	int	descr		
STATO				
PERT_STEP_BY_NAME	tagname	value	time	
PERT_STEP_BY_ADDR	tagaddr	value	time	
MAXSIMTIME	float			

Si riporta come esempio uno script nel quale sono memorizzati una serie di comandi:

```
web_startup
sleep 15
rm f22*
sleep 1
net_operator . start
sleep 5
net_operator . clear
sleep 5
net_operator . run
sleep 10
net_operator . freeze
sleep 3
net_operator . pert_step_by_name AATEMPO0 673 10

sleep 3
net_operator . run
sleep 20
net_operator . freeze
sleep 4
f22_to_ascii f22circ.dat 0 100
sleep 7
echo sed -e 's// /g' f22circ.dat.asc > f22circout.dat.asc
sed -e 's// /g' f22circ.dat.asc > f22circout.dat.asc
sleep 5
echo "Fine creazione f22circout.dat.asc"
net_operator . fine
sleep 15|
killsim
```

web_startup: è il comando che inizializza il banco di manovra virtuale e mette in ascolto il simulatore.

Ogni comando deve avere la seguente sintassi:

net_operator “path” “comando” il comando .

I comandi utilizzati nello script sono definiti su righe successive e sono intervallati dal comando **sleep** che mette in attesa il simulatore prima di leggere il comando successivo. Tutti i comandi sono quelli che si ritrovano nel banco di manovra. I comandi utilizzati in uno script classico per una simulazione batch sono i seguenti:

net_operator . clear

net_operator . run

net_operator . freeze

net_operator . pert_step_by_name “nome variabile” “tempo inizio pert.” “tempo fine pert.”

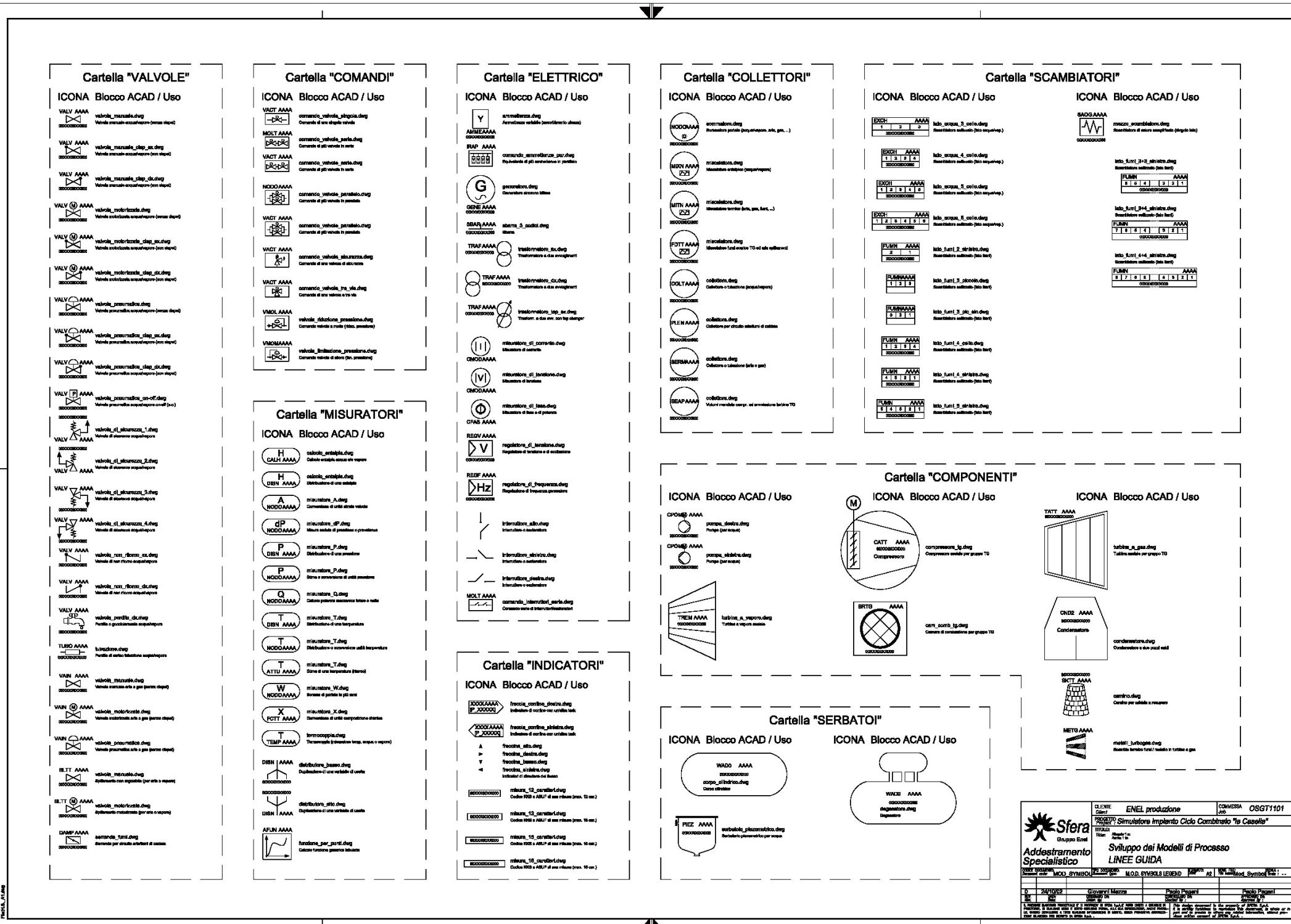
A differenza di quanto avviene con i modelli monotask, i risultati non vengono stampati in un file di testo, ma devono essere interpretati dal file binario **f22circ.dat** utilizzando un decodificatore opportuno.

Il comando **f22_to_ascii** consente di trasformare il file binario f22circ in un file di dati in formato ascii.

f22_to_ascii “nome_file” “tempo inizio pert.” “tempo fine pert.”

Il salvataggio degli snapshot deve necessariamente avvenire quando il simulatore è attivo, mediante un apposito comando che consenta ad ALTERLEGO® di salvare uno stato delle variabili nel file binario **backtrack.dat**.

Appendice 4. - Libreria dei simboli MOD in ALTERLEGO®



Appendice 5. - Le librerie di moduli in ambiente ALTERLEGO®[18],[32],[31],[8]

ALTERLEGO® mette a disposizione varie librerie di moduli per la creazione di modelli.
Esistono 2 tipi di librerie:

- librerie di processo
- libreria di automazione

Le librerie di processo vengono utilizzate dall'applicativo LEGOCAD® per la realizzazione di modelli di processo, mentre la libreria di automazione viene utilizzata con l'applicativo REGOMMI® per la realizzazione degli schemi di regolazione. Le librerie di processo sono state sviluppate nel corso degli anni partendo da un set di moduli costruiti ad hoc per impianti che utilizzavano come unico fluido miscele di acqua e vapore. Successivamente sono stati sviluppate altre librerie per altri processi con fluidi diversi.

Di seguito sono riportate le librerie di processo sviluppate fino ad ora, si rimanda alla Appendice 8.

- Prontuario moduli della libreria di processo standard LEGOCAD® per le librerie contenenti moduli di processo e al paragrafo 3.3.11 per le librerie di moduli di regolazione.

Quando si copia un unico modulo, si deve aggiungere il nome ai file **lista_moduli.dat** e **icon_list.dat** in *libut* ed è necessario ricompilare la *libut* dopo avere fatto **rm *.a** e **rm *.o**.

La *libut* contiene una lista di file di tipo *.f scritti in fortran, che rappresentano i moduli di processo dal punto di vista fisico-matematico, mentre la *libut_reg* contiene i file di tipo *.f dei moduli di regolazione.

Le librerie contengono, oltre ai file di tipo *.o e *.a di cui si parla nei suddetti paragrafi, i file di tipo *.bmp che contengono una codifica per l'icona del modulo.

Ogni modulo contiene tutte le leggi fisiche e le correlazioni richieste per definire il comportamento sia statico che dinamico del componente che rappresenta, quando gli siano fornite le condizioni al contorno appropriate. Ogni modulo è rappresentato da un insieme di equazioni differenziali non lineari del primo ordine e da equazioni algebriche non lineari, quando necessario.

Utilizzo di librerie di processo esistenti

Se esiste già una libreria di moduli, prima di importare è bene rimuoverla con i comandi **rm libut** e **rm libutreg** da lanciare sotto la directory **legocad**.

- 1) Sull'interfaccia LEGOCAD selezionare **Librarian** e poi **Module->ICopy from**
- 2) Si può scegliere tra diverse librerie oppure, scegliendo l'opzione **Different Users**, si può specificare l'indirizzo della home da cui importare (**/home/"user"/legocad/libut_reg/libreg/*.lib**) nella finestra che si apre.
- 3) In questo caso, dopo aver specificato l'indirizzo, premere **Filter** e selezionare le librerie.
- 4) Dopo avere scelto la libreria, la si deve ricompilare: sulla shell, si entra nella directory **libut**, creata con l'importazione sotto **legocad** nella home dell'utente, si rimuovono alcuni file con i comandi

rm *.o (sono i file *.f compilati) e **rm *.a**, poi si ritorna su **Librarian** e si preme il tasto **Compile->Library**. A ricompilazione effettuata, compare il messaggio *done* nella sezione “messaggi” della finestra di Legocad.

Descrizione delle librerie di processo LEGOCAD®

In questa parte si trattano brevemente i principali moduli contenuti nella libreria LEGOCAD destinata alla simulazione di un impianto termoelettrico ed il loro utilizzo nella realizzazione del simulatore stesso.⁸⁴

I moduli LEGOCAD® sono quasi sempre specifici non solo per uno o più componenti, ma anche a seconda del fluido che li attraversa. Ad esempio per simulare una valvola che sia attraversata da acqua (satura o sottoraffreddata) e/o da vapore (saturo, secco o surriscaldato) si utilizza il modulo VALV, mentre per simulare una valvola attraversata (ad esempio) da aria, idrogeno o metano (allo stato gassoso) si utilizza VAIN.

Pertanto nel titolo di tutti i paragrafi del presente documento è anche dettagliato (se opportuno) il tipo di fluido cui possono essere applicati i moduli descritti nel paragrafo stesso.

Nei successivi elenchi, il nome di alcuni moduli LEGOCAD® è seguito da un asterisco: si tratta di moduli che permettono all'utente di realizzare delle routine FORTRAN apposite per simulare proprietà specifiche non standard del componente simulato (ad esempio: geometrie di serbatoi e corpi cilindrici, curve caratteristiche di pompe e valvole, modelli specifici di turbina, ecc...).

Queste routine debbono essere scritte, per ciascun modello (“task”), in un apposito sorgente FORTRAN (denominato **FORAUS.FOR**), che ALTERLEGO crea automaticamente (inizialmente vuoto) nella cartella del modello stesso.

La realizzazione di queste routine utente è sempre opzionale, e nel caso esse vengano fornite, occorre anche dichiarare fra i dati fisico/geometrici uno o più parametri che istruiscano ALTERLEGO® ad utilizzarle al posto di quelle standard.

Per la realizzazione delle routine e per i dati da fornire nel file **f14.dat**, si veda la documentazione utente di ciascuno di tali moduli. Si segnala che in alcuni casi la stesura del FORTRAN ausiliario può essere agevolata dall'utilizzo di alcune routine presenti in una apposita libreria di funzioni “complementari”.

⁸⁴ Per una guida pratica all'uso dei moduli LEGO si faccia riferimento al prontuario in Appendice 0.

Organizzazione delle librerie di processo

In ALTERLEGO® le librerie di processo sono fornite con l'installazione secondo la seguente classificazione:

- Libreria “base”
- Libreria “auxiliary”
- Libreria “special”
- Libreria “nuclear”

Tali librerie risiedono all'atto della installazione dell'ambiente ALTERLEGO® nella seguenti cartelle e contengono anche le icone associate al modulo:

[/home/legoroot/Alg_global_product-2003_REDHAT7.2_rel/Alg_global_product/procLib/base](#)
[/home/legoroot/Alg_global_product-](#)
[2003_REDHAT7.2_rel/Alg_global_product/procLib/auxiliary](#)

[/home/legoroot/Alg_global_product-](#)
[2003_REDHAT7.2_rel/Alg_global_product/procLib/special/](#)

[/home/legoroot/Alg_global_product-](#)
[2003_REDHAT7.2_rel/Alg_global_product/procLib/nuclear/](#)

Di seguito viene riportata una lista dei fluidi per i quali le tavole delle proprietà termodinamiche sono implementate in files fortran.

1. nafta

[/home/legoroot/Alg_global_product-](#)
[2003_REDHAT7.2_rel/Alg_global_product/procLib/general/](#)

tabnaf.f

2. fumi di combustione

[/home/legoroot/Alg_global_product-2003_REDHAT7.2_rel/Alg_global_product/](#)
[procLib/general/](#)

correlazioni.f, (SDI 1996)

tavarfum.f (SDI 1996)

tavolefumi.f (SDI 1996)

3. acqua-vapore

.....

4. aria: risiedono nelle cartelle personali nella cartella **libut** insieme come specificato in seguito

.....

Al momento della creazione di un utente che utilizzi l'ambiente ALTERLEGO è necessario creare nella cartella:

/home/nome_utente/

una cartella “**legocad**” e una cartella “**libut**”

/home/nome_utente/legocad/libut

Nella cartella libut deve essere copiato il contenuto delle cartelle citate in precedenza e/o anche il contenuto delle cartelle delle librerie che sono presenti nella cartelle dell'utente librerie.

La documentazione dei moduli della libreria risiede nella cartella

/home/legoroot/Alg_global_product- 003_REDHAT7.2_rel/Alg_globalproduct/procLib/docit/

In questa cartella ci sono i file di testo relative ad ogni modulo fortran.

—

Come detto in precedenza esistono altre librerie classificate che sono state organizzate nell'utente **librerie** con più cartelle. In ognuna delle quali sono raccolte le varie librerie utilizzate nell'ambiente ALTERELGO® per vari progetti. E' indispensabile riportare le librerie secondo l'utilizzo che ne è stato fatto nei vari progetti. Esistono le seguenti cartelle:

- **priolo**
 - **libut**
 - **libut_reg**

La libreria “priolo” è la libreria che è stata utilizzata per lo sviluppo del simulatore dinamico del ciclo combinato di Priolo Gargallo e comprende tutti i moduli di processo per simulare i circuiti acqua-vapore e fumi dell'impianto.

Nella cartella libut di ogni libreria esistono una serie di file .dat che definiscono la libreria dei moduli, delle tavole delle proprietà dei fluidi.

Tali file sono:

- “**lista_complementari.dat**” è un file di testo che risiede dentro la cartella libut che riporta i nomi dei file delle tavole dei fluidi necessari al funzionamento dei moduli della libreria. Normalmente tali file risiedono nella cartella libut insieme ai moduli della libreria di processo, ma se nella cartella libut è presente il file fortran “**tavola.f**”, allora i file delle proprietà termodinamiche dei fluidi possono risiedere altrove. Con il file **tavola.f** tali files vengono richiamati con un puntamento.
- “**lista_moduli.dat**” è il file che riporta i moduli della libreria moduli che vengono compilati da ALTERLEGO per il normale funzionamento
- “**symbols.dat**”
- “**iconlist.dat**”
- “**icon_std.dat**”

LISTA MODULI DI PROCESSO											
NOME	DESCRIZIONE	ALIM	COND	GVRA	GVRM	GVRB	TG	TV	RELEASE	DATA ULTIMA MODIFICA	AUTORE
ADEV	Deviatore di due segnali								5.2	12/04/1995	
AEXT	Estrattore aria								5.2	14/02/2001	
AFUN	Generatore di funzione per punti								5.2	12/04/1995	
AINT	Integratore (regolazione implicita)								5.2	12/04/1995	
ALET	Cella di tubazione alettata								5.2	12/04/1995	
AMME	Ammettenza elettrica								4.3	10/02/1995	
AMOL	Moltiplicatore di segnali (regolazione implicita)								5.2	12/04/1995	
AMXI	Minimo o massimo (segnali unitari)								5.2	12/04/1995	
APRO	Blocco proporzionale (regolazione implicita)								5.2	12/04/1995	
ARTK	Serbatoio per aria								1.1	05/04/2001	
ASOM	Sommatore di segnali (regolazione implicita)								5.2	12/04/1995	
ATTU	Attuatori								5.2	12/04/1995	
AXCH	Scambiatore di calore per aria								6.5	22/12/1997	
CAAV*	Cavita` per aria/vapore/aria (WAD1 modificato)									12/12/2005	Rossi
CAVE	Cavita` in equilibrio termodinamico								5.2	12/04/1995	
CCCM	Camera di combustione								5.3	28/03/1996	
CCPN	Idraulica di una camera di combustione								5.2	12/04/1995	
CLAV*	Cavita` acqua/vapore/aria								5.7	24/07/1995	
CMSC	Compressore aria servizi/strumenti								5.2	26/05/1995	
CND0*	Condensatore vapore con fascio tubiero ed aria								1.0	29/05/1992	
CNDN*	Condensatore vapore con fascio tubiero								5.2	12/04/1995	
COAF	Compressore assiale semplificato								5.2	12/04/1995	RECINE
COEX*	Scambiatore con condensazione								6.1	04/03/1996	
COLN	Collettore per acqua/vapore a N ingressi ed uscite										
COLT	Collettore per acqua/vapore con temperatura metallo								5.3	04/06/1997	
COND*	Cavita` di condensatore di vapore								5.2	12/04/1995	
CONV	Temperatura di pelle parete metallica								4.1	27/03/1995	
CPAF	Camera di combustione TG semplificato								5.2	12/04/1995	RECINE
CPOM*	Pompa per acqua								5.2	12/04/1995	
DAMP*	Valvola per aria/fumi (serranda)								5.2	12/04/1995	
DEG0*	Degasatore con modello di non equilibrio										
DEGB	Degasatore a due nodi di pressione								5.2	12/04/1995	
DEGN	Degasatore ad un solo nodo di pressione								5.2	12/04/1995	
DENI	Denormalizzatore di variabili								5.2	12/04/1995	
DISN	Copia un ingresso su N uscite									5.2	12/04/1995
DISR	Copia un ingresso su N uscite (vers. di regolazione)								4.1	27/03/1995	
DREN	Drenaggio acqua										
DRIS*	Canale bollente a N celle con modello di drift-flux								5.2	12/04/1995	
EVAP*	Scambiatore di calore per acqua/vapore								5.2	12/04/1995	
EXCH*	Scambiatore di calore con parete met. (uscite Pu e Wi)								5.15	04/10/1996	
EXCW*	Scambiatore di calore con parete met. (uscite Pi e Wu)										
EXCY*	Scambiatore di calore con parete met. (uscite Wi e Wu)										
FUMB	Condotto gas di combustione (singola cella)								5.2	12/04/1995	
FUMN	Condotto gas di combustione a N celle								5.6	17/05/1995	
GEIN	Generatore sincrono del terzo ordine								4.3	10/02/1995	
GFRR	Calcolo pressioni parziali e portate di due gas									08/05/2000	
GIPO	Giunto di potenza								4.3	10/02/1995	
HESS*	Riscaldatore a superficie (cavita` + fascio tubiero)								6.1	27/03/2001	LAMQUET
HSS0*	Riscaldatore a superficie (cavita` + fascio tubiero)										
IRTG*	Interfaccia TG semplificato - RETG								5.2	12/04/1995	
LINE	Linea a pi-greco								4.3	10/02/1995	
LJUN	Riscaldatore Ljungstroem per aria alimentazione								5.2	08/11/2005	
MART	Dinamica delle masse rotanti (alternatore)								5.2	12/04/1995	
MAS3	Motore asincrono del terzo ordine								6.4	10/02/1995	
META*	Parete metallica sottile								5.2	12/04/1995	
METP*	Parete metallica piana								5.2	12/04/1995	

MIX2	Miscelatore entalpico a 2 ingressi						5.2	12/04/1995	
MIXN	Miscelatore entalpico ad N ingressi	[REDACTED]					5.3	03/05/1995	
MOAS	Macchina asincrona						5.2	12/04/1995	
MRCO	Conversione frazioni massiche fumi						6.4	10/02/1995	
NODO	Nodo sommatore	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	5.4	21/03/1996	
NODR	Sommatore di segnali (regolazione implicita)						4.1	27/03/1995	
NPSH	Calcolo NPSH di una pompa						5.2	12/04/1995	
PALL	Mulino a palle per carbone						5.2	12/04/1995	
PLEN	Collettore per aria/fumi (plenum)				[REDACTED]		5.2	12/04/1995	
PVT0	Pompa del vuoto						6.1	14/02/2001	
RAVA	Riscaldatore a vapore per aria						5.2	12/04/1995	
RETE	Equivalenti di rete isolata						5.2	12/04/1995	
RETG	Regolazione per turbogas semplificato (TURG)						5.2	12/04/1995	
RISO	Riscaldatore orizzontale						5.2	12/04/1995	
RSCD	Risc. verticale a superficie (cavita` + fascio tub.)						5.2	12/04/1995	
RSOR	Risc. orizzontale a superficie (cavita` + fascio tub.)						5.2	12/04/1995	
SEJ0	Elettore di vapore (modello semplificato)							20/04/2001	
SERA	Collettore per aria compressa						6.2	23/10/1995	
SERB	Serbatoio piezometrico per acqua						5.2	12/04/1995	
SPIL	Spillamenti turbina						5.2	12/04/1995	
STAZ*	Stadio di turbina ad azione						5.3	12/04/1995	
STIR	Scambi termici in involucri						4.3	29/08/1995	
SVAC	Comando di una valvola di sicurezza								
TACQ	Temperatura acqua o vapore (TEMP semplificato)						1.1	08/11/2005	RECINE
TANK*	Cavita` per acqua/vapore non in equilibrio termodinamico						5.2	12/04/1995	
TAVARFUM	Tavole aria e fumi							01/01/1994	RECINE
TAVGASPERF	Tavole dei gas perfetti							01/01/1992	RECINE
TAVMIXGAS	Tavole del SYNGAS							01/01/1994	RECINE
TEMP	Termocoppia (misura temperatura acqua/vapore)						6.2	23/10/1995	
TH2O*	Tubazione per acqua sottoraffreddata						5.2	12/04/1995	
TITL	Calcolo del titolo del vapore						5.2	12/04/1995	
TORF	Torre di raffreddamento						5.2	12/04/1995	BONAVITA FRUMENTO
TPAF	Turbina a gas (modello semplificato)				[REDACTED]		5.2	12/04/1995	RECINE
TRAF	Trasformatore a due avvolgimenti						6.2	10/02/1995	
TREN	Stadio di turbina a reazione					[REDACTED]	5.2	12/04/1995	
TRM1	Termocoppia ed ambiente esterno						6.2	23/10/1995	
TRZ0	Stadio di turbina a reazione								
TSML*	Consumo di vita nei corpi spessi (turbine e collettori)						4.3	09/02/1995	ZANGANI
TUBA	Modello completo di canale adiabatico						5.2	12/04/1995	
TUBO	Perdita di carico in una tubazione	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]		6.2	23/10/1995	
TUBS*	Modello completo di canale bollente cellizzato						5.2	12/04/1995	
TURG*	Simulazione turbogas a funzioni di trasferimento						5.2	12/04/1995	GRIMALDI
TVAP	Temperatura acqua o vapore (vers. di regolazione)	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]		1.0	05/12/2005	RECINE
VACM	Comando valvole multiplo (per valvole singole)						1.0	19/01/2006	RECINE
VACT	Comando valvole (singole - multiple - sicurezza - tre vie)	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	5.1	21/06/1995	
VAIN	Valvola per gas perfetti						5.2	29/08/1995	
VALV*	Valvola di regolazione	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	5.6	17/05/1995	
VCRT*	Valvola semplificata sonica						6.8	18/12/1997	
VENT*	Ventilatore						5.2	12/04/1995	
VNOD	Nodo vettoriale di regolazione						4.1	27/03/2005	MIGLIAVACCA
WAD0*	Corpo cilindrico (con zona aria)								
WAD1*	Corpo cilindrico (con zona aria e uscite multiple)							19/01/2006	RECINE
WAND	Parete metallica spessa a simmetria cilindrica						6.2	15/11/1994	MIGLIAVACCA

Libreria Teleperm

Nome	Descrizione
AND2	AND logic operator with two inputs
AND3	AND logic operator with three inputs
AND4	AND logic operator with four inputs
AND5	AND logic operator with five inputs
ATAM	actuator (with automatic/manual station)
ATAS	actuator (with automatic/manual station and release value)
ATAT	actuator (without automatic/manual station)
DERV	actual derivator
DI2A	branching of one analogue signal into two signals
DI2L	branching of one logical signal into two signals
DIRA	copy of an input (analogue) on the output
DIRL	copy of an input (logical) on the output
DIVS	divisor of two analogue signals
DTRI	delay lockout of one time interval (for signal return)
DTRL	delay lockout of one time interval (for return of logical signal)
FFDL	flip-flop of delay type (delay of one time interval Dt)
FFFS	bistable multivibrator (flip-flop) sensitive to the rise fronts
FFSR	bistable multivibrator (flip-flop)
FILT	low-pass filter of the first order (pole)
GFUN	function generator (max. ten sharp points)
GPRO	function generator (two sharp points)
INTG	integrator
LOG0	interface logics between station and regulation (no forcing and interblock)
LOGS	interface logics between station and regulation (with forcing and interblock)
MAX2	maximum of two analogue signals
MEMA	analogue memory with automatic/manual station
MEMB	memory block
MIN2	minimum of two analogue signals
MIST	temperature gauge for water-steam (centigrade degrees)
MOLT	multiplier of two analogue signals
NEGL	negation block of logic signal
ORI2	logic or inclusive operator with two input
ORI3	logic or inclusive operator with three input
ORI4	logic or inclusive operator with four input
ORI5	logic or inclusive operator with five input
POLZ	couple of pole-zero or zero-pole (lead-lag)
PROP	proportional gain
R0PI	simple integral proportional regulator (PI)
RAD2	extractor of square root
RAMP	slope generator with tracking
RAMR	slope generator with tracking (remote control)
REPI	PI regulator with automatic/manual station
RICO	change over delay
RPIA	PI regulator with automatic/manual station and actuator
RPIP	PI regulator with automatic/manual station and prevailing initialization
SETM	comparison between set-point and measure
SOGA	comparator with hysteresis (true output over the gate)
SOGB	comparator with hysteresis (false output over the gate)
SOGC	comparator with two gates (false output between the gates)
SOGD	comparator with two gates (true output between the gates)
SOM2	adder of two analogue signals
SOM3	adder of three analogue signals
SOM4	adder of four analogue signals
SWTC	switch of analogue signals
TIMF	one-shot multivibrator (timer) sensitive to the rise front
TIMR	one-shot multivibrator (timer)

Di seguito viene data una descrizione dei moduli della libreria nella cartella **PRIODO**. Per ulteriori dettagli, si rimanda al capitolo Appendice 8. - Prontuario moduli della libreria di processo standard LEGOCAD®.

Valvole e tubi per acqua/vapore

Le valvole ed i tubi per acqua o vapore sono simulati con i seguenti moduli:

- TUBO Perdita di carico in una tubazione
- VALV* Valvola di regolazione

Chiaramente, mentre la perdita di carico rappresentata dalla valvola (modulo VALV) è modulabile (agendo sulla posizione dello stelo), quella del tubo (modulo TUBO) non è modulabile dall'utente. Il modulo TUBO è necessario quando si voglia simulare un dislivello (battente idraulico), non rappresentabile con il modulo VALV: negli altri casi, anche una valvola "fissa" (non azionata) può svolgere la stessa funzione.

Nella libreria LEGOCAD® è inoltre contenuto il seguente modulo sperimentale, di cui si sconsiglia al momento l'utilizzo:

- VCRT* Valvola semplificata sonica

Comando valvole multiple, di sicurezza ed a tre vie

Quando siano presenti più valvole (in serie o in parallelo) è buona norma, anziché istanziare più volte il modulo VALV, utilizzare un unico modulo VACT che rappresenti tutte le valvole e tutti i canali, calcolando l'alzata equivalente dell'unica valvola simulata sulla base delle altezze di tutte le valvole presenti sull'impianto, utilizzando l'apposito modulo VACT:

- VACT Comando valvole (multiple - sicurezza - tre vie)

Il modulo VACT è poi indispensabile per calcolare le altezze delle due valvole che rappresentano i due canali di uscita di una valvola a tre vie (nel qual caso un solo VACT comanda due VALV che rappresentano di fatto un unico componente di impianto: la valvola a tre vie).

Anche nel caso vi sia un'unica valvola, si può utilizzare il modulo VACT per permettere alla regolazione di leggere l'effettiva posizione dello stelo.

Il modulo VACT permette inoltre di simulare:

valvole di sicurezza:

* controllo del superamento della pressione di apertura

valvole di ricircolo:

* controllo della portata minima nel canale principale

* controllo della portata minima nel canale principale e nel ricircolo

Si noti che il modulo VACT non è specifico per un particolare tipo di fluido, per cui, oltre a comandare le valvole per acqua/vapore (VALV) può essere usato anche per comandare valvole per aria o gas (modulo VAIN), serrande per fumi (modulo DAMP), sistemi di alimentazione olio combustibile e circuiti idraulici (modulo VANA) ed anche interruttori elettrici multipli (modulo INTE).

Pompe per acqua

Le pompe (esclusivamente per acqua sottoraffreddata) sono simulate con il modulo CPOM:

- CPOM* Pompa per acqua

Nel caso si voglia verificare che non si abbiano fenomeni di cavitazione, si può verificare il battente disponibile mediante il modulo NPSH:

- NPSH Calcolo NPSH di una pompa

Collettori e miscelatori per acqua/vapore

I collettori (COLT) consentono di collegare più tubi in ingresso ed in uscita, simulando inoltre gli effetti di accumulo energetico e di massa ed anche l'accumulo termico nel metallo del collettore stesso e l'eventuale dispersione di calore verso l'esterno:

- COLT Collettore per acqua/vapore con temperatura metallo

I miscelatori (MIXN) invece simulano esclusivamente la miscelazione entalpica di più flussi concorrenti: sono quindi numericamente molto meno onerosi, ma il loro utilizzo è suggerito solo nel caso in cui l'accumulo di massa e di energia sia simulato da altri componenti a monte e/o a valle:

- MIXN Miscelatore entalpico ad N ingressi

Nella libreria LEGOCAD® sono anche contenute alcune precedenti versioni degli stessi moduli, ormai obsolete e di cui si consiglia l'utilizzo:

- COLN Collettore per acqua/vapore a N ingressi ed uscite
- MIX2 Miscelatore entalpico a 2 ingressi

Misure di temperatura e titolo per acqua/vapore

Tutte le normali misure di impianto sono (di norma) direttamente disponibili come variabili di uscita dei moduli LEGOCAD che simulano i diversi componenti di impianto, tranne le temperature dell'acqua e del vapore ed il titolo del vapore, poiché ALTERLEGO al suo interno utilizza l'entalpia, e non la temperatura (né il titolo), come variabile di stato.

Anche nella realtà, la temperatura non è rilevabile direttamente, ma solo tramite delle termocoppie, che sono componenti fisici la cui risposta non è sempre immediata (dipende, principalmente, dalle condizioni e dalla velocità del fluido in cui operano e dal tipo di pozetto).

In libreria sono pertanto presenti due moduli: uno, molto semplice (TVAP) riporta la temperatura del fluido senza alcuna elaborazione, l'altro invece (TEMP) simula la dinamica della termocoppia, per cui è utile (e consigliato) solo nei casi in cui il ritardo introdotto dalla termocoppia non sia trascurabile:

- TEMP Termocoppia (misura temperatura acqua/vapore)
- TVAP Temperatura acqua o vapore (di regolazione)

Le uscite dei moduli sopra citati sono destinate alla visualizzazione o alla regolazione, ma non possono essere comunicate direttamente ad altri moduli della stessa task. Nel caso (a dire il vero molto raro) che ciò sia necessario, si deve utilizzare al loro posto (o in aggiunta ed in parallelo) il seguente modulo:

- TACQ Temperatura acqua o vapore (TEMP semplificato)

Quanto invece al titolo, esso non può essere una misura di impianto poiché di fatto non è rilevabile in modo semplice. Nella libreria è comunque contenuto un modulo che permette di rilevarne il valore:

- TITL Calcolo del titolo del vapore

Nella libreria LEGOCAD® è inoltre contenuto il seguente modulo sperimentale, di cui si sconsiglia al momento l'utilizzo: TRM1Termocoppia ed ambiente esterno.

Serbatoi, corpi cilindrici e degasatori per acqua/vapore

I serbatoi piezometrici per acqua sono simulati con il modulo SERB:

SERB Serbatoio piezometrico per acqua

Nel caso invece di serbatoi bifasici in pressione (per acqua e vapore) si utilizza il modulo WAD1 il quale, simulando anche la frazione di aria contenuta, può essere utilizzato anche qualora il corpo cilindrico abbia funzioni degassanti:

- WAD1* Corpo cilindrico (con zona aria e uscite multiple)

I degasatori classici (ai quali attualmente viene spesso preferito il già citato modulo WAD1) sono invece simulabili con i seguenti moduli:

- DEG0* Degasatore con modello di non equilibrio
- DEGB Degasatore a due nodi di pressione
- DEGN Degasatore ad un solo nodo di pressione

Nella libreria LEGOCAD® sono anche contenute alcune precedenti versioni degli stessi moduli, ormai obsolete e di cui si sconsiglia l'utilizzo:

- CAVE Cavità in equilibrio termodinamico
- CLAV* Cavità acqua/vapore/aria
- CAAV Cavità acqua/vapore/aria orizzontale
- TANK* Cavità acqua/vapore non in equilibrio termodinamico
- WAD0* Corpo cilindrico (con zona aria)

Condensatori di vapore ed eiettori

Il condensatore di vapore ed il relativo fascio tubiero dell'acqua di raffreddamento vengono simulati dal modulo CNDN:

- CNDN* Condensatore vapore con fascio tubero

Nel caso si vogliano simulare anche la componente di incondensabili, le pompe del vuoto e gli eiettori, è possibile utilizzare i seguenti moduli (ancora in fase sperimentale e non pienamente documentati):

- CND0* Condensatore vapore con fascio tubero ed aria

- AEXT Estrattore aria
- PVT0 Pompa del vuoto
- SEJ0 Elettore di vapore (modello semplificato)

Nella libreria LEGOCAD® è anche contenuta una precedente versione del modulo CNDN, ormai obsoleta, che non simulava il fascio tubiero:

- COND* Cavità di condensatore di vapore

Scambiatori di calore (lato acqua/vapore)

Gli scambiatori di calore per acqua sottoraffreddata, acqua bollente, vapore saturo e vapore surriscaldato (quindi tutti gli scambiatori tipici di una caldaia a recupero: economizzatori, evaporatori, surriscaldatori e risurriscaldatori) sono simulati con i seguenti moduli:

- EXCH* Scambiatore di calore con parete met. (uscite Pu e Wi)
- EXCW* Scambiatore di calore con parete met. (uscite Pi e Wu)
- EXCY* Scambiatore di calore con parete met. (uscite Wi e Wu)

Detti moduli sono algoritmamente equivalenti, e differiscono unicamente per la scelta delle variabili di ingresso e di uscita. La scelta fra di essi deve quindi essere operata esclusivamente in base alla tipologia di connessioni LEGOCAD® da operare (ad esempio: presenza o meno di collettori e/o di valvole a monte e/o a valle dei componenti stessi). Si noti che per le loro caratteristiche è possibile creare catene di EXCH e di EXCW senza interporre alcun altro modulo, mentre una eventuale catena di EXCY deve essere intercalata da altrettanti collettori (COLT) per il calcolo delle pressioni intermedie.

Si avvisa inoltre che, per tradizione modellistica dell'ambiente ALTERLEGO, le catene di EXCH sono normalmente da preferirsi a quelle di EXCW.

I moduli EXCH, EXCW ed EXCY simulano esclusivamente il lato acqua e/o vapore dello scambiatore: per la completa simulazione dello scambiatore è quindi necessario interfacciarli con il modulo FUMN, che simula il lato fumi.

I moduli EXCH simulano però anche la parete metallica delle tubazioni, lisce o alettate che siano. Non vi è quindi più ragione di utilizzare i precedenti moduli di libreria destinati alla simulazione di tali componenti:

- ALET Cella di tubazione alettata
- CONV Temperatura di pelle parete metallica
- META* Parete metallica sottile
- METP* Parete metallica piana
- STIR Scambi termici in involucri
- WAND Parete metallica spessa a simmetria cilindrica
- Nella libreria LEGOCAD® sono anche contenute alcune precedenti versioni dei moduli EXCH, EXCW ed EXCY, ormai obsolete e di cui si consiglia l'utilizzo:
 - DRIS* Canale bollente a N celle con modello di drift-flux
 - EVAP* Scambiatore di calore per acqua/vapore
 - TH2O* Tubazione per acqua sottoraffreddata
 - TUBA Modello completo di canale adiabatico
 - TUBS* Modello completo di canale bollente cellizzato

Scambiatori di calore (lato fumi) e condotti aria/fumi

Il lato fumi degli scambiatori di calore viene simulato con il modulo FUMN:

- FUMN Condotto gas di combustione a N celle. Il modulo FUMN simula esclusivamente il comportamento termico del lato fumi dello scambiatore. Tutta la parte "idraulica" del condotto fumi di una caldaia a recupero (perdite di carico nei condotti ed accumuli di massa e di energia nei volumi della caldaia) deve essere simulata con i seguenti moduli:
 - DAMP* Valvola per aria/fumi (serranda)
 - PLEN Collettore per aria/fumi (plenum)
 - Negli impianti a ciclo combinato l'attraversamento dell'aria e dei fumi nei condotti e nella caldaia a recupero viene forzato dal gruppo turbogas. Negli impianti convenzionali tale circolazione è invece forzata a mezzo di ventilatori:
 - VENT* Ventilatore. L'aria aspirata dal gruppo turbogas può essere riscaldata (per prevenire la formazione di ghiaccio a temperatura ambiente molto bassa) con riscaldatori a vapore:
 - RAVA Riscaldatore a vapore per aria. Nelle caldaie convenzionali essa viene invece riscaldata (a fini energetici, ed indipendentemente dalle condizioni ambientali) con i cosiddetti "riscaldatori Ljungström" (recuperatori di calore a setti metallici):
 - LJUN Riscaldatore Ljungström per aria alimentazione

Nella libreria LEGOCAD® è anche contenuta una precedente versione del modulo FUMN, ormai obsoleta e di cui si sconsiglia l'utilizzo:

- FUMB Condotto gas di combustione (singola cella)

Le librerie

 ➤ **sulcis**

- **libut**
- **libut_reg**

La libreria “sulcis” è la libreria che è stata utilizzata per lo sviluppo del simulatore dinamico dell’impianto a letto fluido del sulcis e comprende tutti i moduli di processo per simulare i circuiti acqua-vapore e fumi dell’impianto.

LISTA MODULI DI PROCESSO					
NOME	DESCRIZIONE	TASK	RELEASE	DATA ULTIMA MODIFICA	AUTORE
AEXT					
ADEV	Modulo regolazione implicita - deviatore di due segnali			29/05/1992	SDI
AFUN	Modulo regolazione implicita - generatore di funzione per punti		1.1	25/10/1995	
AINT	Modulo regolazione implicita - integratore			29/05/1992	sdi
AMOL	Modulo regolazione implicita - moltiplicatore di segnali			29/05/1992	sdi
APRO	Modulo regolazione implicita - blocco proporzionale			29/05/1992	sdi
ARTK	AiR TanK		1.0	04/05/2001	
ASOM	Modulo regolazione implicita - sommatore di segnali			29/05/1992	sdi
ATTU	Attuatori				
AXCH	Air heat exchanger		1.5	22/12/1997	
CLAV*	Water Air Drum rel.0		5.4	11/04/1995	
CND0*	Steam-air condenser			29/05/1992	sdi
CNDN*	Steam condenser			29/05/1992	sdi
COLT	Water Manifold		1.6	18/12/1997	sdi
COLN	Collettore per fluidi comprimibili mono/bifase			29/05/1992	sdi
CPOM*	!Water pump		5.2	12/04/1995	
DEGO	Degasatore con modello di non equilibrio			02/10/2003	cfb_int
DEGN	Degasatore ad un solo nodo di pressione			29/05/1992	sdi
DISN	Variable distributor		1.2	23/10/1995	
DREN	Water drain				
DSAP*	DeSurriscaldatore di Alta Pressione		0.0	07/06/2005	
EXCH*	Heat exchanger with metal walls (computes Pu,Wi)		5.16	03/11/1997	
EXCW*	Heat exchanger with metal walls (computes Pi,Wu)		5.16	18/06/2003	
EXCY*	Heat exchanger with metal walls (computes Wi,Wu)		5.16	18/06/2003	
FUMN	Condotto gas di combustione		1.2	23/10/2003	
GFRR	!Gas Flow Rate Repartition			09/05/2000	
HESS*	!Heat Exchanger Simplified Shell		1.1	19/12/1997	
HSS0*	!Heat Exchanger Simplified Shell		0.0	18/11/2003	

HSS1	!Heat Exchanger Simplified Shell		0.0	18/11/2003	
MART				29/05/1992	sdi
MIXN	N inlets enthalpic mixer		5.4	10/03/1996	
NODO	Adder node		1.2	23/10/1995	
PVT0	Pompa del vuoto		1.1	25/10/1995	
RAPO	Riscaldatore Alta Pressione Orizzontale a superficie				
RETE	Equivalente di rete isolata			25/09/1992	sdi
RSAP	Simplified Heat Exchanger Shell side model		0.0	18/11/2003	
RSCD	Riscaldatore verticale a superficie (cavita` + fascio tubiero)			29/05/1992	sdi
RSC0	Riscaldatore a superficie (cavita` + fascio tubiero)			18/11/2003	
RSAP	Riscaldatore orizzontale a superficie (cavita` + fascio tubiero)		0.0	18/11/2003	
RSOR	Riscaldatore orizzontale a superficie (cavita` + fascio tubiero)			29/05/1992	sdi
SEJ0	!Simplified Ejector release 0		1.1	25/10/1995	
SERA	Compressed air storage tank		5.4	29/08/1995	
SERB	Water reservoir		5.2	12/04/1995	
SPIL	spillamenti turbina				
SRO0*	!Heat Exchanger Simplified Shell		0.0	18/11/2003	
STAZ	!Action stage steam turbine			29/05/1992	
SVAC	Safety Valv ACtuator				
TABNAF	Calcolo delle proprietà delle nafta			22/05/1996	
TAVARFUM	Calcolo delle proprietà aria e dei fumi di combustione				
TAVGASPERF	Calcolo delle proprietà dei gas perfetti		1.2	23/10/1995	
TAVOLEFUMI	Calcolo delle proprietà dei fumi (CPFU, HTFU, DHTFU)			22/05/1996	
TEMP	water TEMPerature measure		1.3	18/12/1997	cise
TREN	Reaction stage steam turbine			29/05/1992	sdi
TRZ0	Reaction stage steam turbine			29/05/1992	sdi
TSML	Thermal Stress and Machine Life analisys		3.2	09/05/1994	
TUBO	Pipe charge loss		5.3	10/03/1996	
VACT	Three-way and cascade valves stem command distribution				
VAIN	!Valve for non-ideal gases		1.3	05/04/1996	
VALV*	Regulation valve		5.8	19/11/1997	
VCRT			1.0	11/05/2004	
WAD1*	Water Air Drum rel.1				

LISTA MODULI DI REGOLAZIONE

NOME	DESCRIZIONE	RELEASE	DATA ULTIMA MODIFICA	AUTORE
DTRI	analog decoupling block			
DTRL	binary decoupling block			
KCW1	control word elaboration			
KPER	percentual converter			
RLZA	transfer function dynamic simulation			
TLMR	LM6000 TG simulation (not for Puertollano purpose)			
S_GC	function group control (FB138 FGK)			
SABS	absolute value element			
SACT	ServoDrive/Actuator (Siemens)			
SADI	analog branch (up to six outputs)			
SAIO	input/output analog element			
SAND	"AND" element (up to 8 inputs)			
SASC	input/output analog element for M.M.I.			
SASL	analog switch element			
SASO	unit switchover (FB141 AU)			
SBRS	BR-Srm			
SCON	continuous controller			
SCSO	group control selector			
SCWH	control word handling			
SDDL	delay on commutation			
SDER	derivative block			
SDIV	divisor element			
SEAX	exponential function			
SEHC	electrohydraulic actuator			
SEXP	exponentiation element			
SFFX	flip-flop element			
SFX1	fail safe analog signal acquisition			
SGFN	function (fifteen points)			
SGFU	function (five points)			
SGWM	Limit Monitor			
SHNS	Double Speed ServoDrive (Siemens)			
SICC	module CC FUM580 (Siemens)			
SICI	module ICI FUM560 (Siemens)			
SINT	Integrator			
SK38	new FB 138 Subgroup Control for SGC (S138 new version)			
SLDI	binary branch (up to six outputs)			
SLGN	natural logarithm			
SLIO	input/output binary element			
SLSC	input/output binary element for M.M.I.			
SMAX	maximum value element			
SMED	media (2 or 3 input signals)			
SMIN	minimum value element			
SMTR	meter element			

SMUL	multiplier element			
SNOT	not element			
SORI	inclusive "OR" element			
SPOM	actuator for pump and SV			
SPOS	continuous actuator			
SPTX	delay element (filter)			
SPUL	pulse generator			
SREG	step controller (FB80 S-REG)			
SSAT	State of saturation tables			
SSGC	function subgroup control (FB138 FGK)			
SSLC	subloop control (FB140 TS)			
SSUM	sum element			
SSWF	setpoint control (FB86 SWF)			
STBR	branch step			
STEP	sequence step			
SVER	VERGL Comparison			
SVRW	FB 137 (select)			
SXOR	exclusive "OR" element			
S560	new FUM 560 (Siemens)			
S580	new FUM 580 (Siemens)			
S587	new release of S580 module			
S176	new FB 176 Master Controller (Siemens)			
S180	new release of S176 module			
S087	new FB 87 Setpoint Adjuster (Siemens)			
S140	new FB 140 Subloop Control (Siemens)			
S141	new FB 141 Unit Switchover (Siemens)			
S137	new FB 137 Preselection (Siemens)			
S138	new FB 138 Subgroup Control for SGC (Siemens)			
S111	new FB 138 Subgroup Control for GC (Siemens)			
S139	new FB 139 Control Group Selector (Siemens)			
S531	new FUM 531 (Siemens)			
SAC1	new SV / EI Breaker / ON_OFF motor / CTRL speed motor Mechanical Equipment			
SAC2	new Actuator/ServoDrive Mechanical Equipment			
SAC3	new Control Interface Mechanical Equipment			
SAC4	new Double Speed ServoDrive Mechanical Equipment			
SMPX	multiplexer			
SAC0	control word calculation to S560/S580 FBs in case of absence of SAC... FB			

➤ **asu**

- **libut**
 - **naomi**
- **libut_reg**

All'interno della libut il file “**tavola.f**” fa riferimento alla cartella “**naomi**” dove risiedono i file **.f** che permettono di calcolare le proprietà termodinamiche dell'aria.

La libreria “ASU” è la libreria che è stata utilizzata per lo sviluppo del simulatore dinamico dell'impianto Air Separation Unit dell'impianto IGCC di Puertollano.

ADIV	Signals divider
AEXT	Air extractor
ALBE	
ALFA	di sostegno a TUXO
AMDI	Signals multiplier (Two inputs)
AMME	
AMXP	Signals Min/Max
ATTU	Actuator
AVRG	Average from the last 16 input value
AXCH	Air heat exchanger
BODA	
BTGS	bruciatore T.G. con anche syngas
CAVE	Cavity in thermodynamic equilibrium
CAVI	
CAVP	copiato puertollani/file_ASU/igccauto/legocad/libut
CCTC	copiato puertollani/file_ASU/igccauto/legocad/libut
CFAS	Calcolo fasi
CMOD	Calcolo modulo corrente o tensione
CMSC	Air centrifugal compressor
CNDN	* Steam condenser
COAP	compressore aria semplificato
COBI	collettore bifase
COEX	* Condensation exchanger
COLI	
COLT	Manifold
CPOF	
CPOM	* Centrifugal pump
CPTS	
CTGS	
DAMP	* Flue gas damper
DEGN	Deaerator with one pressure node
DISN	Distributor of an input variable to N output variables
EXCH	* Heat exchanger with metal walls
FILT	
FUGS	nuovo FUCT
FUMN	Flue gas duct
GENB	GENERADOR ELECTRICO

GENE	
GIPO	
GIRI	
GREN	DT(P) calculation between metal and water
HSAT	
H_T	hentalpy to temperature
LCLA	
LERS	
LINA	Electric line
LINE	
MART	Kinetics of rotating mass
MASI	
MIPI	
MITN	Thermal mixer with N inlet pipes
MIXN	N inlets enthalpic mixer
MOLT	MOLTIPLICATORE ANALOGICO
MVAM	Steam and methane manifold
N2O2	nitrogen to oxygen - ASU
NM3H	kg/s to Nm3/h converter - ASU
NODO	Adder node
PIDR	
PIPE	come TUID ma con calcolo delle pidr - ASU
PLEN	Gas plenum
RCTC	W/m2/K computation for RECO - ASU
RECO	reboiler-condenser heat exchanger - ASU
REGF	
REGT	
RETE	
RILF	
RPID	
SBAR	Electrical network node
SERA	Compressed air storage tank
SERB	Water reservoir
SHES	* Simplified Heat Exchanger Shell side model
SLAG	Slag Building Model
SLIG	modifica H_SS della COLI - ASU
STRP	Steam trap
TARA	tavole aria
TCAL	average temperature computation - ASU
TEMP	Temperature measurement
TH2O	* Subcooled water pipe
TRA3	Trasformatore a tre avvolgimenti
TRAF	
TREN	Steam turbine stage
TGAS	
TTGS	
TTLR	
TUID	copiato puertollani/file_ASU/igccauto/legocad/libut
TUBO	Pipe charge loss

TUN2	turbine	- ASU
TUXO	tubo termico	- ASU
T_H_	temperature to hentalpy	- ASU
VACA	mujer del toro	
VACT	Three-way and cascade valves stem command distribution	
VAIN	Valve for non-ideal gases	
VALV	* Regulation valve	
VAMF		
VCIT		
VFLW	Volumetric flow calculation	
VLVX	#NOME?	
WCOB	header (without pressure computation)	- ASU

➤ **syngas**

- **libut**
- **libut_reg**

La libreria “syngas” è la libreria che è stata utilizzata per lo sviluppo della linea trattamento fumi del simulatore dinamico dell’impianto IGCC di Puertollano. Contiene i moduli

CABE	
CABI	Bi-phase Cavity - Syngas
CASF	Compressore
CLAU	Claus Plant
COAF	Gas Turbine Compressor
COEX	Condensation Exchanger
COLT	Collettore liquido
COMS	
COND	Condensatore
COSY	Collettore syngas
COST	Collettore syngas con h o t
CPOM	Pompa
DESO	Desorbitore
DISN	Distributore
EXCH	Scambiatore di calore per fluido
FILS	Filtri a candela
HYDR	Hydrolysis reactor
MDEA	MDEA Absorber
MIX2	Two inlets enthalpic mixer
MIXN	N inlets enthalpic mixer
MIXS	Miscelatore
NODO	Adder node
PHTE	Calcolo di T da H per SYNGAS
PIPP	Prova modulo
PTHE	Calcolo di H da T per SYNGAS
PHTL	Calcolo di T da H per LIQUIDO
PTHL	Calcolo di H da T per LIQUIDO

SACO	Saturatore
SERB	Serbatoio
SIED	Sistema equazioni desolforatore
SLAG	
TEST	
TH2O	Scambiatore di calore per fluido
TSOH	TUBO TERMICO SYNGAS CONDENS.
TUID	Tubo idrodinamico M
TUSH	
TUSO	Nuovo tubo termico - syngas
TUSY	
WETS	
VALV	Valvola liquido
VASH	Valvola Syngas (entalpia)
VASY	Valvola Syngas (temperatura)

➤ **puertollano**

- **libut**
- **libut_reg**
- **libut_mmi**
- **libut_bin**

La libreria “puertollano” è la libreria che è stata utilizzata per lo sviluppo del simulatore dinamico dell’impianto IGCC di Puertollano.

Di seguito viene riportata la lista dei moduli della libreria di processo del simulatore dinamico IGCC di Puertollano.

LISTA MODULI DI PROCESSO							
NOME	DESCRIZIONE	ASU	SYNGAS	GASIFIER	CC	RELEASE	DATA ULTIMA MODIFICA
ADIV	Signals divider					1.1	25/10/95
AEXT	Air extractor					1.1	29/08/95
ALBE						1.1	17/12/97
ALFA	di sostegno a TUZO					1.1	17/12/97
AMDI	Signals multiplier (Two inputs)					1.1	25/10/95
AMME	Electrical load assumed as constant admittance.					1.1	02/03/98
AMXP	Signals Min/Max					1.2	23/10/95
ATTU	Actuator					1.3	23/01/96
AVRG	Average from the last 16 input value					1.1	24/06/98
AXCH	Air heat exchanger					1.5	22/12/95
BODA						1.1	17/12/97
BTGS	bruciatore T.G. con anche syngas					1.2	08/01/98
CABE							
CASF	Compressor						
CAVE	Cavity in thermodynamic equilibrium					1.2	12/04/95
CABI	Bi-phase Cavity - Syngas						
CAVI						1.2	17/12/97
CAVP	copiato puertollani/file_ASU/igccauto/l						
CCTC	copiato puertollani/file_ASU/igccauto/l						
CFAS	Electrical phases computation					1.1	02/03/98
CLAV	* Non thermodynamic equilibrium cavity containing gas and water						
CLAU	Claus Plant						10/06/96
CMOD	Electrical module computation					1.1	02/03/98
CMSC	Air centrifugal compressor					1.2	23/10/95
CNDN	* Steam condenser					1.3	05/04/96
COAP	compressore aria semplificato					1.3	22/01/98
COAF	Gas Turbine Compressor					1.2	
COAP	Turbogas compressor with by-pass					1.3	22/01/98
COBI	collettore bifase					1.2	17/12/97
COEX	* Condensation exchanger					1.2	18/12/97
COLI	Coloumn module					1.2	17/12/97
COLT	Manifold					1.6	18/12/97
COND	Condensatore					5.2	12/04/95
COST	Collettore syngas con hot						23/10/97
COMS	Syngas compressor with by-pass						11/03/96
COSY	Syngas collector with heat exchange						24/12/96
CPOF						1.1	01/07/96
CPOM	* Centrifugal pump					1.1	01/07/96
CPTS						1.1	17/12/97
CTGS						1.1	01/07/96
DAMP	* Flue gas damper					1.2	23/10/95
DESO	Desorber						19/02/98
DEGN	Deaerator with one pressure node					1.2	23/12/95
DISN	Distributor of an input variable to N output variables					1.2	23/10/95
EXCH	* Heat exchanger with metal walls					5.1	16/10/95
FILS	Candle filters						24/01/96
FILT	Filter module					1.1	24/01/96
FUGS	Flue gas characteristics computation (ex FUCT)					1.1	01/07/96
FUMN	Flue gas duct					1.2	23/10/95
GENB	Electric generator					1.1	02/03/98
GENE	Synchronous machine					1.1	02/03/98
GIPO	Operating machine connected to an electrical motor.					1.1	02/03/98
GIRI						5.2	12/04/95
GREN	Gradient of temperature calculation between metal and water						
HYDR	COS Hydrolysis reactor						22/01/96
HSAT						1.1	17/12/97
H_T	hentalpy to temperature					1.1	17/12/97
KECE							
LCLA						1.1	22/01/98

LERS					1.1	17/12/97
LINA	Electric line				1.1	02/03/98
LINE	Electric line				1.1	17/12/97
MART	Kinetics of rotating mass				1.1	02/03/98
MASI	Asynchronous machine				1.1	02/03/98
MIX2	Two inlets enthalpic mixer				5.2	12/04/95
MIPI					1.1	22/01/98
MITN	Thermal mixer with N inlet pipes				1.2	23/10/95
MIXN	N inlets enthalpic mixer				1.2	23/10/95
MIXS	Mixer					24/01/96
MOLT	Analogical signals multiplier				1.1	02/03/98
MVAM	Steam and methane manifold				1.2	23/10/95
NAOMI	Air table					
NODO	Adder node					
N2O2	nitrogen to oxygen				1.1	17/12/97
NM3H	kg/s to Nm3/h converteR				1.1	17/12/97
NODO	Adder node				1.2	23/10/95
PHTE	H to T conversion module					
PHTL	Calcolo di T da H per LIQUIDO					
PIDR					1.2	17/12/97
PIPE	Adiabatic tube with attrition computation				1.1	17/12/97
PIPP	Prova modulo					
PLEN	Gas plenum				1.2	23/10/95
PTHE	Calcolo di H da T per SYNGAS					
PTHL	Calcolo di H da T per LIQUIDO					
RCTC	W/m2/K computation for RECO				1.1	17/12/97
RECO	reboiler-condenser heat exchanger				1.1	17/12/97
REGF	Frequency primary controller				1.1	02/03/98
REGT	Voltage regulator				1.1	02/03/98
RETE	Power simplified network				1.1	02/03/98
RILF	Electrical bus frequency computation				1.1	02/03/98
RPID					1.1	22/01/98
SACO	Saturator					25/01/96
SBAR	Electrical network node				1.3	02/03/98
SERA	Compressed air storage tank				1.2	23/10/95
SERB	Water reservoir				1.2	23/10/95
SHES	* Simplified Heat Exchanger Shell side model				1.1	19/12/97
SIED	Sistema equazioni desolforatore				1.1	25/09/97
SLAG	Slag Building Model					
SLIG	modifica H_SS della COLI				1.1	17/12/97
STRP	Steam trap				1.1	12/05/99
TCAL	average temperature computation				1.1	17/12/97
TEMP	Temperature measurement				1.3	18/12/97
TEST						
TGAS					1	01/07/96
TH2O	* Subcooled water pipe				1.1	18/12/97
TRA3	Three coils trafo				1.1	02/03/98
TRAF	Two coils trafo				1.1	02/03/98
TREN	Steam turbine stage				5.2	12/04/95
TSOH	TUBO TERMICO SYNGAS CONDENS.				1.1	01/07/96
TGAS					1	01/07/96
TTGS	Gas turbine stage				1.1	01/07/96
TTLR					1.1	17/12/97
TUBO	Pipe charge loss				1.2	23/12/95
TUID	Tubo idrodinamico M				1.1	01/07/96
TUN2	turbine				1.1	17/12/97
TUSH	Thermic tube with condensation					
TUSO	Thermic tube syngas					16/09/97
TUSY	Thermic tube syngas					
TUXO	tubo termico				1.1	17/12/97
T_H_	temperature to hentalpy					
VACA	mujer del toro				1.1	01/07/96

VACT	Three-way and cascade valves stem command distribution					
VAIN	Valve for non-ideal gases				1.3	05/04/96
VALV	* Regulation valve	Yellow	Green	Orange	1.8	18/12/97
VAMF		Yellow			1.2	17/12/97
VASH	Valvola Syngas (entalpia)		Green		5.1	19/01/96
VASY	Syngas valve (temperatura)		Green			19/01/96
VCIT	Bloccata alzata valvola ad ITERT=0 : poiche' il modulo e' predisposto per reagire ad alzate fornite direttamente come ingressi liberi e quindi settati al loro valore reale fin dalla prima iterazione (ITERT=0), da notare che questo e' valido anche se il modulo e' sottoposto a regolazione purche' questa appartenga ad un'altra task ed a cui sia legato via S01 e quindi disaccoppiato durante le iterazioni, alla iterazione 0 il modulo si predisponde per reagire correttamente alle sollecitazioni esterne al sistema;	Yellow			1.1	22/01/98
VFLW	Volumetric flow calculation			Orange	1.1	18/12/97
VLVX	#NOME?	Yellow			1.1	17/12/97
WCOB	header (without pressure computation)	Yellow	Green		1.2	22/01/98
WETS	Wet scrubbing system		Green			25/01/96

LISTA MODULI DI REGOLAZIONE

NOME	DESCRIZIONE	RELEASE	DATA ULTIMA MODIFICA
DTRI	analog decoupling block		
DTRL	binary decoupling block		
KCW1	control word elaboration		
KPER	percentual converter		
RLZA	transfer function dynamic simulation		
TLMR	LM6000 TG simulation (not for Puertollano purpose)		
S_GC	function group control (FB138 FGK)		
SABS	absolute value element		
SACT	ServoDrive/Actuator (Siemens)		
SADI	analog branch (up to six outputs)		
SAIO	input/output analog element		
SAND	"AND" element (up to 8 inputs)		
SASC	input/output analog element for M.M.I.		
SASL	analog switch element		
SASO	unit switchover (FB141 AU)		
SBRS	BR-Srm		
SCON	continuous controller		
SCSO	group control selector		
SCWH	control word handling		
SDDL	delay on commutation		
SDER	derivative block		
SDIV	divisor element		
SEAX	exponential function		
SEHC	electrohydraulic actuator		
SEXP	exponentiation element		
SFFX	flip-flop element		
SFX1	fail safe analog signal acquisition		
SGFN	function (fifteen points)		
SGFU	function (five points)		
SGWM	Limit Monitor		
SHNS	Double Speed ServoDrive (Siemens)		
SICC	module CC FUM580 (Siemens)		
SICI	module ICI FUM560 (Siemens)		
SINT	Integrator		
SK38	new FB 138 Subgroup Control for SGC (S138 new version)		
SLDI	binary branch (up to six outputs)		
SLGN	natural logarithm		
SLIO	input/output binary element		

SLSC	input/output binary element for M.M.I.		
SMAX	maximum value element		
SMED	media (2 or 3 input signals)		
SMIN	minimum value element		
SMTR	meter element		
SMUL	multiplier element		
SNOT	not element		
SORI	inclusive "OR" element		
SPOM	actuator for pump and SV		
SPOS	continuous actuator		
SPTX	delay element (filter)		
SPUL	pulse generator		
SREG	step controller (FB80 S-REG)		
SSAT	State of saturation tables		
SSGC	function subgroup control (FB138 FGK)		
SSLC	subloop control (FB140 TS)		
SSUM	sum element		
SSWF	setpoint control (FB86 SWF)		
STBR	branch step		
STEP	sequence step		
SVER	VERGL Comparison		
SVRW	FB 137 (select)		
SXOR	exclusive "OR" element		
S560	new FUM 560 (Siemens)		
S580	new FUM 580 (Siemens)		
S587	new release of S580 module		
S176	new FB 176 Master Controller (Siemens)		
S180	new release of S176 module		
S087	new FB 87 Setpoint Adjuster (Siemens)		
S140	new FB 140 Subloop Control (Siemens)		
S141	new FB 141 Unit Switchover (Siemens)		
S137	new FB 137 Preselection (Siemens)		
S138	new FB 138 Subgroup Control for SGC (Siemens)		
S111	new FB 138 Subgroup Control for GC (Siemens)		
S139	new FB 139 Control Group Selector (Siemens)		
S531	new FUM 531 (Siemens)		
SAC1	new SV / EI Breaker / ON_OFF motor / CTRL speed motor Mechanical Equipment		
SAC2	new Actuator/ServoDrive Mechanical Equipment		
SAC3	new Control Interface Mechanical Equipment		
SAC4	new Double Speed ServoDrive Mechanical Equipment		
SMPX	multiplexer		
SAC0	control word calculation to S560/S580 FBs in case of absence of SAC... FB		

--	--	--	--	--

➤ **tavole_vapore**

Descrizione delle librerie di regolazione

LIB_IO (Input-Output)

contiene le icone delle variabili di input e output da utilizzare nel sistema (Tabella 26);

Per configurare le icone si devono definire:

- nomi e caratteristiche delle variabili: selezionare il campo, premere il tasto destro, scegliere **resource** e riempire come descritto in tabella (Tabella 26);

TIPO DI VARIAB.	ORIGINE	CARATTERIST.	CAMPO DA RIEMPIRE	SIGNIFICATO DEL CAMPO
INPUT	Task di regolazione	Stessi codice & task	Pag X of X	Pagina di provenienza
			Descr	Descrizione (es: TEMP USCITA H20)
		Differenti codice & stessa task	9XXX99XX999	Codice KKS Siemens (es:1POS01US001)
			Description	Descrizione
			XX99	Nome (es: XQ01)
			Description	Descrizione
		Differenti codice & task	9XXX99XX999	Codice KKS Siemens
			Description	Descrizione
			XX99	Nome
			Description	Descrizione
	Task di processo	Unità di misura	9XXX99XX999	Codice KKS Siemens
			Description	Descrizione
OUTPUT	Task di regolazione	Stessi codice & task	Pag X of X	Pagina di provenienza
			Descr	Descrizione
		Differenti codice & stessa task	9XXX99XX999 sx	Codice KKS Siemens variabile di origine
			XX99	Nome
			9XXX99XX999 dx	Codice KKS Siemens fase di destinazione
			Description	Descrizione
		Differenti codice & task	9XXX99XX999 sx	Codice KKS Siemens variabile di origine
			XX99	Nome

			9XXX99XX999 dx	Codice KKS Siemens fase di destinazione
			Description	Descrizione
		Destinate a MMI management	9XXX99XX999 sx	Codice KKS Siemens pagina di origine
			XX99	Nome
			9XXX99XX999 dx	Codice KKS Siemens fase MMI di destinazione
			Description	Descrizione

Tabella 26: Nomi e caratteristiche delle variabili

in particolare la sigla 9XXX99XX999 andrà sostituita con una stringa di tipo KKS Siemens, con 9 che rappresenta una cifra e X una lettera, dove:

- 9 è il numero identificativo dell'impianto;
 - XXX è il settore o l'apparecchiatura dell'impianto;
 - 99 è il numero di serie dell'elemento nel settore;
 - XX è la caratterizzazione della variabile;
 - 999 è il numero dell'oggetto;
- funzionalità: selezionare l'icona, premere il tasto destro e scegliere **resource->input value->block's variables**, inserire nei campi a destra (in II-IN se la variabile è di input, in UU-UA se la variabile è di output) la stessa sigla di tipo KKS Siemens, preceduta da @#K@ e a sinistra il valore di inizializzazione; in particolare per le variabili di output destinate a MMI management è necessario inserire a destra di *input value* la stringa

@#K@9XXX99XX999#XX99#9XXX99XX999#

con:

- la prima serie 9XXX99XX999 che indica il codice KKS Siemens della variabile di origine;
- XX99 che indica il nome della variabile;
- la seconda serie 9XXX99XX999 che indica il codice KKS Siemens della variabile di destinazione.

LIB_MEASURE

contiene le icone dei misuratori.

Per configurarle selezionare l'icona, premere il tasto destro e scegliere:

- **resource->input value/block's variables**: per questo tipo di blocco si devono assegnare sempre gli input mentre gli output solo se sono legati a stati precisi, altrimenti sono diretta conseguenza degli input.

Ad esempio:

a) il misuratore di temperatura richiede:

- i valori minimo e massimo della scala di misurazione (es: IL=0 e IH=80),
- i valori delle soglie di allarme (es: GW1=50 e GW2=30)
- loro caratterizzazione (es: GS1=1 riferito alla soglia massima GW1 e GS2=0 riferito alla soglia minima GW2);

b) il misuratore dell'alzata della valvola richiede:

- - i valori minimo e massimo della scala di misurazione (es: IL=0 e IH=1);
- **resource->input value->block's->data values**: per questo tipo di blocco si devono assegnare i valori a LOWLIMYY, HIGLIMYY, mentre si lascia sempre il n° di soglie H_NSOGYY=4 (es: per il misuratore di temperatura LOWLIMYY=0, HIGLIMYY=80, per il misuratore dell'alzata della valvola LOWLIMYY=0, HIGLIMYY=1).

LIB_MEQ (Mechanical EQuipment)

contiene le icone dei regolatori.

Tutti i regolatori possono essere configurati come P, P+I o P+I+D da scegliere in base all'attuatore, servomeccanismo che interviene direttamente sulla regolazione della variabile.

Per configurarli selezionare l'icona, premere il tasto destro e scegliere **resource->input value->block's variables** e compilare i campi opportuni.

Tra i blocchi vi sono:

- **indicatori di set-point** (es: SETPOINT ADJUSTER) che richiedono, ad esempio nel caso della temperatura:

- a) *VA actual status external setpoint* (VA=0, significa che il set-point non proviene dall'esterno ed implica VB=1);
- b) *VB actual status internal setpoint* (VB=1, significa che il set-point proviene dall'interno ed implica VA=0);
- c) *UA effective setpoint* (UA=40);
- d) *UB required setpoint* (UB=40);
- e) *IG upper input limit* (IG=60);
- f) *IH lower input limit* (IH=20);
- g) *II upper output limit* (II=60);
- h) *IJ lower output limit* (IJ=20).

- **moduli di interfaccia** (es: CONTROL INTERFACE) che richiedono, ad esempio, nel caso del controllo della temperatura:

- a) *VC actual state closed loop ctrl* (VC=1, significa che il controllo agisce in anello chiuso, feedback, ed implica VD=0);
- b) *VD actual state man/open loop ctrl* (VD=0, significa che il controllo non è manuale o in anello aperto ed implica VC=1);
- c) *UA manipulated variable* (es: UA=33, ma 20 input);
- d) *UB internal manipulated variable* (es: UB=33, ma 60 input);
- e) *I1 rump-up time with protection* (es: I1=5);
- f) *I2 rump-down time with protection* (es: I2=5);
- g) *I3 rump-up time* (es: I3=10);
- h) *I4 rump-down time* (es: I4=10).

- **controllori** (es: PID) che richiedono, ad esempio, nel caso del controllo della temperatura:

- a) *VC actual state closed loop ctrl* (VC=1, significa che il controllo agisce in anello chiuso, feedback, ed implica VD=0);
- b) *VD actual state man/open loop ctrl* (VD=0, significa che il controllo non è manuale o in anello aperto ed implica VC=1);
- c) ***UA manipulated variable*** (es: UA=33, ma 20 input);
- d) *J0 disable P component* (J0=0 per abilitare la componente proporzionale);
- e) *J1 disable I component* (J1=0 per abilitare la componente integrativa);
- f) *J2 disable D component* (J2=0 per abilitare la componente derivativa);
- g) *IA gain factor (P component)* (es: IA=5);
- h) *IB integration time constant (I component)* (es: IB=60);
- i) *IC derivative-action time constant* (es: IC=10);
- j) *ID attenuation time constant* (es: ID=10);
- k) *IH upper limit for Y* (valore massimo del campo di regolazione espresso in %, es: IH=100);
- l) *II lower limit for Y* (valore minimo del campo di regolazione espresso in %, es: II=0).

- **attuatori** (es: CONTINUOUS DRIVE) che richiedono, ad esempio, nel caso di una valvola:

- a) *UA lift position percent %* (es: UA=33);
- b) ***UB scaled lift position*** (es: UB= 0.33);
- c) *IB travel time* (ritardo dell'attuatore, es: IB=5);
- d) *IC requested position* (es: IB=0.5).

LIB_MAT

contiene le icone di operatori matematici e ramificazioni analogiche.

Per configurarli selezionare l'icona, premere il tasto destro e scegliere **resource->input value->block's variables** e compilare i campi opportuni.

Tra i blocchi vi sono:

- **sommatori** (che possono misurare, ad esempio, lo scostamento della variabile misurata rispetto al valore di setpoint) e **moltiplicatori**; in questo caso gli input e gli output possono essere inizializzati, provenire da altri blocchi mediante i collegamenti (vedi 3 - 4) o direttamente dalle variabili del processo simulato con Legocad, inserendo nel campo a destra le stringhe @#K@9XXX99XX999 che le identificano; nel caso si inizializzino due dei tre valori tra input e output, l'altro viene calcolato di conseguenza;
- **funzioni**, ai quali vengono forniti valori di ascissa e di ordinata dei punti che individuano la funzione f(x) nel piano cartesiano, nei campi da I0 a I9.
- **ramificazioni analogiche**, che permettono di diversificare l'uscita di un blocco e che si rendono necessarie nei casi di retroazione.

LIB_LOG

contiene le icone dei **ramificatori digitali**.

Std (standard)

contiene, tra le altre, l'icona di **label** che consente di scrivere commenti o didascalie sulla pagina. Ad esempio, andranno nominate le stesse pagine come descritto **in 2.4**.

Descrizione delle librerie interfaccia uomo-macchina

LIB_background

La libreria LIB_background contiene le icone di **apparecchiature** dell'impianto (es: scambiatore, turbina, compressore). Per configurarle, selezionare l'icona e, con il tasto destro, scegliere **resource->specific->geometric** e riempire i campi opportuni. Nel caso di regolazione di temperatura, si importa uno scambiatore che non si configura, poiché il suo funzionamento non è modificato attraverso la diretta variazione di parametri.

P_Blue → P_Yello

Le librerie P_Blue → P_Yello contengono le icone di diversi tipi di **valvole**, di colore diverso da libreria a libreria, da scegliere in base alla funzione che devono esplicare. Per configurarle, selezionare l'icona e, con il tasto destro, scegliere:

- **resource->specific** e, nel campo a destra di *variable frame control*, dove compare la stringa VY@#B@O_KKS_DEV1\$S560, sostituire:
 - KKS con la sigla KKS della pagina della definizione del sistema di controllo in cui ne è descritto il funzionamento; ad esempio, nel caso del controllo di temperatura, nella valvola dell'acqua calda in uscita, sostituire KKS con 1VLV01MN001;
 - DEV con il nome della stazione di pertinenza (3.5); ad esempio, nel caso di controllo di temperatura, nella valvola dell'acqua calda in uscita, sostituirlo con DKR;
- **specific->geometric** e, nel campo a destra di *pagina di stazioni collegata*, dove compare la stringa O_KKS_DEV1, sostituire:
 - KKS con la sigla KKS della pagina della definizione del sistema di controllo in cui ne è descritto il funzionamento; ad esempio, nel caso prima considerato, sostituire KKS con 1VLV01MN001;
 - DEV con il nome della stazione di pertinenza (3.5); ad esempio, nel caso prima considerato, sostituirlo con DKR;
mentre nel campo a destra di *object TAG*, dove compare la stringa KKS, sostituirla con la sigla KKS della pagina della definizione del sistema di controllo in cui ne è descritto il funzionamento;
- **specific/change color var "N"** e, nei campi a destra di *input var (bit "N")*, sostituire:
 - KKS con la sigla KKS della pagina della definizione del sistema di controllo in cui ne è descritto il funzionamento; ad esempio, nel caso prima considerato, sostituire KKS con 1VLV01MN001;
 - DEV con il nome della stazione di pertinenza (3.5); ad esempio, nel caso prima considerato, sostituirlo con DKR.

Lib_Indic

La libreria Lib_Indic contiene le icone di diversi tipi di indicatori. Tra questi vi sono:

- **indicatori di misura**: per configurarli, selezionare l'icona e, con il tasto destro, scegliere **resource->specific->geometric** e, nel campo a destra di *pagina di stazioni collegata*, dove compare la stringa O_KKS_DGWM, sostituire:
 - KKS con la sigla KKS della pagina della definizione del sistema di controllo in cui ne è descritto il funzionamento; ad esempio, nel caso del controllo di temperatura, nell'indicatore dell'apertura della valvola, sostituire KKS con 1POS01US001M;
 - DGWM con il nome della stazione di pertinenza (3.5); ad esempio, nel caso prima considerato, sostituirlo con DGWI;

mentre, nel campo a destra di *object TAG*, dove compare la stringa KKS_DGWM, sostituirla con la sigla KKS della pagina della definizione del sistema di controllo in cui ne è descritto il funzionamento;

- **indicatori di allarme:** per configurarli, selezionare l'icona, con il tasto destro, scegliere **[resource]->[specific]->[geometric]** e, nel campo a destra di *object TAG*, dove compare la stringa KKSFD#SIGN#KKSPD#, sostituire con “nome pagina partenza”#”nome variabile”# “nome pagina arrivo”; ad esempio, nel caso del controllo di temperatura, si inserisce la stringa 1TMP01US001#XH01#1MMI01EJ001# nel caso dell'allarme di massimo, secondo quanto è stato stabilito per l'uscita dal misuratore di temperatura (2.4 – 2.a).

P_no color

La libreria P_no color contiene **controllori** e **indicatori di set-point**. Ad esempio, per configurare il *set-point adjuster*, fare riferimento alla pagina di definizione del sistema di controllo in cui è implementato il *set-point adjuster*, quindi selezionare l'icona e, con il tasto destro, scegliere:

- **[resource]->[specific]** e, nel campo a destra di *variable frame control*, sostituire KKS con la sigla KKS della relativa pagina di definizione del sistema di controllo;
- **[specific]->[geometric]** e, nei campi a destra di *pagina di stazioni collegata* e di *object TAG*, sostituire KKS con la sigla KKS della relativa pagina di definizione del sistema di controllo;
- **[specific]->change color var “N”** e, nei campi a destra di *input var (bit “N”)*, sostituire KKS con la sigla KKS della relativa pagina di definizione del sistema di controllo.

I moduli implementano dei modelli matematici che si differenziano secondo tre tipologie:

- ELEMENTI CORTI senza accumulo (modulo VALV, CPOM)
- ELEMENTI CORTI con accumulo (modulo COLT, CLAV)
- ELEMENTI LUNGHI con accumulo modulo (EXCY, FUMN)

Nel modello degli elementi corti le variabili di stato sono valori medi delle medesime grandezze valutate su tutto il volume in cui sono trascurati i fenomeni di trasporto dipendenti dalle coordinate spaziali. Nei modelli degli elementi corti con accumulo (COLT), le equazioni che descrivono il moto del fluido sono equazioni differenziali totali (rispetto al tempo), nei modelli degli elementi corti senza accumulo (VALV), le equazioni che descrivono il moto del fluido sono equazioni algebriche.

Nel modello degli elementi lunghi le variabili di stato non sono omogenee in tutto il volume e vengono presi in considerazione sia i fenomeni convettivi sia fenomeni di trasporto.

Nei modelli degli elementi lunghi con accumulo (EXCY), le equazioni che descrivono il moto del fluido sono equazioni differenziali parziali (rispetto al tempo e alle coordinate).

Appendice 6. - I principali processi processi di ALTERLEGO® [6],[30],[7]

Il programma LG1

LG1 legge i dati topologici del modello LEGOCAD® dal file **F01.DAT** (generato dall'utente, di norma utilizzando le procedure automathate di LEGOCAD).

Il programma **LG1** deduce dal file **F01.DAT** la lista dei moduli utilizzati, e costruisce il file **LTM.F**, costituito dall'elenco delle chiamate alle subroutine xxxxI2 e xxxxC1 dei soli moduli del modello. Il file **LTM.F** è utilizzato dalla procedura di link del programma **LG2** per generare la libreria ridotta dei moduli.

Il programma esegue, inoltre, la lettura dei nomi delle variabili dei singoli blocchi, controlla la validità dei loro nomi, e distingue le variabili di stato, di uscita (algebrica) e di ingresso.

Le liste di variabili di stato, di uscita e di ingresso (distinte fra ingressi liberi ed ingressi collegati) e le liste di variabili dei singoli blocchi vengono registrate sul file binario **F14.DAT** di interfaccia con il programma **LG2**.

Il programma LG2

Il programma **LG2** riceve le informazioni sui blocchi del modello, d e loro variabili e sui relativi collegamenti tramite il file **F14.DAT**, registrato (in caso non vi siano errori nella topologia) dalla attività **LG1** testè descritta.

Dal confronto fra i nomi delle variabili dei singoli blocchi, il programma **LG2** desume i collegamenti topologici e a i blocchi stessi, e genera le liste condensate di variabili di stato, uscita e ingresso, con i relativi vettori di puntatori.

I vettori di puntatori generati rappresentano l'indice delle variabili inserite nella M a condensata delle variabili LEGOCAD® ordinato rispetto ai blocchi ed alle variabili di ogni singolo blocco, e gli indici dei blocchi di appartenenza degli stati, delle uscite e degli ingressi liberi.

Si fa notare che una variabile di stato, per quanto possa essere collegata ad un qualsivoglia numero di blocchi quale ingresso, rimane come uscita in uno ed un solo blocco.

Anche una variabile di uscita algebrica ha sempre il proprio blocco di appartenenza, che è quello contenente le relazioni matematiche che ne determinano il valore. Ancora più ovvio è il discorso per gli ingressi liberi, che non essendo collegati sono per lor0 natura presenti solo nel loro blocco di origine.

Le liste ridotte di variabili ed i vettori di puntatori cod calcolati vengono passati alla successiva attività **LG3** registrandoli sull'apposito file binario **F03.DAT**.

Il programma **LG2**, inoltre, genera il file **F14.DAT** "default". Viene così chiamata la versione del file **F14.DAT** residente n e h sotto directory "**proc**" (**.proc** in Unix o [.PROC] in VMS) con gli spazi (bianchi) in cui Mente deve andare a scrivere i valori standard di normalizzazione prescelti (WO, PO, HO, TO, ...), il valore (iniziale) di tutte le variabili del sistema, i loro codici di validità (l'eventuale "NOTO") ed i dati fisici e geometrici dei blocchi La parte relativa d e normalizzazioni è standard, e non richiede informazioni specifiche.

Gli elenchi di variabili di uscita (algebriche e di stato) e di ingresso (ingressi del sistema) sono

invece desunti dalla topologia del modello.

Per scrivere l'elenco dei dati fisici e geometrici dei blocchi, il programma **LG2** richiama le subroutine xxxxI2 dei moduli della libreria ridotta per tutti i blocchi del modello. Tali subroutine, tipiche dei moduli LEGOCAD®, devono essere realizzate (sia che si tratti di moduli di libreria, sia che si tratti di moduli prodotti dall'utente) in modo da registrare l'elenco dei dati richiesti nel corretto formato previsto per il file **F14.DAT** (alla descrizione del quale si rimanda per eventuali ulteriori dettagli).

Scopo del programma **LG3** è il calcolo di un regime di funzionamento stazionario dell'impianto, in cui le derivate temporali di tutte le variabili del sistema siano identicamente nulle.

Il programma LG3

Il programma **LG3** legge la topologia del modello in esame sul file **F03.DAT**, registrato dal programma **LG2**. Acquisisce quindi, dal file **F14.DAT** "completo" i valori iniziali delle variabili di ingresso e di uscita (assegnati dall'utente o come noti o come valori di tentativo) e i valori dei dati geometrici e fisici dei singoli blocchi.

Prima di iniziare il calcolo dello stazionario, il programma controlla che tutte le variabili collegate fra loro abbiano costanti di normalizzazione uguali, e che il numero delle variabili il cui valore viene imposto come noto sia pari al numero di ingressi liberi del sistema.

Quest'ultima condizione corrisponde a quella di avere un numero di incognite (variabili non imposte note) pari al numero di equazioni del sistema.

Si noti che gli ingressi liberi e le variabili note devono essere tanti uguali, ma non necessariamente devono corrispondere. Al contrario, per alcuni moduli è consigliabile imporre come note alcune uscite, e lasciare che il programma **LG3** calcoli il valore degli ingressi non imposti (si rimanda, per ulteriori dettagli, alla documentazione dei singoli moduli).

Dal momento che nella condizione di funzionamento cercata le derivate temporali di tutte le variabili debbono essere nulle, il programma impone che si annullino tutti i residui dei singoli blocchi senza distinguere (tranne che per il segno delle relative righe della matrice jacobiana) i residui di stato da quelli algebrici.

Le uscite del programma **LG3**, in caso di successo (quando cioè esso riesca effettivamente a calcolare la condizione di regime stazionario del sistema) sono rappresentate dal file binario **F04.DAT** e dal file di testo **F24.DAT**.

Il file **F04.DAT** contiene i valori (calcolati o imposti) di tutte le variabili del sistema e di tutti i dati geometrici e fisici del sistema in stazionario. Si noti che molti moduli registrano sul vettore dei dati geometrici e fisici altre quantità (non visibili dall'utente): il programma **LG3** permette ai singoli blocchi di riservare apposite zone di tale vettore, inizializzandone il valore in fase di calcolo del transitorio.

Il file **F24.DAT** è strutturato esattamente come il file **F14.DAT** "completo", compresi i valori delle variabili, i relativi codici di validità ("NOTO") ed i valori dei dati geometrici e fisici.

L'unica differenza è rappresentata dal fatto che i valori delle variabili ivi riportati sono quelli calcolati dalla attività **LG3**, e corrispondono quindi per intero alle condizioni di funzionamento stazionario del sistema. Ovviamente i valori delle variabili imposte note saranno gli stessi assegnati dall'utente, visto che il programma non deve modificarli.

Scopo di tale file è (solitamente) essere ricopiatato al posto del file **F14.DAT** precedente in modo da assegnare i corretti valori iniziali di tutte le variabili del sistema in regime stazionario.

Il file **F24.DAT**, inoltre, può essere archiviato dall'utente (di solito ricopiandolo con altro nome) in modo da creare una libreria di stati di funzionamento del sistema (detti "varianti" in ambiente LEGOCAD®) in diverse condizioni operative.

In caso di insuccesso (quando il programma **LG3** ha incontrato difficoltà non superabili nel calcolo delle condizioni di regime stazionario) l'utente può forzare comunque la scrittura di tali file. In tal caso, sul file **F04.DAT** vengono registrati i valori delle variabili nelle condizioni più vicine (o meno lontane) da quelle di funzionamento stazionario, mentre sul file **F24.DAT** vengono ricopiate i valori assegnati dall'utente sul file **F14.DAT** "completo". I due file risultano quindi esattamente identici (il che accade anche in caso di successo, quando la condizione iniziale assegnata soddisfa già la precisione imposta).

Il programma LG4

Il programma **LG4** ha il compito di leggere i parametri della simulazione e di acquisire i dati relativi alle variabili da perturbare durante la simulazione del transitorio.

Il programma legge dal file **F04.DAT** l'elenco delle variabili perturbabili dall'utente (ingressi liberi) ed i loro valori iniziali. L'utente deve quindi impostare tutti i parametri di simulazione (titolo della simulazione, durata del transitorio, passo iniziale di integrazione, opzione di blocco del passo, . . .) e fornire tutte le perturbazioni imposte al sistema.

Per ciascuna perturbazione devono essere definite il nome della variabile di ingresso da perturbare, il tipo di perturbazione (a gradino, a rampa o per punti) ed i dati della perturbazione stessa (tempistica e valori).

Assegnate tutte le perturbazioni, l'utente deve dichiarare quali variabili debbano essere registrate su file durante il transitorio (solitamente tutte, abbreviabile con un asterisco) e con quale periodicità (ad ogni passo di integrazione o multipli interi) e quali debbano essere visualizzate sul terminale (solitamente nessuna, o solo qualcuna di immediata interpretazione per il controllo dell'andamento del transitorio) e con quale passo di tempo.

L'uscita del programma **LG4** è data dallo stesso file di ingresso **F04.DAT**, in quanto le informazioni raccolte vengono registrate in coda ad esso. Si noti che i dati relativi ad eventuali transitori precedenti vengono automaticamente cancellati, in quanto il programma **LG4** registra le nuove perturbazioni immediatamente in coda all'insieme dei dati che legge, indipendentemente dal fatto di trovarsi o meno alla effettiva fine del file.

Il programma LG5

Il programma **LG5** effettua la simulazione dei transitori del sistema provocati dalle perturbazioni impostate dall'utente mediate l'attività **LG4**.

La topologia del sistema, i valori delle variabili del sistema, il contenuto del vettore dei dati geometrici e fisici ed i fattori di normalizzazione delle variabili vengono letti dalla prima parte del file **F04.DAT** registrata dal programma **LG3**.

Dalla seconda parte dello stesso file, registrata dal programma **LG4**, vengono letti i parametri della simulazione (titolo, tempistiche, . . .), i dati che definiscono tutte le perturbazioni definite dall'utente e gli elenchi delle variabili da registrare su file e da visualizzare durante la simulazione.

Viene quindi eseguita la simulazione del transitorio in base ai dati letti. Ad ogni passo di iterazione il programma assegna i nuovi valori delle variabili di ingresso (in base alle perturbazioni impostate), ed esegue una iterazione di verifica del sistema algebrico-differenziale.

[1] Se tutti i residui sono nulli (inferiori in valore assoluto alla tolleranza assegnata) il **programma** ritiene risolto il sistema per quel passo di tempo e passa al passo successivo.

In caso contrario vengono riassegnati i valori delle variabili di uscita, variandole in modo da annullare il vettore dei residui (il calcolo delle variazioni viene fatto pre-moltiplicando al vettore dei residui cambiato di segno la matrice jacobiana inversa del sistema). Viene quindi eseguita un'altra iterazione per il calcolo del nuovo vettore dei residui il procedimento viene ripetuto sino a quando non si verifichi una delle seguenti:

tutti i residui risultano inferiori alla tolleranza imposta (il sistema B soddisfatto e si può passare all'istante di tempo successivo);

è stato eseguito un certo numero di iterazioni senza ricalcolo dello jacobiano (si suppone che le non-linearità del sistema abbiano reso la matrice jacobiana inattuale, e se ne calcola una nuova riferita allo stato attuale del sistema);

la norma del vettore dei residui superiore alla norma del vettore precedente (anche in questo caso si procede d calcolo di una nuova matrice jacobiana);

pur avendo ricalcolato la matrice jacobiana, la norma del vettore dei residui è comunque superiore alla precedente (si avverte l'utente della impossibilità di risolvere il sistema, e si passa all'istante successivo utilizzando i valori delle uscite che forniscono la norma dei residui inferiore);

è stato superato il numero di iterazioni o il numero di ricalcoli dello jacobiano ammissibili per un passo di tempo (anche in questo caso si passa all'istante di tempo successivo avvertendo l'utente dell'errore verificatosi).

Ad ogni passo di tempo (e/o ad ogni iterazione all'interno del passo di tempo) vengono eseguite le eventuali stampe di controllo opzionali richieste dall'utente.

Se è stato raggiunto il passo di registrazione vengono archiviati sul file **F22.DAT** i valori delle variabili selezionate dall'utente per la registrazione (di solito tutte) e sul file **F21.DAT** il numero di iterazioni, il numero di jacobiani ed i tempi di calcolo utilizzati per quel passo di tempo.

Se l'utente ha richiesto la visualizzazione passo-passo di una o più variabili, ed è stato raggiunto il relativo passo di stampa, si procede alla stampa dei relativi valori.

Al termine del transitorio viene registrato il file binario **F15.DAT**, strutturato come il file **F04.DAT**, ma contenente i valori delle variabili e dei dati all'istante terminale del transitorio, per permettere all'utente di far proseguire il transitorio da quel punto (copiandolo come **F04.DAT** ed assegnando nuove perturbazioni mediante la procedura **LG4**).

Dopo la prima registrazione eseguita sui file di uscita **F21.DAT** e **F22.DAT** viene registrato anche il file **VIA - GRAF.DAT**, che contiene solo una riga di commento e serve ad avvertire un eventuale processo esterno di visualizzazione dei grafici "on-line" (mentre la simulazione procede) che vi sono già dei dati rappresentabili. Si fa tuttavia notare che la lettura dei dati ad parte di un processo esterno può non essere realizzabile o provocare l'arresto del simulazione (per problemi di condivisione delle risorse).

Il programma EDI14

Il programma **EDI14** unisce un precedente file **F14.DAT** "completo", relativo ad esempio ad una diversa versione del modello, ed il file **F14.DAT** "default" ([.PROC]14.DAT per la versione VMS e **procfl4.dat** per la versione Unix), generato vuoto (senza i valori delle variabili e dei dati fisici e geometrici) dal programma **LG2** per ottenere il file **F14.OUT**, attualizzazione del precedente **F14.DAT** "completo".

In pratica, il programma **EDI14** ricopia il file **F14.DAT** "default" andando a cercare, per ogni variabile e per ogni dato geometrico di ciascun blocco, se nel file **F14.DAT** "completo" fornito esistevano un blocco ed una variabile (o un dato) di quel blocco aventi lo stesso nome.

Nel caso la ricerca sia fruttuosa, il valore viene ricopiato nella corretta posizione; per le sole variabili, il programma copia anche il corrispondente codice di validità ('NOTO'). Per i valori non trovati, invece, viene emesso un avviso all'utente, che a quel punto sa quali valori deve ancora inserire per completare la definizione del modello.

Il file **F14.OUT** così generato può essere copiato dall'utente al posto del file **F14.DAT** "completo" precedente, aggiornando definitivamente il modello.

Si fa notare che se non sono state apportate modifiche né alla topologia del modello nè ai moduli richiamati il nuovo file **F14.DAT** è esattamente identico al precedente, e quindi non serve eseguire la copia. In questo caso, quindi, non serve neanche richiamare il programma **EDI14**.

Si fa altresì notare che il codice LEGOCAD® unificato non è orientato tanto alla generazione dei modelli (pur essendo essa possibile stilando direttamente il file **F01.DAT** ed inserendo gli opportuni valori all'interno del file **F14.DAT**) quanto da simulazione di modelli generati sfruttando l'interfaccia LEGOCAD, che vengono ricopiatati nell'ambiente LEGOCAD®-Unificato trasportando i soli file **F01.DAT**, **F14.DAT** ("completo") e **FORAUS.FOR**.

Nella auspicabile ipotesi che le librerie di moduli dei due ambienti operativi siano identiche, nell'ambiente LEGOCAD®-Unificato il programma **EDI14** non viene mai utilizzato. Questo è il motivo per cui viene si descritto, per correttezza di documentazione, ma in coda a tutti gli altri.

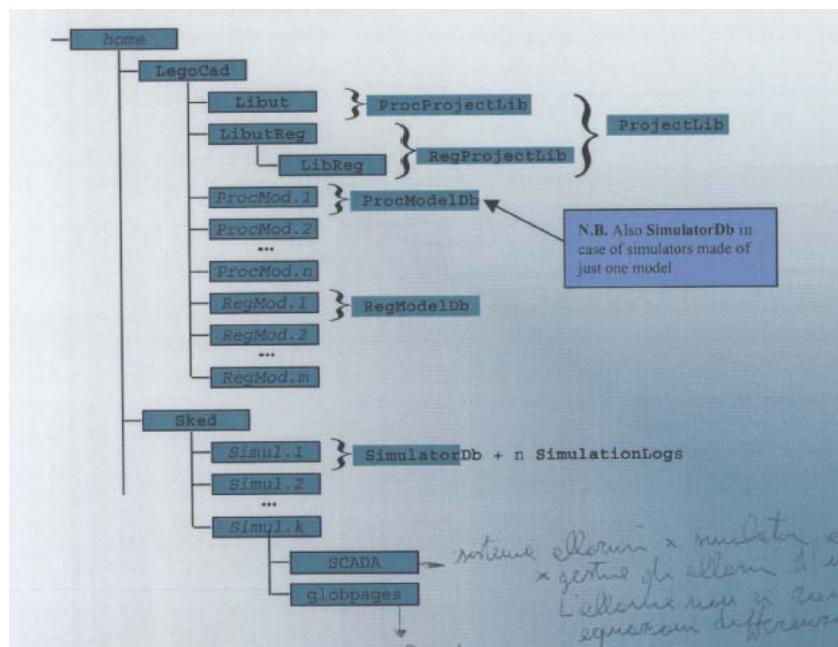
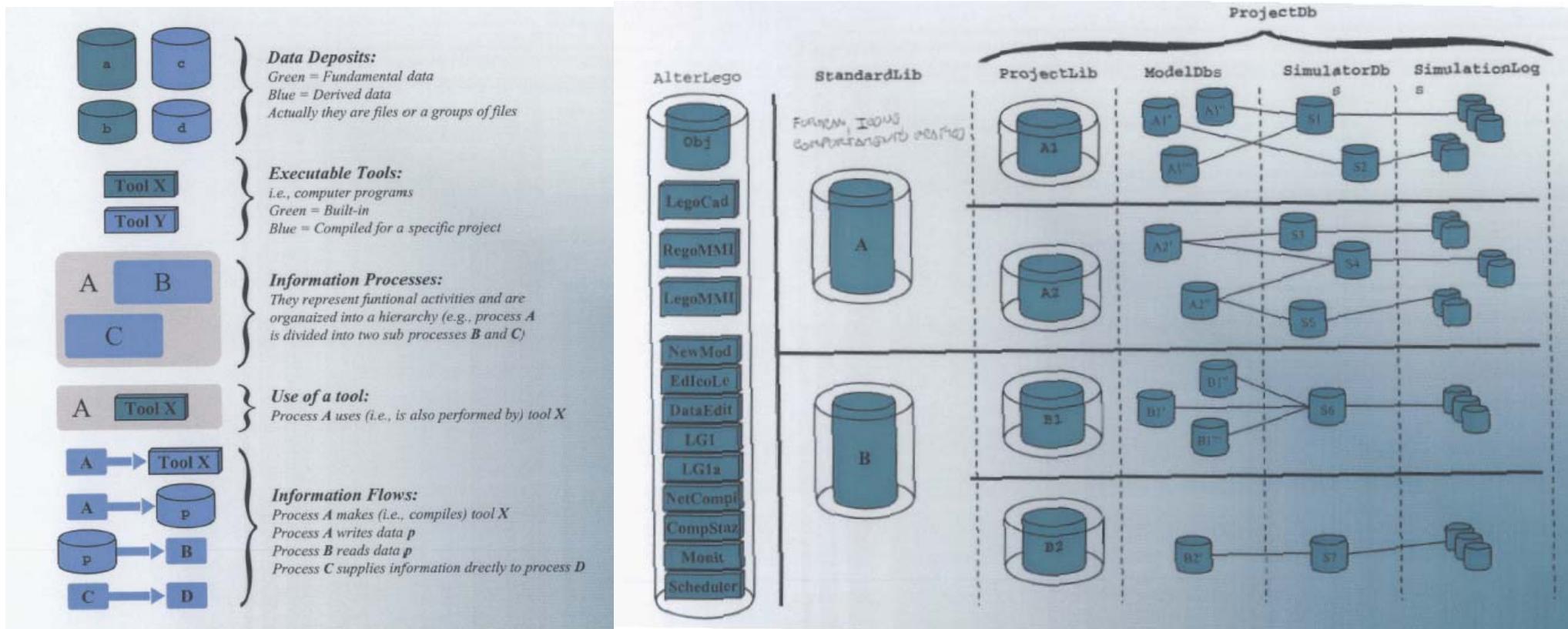
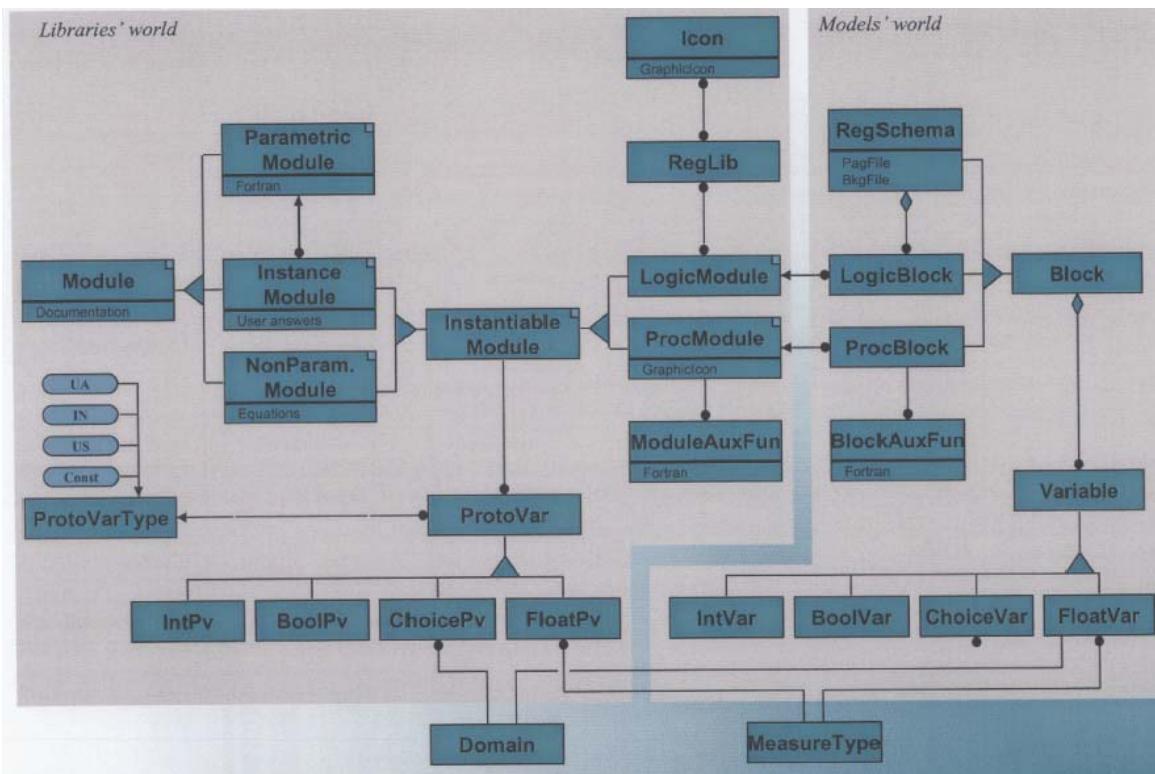
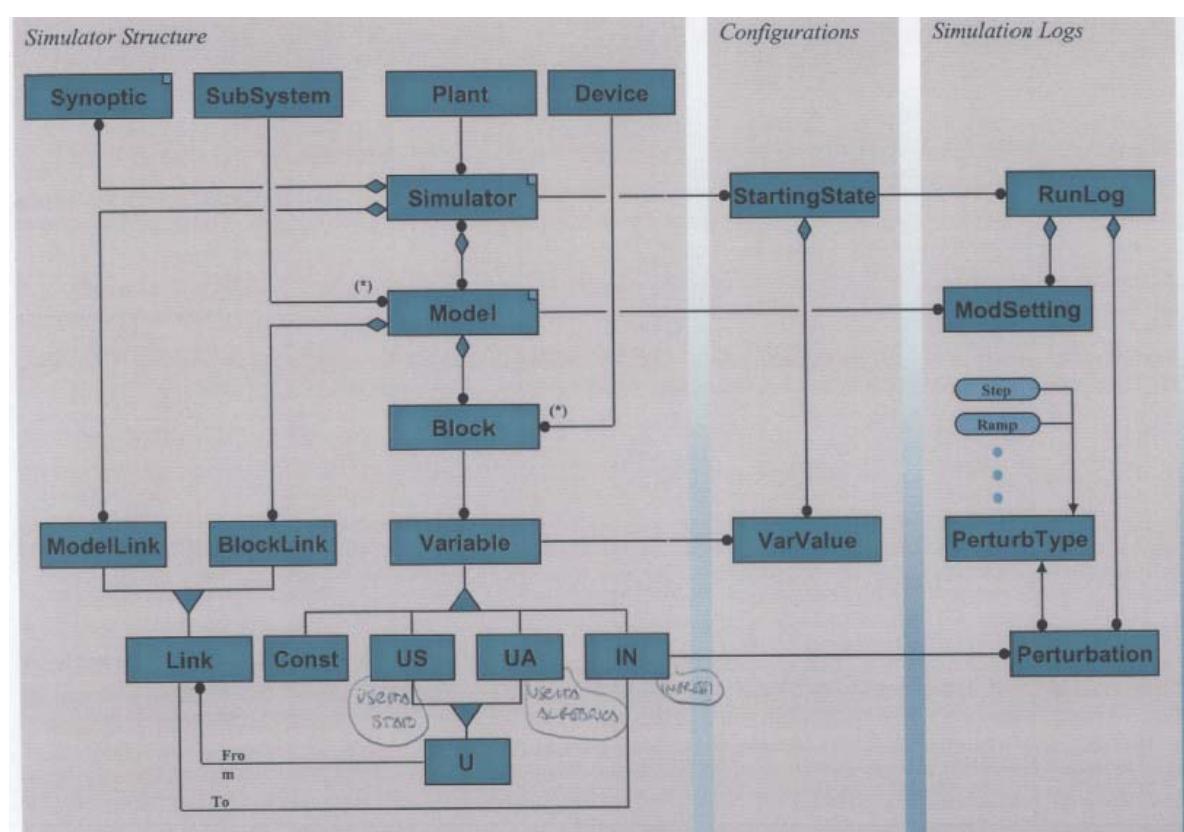


Figura 295 – Struttura logica delle directories in ALTERLEGO®


Figura 296 – Struttura logica delle directories in ALTERLEGO®


Figura 297 – Struttura logica dei processi in ALTERLEGO®

Figura 298 – Struttura logica dei processi in ALTERLEGO®

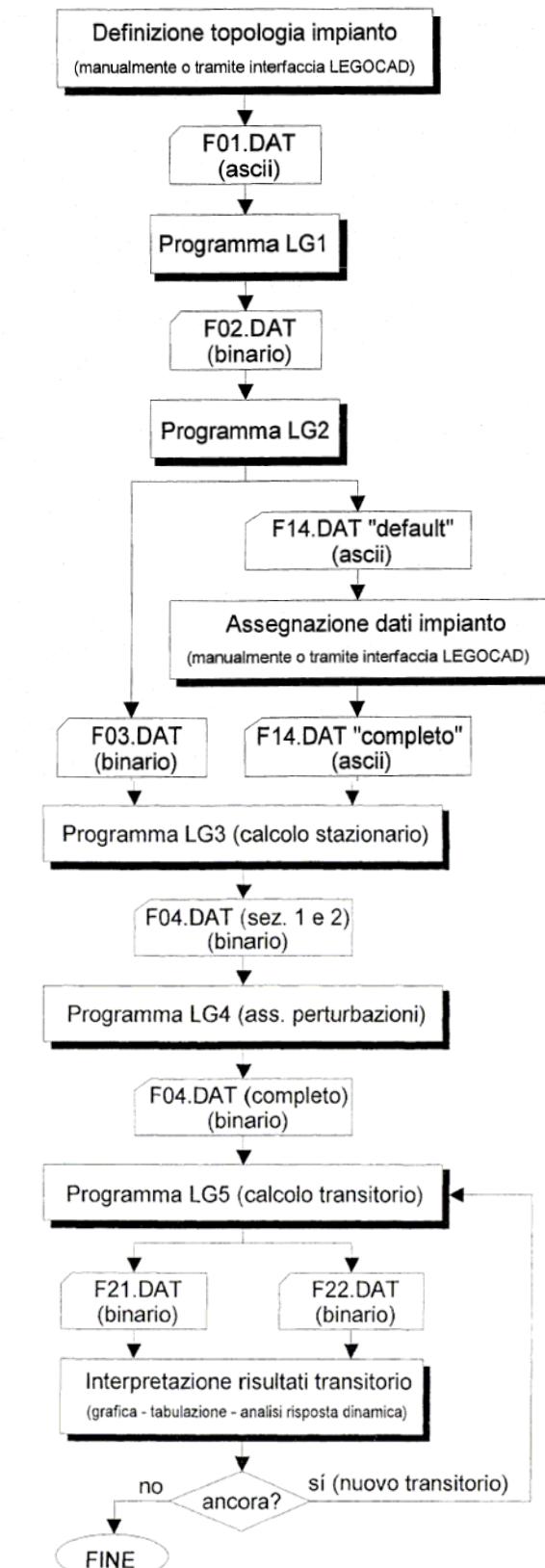
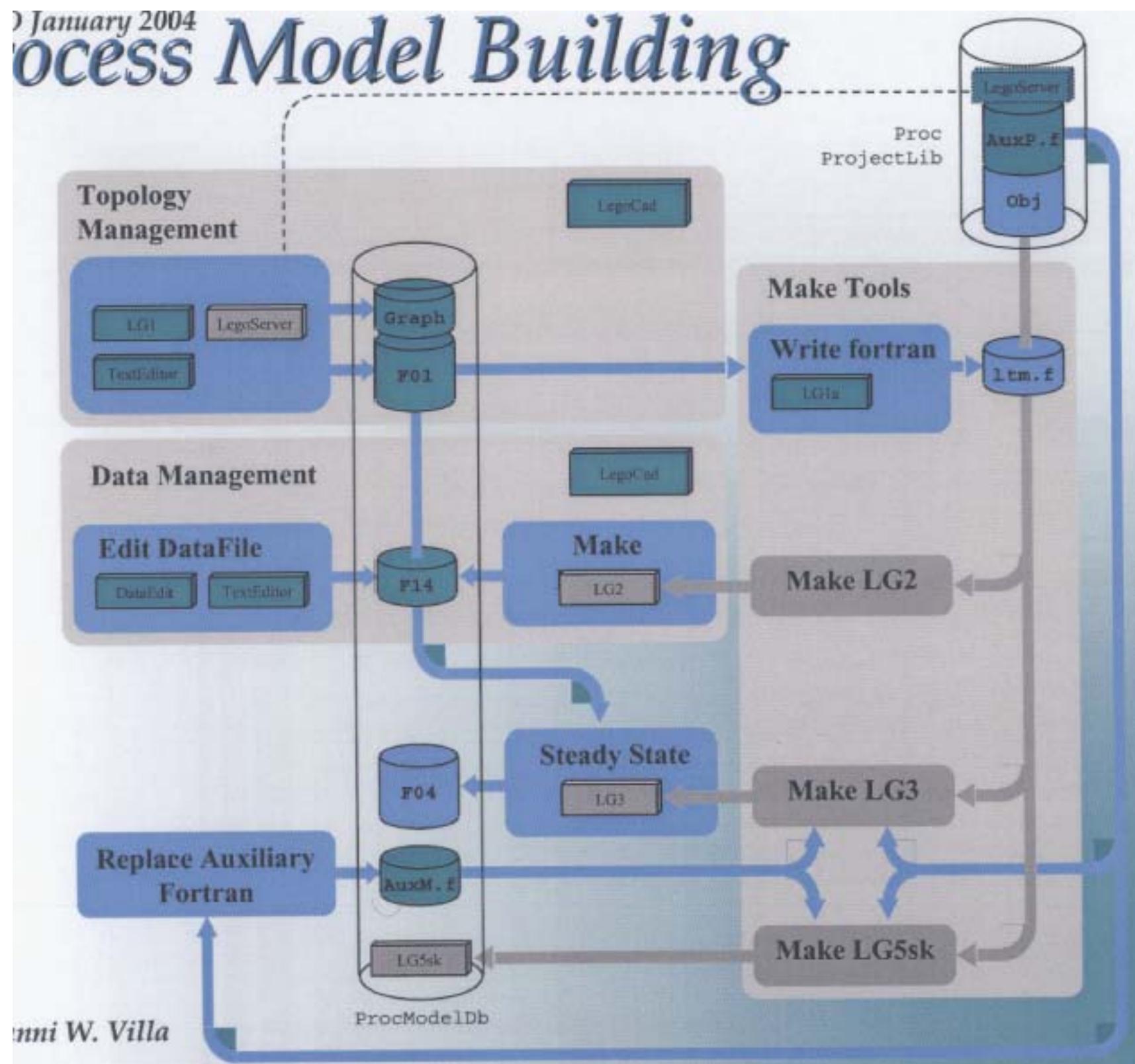


Figura 299: Processi di generazione di un modello in LEGOCAD®

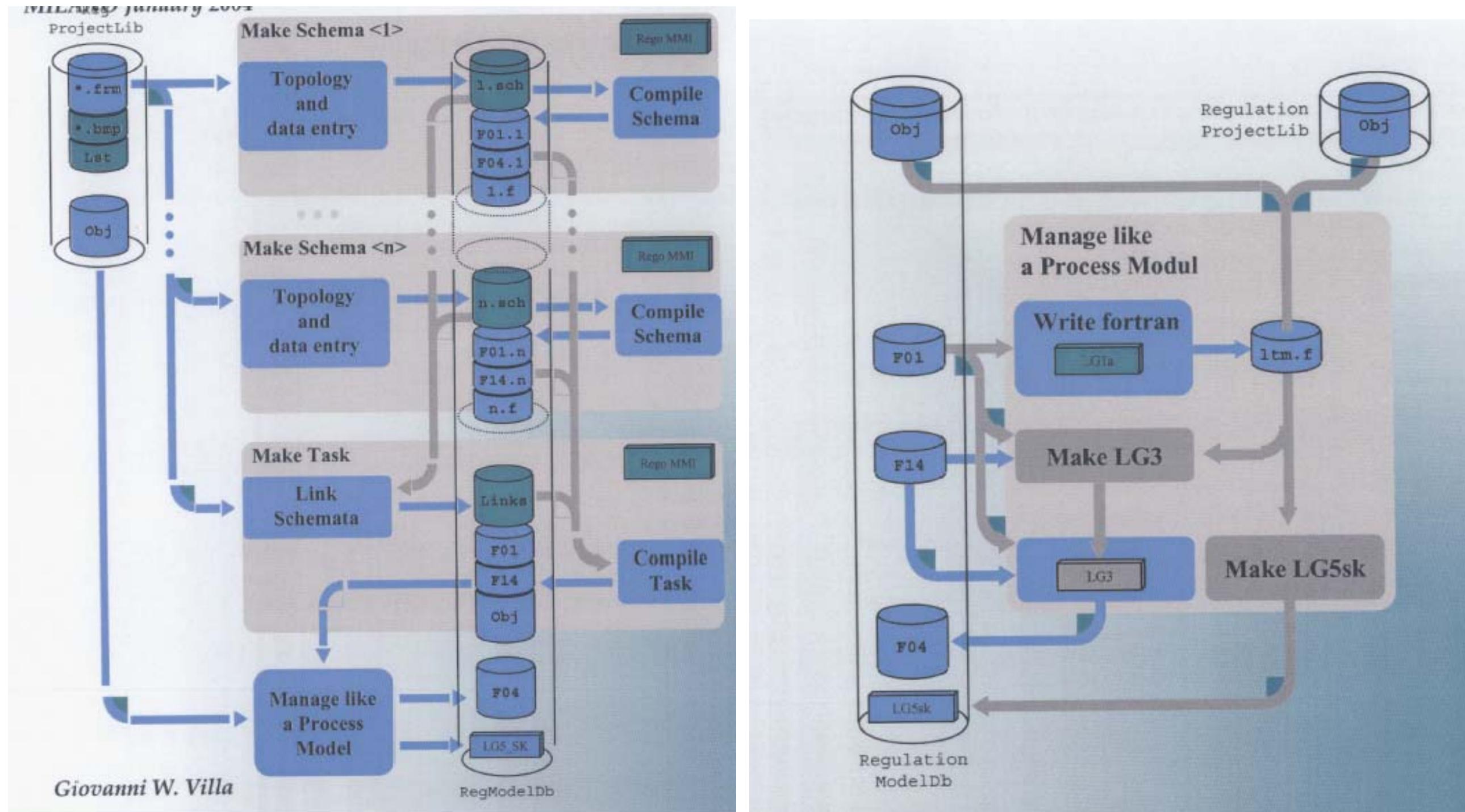


Figura 300: Processi di generazione di un modello in LEGOCAD®

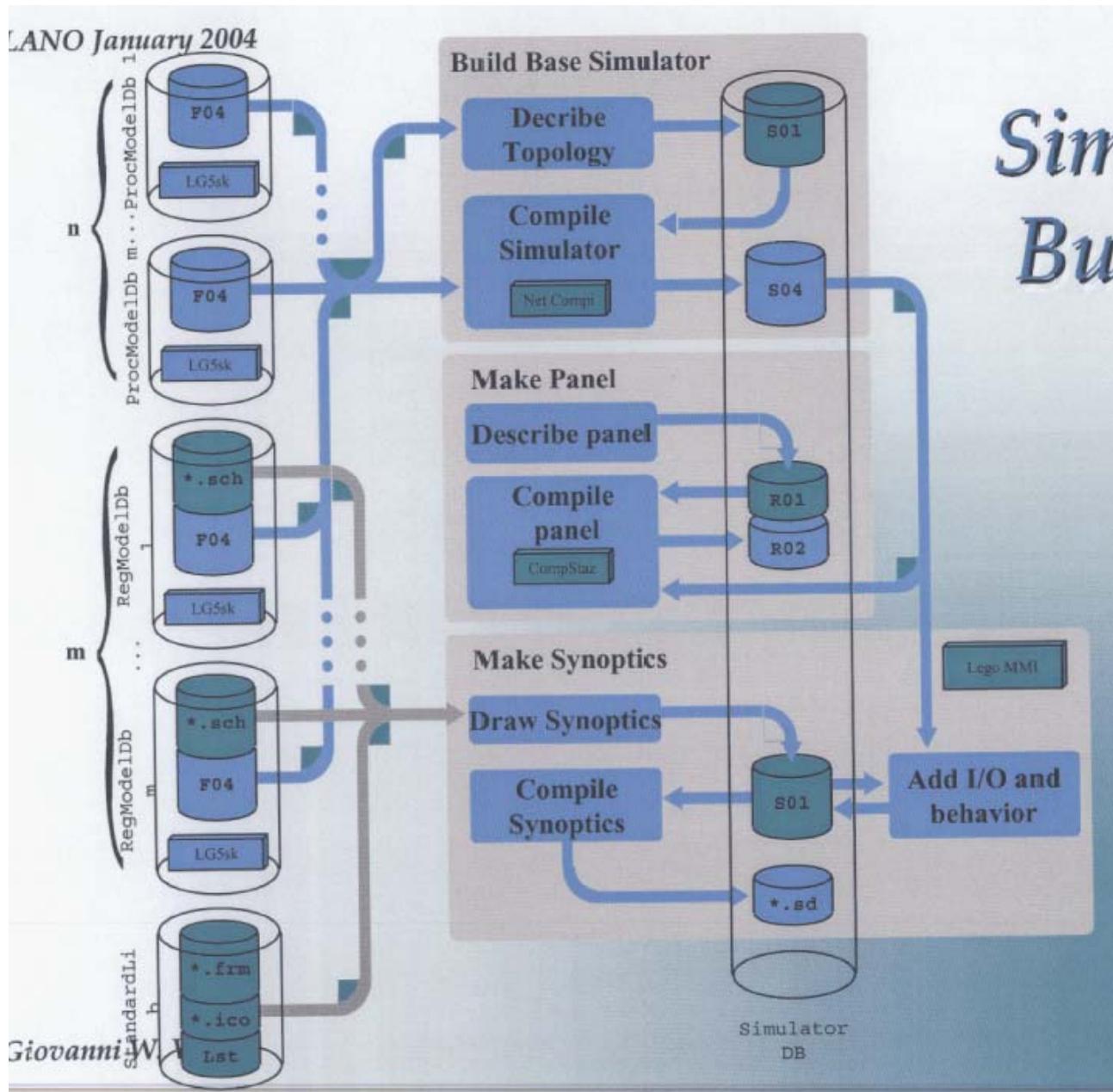


Figura 301 – Processi di generazione di un simulatore in ALTERLEGO®

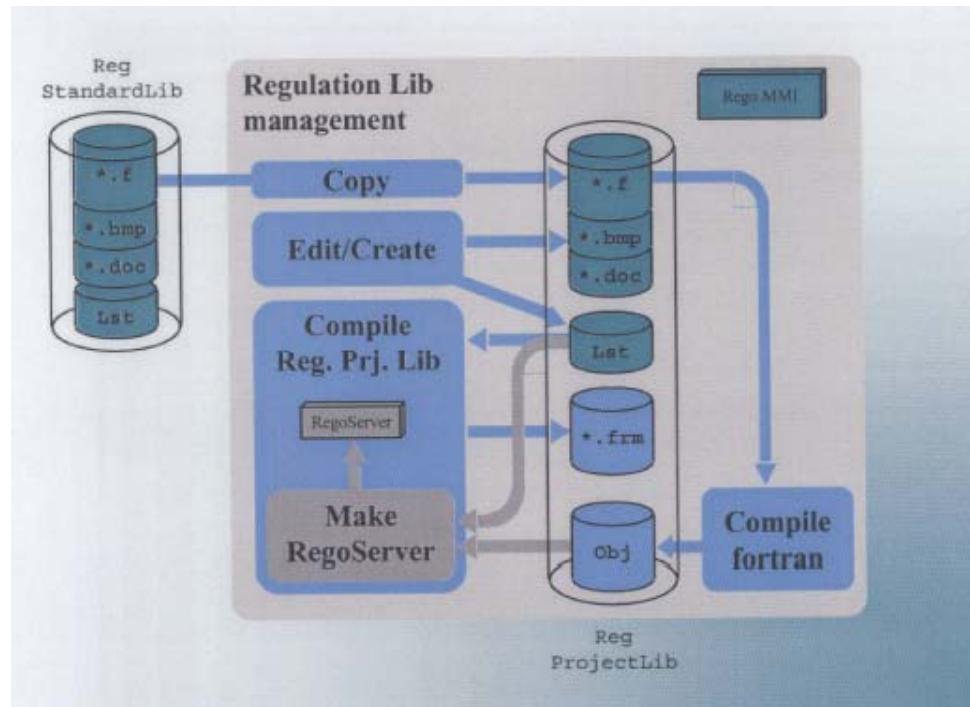


Figura 302: Processi di gestione della libreria di regolazione in LEGOCAD®

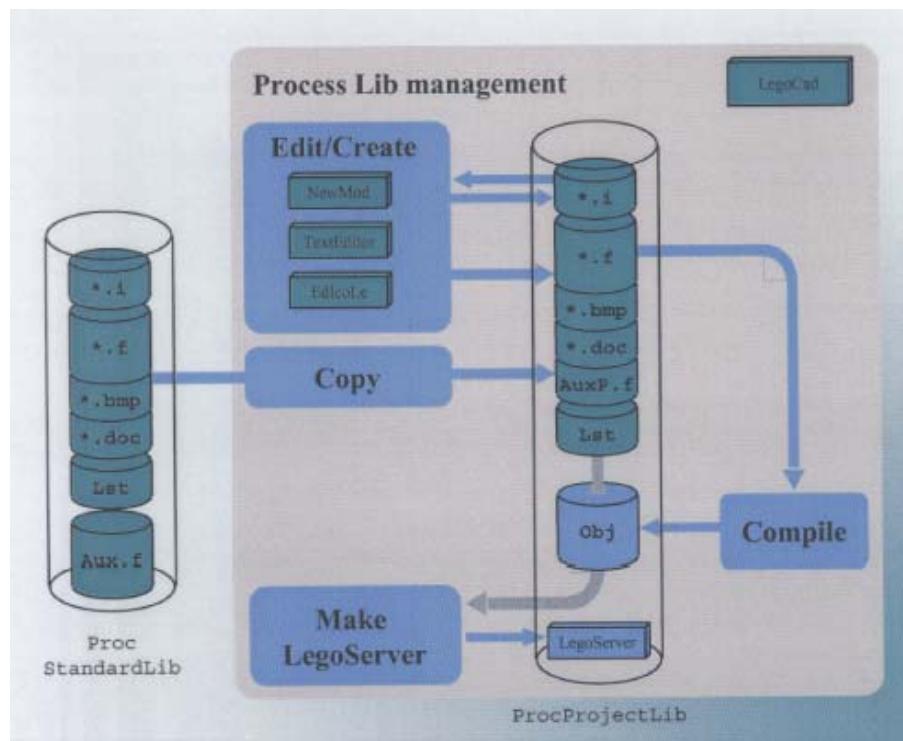


Figura 303 : Processi di gestione della libreria di processo LEGOCAD®

Files input/output di ALTERLEGO

Il file F01.DAT

Questo file, generato dall'utente in modo diretto o sfruttando l'interfaccia LEGOCAD, contiene l'insieme dei dati topologici del modello (lista dei blocchi definiti e dei moduli utilizzati, liste delle variabili di stato, di uscita e di ingresso di ogni modulo, liste degli ingressi liberi e degli ingressi collegati).

Il file F14.DAT

La funzione del file **F14.DAT**, che è un file binario, è quella di trasmettere le informazioni topologiche dal programma **LG1** al programma **LG2**. Non è richiesta alcuna operazione da parte dell'utente su questo file.

Il file F03.DAT

La funzione del file **F03.DAT** che è un file binario, è quella di trasmettere le informazioni topologiche dal programma **LG2** al programma **LG3**.

Il file F04.DAT

Il file **F04.DAT** è un file binario, costituito da tre sezioni distinte, registrate dalle attività **LG3** (le prime due) ed **LG4** (la terza).

La prima sezione è la semplice copiatura del file **F03.DAT**. La seconda sezione, registrata dal programma **LG3**, contiene i dati fisici e geometrici dell'impianto ed risultati del calcolo del regime stazionario. Il programma **LG4** aggiunge in coda a tali informazioni i parametri di integrazione ed i dati relativi alle perturbazioni (terza sezione).

Il file così assemblato contiene tutte le informazioni necessarie alla esecuzione della simulazione di un regime transitorio da parte dell'attività **LG5**.

Il file F14.DAT "completo".

Questo file, generato dall'utente in modo diretto o sfruttando l'interfaccia LEGOCAD completo il file **F14.DAT** "default", contiene le condizioni a1 contorno (variabili "note") ed i valori di partenza (variabili non "note") per il calcolo del regime stazionario del sistema.

Contiene pure l'insieme dei dati fisici e geometrici dei singoli blocchi (suddivisi in base al blocco di appartenenza).

Il file F14.DAT "default"

Il file **F14.DAT** "default" e la versione del file **F14.DAT** che viene generata automaticamente dalla attività **LG2** (richiamando la subroutine I2 dei singoli moduli) e che deve essere completata dall'utente (di solito usando l'interfaccia LEGOCAD®) per ottenere il file **F14.DAT** "completo". Come tale il file **F14.DAT** "default" ha la stessa struttura del file **F14.DAT** "completo", tranne che i coefficienti di normalizzazione, i valori iniziali delle variabili (sia di ingresso sia di uscita), i loro codici di validità ("NOTO") ed i valori dei dati fisici e geometrici non sono presenti. I campi dei record destinati a contenere tali informazioni sono pertanto vuoti riempiti con spazi).

Il file F14.OUT

Il file **F14.OUT** "default" è la versione del file **F14.DAT** che viene generata attività **EDI14** per l'aggiornamento di un file **F14.DAT** relativo ad una diversa (o precedente) versione dello stesso modello. Come tale il file **F14.OUT** ha la stessa struttura del file **F14.DAT** "completo", tranne che i campi dei record relativi ai valori iniziali delle variabili, ai loro codici di validità ed ai valori dei dati fisici e geometrici possono non essere vuoti (se tali variabili o blocchi non sono presenti nella versione da aggiornare).

Il file F15.DAT

Il file **F15.DAT** è un file creato dalla attività **LG5** al fine di permettere all'utente di prolungare il calcolo del transitorio. Questo file contiene i valori di tutte le variabili del sistema (ingressi ed uscite) e di tutti gli elementi utilizzati del vettore DATI all'istante di fine transitorio.

La struttura del file è identica a quella del file **F04.DAT** (esclusa la terza sezione, che non è presente), in modo che l'utente possa copiare il file al posto di **F04.DAT** e proseguire la simulazione richiamando le procedure **LG4** ed **LG5**.

Il file F21.DAT

Questo file di dati creato dal programma **LG5** contiene i valori di alcune particolari variabili LEGOCAD® rilevate durante la simulazione per ogni passo di integrazione.

Il formato del file è quello tipico dei file di uscita LEGOCAD® (vedi **F22.DAT**); in tal modo il file può essere analizzato sfruttando le usuali routine di stampa e di visualizzazione delle uscite di una simulazione.

Il file F22.DAT

Questo file di dati creato dal programma **LG5** contiene i valori delle variabili di ingresso e di uscita selezionate, ad ogni passo di registrazione (ogni NSTPLT passi di integrazione).

Il formato del file (tipico dei file di uscita LEGOCAD®) è tale da poter essere analizzato sfruttando le usuali routine di stampa e di visualizzazione delle uscite di una simulazione.

In particolare, il file viene sempre registrato in singola precisione (anche per la versione di LEGOCAD® Unificato in doppia precisione) in modo da avere file "interscambiabili" indipendentemente dalla versione attivata.

Il file F24.DAT

Il file **F24.DAT** è la versione del file **F14.DAT** "completo" che contiene i valori delle variabili di sistema corrispondenti alle condizioni di regime stazionario calcolate dall'attività **LG3**. Scopo del file è essere copiato al posto del file **F14.DAT** stesso per evitare di ricalcolare ogni volta lo stazionario a partire da dati imprecisi (risparmiando tempo di calcolo).

Rispetto al file **F14.DAT** le uniche differenze presenti possono riguardare le variabili non indicate come condizioni al contorno imposte ("NOTO"). Non possono, invece, essere variati né i valori delle variabili imposte note ed né i valori dei dati geometrici e fisici dei blocchi. Non vengono arresi alterati né codici di validità delle variabili né le costanti di normalizzazione.

Il file LISTA_MODULI.DAT

Il file **LISTA_MODULI.DAT** contiene l'elenco di tutti i moduli disponibili nella libreria utente, comprendente sia i moduli della libreria termodinamica standard LEGOCAD®, sia i moduli realizzati (o modificati) "ad hoc" dall'utente.

Il file LISTA_SCHEMI.DAT

Il file **LISTA-SCHEMI.DAT** contiene l'elenco di tutti gli schemi di regolazione elaborati dall'utente sfruttando i blocchi di regolazione della libreria standard LEGOCAD®.

Il file CREALTM.DAT

Il file **CREALTM.DAT** viene generato dalla attività **LG1** che contiene l'elenco dei moduli di processo e degli schemi di regolazione utilizzati nel modello. In pratica è costituito dall'insieme delle righe dei file **LISTA-MODULI.DAT** e **LISTA-SCHEMLDAT** relative ai moduli ed agli schemi richiamati.

Il file FORAUS.FOR

Se sono stati utilizzati moduli di processo che utilizzano i "FORTRAN ausfuario" occorre fornire alcune subroutine (o function), tipiche dei moduli utilizzati, nel file **FORAUS.FOR**. La costruzione di tale file è normalmente realizzata copiando apposite parti dei sorgenti dei singoli moduli (accodate nel file **FORAUSBASE.FOR** delle directory [-LIBUT] o **.libut**).

Particolari versioni delle subroutine e/o function da fornire possono essere ottenute decommentando apposite parti del FORTRAN ausiliario dei moduli, o scrivendole "ad hoc" in base alle esigenze del modello.

Scopo del FORTRAN ausiliario è quello di permettere a moduli "standard" di funzionare in modo non standard per simulare componenti con caratteristiche speciali, proprie del modello simulato (quali valvole con leggi alzate/sezione di passaggio non polinomiali o pompe con curve caratteristiche fornite dal costruttore). Se nessuno dei moduli richiamati utilizza FORTRAN ausiliario, un file **FORAUS.DAT**

(vuoto) deve comunque essere realizzato per non provocare errori d e procedure di link dei programmi **LG2**, **LG3** ed **LG5**.

Il file LTM.F

Il file **LTM.F** è una parte di sorgente FORTRAN, generata in modo automatico dalla attività **LG1** ed utilizzata nel link dei programmi **LG2**, **LG3** ed **LG5**. Contiene due subroutine (MODI2 e MODC1) che a loro volta richiamano (rispettivamente) tutte le subroutine xxxxI2 e tutte le subroutine xxxxCl di tutti i moduli di processo e gli schemi di regolazione utilizzati nel modello.

Il file LG1.ERR

Il file **LG1.ERR** viene registrato dalla attività **LG1** nel caso la topologia del modello non sia corretta, in modo che l'utente possa avere traccia degli errori commessi in fase di correzione del file **F01.DAT**.

Il file LGERR.OUT

Il file **LGERR.OUT** viene e registrato dalle routine di arresto LGABRT e LGSTOP, onde permettere alle procedure automatizzate di gestione delle attività di sapere se le attività stesse hanno avuto esito positivo o se sono stati incontrati errori.

Il file contiene una sola riga (di testo), contenente un 1 in caso di errore ed uno 0 in caso di normale termine dell'esecuzione.

La subroutine JACTO

Controlla che non vi siano righe o colonne nulle nella matrice jacobiana di regime ed avverte l'utente se ve ne sono.

Si ricorda che una riga nulla nello jacobiano corrisponde ad un residuo che non può essere fatto variare (per cui il sistema non può essere risolto, a meno che il valore iniziale del residuo non sia già inferiore al limite di tolleranza). Questo indica o un punto singolare del sistema (plausibile solo nel caso di calcolo algebrico dello jacobiano stesso) o (più facilmente) una errata scelta delle variabili "note".

Una colonna nulla, invece, corrisponde ad una variabile "non nota" che non influenza minimamente i residui del sistema: la variabile deve essere imposta come nota perché il suo valore è altrimenti indeterminato (a meno che la colonna nulla non indichi che ci si trova in un punto singolare del sistema, nel qual caso occorre modificare le condizioni iniziali).

Appendice 7. - Impostazione e risoluzione numerica del sistema matematico in ALTERLEGO®[6],[5],[8],[21]

La formulazione delle equazioni che descrivono il moto possono essere espresse dal seguente sistema differenziale algebrico:

u = vettore delle variabili di ingresso

y = vettore delle variabili intermedie e di uscita



$$\begin{cases} \frac{\partial x}{\partial t} = f(x, v, u, t) \\ g(x, v, u, t) = 0 \end{cases}$$

dove in generale le funzioni $f(x, v, u, t)$ e $g(x, v, u, t)$ sono funzioni non lineari.

Le variabili, **x**, che definiscono lo stato del sistema sono le **uscite di stato** [US così come indicato nel file **F14.DAT**] mentre le variabili, **y**, sono le variabili che caratterizzano stati intermedi o di uscita e vengono identificate con il termine **uscite algebriche** [UA così come indicati nel file **F14.DAT**] sono combinazioni delle **uscite di stato**.

Le variabili **u**, sono gli ingressi del sistema e vengono denominate **variabili di ingresso** [IN così come indicati nel file **F14.DAT**].

Mentre le **uscite di stato** compaiono sotto il segno di derivata rispetto al tempo , le **uscite algebriche** sono calcolate risolvendo equazioni alle derivate totali (elementi corti ad accumulo rilevante) o equazioni algebriche (elementi corti senza accumulo rilevante).

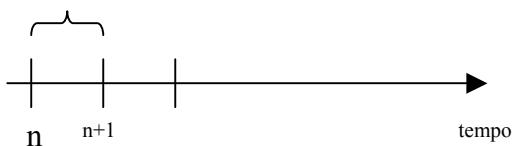
Negli elementi corti le **uscite di stato** coincidono con le **uscite algebriche**, mentre negli elementi lunghi le **uscite di stato** differiscono dalle **uscite algebriche**. A meno che l'elemento lungo non sia cellizzato e ridotto ad una successione di elementi corti in cui le uscite di stato sono omogenee in tutto il volumedella cella.

Le uscite algebriche sono le variabili calcolate dal LEGOCAD® in ogni blocco a partire dalle **variabili di ingresso** [IN].

Il sistema algebrico-differenziale per poter essere implementato deve essere discretizzato rispetto alla variabile tempo mediante la scelta di un passo di tempo Δt . Il metodo impiegato è quello dei trapezi.

$$\begin{cases} \frac{x_{n+1} - x_n}{\Delta t} = f(x_{n+1}, v_{n+1}, u_{n+1}, t) - f(x_n, v_n, u_n, t) \\ g(x_{n+1}, v_{n+1}, u_{n+1}, t) = 0 \end{cases}$$

Δt



In cui le incognite nella risoluzione del sistema (al tempo t corrispondente al passo $n+1$) diventano formalmente x_{n+1} e v_{n+1} .

Il sistema può essere così formalmente espresso:

$$\begin{cases} F(x_{n+1}, v_{n+1}) = 0 \\ G(x_{n+1}, v_{n+1}) = 0 \end{cases}$$

Il sistema in generale non è lineare e deve essere risolto utilizzando il metodo di Newton-Raphson.

Quindi ad ogni passo di tempo devo risolvere iterativamente il seguente sistema lineare scegliendo un passo di iterazione $\Delta x_{n+1} = x_{n+1}^{k+1} - x_{n+1}^k$

Al passo $n+1$ e al passo k il sistema da risolvere è il seguente

$$\begin{pmatrix} \Delta x_{n+1}^k \\ \Delta v_{n+1}^k \\ \Delta u_{n+1}^k \end{pmatrix} = J^{-1}(x_{n+1}, v_{n+1}, u_{n+1}^k) \times \begin{pmatrix} F(x, v, u)_{n+1}^{k-1} \\ G(x, v, u)_{n+1}^{k-1} \end{pmatrix}$$

con la matrice $J(\mathbf{x}, \mathbf{v}, \mathbf{u})$ così definita

$$\left(\begin{array}{c} \frac{\partial(x_{n+1} - \frac{\Delta t}{2} \cdot f(x_{n+1}, v_{n+1}, u_{n+1}))}{\partial x_{n+1}} \quad \frac{\partial(x_{n+1} - \frac{\Delta t}{2} \cdot f(x_{n+1}, v_{n+1}, u_{n+1}))}{\partial v_{n+1}} \quad \frac{\partial(x_{n+1} - \frac{\Delta t}{2} \cdot f(x_{n+1}, v_{n+1}, u_{n+1}))}{\partial u_{n+1}} \\ \frac{\partial g(x_{n+1}, v_{n+1}, u_{n+1})}{\partial x_{n+1}} \quad \frac{\partial g(x_{n+1}, v_{n+1}, u_{n+1})}{\partial v_{n+1}} \quad \frac{\partial g(x_{n+1}, v_{n+1}, u_{n+1})}{\partial u_{n+1}} \end{array} \right)$$

La matrice Jacobiana in generale si presenta con $n+m+h$ colonne e $n+m$ righe, dove:

n=numero di variabili di stato,

m= numero di variabili di uscita,

h= numero di variabili di ingresso

Per far quadrare il sistema devono essere fissate **h** variabili di ingresso e/o variabili di uscita in modo tale che la dimensione dei due membri sia eguale.

L'iterazione prosegue fino a che non si verifica la condizione:

$$\left| F(x, v)_{n+1}^{k-1} \right| \leq \varepsilon_{Fi}$$

per le equazioni differenziali

$$\left| G(x, v)_{n+1}^{k-1} \right| \leq \varepsilon_{Fi}$$

per le equazioni algebriche

dove ε_{Fi} è la tolleranza ammessa per terminare l'iterazione.

LEGOCAD® formalmente non distingue le variabili di uscita **v**, dalle variabili di ingresso **u**.

In questo modo la topologia della matrice Jacobiana **J(x,v,u)** dipende dalle variabili fissate come note dall'utente per quadrare il sistema.

Cambiando le variabili note cambia la topologia della matrice Jacobiana.

In generale la matrice sarà sparsa (con un alto numero di valori nulli).

Nella risoluzione numerica, il solutore di ALTERLEGO® opera una inversione della matrice a partire da valori iniziali di tentativo⁸⁵;

Se invece il sistema viene risolto iterativamente con una matrice di iterazione **H= (I-GJ)**, dove **G** è una matrice non singolare scelta a piacere,

$$(\vec{x}^{k+1}, \vec{v}^{k+1}) = H \times (\vec{x}^k, \vec{v}^k) + \vec{c}$$

tale per cui in **k** passi il vettore della soluzione $(\vec{x}_{trovata}, \vec{v}_{trovata})$ converga al vettore della soluzione $(\vec{x}_{esatta}, \vec{v}_{esatta})$

⁸⁵ Vedi capitolo “LEGOCAD®.I.4” in [5]

La scelta della matrice G definisce il metodo di risoluzione.

La convergenza è assicurata se una qualunque norma di H è minore di 1.

$$\|H\| \leq 1$$

L'errore e quindi la convergenza del sistema saranno influenzati da:

la topologia della matrice J e

dall'errore nella stima dei valori iniziali di tentativo (\vec{x}_0, \vec{v}_0)

secondo la seguente formula⁸⁶.

$$\left\| \frac{(\vec{x}_{esatta}, \vec{v}_{esatta}) - (\vec{x}_{trovata}, \vec{v}_{trovata})}{(\vec{x}_{esatta}, \vec{v}_{esatta})} \right\| \leq \mu(J) \cdot \frac{\|\vec{r}\|}{\frac{\|F(\vec{x}_0, \vec{v}_0)\|}{\|G(\vec{x}_0, \vec{v}_0)\|}}$$

dove $\mu(J) = \|J\| \cdot \|J^{-1}\|$

e dove il residuo $\vec{r} = \begin{pmatrix} F(\vec{x}_0, \vec{v}_0) \\ G(\vec{x}_0, \vec{v}_0) \end{pmatrix} - J(\vec{x}, \vec{v}) \times \vec{x}_{esatta}$

La validità è generale e indipendente dall'algoritmo utilizzato per la risoluzione numerica e la dipendenza dell'errore finale da $\mu(J)$ mette in guardia dal ritene un'approssimazione $(\vec{x}_{trovata}, \vec{v}_{trovata})$ quando il corrispondente residuo sia piccolo.

In definitiva anche se l'approssimazione iniziale del vettore (\vec{x}_0, \vec{v}_0) è buona la scelta delle variabili note determina la convergenza e il numero di iterazioni.

Libreria matematica MA2887

Le subroutine che il programma chiamante deve interrogare sono tre: la IVL428A, la MA28B (opzionale) e la MA28C.

La subroutine MA28A riceve in ingresso la matrice A (sparsa), ed esegue su di essa le seguenti operazioni:

individua due matrici di trasposizione P e Q tali da rendere la matrice A triangolare inferiore a blocchi

⁸⁶ Vedi [21], [22] in bibliografia

⁸⁷ Vedi [6] in bibliografia

esegue la decomposizione LU dei blocchi diagonali così individuati; fattorizza la matrice ottenuta dalle precedenti operazioni, sfruttando la decomposizione in blocchi diagonali.

Appendice 8. - Prontuario moduli della libreria di processo standard LEGOCAD[®]

In questa libreria si riportano le indicazioni per la configurazione e l'inizializzazione dei moduli di processo relativi alla libreria di processo PRIOLO.

a) Topologia del modulo VALV



Il modulo VALV simula (con livelli di dettaglio selezionabili dal modellista) le valvole acqua vapore presenti in un impianto:

Il modulo VALV, quando viene istanziato in LEGOCAD ha l'uscita algebrica selezionabile dall'utente tra le seguenti:

- WVAL (portata)
- PIVA (pressione in ingresso)
- PUVA (pressione in uscita)

In LEGOCAD si utilizza, salvo casi rarissimi, il modulo VALV con uscita algebrica in portata (Figura 304).

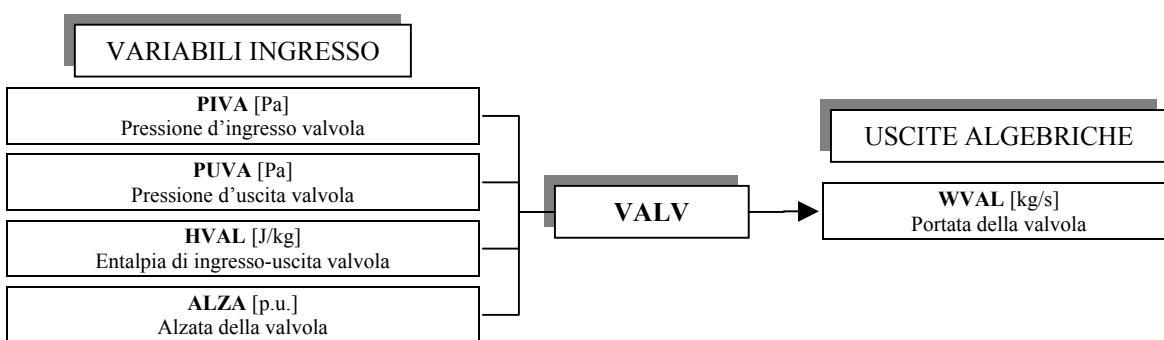


Figura 304: Variabili del modulo VALV

Esempio: collegamento tra due collettori (figura 2)

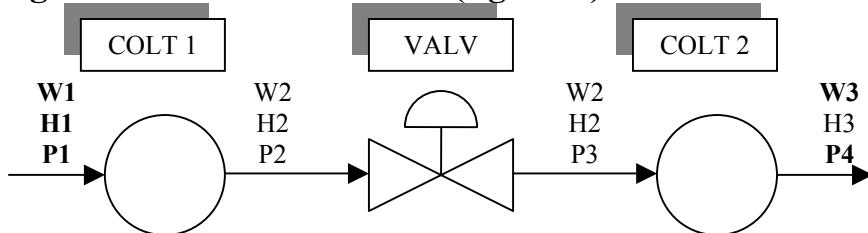


Figura 305: In grassetto le variabili supposte note

Supponiamo noti W_1, H_1, P_1, P_4 e W_3 : $VALV$ riceve P_2 e H_2 da $COLT 1$, P_3 da $COLT 2$, ALZA dal controllo (o fissato) e calcola W_2 che passa come ingressi matematici a $COLT 1$ e $COLT 2$.

Nota: H_1 e H_2 sono diversi perché il collettore scambia calore con l'esterno ma a regime il collettore può essere considerato isoentalpico con ottima approssimazione.

Campo DATI del modulo VALV

ALFA []: con riferimento alla figura 3 il parametro ALFA descrive la legge di variazione dell'area di passaggio in funzione dell'alzata.

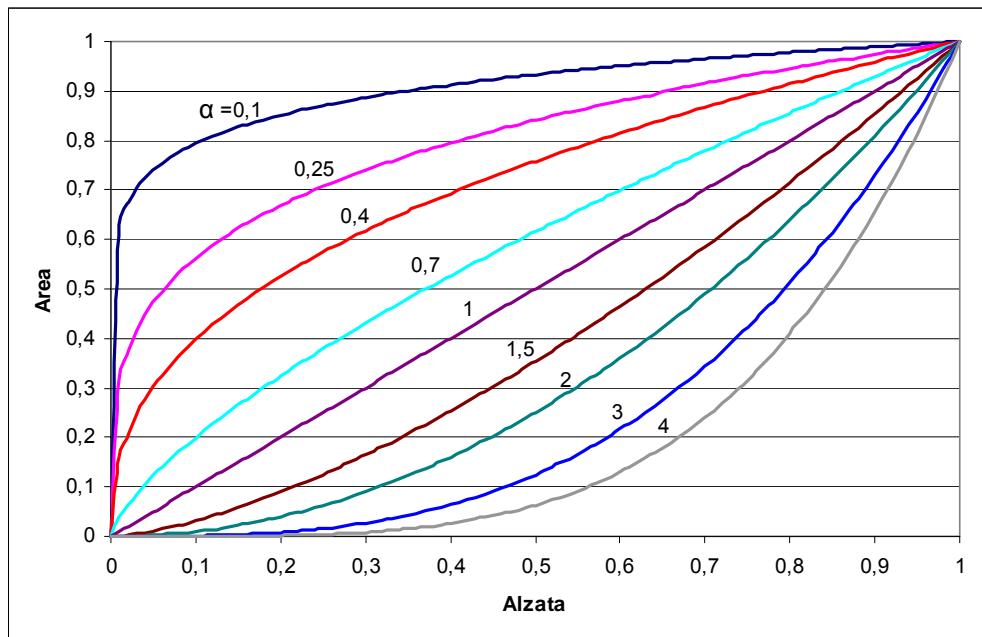


Figura 306: Relazione tra Area e Alzata

Il costruttore della valvola non fornisce quasi mai il valore di ALFA. Non è raro invece che fornisca il grafico portata = f (alzata) o viceversa come in Figura 307. Quando si tratta di una valvola di regolazione si consiglia vivamente di inserire un valore di 2,5 quando non sono disponibili altri dati. Questo perché quando una valvola equipcentuale (ALFA=1) non compensa le "non linearità del

processo” (in regime dinamico). Infatti eseguendo una perturbazione sull'esempio del capitolo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** è possibile rendersi conto che variando l'alzata della valvola (quando i collettori non hanno condizioni al contorno, ma vedono le pressioni del resto del circuito) non si ottiene una corrispondente (lineare) variazione della portata attraverso la valvola.

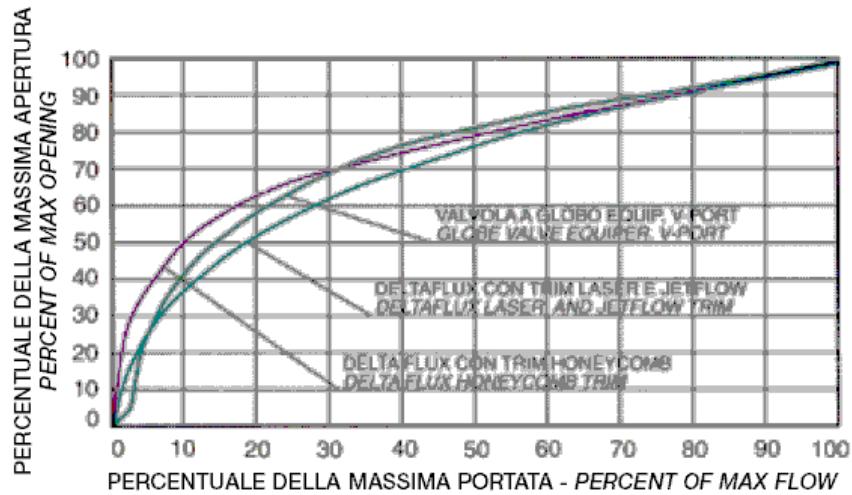


Figura 307: Valvola di regolazione per gas (Pietro Fiorentini[©])

- CFA []: coefficiente di recupero della valvola, a valvola completamente aperta ($ALZA=1$); se non viene assegnato viene posto dal sistema pari a 0,9. E' consigliabile fissarlo ad 1 (solo per COD = 0 o 1, vedi successivo) quando si vuole assegnare alla valvola un punto di lavoro con la massima precisione. (p.es. per le valvole principali).
- COD []: Per la scelta di COD fare riferimento alla Figura 308

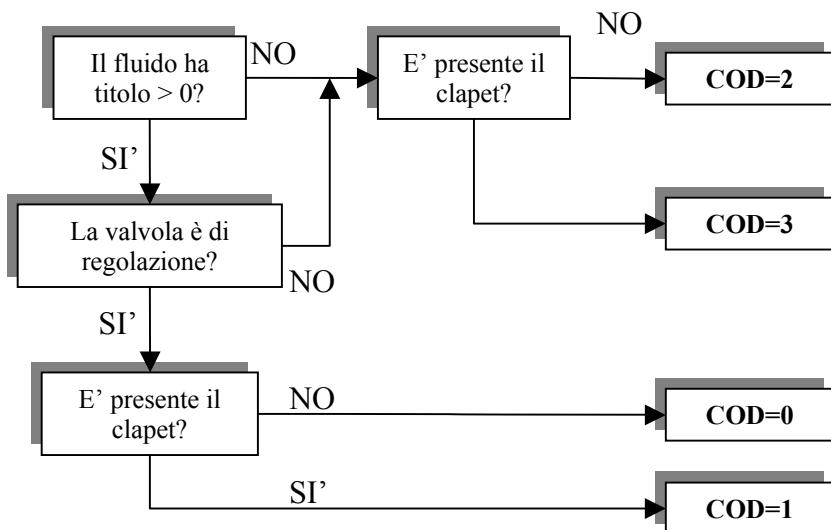


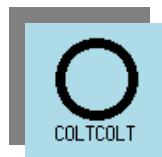
Figura 308: Diagramma di flusso per determinare i corretti parametri della valvola

- CVA [gal/min*psi^½] coefficiente di identificazione del punto di lavoro della valvola; si assegna se noto, di norma viene fornito dal costruttore per le sole valvole di regolazione principali; qualora esso non sia noto lasciare il campo CVA vuoto ed assegnare i dati successivi, relativi ad un punto di funzionamento noto o nominale. Se si assegna il CVA non bisogna riempire i dati seguenti fino a CORSA [p.u.].
- PORTATA [kg/s]
- P1 MONTE [Pa]
- P2 VALLE [Pa]
- ENTALPIA[J/kg]
- CORSA [p.u.]
- DP.APER [Pa]: se la valvola non ha il clapet non ha senso fisico e quindi il campo va lasciato vuoto; se la valvola ha il clapet è consuetudine assegnare un valore molto piccolo (circa 50 Pa) oppure lasciare il campo vuoto (LEGOCAD inserisce un default).
- DP.CHIU [Pa]: se la valvola non ha il clapet non ha senso fisico e quindi il campo va lasciato vuoto; se la valvola ha il clapet è consuetudine assegnare un valore molto piccolo (circa 50 Pa) oppure lasciare il campo vuoto (LEGOCAD inserisce un default).

In LEGOCAD può capitare di dover inserire, per esigenze modellistiche, una valvola che non esiste fisicamente: in questo caso la consuetudine è di assegnare alla valvola la portata nominale del ramo in cui viene inserita ed assegnare una perdita di carico “piccola” (circa 30 mbar).

Per la descrizione del modello teorico della valvola si faccia riferimento alla documentazione teorica della libreria dei moduli LEGOCAD^[17]

b)Topologia del modulo COLT



Il modulo COLT simula la miscelazione perfetta di "n" flussi di acqua (in fase liquida o vapore) in un collettore. Il modulo determina l'evoluzione temporale dell'entalpia e della pressione del fluido nel collettore nonché la temperatura delle pareti metalliche.

È buona norma far simulare al modulo COLT anche il volume interno e la massa metallica delle tubazioni afferenti e dipartenti. Il relativo MAD consente a tal proposito di calcolare il volume totale e la massa metallica totale di tutte le tubazioni simulate da ogni istanza di COLT

Il modulo COLT, quando viene istanziato in LEGOCAD richiede soltanto l'indicazione del numero di rami entranti e del numero di rami uscenti⁸⁸.

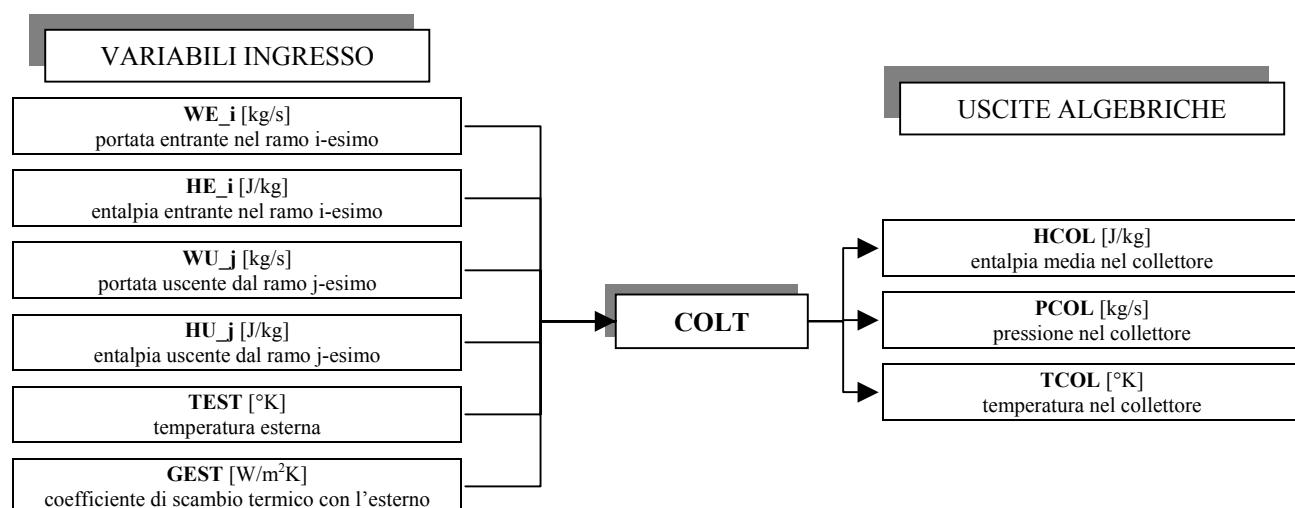


Figura 309: Variabili del modulo COLT

La variabile d'ingresso GEST normalmente viene fissata e vale 5 per i collettori e le tubazioni non coibentate e 0,5 per quelle non coibentate.

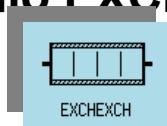
Campo DATI del modulo COLT

- NU.TU.EN [] numero di tubi entranti (max.40)
- NU.TU.US [] numero di tubi uscenti (max.40)
- VOLUME [m³] volume interno del collettore
- MASSA ME [kg] massa metallica del collettore
- $\frac{J}{kg \cdot K}$ calore specifico del metallo del collettore

⁸⁸ Questa informazione va inserita nuovamente nella fase DATI come NU.TU.EN e NU.TU.US

- COND MET. [$\frac{W}{m \cdot K}$] conducibilità termica del metallo del collettore
 - SPESSORE [m] spessore delle pareti del collettore
 - SUP ES [m^2] superficie esterna del collettore

c) Topologia del modulo EXCH



Il modulo EXCH simula il comportamento termodinamico di un tubo metallico e del fluido contenuto in esso, compreso lo scambio termico tra il fluido e la parete metallica. È possibile simulare il funzionamento di più tubazioni, in serie e/o in parallelo. Il modulo EXCH può anche essere usato con profitto per simulare il funzionamento dello scambiatore di un generatore di vapore.

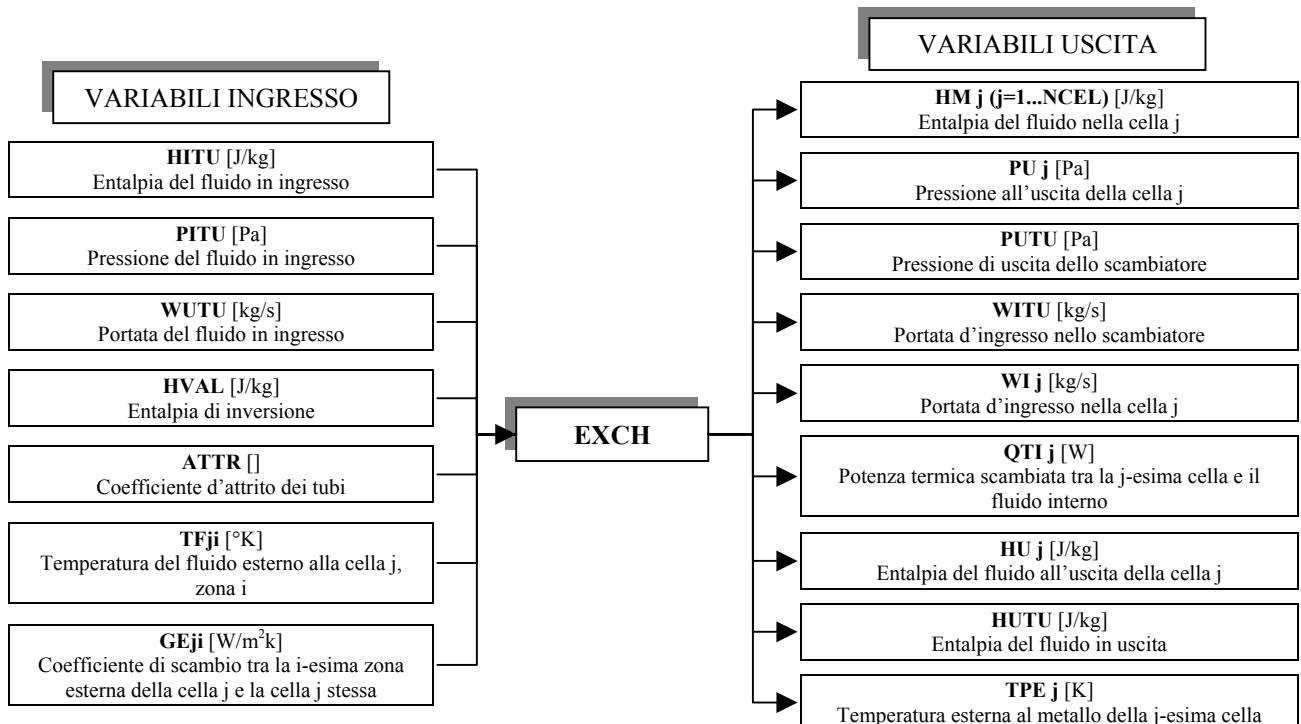


Figura 310: Variabili del modulo EXCH

Il modulo EXCH, quando viene istanziato in LEGOCAD® richiede il numero di celle (2-6) e, per ogni cella, il numero di zone esterne con cui la cella scambia (1-6, con un massimo di 32 per la somma delle zone).

Esempio di scambiatore acqua - fumi.

In Figura 311 Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. è riportato un semplice scambiatore da simulare con LEGOCAD®: possiamo pensare di suddividere i due tubi alettati in due celle ciascuno: risponderemo perciò 4 al prompt di LEGOCAD® “NUMBER OF CELLS (02 - 6)?”.

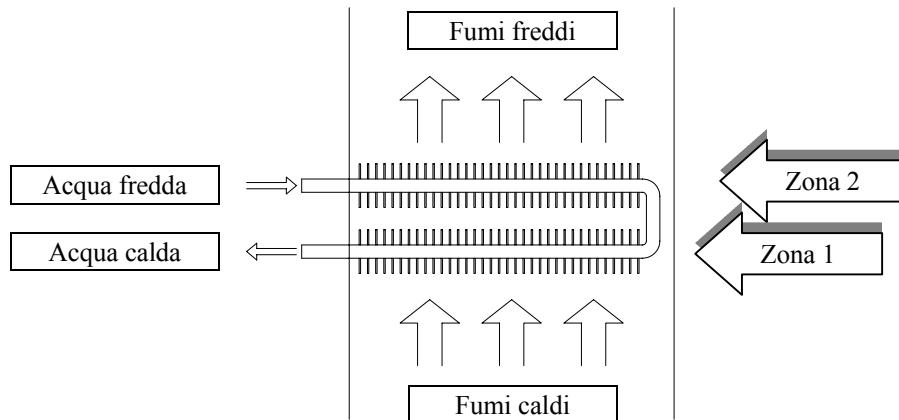


Figura 311: Rappresentazione dello scambio termico acqua-fumi

Intuitivamente, in Figura 311 si identificano due zone in cui i fumi hanno caratteristiche omogenee, zona 1 e zona 2, quindi il modulo FUMN che andrà collegato al modulo EXCH avrà due zone⁸⁹ come si vede in Figura 312.

Più in generale il valore minimo del numero di celle di EXCH necessario per rappresentare la risposta dinamica in modo corretto è dato da:

$$n_{\min} = \frac{\sigma}{2} \quad \text{con} \quad \sigma = \frac{\gamma \cdot S}{q_w \cdot C} \quad \text{dove:}$$

- γ = coefficiente di scambio metallo fluido [W/m²K]
- S = superficie totale di scambio metallo fluido [m²]
- q_w = portata che attraversa lo scambiatore [kg/s]
- C = capacità termica del fluido [J/kgK]

Ovviamente se si desidera una simulazione ancora più accurata nessuno vieta di scegliere $n > n_{\min}$. Il limite, oltre che da un ovvio aumento del carico computazionale, è dato dal tempo di attraversamento del fluido in una cella. Questo tempo (funzione della geometria della cella e della portata di fluido) deve essere inferiore al tempo di integrazione utilizzato dal solutore LEGOCAD® che, generalmente, per le task che non simulino turbine (a vapore o gas) o sistemi elettrici, vale un secondo.

E' consigliabile mettere il NOTO alle pressioni in ingresso e in uscita e lasciare calcolare il coefficiente di attrito, per evitare problemi di circolazione contraria anche in caso di avviamento. Il coefficiente di attrito è funzione anche delle condizioni di carico, quindi non sarebbe coerente imporlo come NOTO.

Nel caso in cui si debba collegare questo modulo ad un FUMN, è bene impostare NOTE le temperature e lasciare calcolare la potenza termica: variando le temperature si riesce ad ottenere un valore della potenza termica ottimale per poterlo collegare al corrispondente FUMN.

⁸⁹ sia per il lato acqua vapore (EXCH) sia per il lato fumi (FUMN) le suddivisioni del modello sono chiamate *celle* nel modulo in cui si lavora e *zone* sul lato opposto, per cui le celle fumi sono chiamate zone dal modulo EXCH e viceversa.

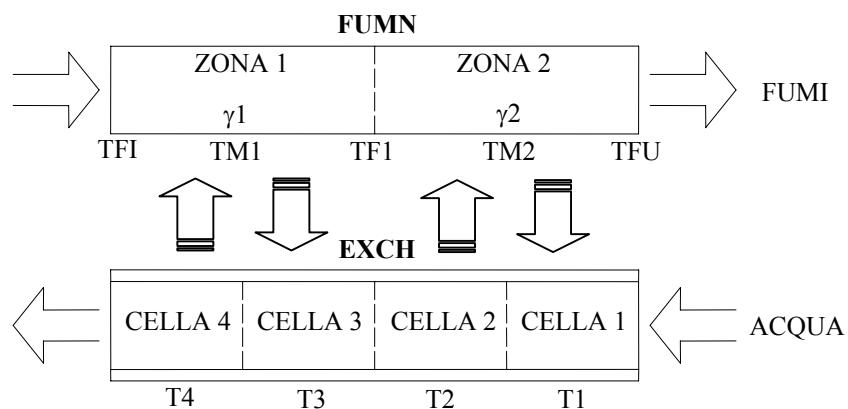


Figura 312: Rappresentazione dello scambio di calore tra delle del modulo EXCH del modulo FUMN

Collegamento delle variabili

Per realizzare il collegamento funzionale tra i moduli EXCH e FUMN debbono essere scambiate (mediante collegamento topologico) le seguenti variabili (vedi Figura 312):

Temperatura media zona fumi: da FUMN a EXCH

Coefficiente di scambio termico lato fumi: da FUMN a EXCH

Temperatura di parete della tubazione metallica: da EXCH a FUMN

Questi collegamenti vanno realizzati cella per cella, per ogni coppia di celle acqua e fumi tra cui avvenga scambio termico. Nel caso in esame, ad esempio, tali collegamenti vanno eseguiti quattro volte:

- cella 1 lato acqua \longleftrightarrow cella 2 lato fumi
- cella 2 lato acqua \longleftrightarrow cella 2 lato fumi
- cella 3 lato acqua \longleftrightarrow cella 1 lato fumi
- cella 4 lato acqua \longleftrightarrow cella 1 lato fumi

Questi collegamenti sono direttamente realizzabili nel modo descritto solo qualora la corrispondenza celle lato acqua e celle lato fumi sia biunivoca (p. es. 4 celle per parte). Negli altri casi (come nel nostro esempio) il sistema LEGOCAD® non consente il collegamento diretto di una variabile di un modulo a più variabili di un altro modulo 90.

Nel nostro esempio, quindi, le temperature delle celle lato acqua possono essere collegate senza problemi a due a due alla stessa cella del lato fumi ma non è possibile, per contro, collegare ciascuna temperatura fumi e ciascun coefficiente di scambio termico di FUMN a due diverse celle dello stesso EXCH. Il problema viene risolto aggiungendo un modulo DISN per ciascuna delle variabili da condividere.

Nel nostro esempio occorreranno quattro moduli DISN, due per le temperature di cella lato fumi e due per i coefficienti di scambio termico.

⁹⁰ Consente invece il collegamento diretto di una variabile di un modulo ad n variabili di n moduli distinti

Ciascun modulo DISN andrà istanziato con il corretto carattere iniziale delle variabili (T per le temperature, G per i coefficienti di scambio termico) e con tante uscite quante sono le celle a cui distribuire ciascuna variabile (due nel nostro esempio).

Campo DATI del modulo EXCH

Dati Generali:

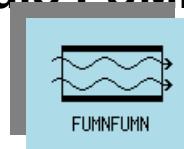
- PACO [] di norma viene posto a zero (si suppone che non ci sia scorrimento tra le fasi acqua e vapore).
- ROM [kg/m³] densità della parete metallica del tubo
- CM [$\frac{J}{kg \cdot K}$] calore specifico della parete metallica del tubo
- COND [$\frac{W}{m \cdot K}$] conducibilità termica della parete metallica del tubo

Dati relativi alle celle:

- NTUB [] numero di tubi in parallelo per ogni cella
- DIAI [m] diametro interno dei tubi per ogni cella
- DIAE [m] diametro esterno dei tubi per ogni cella
- LUNG [m] lunghezza dei tubi per ogni cella
- DELZ [m] dislivello tra ingresso e uscita di ogni singola cella
- CRIG [] se $0 \leq CRIG \leq 30$ è soltanto un indicatore del tipo di calcolo del coefficiente di scambio termico convettivo metallo-fluido (gamma); se $CRIG > 30$ rappresenta l'effettivo valore di gamma che vogliamo assegnare. Se si vuole una simulazione abbastanza precisa e abbastanza facile da portare a convergenza si assegna $CRIG = 0$; se è necessario usare un modello più fine si pone $CRIG = 1$ ma ovviamente il modello è computazionalmente più impegnativo. Se il modulo deve simulare semplicemente un tubo di caduta, in cui si trascura lo scambio termico, si impone un numero del tipo 200/300, cioè non si sceglie una correlazione particolare
- VOL.M [m³] volume del metallo della cella (se viene posto = 0 LEGOCAD® calcola il valore utilizzando i dati forniti ai punti precedenti e supponendo la geometria cilindrica)
- DRN_FLG [] se vale uno il modulo calcola una portata di condensato che è funzione del titolo della miscela, del volume dello scambiatore e della densità della miscela, se vale zero il modulo trascura questa portata. Generalmente si fissa ad uno quando nello scambiatore reale ci sono delle linee di drenaggio automatico che spurgano l'eventuale condensa in fase di avviamento⁹¹
- SUPi [m²] Superficie esterna i-esima della cella corrente (se zero il valore è calcolato da LEGOCAD® con i dati a disposizione assumendo una geometria cilindrica).

⁹¹ Se DRN_FLAG = 1, dato che la portata di condensato non è trattata da EXCH come una uscita, il modulo apparentemente non rispetta il bilancio di massa (è come se il condensato “sparisse”). È pertanto consigliato non inserire questo dato e simulare il drenaggio col modulo DREN.

d) Topologia del modulo FUMN



Il modulo FUMN simula lo scambio termico un gas in un condotto e N superfici esterne (anche appartenenti al condotto stesso). Tipicamente utilizzato per simulare una caldaia il modulo considera tutti gli scambi termici tra il gas esausto proveniente dal bruciatore e tutti gli elementi che incontra prima di uscire dalla caldaia.

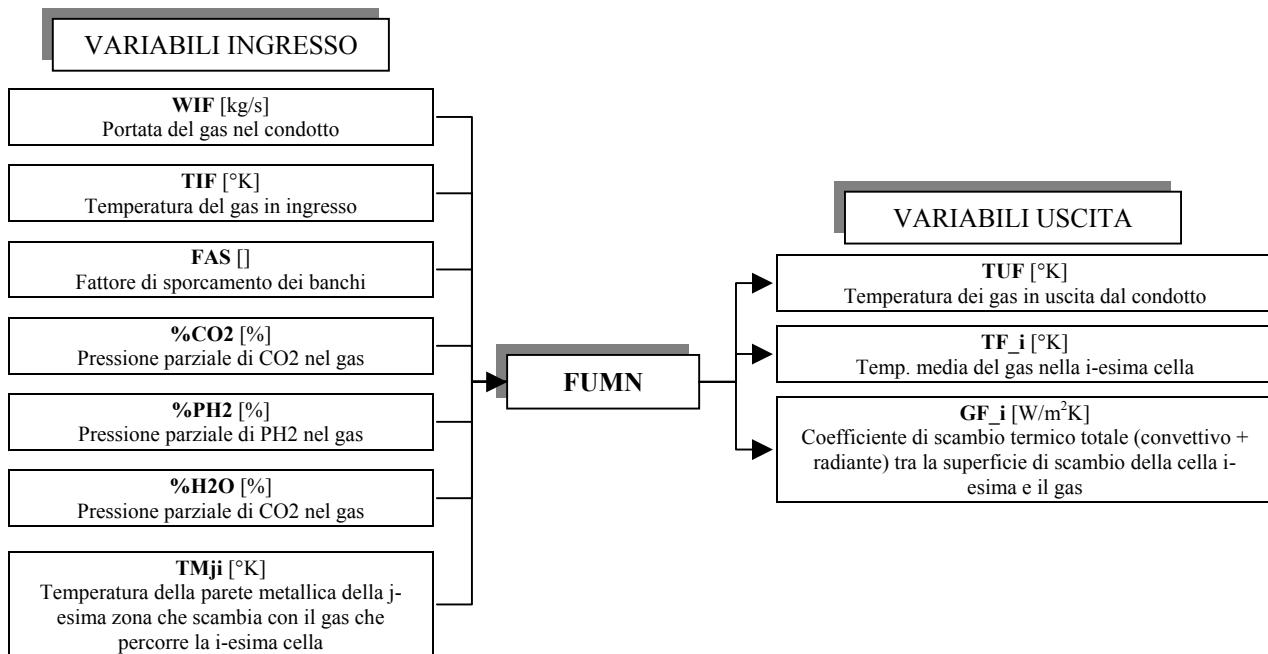


Figura 313: Variabili del modulo FUMN

Il modulo FUMN, quando viene istanziato in LEGOCAD richiede il numero di celle (1-9) e, per ogni cella, il numero di pareti metalliche con cui la cella scambia (1-6), (vedi Figura 314).

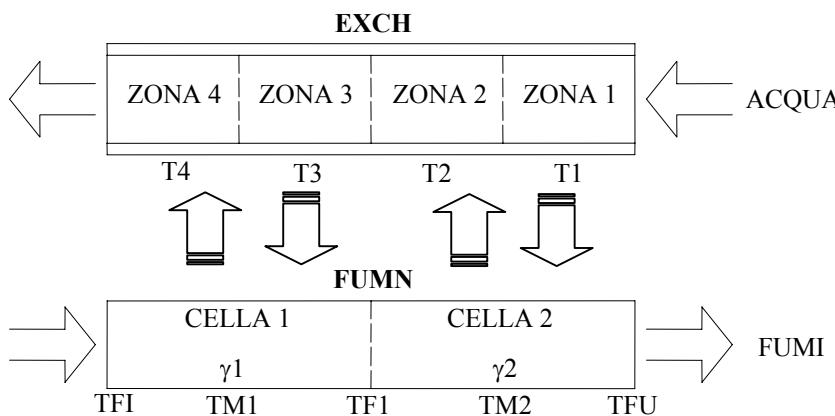


Figura 314: Rappresentazione dello scambio termico acqua-fumi

Nota: il modulo FUMN simula esclusivamente il comportamento termico del lato fumi di uno scambiatore. Per simulare anche la parte idraulica (perdite di carico ed accumuli di massa nei volumi della caldaia) del condotto fumi sono necessari anche i moduli DAMP, valvola per aria/fumi (serranda) e PLEN, collettore per aria/fumi (plenum).

Campo DATI del modulo FUMN (da inserire per ogni cella)

- NTUB [] numero di tubi dello scambiatore.
- DIAE [m] diametro esterno dei tubi dello scambiatore.
- LUNG [m] lunghezza dei tubi dello scambiatore.
- PASP [m] distanza, misurata ortogonalmente alla direzione del gas, tra gli assi di due tubi consecutivi.
- PASL [m] distanza, misurata lungo la direzione del gas, tra gli assi di due tubi consecutivi.
- SCAN [m^2] sezione lorda di passaggio fumi.
- FA [] coefficiente geometrico: si fissa a uno per la maggior parte degli scambiatori.
- SUP.j [m^2] ($j = 1 \dots 6$) area della j-esima superficie scambiante con la cella.

e) Topologia del modulo WAD1



Il modulo WAD1 simula le dinamiche termo-idrauliche di un corpo cilindrico contenente acqua, aria e vapore. Per simulare correttamente un corpo cilindrico ad asse orizzontale con WAD1 è necessario editare un file, **foraus.for** che si trova in **/usr/users/"nome_utente"/legocad/"nome_task"** (vedi par. 5.3).

Il WAD1 non consente la simulazione della *torretta degasante*, ma comprende la *venting valve* che consente di simulare la presenza contemporanea di aria e vapore che si può verificare nell'impianto in fase di avvio (il modulo VALV invece si usa solo quando il fluido è acqua o vapore).

Il modulo WAD1, quando viene istanziato in LEGOCAD richiede le seguenti informazioni:

- numero di linee entranti nel separatore di vapore (SSIL)
- numero di linee entranti nella zona vapore (GZIL)
- numero di linee uscenti dalla zona vapore (GZOL)
- numero di linee entranti nella zona liquido (LZIL)
- numero di linee uscenti dalla zona liquido (LZOL)
- numero di linee entranti nella zona aria (AZIL)
- numero di linee uscenti dalla zona aria (AZOL)

Le indicazioni precedenti, fornite nella fase TOPOLOGIA di LEGOCAD®, vanno reinserite nella fase DATI, rispettivamente con le sigle: S.S.I.L., G.Z.I.L., G.Z.O.L., L.Z.I.L., L.Z.O.L., A.Z.I.L., A.Z.O.L.

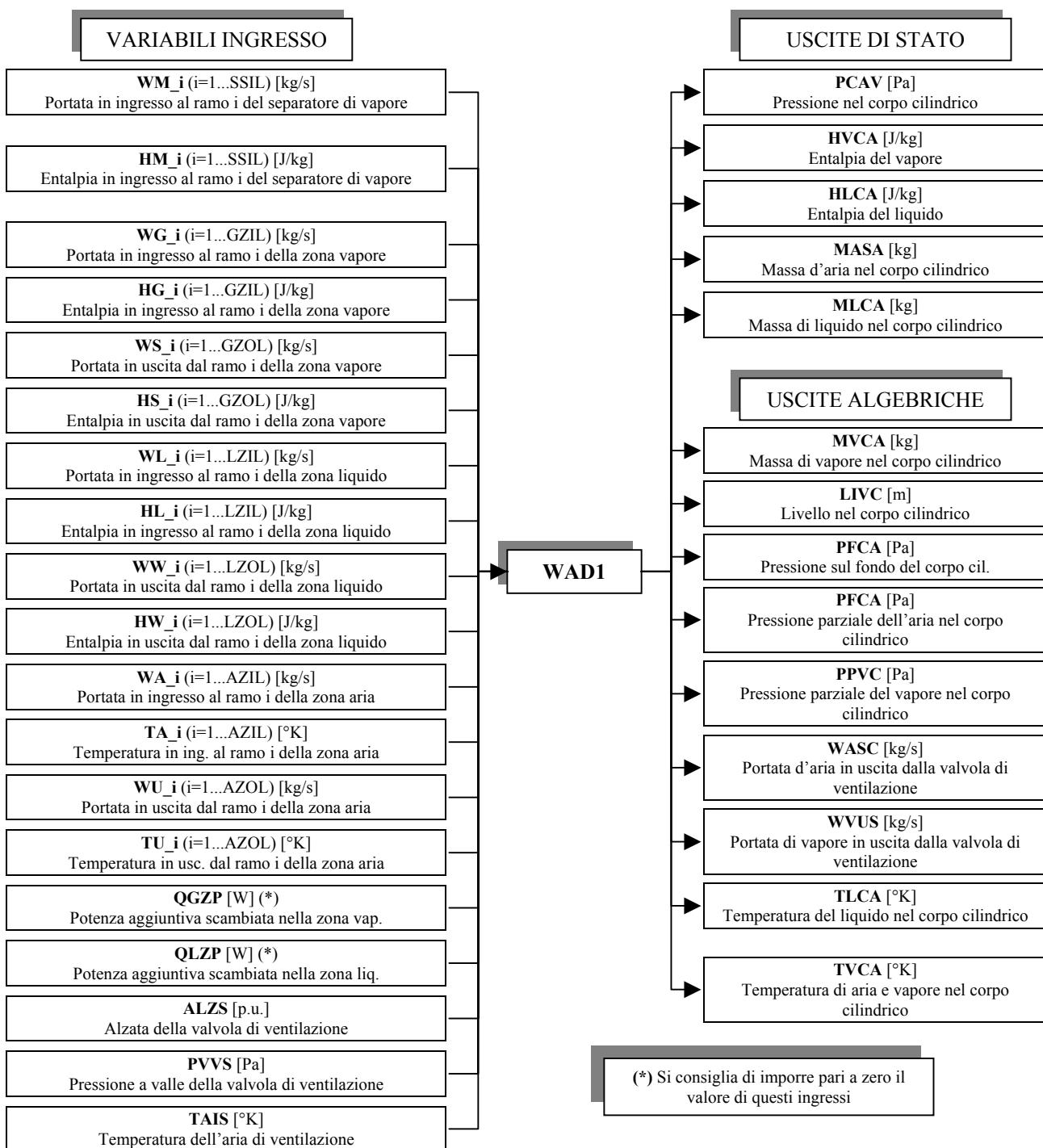


Figura 315: Variabili del modulo WAD1

Campo DATI del modulo WAD1 (da inserire per ogni cella)

- S.S.I.L [] Numero di linee entranti nel separatore di vapore
- G.Z.I.L. [] Numero di linee entranti nella zona vapore.
- G.Z.O.L. [] Numero di linee uscenti dalla zona vapore.
- L.Z.I.L. [] Numero di linee entranti nella zona liquido.
- L.Z.O.L. [] Numero di linee uscenti dalla zona liquido.
- A.Z.I.L. [] Numero di linee entranti nella zona aria.
- A.Z.O.L. [] Numero di linee uscenti dalla zona aria.
- TYPE_CAV92 [] Tipo di corpo cilindrico.
- VOL_CAV [m³] Volume interno del corpo cilindrico.
- MISURA_Y [] Se fissato a 1 o a -1 il livello viene calcolato tenendo conto o meno dell'aumento dovuto alla presenza nel liquido di bolle di vapore⁹².
- X_OVER [%] Titolo nominale del vapore prodotto dal corpo cilindrico (tipicamente tra 99 e 100).
- X_UNDER [%] Titolo nominale della miscela uscente dai separatori sul fondo del corpo cilindrico (tipicamente 0).
- ZERO_Y* [m] Differenza di quota tra il livello corrispondente allo zero dei misuratori di livello e l'uscita dei downcomers (in genere pochi cm).
- VOL_Y* [m³] Volume residuo nel corpo cilindrico quando i misuratori di livello indicano zero.
- GAMMA_Y* [m] Range dei misuratori di livello.
- SEZ_Y94 [m²] Sezione orizzontale netta del corpo cilindrico.
- CV_SF [] Coefficiente dimensionale per la valvola di ventilazione.

⁹² Assegnare solo se il corpo cilindrico non è modellabile da un prisma retto ad asse verticale (vedi par. 6.3).

⁹³ Generalmente per corpi cilindrici di GVR si fissa a -1.

* Assegnare solo se il corpo cilindrico è modellabile da un prisma retto ad asse verticale. in caso contrario lasciare il campo vuoto e seguire le istruzioni del par. 6.3.

⁹⁴ Se il corpo cilindrico non è modellabile da un prisma retto ad asse verticale porre SEZ_Y=0 e seguire le istruzioni del par. 6.3.

Corpo Cilindrico diverso da prisma retto ad asse verticale

In questo caso, come anticipato al punto 5 si dovrà editare il file foraus.for che si trova in /usr/users/"nome_utente"/legocad/"nome_task".

Tale file, nel caso molto comune di un corpo cilindrico ad asse orizzontale dovrà contenere il seguente listato (vedi Figura 316).

```

SUBROUTINE WAD1LIV(TYP,VLIV,Y,YTOT,AREA)
IF (TYP .EQ. 1.) THEN          ripetere da IF a ENDIF per tutti i corpi
cilindrici della task
    TYP è dichiarato nel campo DATI come TYPE_CAV
    RCAV=1.                      raggio interno del corpo cilindrico [m]
    XCAV=10.                     lunghezza del corpo cilindrico [m]
    DELY=1.8.                     altezza tra lo 0% ed il 100% di misura [m]
    ZERY=0.1.                     altezza tra lo 0% di misura e il fondo del corpo
    cilindrico [m]
ENDIF

CALL LCILORI(VLIV,RCAV,XCAV,ZERY,DELY,Y,YTOT,AREA)

RETURN
END

```

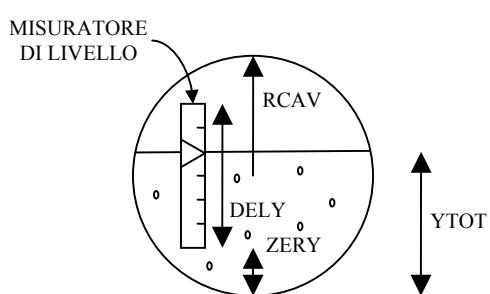


Figura 316: Vista in sezione di un corpo cilindrico orizzontale

Verificare infine che la routine LCILORI, chiamata dal listato precedente, sia presente nel file correlazioni.f in /usr/users/"nome_utente"/legocad/libut.

f) Topologia del modulo CNDN



Il modulo CNDN simula la dinamica dei fenomeni termoidraulici cui è sottoposto il fluido presente nella cavità di un condensatore, compresi gli scambi termici tra il fluido nella cavità e il fluido di raffreddamento che scorre in un fascio tubiero suddiviso in NCEL celle di uguale superficie. Il modulo CNDN, quando viene istanziato in LEGOCAD® non richiede nessuna informazione:

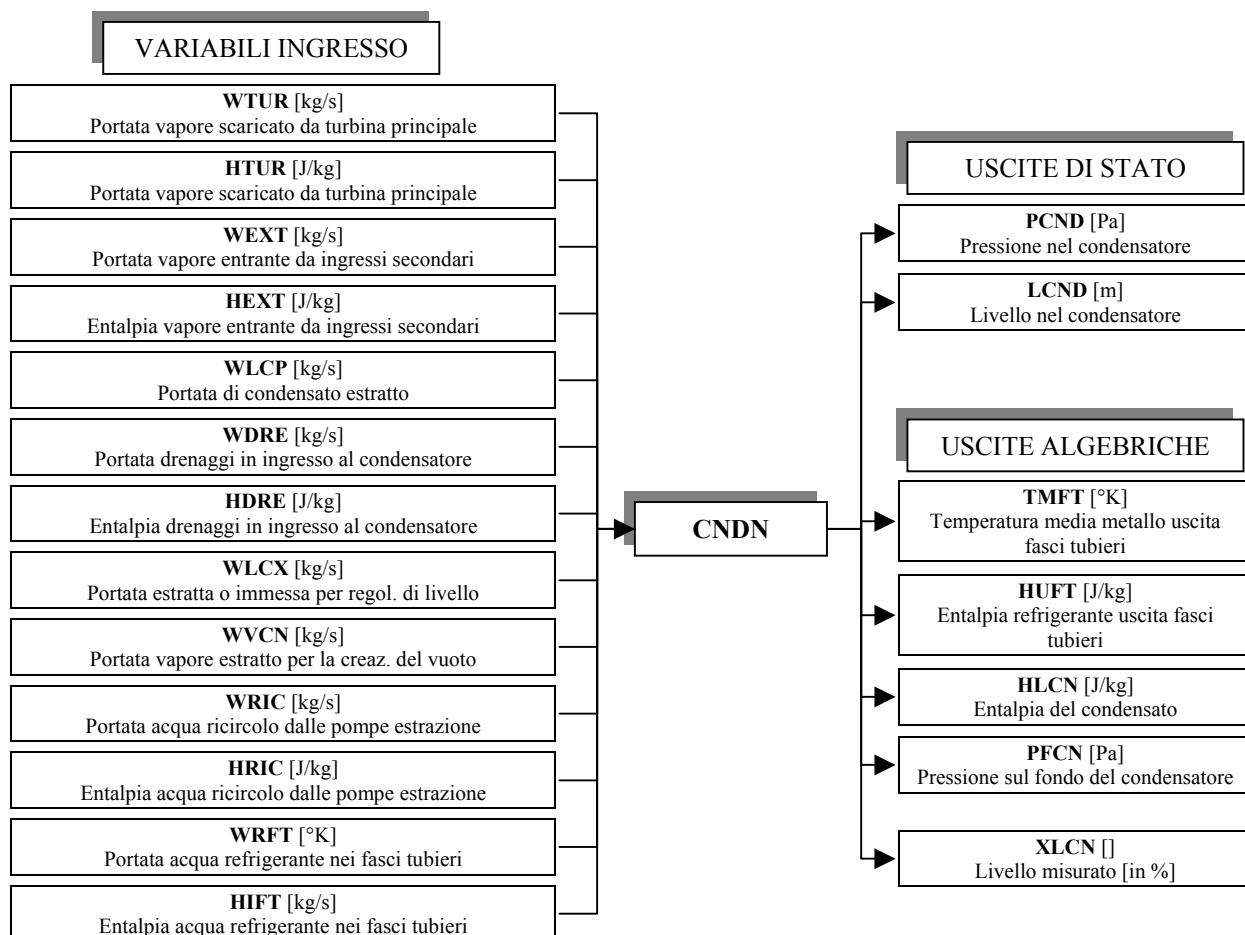


Figura 317: Variabili del modulo CNDN

Campo DATI del modulo CNDN

- NTUB [] Numero di tubi del fascio tubiero.
- DIAE [m] Diametro esterno dei tubi del fascio tubiero.
- DIAI [m] Diametro interno dei tubi del fascio tubiero.
- LUNG [m] Lunghezza del fascio tubiero
- TYPE_CAV95 [] Indice per la scelta della geometria del condensatore.

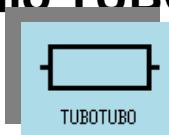
⁹⁵ Assegnare solo se il condensatore non è modellabile da un prisma retto ad asse verticale.

- VOL.CAV. [m^3] Volume interno del corpo condensatore.
- ZERO_Y* [m] Differenza di quota tra il livello corrispondente allo zero dei misuratori di livello e l'uscita del condensato (in genere pochi cm).
- VOL_Y* [m^3] Volume residuo nel condensatore quando i misuratori di livello indicano zero.
- GAMMA_Y* [m] Range dei misuratori di livello.
- SEZ_Y96 [m^2] Sezione orizzontale netta del condensatore.
- ROM [kg/m^3] Densità del metallo del fascio tubiero.
- CP MET. [$\frac{J}{kg \cdot K}$] Calore specifico del metallo del fascio tubiero.
- COND.MET [$\frac{W}{m \cdot K}$] Conducibilità termica del metallo del fascio tubiero.
- NCEL [] Numero di celle in cui si vuole discretizzare il fascio tubiero.

* Assegnare solo se il condensatore è modellabile da un prisma retto ad asse verticale. In caso contrario bisogna ricorrere a routine ausiliarie analogamente a quanto fatto in 6.3.

⁹⁶ Se il condensatore non è modellabile da un prisma retto ad asse verticale porre SEZ_Y=0 e ricorrere a routine ausiliarie.

g)Topologia del modulo TUBO



Il modulo TUBO calcola le perdite di carico di un fluido in una tubazione, tenendo conto anche della eventuale differenza di quota tra ingresso e uscita.

Il modulo TUBO, quando viene istanziato in LEGOCAD®, ha l'uscita algebrica selezionabile dall'utente tra le seguenti:

- WTUB (portata)
- PITU (pressione in ingresso)
- PUTU (pressione in uscita)

In LEGOCAD si utilizza, salvo casi rarissimi, il modulo TUBO con uscita algebrica in portata (Figura 318).

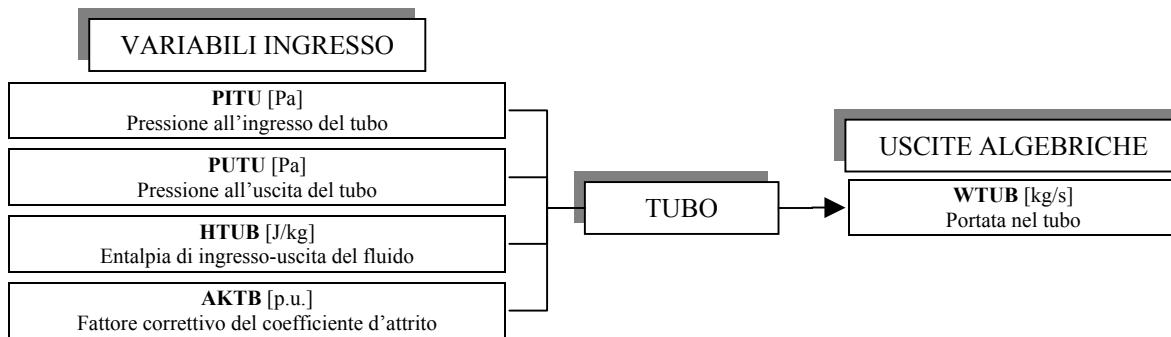


Figura 318: Variabili del modulo TUBO

Campo DATI del modulo TUBO

Il tubo viene generalmente caratterizzato fornendo i dati relativi ad un punto noto di funzionamento, e precisamente:

- PORTATA [kg/s]
- P1 MONTE [Pa]
- P2 VALLE [Pa]
- ENTALPIA[J/kg]

Se non si dispone dei dati precedenti si assegna il parametro COEFF97, che lega le pressioni di ingresso ed uscita del tubo nel seguente modo:

$$\Delta P = AKTB \cdot \frac{COEFF}{2\rho} \cdot (WTUB^2 + 0.01 \cdot WTUB) + \rho \cdot g \cdot z$$

⁹⁷ Normalmente è molto più agevole trovare i dati relativi ad un punto nominale di funzionamento che non reperire il parametro COEFF.

Un ultimo dato da inserire è la differenza di quota tra uscita ed ingresso del tubo (positiva in salita, negativa in discesa).

DISLIV. [m]

h)Topologia del modulo CPOM



Il modulo CPOM simula il funzionamento di una o più pompe centrifughe in parallelo, ciascuna con uno o più stadi.

LEGOCAD, quando si istanzia il modulo CPOM, pone le seguenti domande:

CENTRIFUGAL PUMP WITH IMPOSED SPEED [YES/NO] ?

Se si risponde YES il modulo CPOM sarà a velocità costante, altrimenti sarà a potenza costante.

Dato che normalmente al modellista non interessa simulare il comportamento dinamico della velocità di rotazione della pompa, si sceglierà il modello a velocità imposta.

La scelta successiva riguarda, analogamente al modulo VALV, la variabile che si desidera in output: come per la valvola, la miglior scelta, quella cioè che difficilmente causerà problemi numerici al simulatore in ogni condizione di funzionamento, è sempre "uscita in portata".

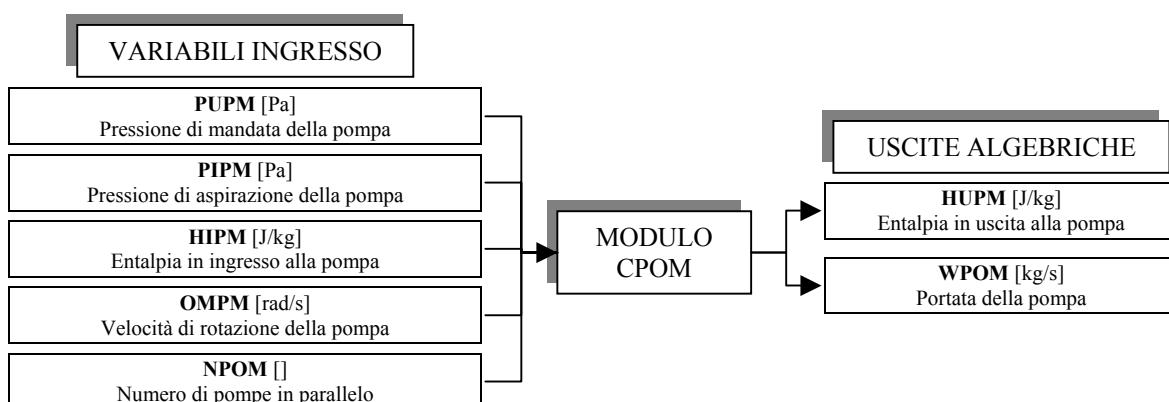


Figura 319: Variabili del modulo CPOM

Campo DATI del modulo CPOM

Le pompe vengono generalmente caratterizzate fornendo i dati relativi ad un punto noto di funzionamento, e precisamente:

- TYP [] Da assegnare solo se non si conoscono i dati nominali della pompa.
- INER98 [kg·m²] Momento d'inerzia della pompa.
- QVNOM [m³/s] Portata della pompa.
- OMNOM [rad/s] Velocità nominale della pompa.
- DPNOM [Pa] Prevalenza nominale della pompa.
- POTN99 [W] Potenza nominale della pompa.
- DENS100 [kg/m³] Densità del fluido.

⁹⁸ Usando il modello a velocità imposta questo valore non viene utilizzato.

⁹⁹ Se il dato non viene fornito viene calcolato usato i dati obbligatori QVNOM e DPNOM secondo la formula:

$$POTN = \frac{QVNOM \cdot DPNOM}{\eta} \text{ supponendo } \eta = 0,85.$$

- N.GIRAN.101 [] Numero di stadi della pompa.
- VALV INT [] Se VALV INT=1 significa che quando la velocità angolare della pompa vale zero il modulo impedisce all'acqua di rientrare dalla mandata qualora la pressione a valle sia maggiore di quella a monte. Se VALV INT=0 in qualunque momento si abbia Pvalle>Pmonte si avrà una inversione del flusso.

¹⁰⁰ Se lasciato vuoto LEGO assume DENS=1000.

¹⁰¹ Se lasciato vuoto LEGO assume N.GIRAN.=1.

i) Topologia del modulo VACT



Il modulo VACT calcola l'alzata equivalente di un gruppo di valvole in serie o in parallelo. Consente inoltre di collegare le "misure" delle alzate come ingressi per le Task di Regolazione.

LEGOCAD, quando si istanzia il modulo VACT, chiede di operare la seguente scelta:

- | | | |
|---|---|---------------------------------------|
| 0 | → | VALVOLA SINGOLA |
| 1 | → | DUE O PIÙ VALVOLE IN SERIE |
| 2 | → | DUE O PIÙ VALVOLE IN PARALLELO |
| 3 | → | VALVOLA A TRE VIE |
| 4 | → | VALVOLA A TRE VIE DI RICIRCOLO |
| 5 | → | VALVOLA DI SICUREZZA |
| 6 | → | VALVOLA DI RICIRCOLO 1 (CONTROLLO PI) |
| 7 | → | VALVOLA DI RICIRCOLO 2 (CONTROLLO PI) |

Nel caso si risponda uno o due viene chiesto di specificare il numero di valvole (da 2 a 9). Effettuate queste scelte il significato degli input e output risulterà evidente.

Campo DATI del modulo VACT

Non tutti i tipi di VACT hanno un campo DATI. In particolare, questo campo va riempito per i tipi 2, 4 e 5.

Per il tipo 2 si richiede:

- %RAMO A [%] Percentuale del flusso totale che a regime scorre nel ramo A
-
- %RAMO X [%] Percentuale del flusso totale che a regime scorre nel ramo X dove X è il numero di valvole in parallelo.

Per il tipo 4 e 5 si richiede:

- TCORSA [s] Tempo di chiusura della valvola102 .

j) Topologia del modulo DISN



In questo modulo, a differenza della maggior parte dei moduli LEGOCAD®, le equazioni non rappresentano il modello fisico-matematico di un componente di impianto, ma una serie di equazioni algebriche lineari del tipo:

$$X_u(j) = K * X_i \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

Assegnati il valore del coefficiente K e della variabile X_i , il modulo determina $X_u(j)$.

Il modulo DISN, quando viene istanziato in LEGOCAD, richiede il numero di uscite (max 30) e un carattere alfanumerico che sarà usato come carattere iniziale del simbolo FORTRAN adottato per la variabile di output $X_u(j)$.

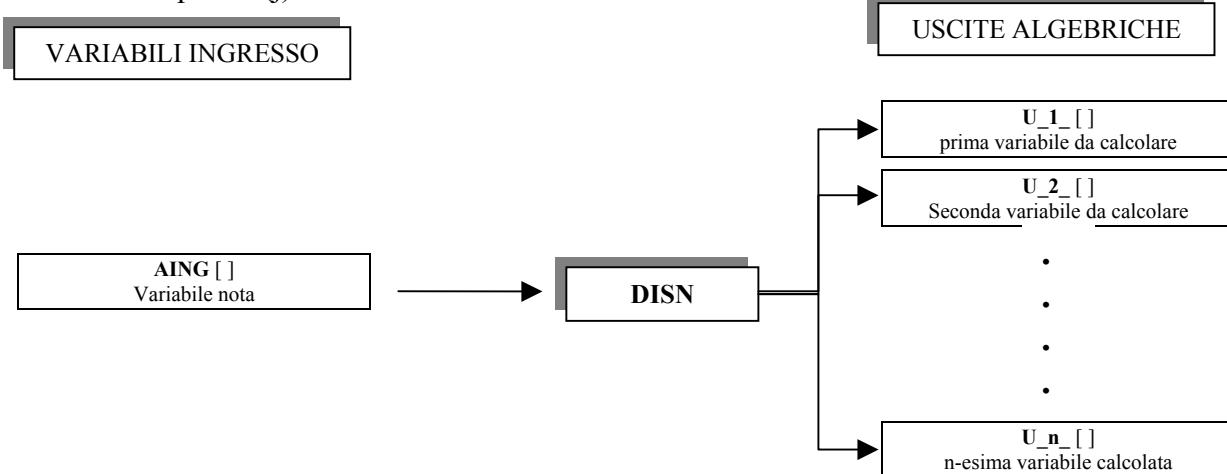


Figura 320: Variabili del modulo DISN

Campo DATI del modulo DISN

In aggiunta ai valori iniziali delle variabili, l'utente deve fornire i seguenti dati:

NORM []: valore alfanumerico che identifica il fattore di normalizzazione della variabile di input (usato anche per normalizzare le variabili di uscita) secondo la seguente regola:
spazio in bianco = 1.

- W0 = valore di default per le portate
- H0 = valore di default per i enthalpies
- T0 = valore di default per le temperature
- P0 = valore di default per le pressioni
- Q0 = valore di default per le alimentazioni ($= W0 * H0$)
- RO0 = valore di default per le densità
- AL0 = valore di default per le lunghezze
- V0 = valore di default per i volumi
- DP0 = valore di default per il valore numerico di differenza di pressione = valore da usare come fattore di normalizzazione.

-
- COEF []: Coefficiente della variabile di input.

k) Topologia del modulo NODO



In questo modulo, a differenza della maggior parte dei moduli LEGOCAD®, le equazioni non rappresentano il modello fisico-matematico di un componente di impianto, ma una semplice equazione algebrica lineare del tipo:

$$A_{out} * X_{out} + A(1) * X(1) + A(2) * X(2) + \dots + A(n) * X(n) = 0.$$

Assegnati i valori dei coefficienti A_{out} , $A(1)$... $A(n)$ e delle variabili $X(1)$... $X(n)$, il modulo determina X_{out} . Esso può eseguire una somma oppure trasmettere uno stesso valore su n moduli diversi.

Il modulo NODO, quando viene istanziato in LEGOCAD, richiede il numero di uscite (max 20, da 0 a 19) e un carattere alfanumerico che sarà usato come carattere iniziale del simbolo FORTRAN adottato per la variabile di output $X_u(j)$.

La variabile che compare nell'equazione deve rappresentare quantità omogenee. Per ogni variabile infatti, l'utente deve assegnare il corrispondente fattore di normalizzazione (vedere sotto): la variabile viene prima denormalizzata e poi rinormalizzata con il fattore di normalizzazione (NORMALIZ) assegnato alla variabile di uscita.

Nel caso più semplice, il modulo di NODO può essere utilizzato per sommare differenti quantità omogenee come, per esempio, varie portate di fluido uscenti da tubi e che confluiscono in un collettore.

Se l'utente non assegna la lettera che identifica la variabile, il sistema la assegna di default (USOM come variabile calcolata e IN_1....IN_n come variabili di ingresso).

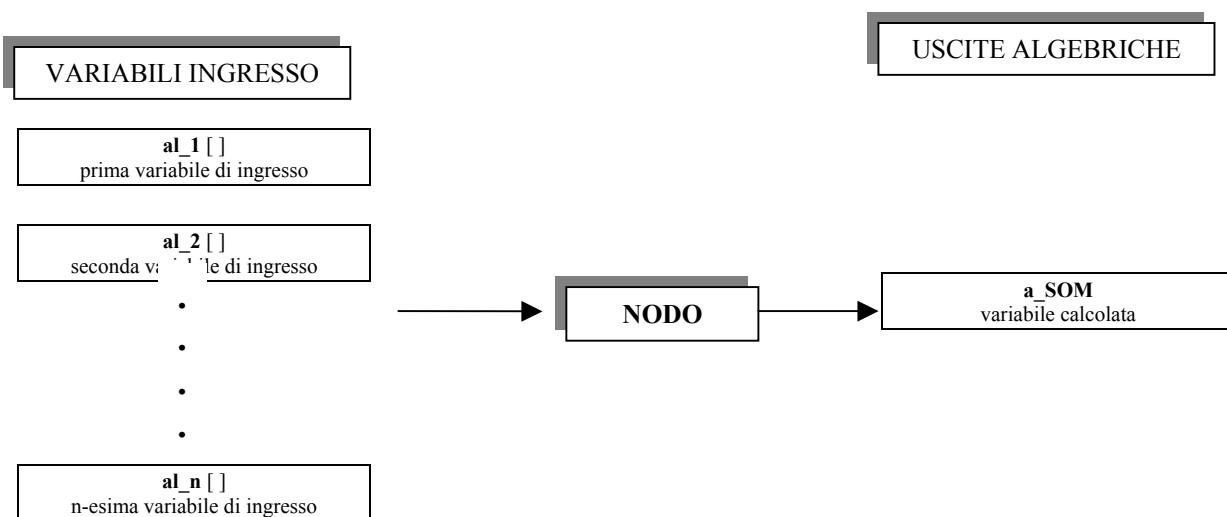


Figura 321: variabili del modulo NODO

Campo DATI del modulo NODO

Oltre che i valori iniziali delle variabili di uscita e di input, l'utente deve assegnare i seguenti dati:

- NORMALIZ []: valore alfanumerico che identifica il fattore di normalizzazione della variabile calcolata¹⁰³;
- NORMI []: valore alfanumerico che identifica il fattore di normalizzazione da usare per la denormalizzazione del i-esimo input¹⁰³;
- (variabile di output) []: coefficiente della variabile da calcolare¹⁰⁴;
- (1-esima variabile di input) []: coefficiente delle variabili conosciute¹⁰⁴.

¹⁰³ i valori alfanumerici che devono essere usati per assegnare i fattori di normalizzazione sono i seguenti:

- W0 = valore di default di portate,
- H0 = valore di default di entalpie,
- T0 = valore di default di temperature,
- P0 = valore di default di pressioni,
- Q0 = valore di default di potenze
- (W0*h0), RO0 = valore di default di densità,
- AL0 = valore di default di lunghezze,
- V0 = valore di default di volumi
- DP0 = valore di default di delta di pressioni, num.value= valore da usare come fattore di normalizzazione, spazio bianco = 1) per NORMALIZ: valore = 1. (valore di default per la posizione del gambo di una valvola), 2) per NORMI_1: il valore di NORMALIZ, 3) per NORMI_n: valore NORMI_n-1:

¹⁰⁴ i coefficienti Aout, A(1)..., A(n) dell'equazione del par. k) sono numerati come le variabili relative. Di conseguenza dipendono dal primo carattere assegnato dall'utente, ma cambieranno se saranno collegati, poiché erediteranno il nome dell'output collegato.

I) Topologia del modulo MIXN



Il modulo di MIXN simula la miscelazione perfetta di "N" fluidi che fluiscono in una cavità. Semplificando, le ipotesi adottate nella definizione di modello fisico-matematico sono le seguenti:

- assenza di scambio termico tra gli "N" fluidi con la superficie della cavità;
- assenza di fenomeni di accumulazione di energia e di massa nella cavità.

Le equazioni usate, entrambe algebriche, sono:

1. l'equazione di conservazione dell'energia
2. l'equazione di conservazione della massa.

Il modello fisico-matematico del modulo non può simulare in modo soddisfacente i casi di moto di riflusso. Se durante la simulazione del transitorio accadono fenomeni di riflusso (anche se la simulazione non viene interrotta), I trend di valori ottenuti possono essere poco affidabili. Quindi è necessario controllare che durante il transitorio questa situazione non abbia luogo.

Il modulo MIXN, quando viene istanziato in LEGOCAD®, richiede il numero di entrate (da 1 a 20).

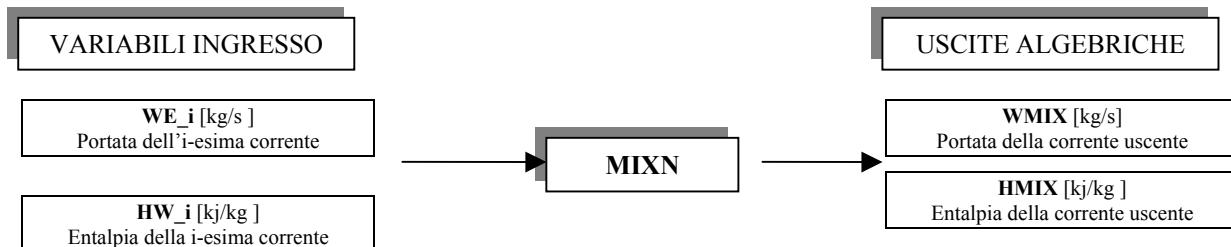


Figura 322: variabili del modulo MIXN

Appendice 9. - Collegamento delle task di processo del simulatore dinamico Del CC di Priolo Gargallo

TASK COND

Collegamenti IN:

- | | | |
|----------------------------|---------------------|-----------------|
| 1. Vapore dalla TVBP: | TRENTUBP – COLTCO14 | @#K@1TVTRENTUBP |
| 2. Vapore di ventilazione: | VALVVEAP – COLTCO47 | @#K@1TVVALVVEAP |
| 3. Vapore by-pass TVBP: | VALVBPBY – COLTCO48 | @#K@1GBVALVBPBY |
| 4. Vapore by-pass TVMP: | VALVMPBY – COLTCO49 | @#K@1GMVALVMBBY |

Collegamenti OUT:

- | | | |
|----------------------------------|---------------------|-----------------|
| 1. Cond. by-pass pompe alim. AP: | VALVCOAP – COLTAL14 | @#K@1COVALVCOAP |
| 2. Cond. by-pass pompe alim. MP: | VALVCOMP – COLTAL10 | @#K@1COVALVCOMP |
| 3. Cond. al CCBP: | VALVLIBP – CAAVCCBP | @#K@1COVALVLIBP |

TASK ALIM

Collegamenti IN:

- | | | |
|----------------------------------|---------------------|-----------------|
| 1. Acqua alim. pompe da CCBP: | CAAVCCBP – TUBOALTU | @#K@1GBCAAVCCBP |
| 2. Cond. by-pass pompe alim. AP: | VALVCOAP – COLTAL14 | @#K@1COVALVCOAP |
| 3. Cond. by-pass pompe alim. MP: | VALVCOMP – COLTAL10 | @#K@1COVALVCOMP |

Collegamenti OUT:

- | | | |
|---------------------------------|---------------------|-----------------|
| 1. Acqua alimento CCAP: | VALVLIAP – CAAVCCAP | @#K@1ALVALVLIAP |
| 2. Acqua alimento CCMP: | VALVLIMP – CAAVCCMP | @#K@1ALVALVLIMP |
| 3. Attemperamento RHMP: | COLTAL10 – VALVATRI | @#K@1ALCOLTAL10 |
| 4. Attemperamento SHAP: | COLTAL15 – VALVATSU | @#K@1ALCOLTAL15 |
| 5. Attemperamento by-pass TVAP: | COLTAL14 – VALVATAP | @#K@1ALCOLTAL14 |
| 6. Ricircolo pompe alimento: | MIXNAL57 – CAAVCCBP | @#K@1ALMIXNAL57 |

TASK GVRA

Collegamenti IN:

- | | | |
|-------------------------|---------------------|-----------------|
| 1. Acqua alimento CCAP: | VALVLIAP – CAAVCCAP | @#K@1ALVALVLIAP |
|-------------------------|---------------------|-----------------|

2. Attemperamento SHAP: COLTAL15 – VALVATSU
 3. Attemperamento by-pass TVAP: COLTAL14 – VALVATAP

@#K@1ALCOLTAL15
 @#K@1ALCOLTAL14

Collegamenti OUT:

1. Vapore by-pass TVAP: COLTGA21 – VALVGM28
 2. Vapore alla TVAP: COLTGA24 – VALVAAP

@#K@1GACOLTGA21
 @#K@1GACOLTGA24

TASK GVRM

Collegamenti IN:

1. Acqua alimento CCMP: VALVLIMP – CAAVCCMP
 2. Attemperamento RHMP: COLTAL10 – VALVATRI
 3. Vapore by-pass TVAP: COLTGA21 – VALVGM28
 4. Vapore scaricato da TVAP: VALVVUTA – COLTGM20

@#K@1ALVALVLIMP
 @#K@1ALCOLTAL10
 @#K@1GACOLTGA21
 @#K@1TVVALVVUTA

Collegamenti OUT:

1. Vapore alla TVMP: COLTGM24 – VALVVAMP
 2. Vapore by-pass TVMP: VALVMPBY – COLTCO49

@#K@1GMCOLTGM24
 @#K@1GMVALVMBBY

TASK GVRB

Collegamenti IN:

1. Ricircolo pompe alimento: MIXNAL57 – CAAVCCBP
 2. Cond. al CCBP: VALVLIBP – CAAVCCBP

@#K@1ALMIXNAL57
 @#K@1COVALVLIBP

Collegamenti OUT:

1. Acqua alim. pompe da CCBP: CAAVCCBP – TUBOALTU
 2. Vapore alla TVBP: COLTGB16 – VALVVABP
 3. Vapore by-pass TVBP: VALVBPBY – COLTCO48

@#K@1GBCAAVCCBP
 @#K@1GBCOLTGB16
 @#K@1GBVALVBPBY

TASK TRBV

Collegamenti IN:

1. Vapore alla TVAP: COLTGA24 – VALVAAP
 2. Vapore alla TVMP: COLTGM24 – VALVVAMP
 3. Vapore alla TVBP: COLTGB16 – VALVVABP

@#K@1GACOLTGA24
 @#K@1GMCOLTGM24
 @#K@1GBCOLTGB16

Collegamenti OUT:

1. Vapore dalla TVBP: TRENTUBP – COLTCO14
 2. Vapore di ventilazione: VALVVEAP – COLTCO47
 3. Vapore scaricato da TVAP: VALVVUTA – COLTGM20

@#K@1TVTRENTUBP
 @#K@1TVVALVVEAP
 @#K@1TVVALVVUTA

TASK TRBG**Collegamenti OUT:**

1. Flue gas: DAMPCOFU – FUMNFU01 @#K@1TGDAMPCOFU

Appendice 10. - Caratteristiche dei componenti richieste nella documentazione di consegna[41]

Descrizione	Valore	Unità
Pressione di progetto		bara
Temperatura di progetto		°C
Sezione di passaggio dei fumi		mmxmm
Superficie di scambio		m ²

Numero, dimensioni e materiali del collettore di ingresso

Descrizione	Valore	Unità
Numero		-
Diametro esterno		mm
Spessore parete		mm
Tipo di materiale		-

Numero, dimensioni e materiali del collettore di uscita

Descrizione	Valore	Unità
Numero		-
Diametro esterno		mm
Spessore parete		mm
Tipo di materiale		-

Numero, dimensioni e materiali delle serpentine

Descrizione	Valore	Unità
Diametro esterno		mm
Spessore parete		mm
Tipo di materiale		-
Lunghezza effettiva tubi		m
Numero totale di tubi in		-

parallelo		
Passo longitudinale tra i tubi		mm
Passo verticale tra i tubi		mm
Numero di tubi in lunghezza		-
Numero di tubi in larghezza		-

Alettatura interna

Descrizione	Valore	Unità
Altezza		mm
Passo		mm
Spessore		mm
Larghezza		mm
Tipo di materiale		-

VALVOLA [KKS]

Descrizione	Valore	Unità
Pressione a monte		barg
Pressione a valle		barg
Temperatura fluido		°C
Portata nominale		Kg/s
CV		-
Curva caratteristica		-

Attuatore

Descrizione	Valore	Unità
Tempo di corsa		s
Fail open		(SI / NO)
Fail close		(SI / NO)
Fail lock		(SI / NO)

TUBO [KKS]

Descrizione	Valore	Unità
Pressione in ingresso		barg
Pressione in uscita		barg
Temperatura fluido		°C
Portata		Kg/s
Dislivello		m
Lunghezza		m
Spessore		mm
Diametro esterno		m
Materiale		-

POMPA [KKS]

Descrizione	Valore	Unità
Pressione aspirazione		barg
Pressione mandata		barg
Temperatura aspirazione		°C
Portata nominale		Kg/s
Prevalenza		bara
Prevalenza a bocca chiusa		bara
Densità		Kg/m ³
Potenza assorbita		KW
NPSH		mH ₂ O
Efficienza		%
Velocità		giri/min
Curva caratteristica		-

CORPO CILINDRICO [KKS]

Descrizione	Valore	Unità
Diametro interno		m
Lunghezza		m
Quota 0% controllo livello		m
Quota 100% controllo livello		m
Quota tubo acqua in uscita		m
CV valvola di vent		-

Separatori interni

Descrizione	Valore	Unità
Numero		-
Volume		m ³
Sezione orizzontale		m ²
Volume tubi di uscita		m ³

SERBATOIO ATMOSFERICO [KKS]

Descrizione	Valore	Unità
Sezione orizzontale		m ²
Altezza		m

COMPRESSORE [KKS]

Descrizione	Valore	Unità
Pressione a monte		barg
Pressione a valle		barg
Temperatura aria a monte		°C
Portata		Kg/s
Superficie interna		m ²
Superficie esterna		m ²
Peso		Kg
Tipo di materiale		-
Potenza assorbita		KW
Efficienza		%
Velocità		giri/min
Area condotto ricircolo		m ²
Curva caratteristica		-

GENERATORE [KKS]

Descrizione	Valore	Unità
Tensione di base		V
Numero di poli		-
Costante tempo transitoria secondo l'asse diretto (a vuoto)		s
Perdite nel ferro riportate a tensione nominale		W
Velocità nominale		giri/min
Reattanza sincrona asse diretto		ohm
Tempo di avviamento del gruppo		s
Potenza apparente nominale		VA
Reattanza transitoria asse diretto		ohm
Potenza base		VA
Reattanza sincrona asse in quadratura		ohm
Resistenza di eccitazione		ohm
Corrente di eccitazione a vuoto		A
Resistenza statorica		ohm
Curva di capability		-
Diagramma a V		-

TRASFORMATORE [KKS]

Descrizione	Valore	Unità
Tensione base lato 1		V
Massima variazione percentuale numero spire lato 1		%
Tensione base lato 2		V
Tensione percentuale corto circuito		%
Potenza base		W
Potenza nominale trasformatore		W
Perdite nel ferro		W
Potenza percentuale corto circuito		%
Corrente percentuale a vuoto		%
Frequenza di rete		Hz

MOTORE ASINCRONO [KKS]

Descrizione	Valore	Unità
Numero di poli		-
Potenza nominale meccanica		W
Velocità di rotazione		giri/min
Potenza di base		W
Tensione di base		V
Perdite nel ferro nominale a vuoto		W
Resistenza statorica a stella		ohm
Corrente nominale di macchina		A
Scorrimento nominale percentuale		%
Resistenza di fase rotorica		ohm
Reattanza di magnetizzazione		ohm
Reattanza di dispersione statorica		ohm
Reattanza di dispersione rotorica		ohm
Corrente a vuoto		A
Fattore di potenza a vuoto		-
Corrente di corto circuito a tensione nominale		A
Fattore di potenza in corto circuito		-
Perdite meccaniche		W
Fattore di potenza nominale		-
Resistenza rotorica a scorrimento nominale		ohm
Resistenza rotorica a scorrimento unitario		ohm
Rapporto tra variazione pressione mandata chiusa e variazione pressione nominale		-
Momento di inerzia		Kgm ²
Velocità 0% del giunto		giri/min
Velocità 100% del giunto		giri/min

Indice delle figure

Figura 1 – Modello di simulazione del processo, dell’automazione e interfaccia uomo-machcina di un simularore.....	5
Figura 2 – Diagramma di Gantt dello sviluppo di un simulatore del ciclo combinato di Priolo Gragallo in ambinete ALTERLEGO	11
Figura 3 – Workflow test e integrazione del simulatore.....	14
Figura 4: Logica del sistema KKS	36
Figura 5: Schema di identificazione del sistema KKS	37
Figura 6: Cartiglio del MOD.....	39
Figura 7: Esempio di collegamento nel MOD	40
Figura 8: Esempio di corrispondenza tra componente reale e blocco.....	43
Figura 9: Template MAD.....	45
Figura 10: Dati del fornitore nel MAD	46
Figura 11: Work flow applicato all’ambiente di simulazione LEGOCAD®	51
Figura 12: Bilanci termici dell’impianto CC di Priolo Gargallo	53
Figura 13 - Diagramma delle gerarchie	79
Figura 14 – Architettura di ALTERLEGO	87
Figura 15 - Componenti di AlterLego.....	88
Figura 16 - Componenti di ALTERLEGO	90
Figura 17 – Workflow task	91
Figura 18 - Organizzazione dei macrocomponenti di ALTERLEGO®	92
Figura 19 – Task realizzate con gli applicativi LEGOCAD®, REGOCAD® e MMI che producono rispettivamente task di processo, task di regolazione e Operatine Window (sinottici)	93
Figura 20 – Rappresentazione logica dell’ambiente di simulazione ALTERLEGO®	94
Figura 21 - Esecutivo di ALTERLEGO®	95
Figura 22 – Architettura di teleaddestramento.....	95
Figura 23 - Schema di funzionamento multi-macchina	96
Figura 24 – Interfaccia di LEGOCAD®	98
Figura 25 – Classificazione di LEGOCAD®	99
Figura 26 – Rappresentazione logica del modello implementato nell’ambinete di simulazione LEGOCAD®	100
Figura 27 – Interfacce grafiche per la creazione di un nuovo modello LEGOCAD®	101
Figura 28 – Interfacce grafiche per la creazione di un nuovo modello LEGOCAD®	102
Figura 29 – rappresentazione logica del modulo LEGOCAD® VALV nelle tre versioni	104
Figura 30 – Interfacce grafiche per la costruzione di un modello LEGOCAD®	105
Figura 31: Interfacce grafiche LEGOCAD® per lo sviluppo di una task di proceso	106
Figura 32: Interfacce grafiche LEGOCAD® per lo sviluppo di una task di proceso	107
Figura 33: Schema di gestione di sistema LEGOCAD®	108
Figura 34: Interfaccia per imputare i dati di configurazione del modulo VALV	111
Figura 35: Interfaccia per imputare i dati di inizializzazione del modulo VALV	111
Figura 36: Interfaccia per imputare i dati di inizializzazione del modulo VALV	112
Figura 37: Schema di flusso del calcolo delle condizioni di stazionario	113
Figura 38: Finestra di LEGOCAD® che illustra i risultati del calcolo.	117
Figura 39: Finestra di LEGOCAD® del risultato del calcolo dello stazionario andato a buon fine	118
Figura 40: Finestra di LEGOCAD® dei risultati numerici del calcolo dello stazionario.....	119
Figura 41: Finestra di LEGOCAD® del messaggio di errore dovuto alla matrice singolare	120
Figura 42: Messaggio di mancata convergenza dello stazionario che produce un numero di iterazioni oltre il limite.....	123

Figura 43: Messaggio di mancata convergenza dello stazionario con la conseguente uscita dalle tavole termodinamiche	123
Figura 44: Messaggio di convergenza raggiunta ma su dati non fisicamente accettabili	124
Figura 45: Messaggio di iterazione non iniziata	125
Figura 46: Messaggio che indica la causa del mancato inizio del calcolo.....	125
Figura 47: Mancata convergenza con un numero eccessivo di iterazioni.....	126
Figura 48: Messaggio che le indica la causa della mancata convergenza	126
Figura 49: Messaggio di errore con mancata convergenza per eccessive iterazioni nel calcolo della matrice jacobiana	127
Figura 50: Indicazione della causa della mancata convergenza per eccessive	127
Figura 51: Messaggio di errore con mancata convergenza per eccessive iterazioni nel calcolo della matrice jacobiana	128
Figura 52: Indicazione della riga dello Jacobiano che ha provocato errori	128
Figura 53: Messaggio di errore con mancata convergenza per eccessive iterazioni	129
Figura 54: Indicazione della causa dell'errore che nasconde una causa reale	129
Figura 55: Messaggio di errore con mancata convergenza per eccessive iterazioni nel calcolo della matrice jacobiana	130
Figura 56: Mancata convergenza con messaggio NAN	130
Figura 57: Tipologia 1 del messaggio.....	131
Figura 58: Scostamento dei risultati dai valori di inizializzazione	131
Figura 59: Indicazione delle equazioni non soddisfatte	132
Figura 60: Indicazione delle equazioni non soddisfatte nella matrice ad ogniiterazione	132
Figura 61: Parti della matrice Jacobiana bolocco per blocco	133
Figura 62: Scostamento dei risultati dai valori di inizializzazione	134
Figura 63: Messaggio di informazione sulla singolarità	135
Figura 64: Equazioni non soddisfatte.....	135
Figura 65: Indicazione delle equazioni non soddisfatte nella matrice ad ogniiterazione	135
Figura 66: Parti della matrice Jacobiana bolocco per blocco.....	136
Figura 67: Indagine sulla variabile responsabile della singolarità sulla colonna.....	136
Figura 68: Esemplificazione su un semplice modello delle variabili note al problema indicate nel file lg3.out	137
Figura 69: Messaggio di informazione sulla singolarità	138
Figura 70: Indicazione delle equazioni non soddisfatte nella matrice ad ogniiterazione	138
Figura 71: Equazioni non soddisfatte.....	139
Figura 72: Equazioni non soddisfatte con singolarità sulla colonna.....	139
Figura 73: Indagine sulla variabile responsabile della singolarità sulla colonna.....	140
Figura 74: Equazioni non soddisfatte.....	141
Figura 75: Indicazione delle equazioni non soddisfatte nella matrice ad ogniiterazione	141
Figura 76: Equazioni non soddisfatte con singolarità sulla colonna	142
Figura 77: Indagine sulla variabile responsabile della singolarità sulla colonna.....	142
Figura 78: Indagine sulla variabile responsabile della singolarità sulla colonna.....	143
Figura 79: Messaggio di informazione sulla singolarità.....	144
Figura 80: Indagine sulla variabile responsabile della singolarità sulla colonna.....	144
Figura 81: Equazioni non soddisfatte con singolarità sulla colonna	145
Figura 82: Messaggio di errore sul calcolo del transitorio.....	146
Figura 83: Banco di comando	151
Figura 84: Gestione snapshot	154
Figura 85: Finestra backtrack.....	160
Figura 86: Finestra backtrack.....	164

Figura 87: Messaggio di errore sul calcolo del transitorio.....	169
Figura 88: Messaggio di errore sul calcolo del transitorio.....	170
Figura 89: Messaggio di errore sul calcolo del transitorio.....	175
Figura 90: Impostazione delle variabili memorizzate nel transitorio	176
Figura 91: Banco di manovra del simulatore, banco delle perturbazioni e finestra grafica	177
Figura 92: Banco di manovra delle perturbazioni e finestra grafica.....	178
Figura 93 – Workflow REGOMMI	179
Figura 94 – Workflow generazione di un simulatore	179
Figura 95 - Schema di un sistema di regolazione	181
Figura 96 – Scema di regolazione di una stazione di misura.....	183
Figura 97 – Schema di regolazione di un Master Control di impianto a letto fluido.....	183
Figura 98 – Schema di regolazione di una serranda on-off	184
Figura 99 – Schema di regolazione di un set-point.....	185
Figura 100 - Esempio di Plant Display	188
Figura 101 - Esempio di Operating Window	189
Figura 102 - Esempio di stazione di misura.....	190
Figura 103 - Esempio di stazione di comando (regolazione master).....	191
Figura 104 - Esempio di stazione di comando (stazione di comando di una valvola).....	192
Figura 105 - Esempio di stazione di comando (stazione di impostazione set-point).....	193
Figura 106 - Diagramma delle gerarchie	195
Figura 107 – Esempio di gerarchia dell’impianto a letto fluido del Sulcis.....	195
Figura 108 – Stazioni di generazione malfunzioni	198
Figura 109 - Esempio di ISA	202
Figura 110 - Esempio di Curve Display.....	202
Figura 111 – Configuratore dei simulatori.....	209
Figura 112 Relazioni esistenti nel database Plant.mdb.....	211
Figura 113 Relazioni esistenti nel database cam.mdb	212
Figura 114 Relazioni esistenti nel database CBL.mdb	213
Figura 115 - Struttura del database (1)	214
Figura 116 - Struttura del database (2)	215
Figura 117 - Maschera principale	216
Figura 118 - Esempio di maschera per tabella di riferimento.....	217
Figura 119 - Esempio di tabella dati	218
Figura 120 - Maschera Control Window	219
Figura 121 - Maschera Utilità	219
Figura 122 - Maschera Malfunctions	220
Figura 123 – Configurazione di un sistema di simulazione.....	222
Figura 124 – Finestre di configurazione di Tortoise.....	237
Figura 125 – Utilizzo di Tortoise	238
Figura 126 – Legenda delle icone di Tortoise.....	238
Figura 127 – Workflow test e integrazione del simulatore	240
Figura 128 – Intestazione dei test integrati	246
Figura 129 – Sommario del documento di test	246
Figura 130: Collegamento tra task di processo mediante nome pubblico	253
Figura 131: Collegamento tra task di processo mediante nome pubblico	255
Figura 132 – Schema di interconnessione task di processo	256
Figura 133 – Schema di interconnessione Processo-Automazione	259
Figura 134 - Assi di riferimento.....	265
Figura 135 - Target con dipendenze	269

Figura 136 - Target richiamanti e target esecutori	269
Figura 137 – Workflow task NON-LEGO.....	272
Figura 138 – Modello LEGOCAD® costituito da 1 collettore e 2 valvole	274
Figura 139 – Modello LEGOCAD® costituito da 1 collettore e 3 valvole	277
Figura 140 – Modello LEGOCAD® costituito da 1 collettore e 3 valvole	279
Figura 141 – Modello LEGOCAD® costituito da 1 collettore e 3 valvole	280
Figura 142 – Rappresentazione logica del modulo VALV in LEGOCAD®	282
Figura 143 – Rappresentazione logica del modulo COLT in LEGOCAD®	283
Figura 144 – Rappresentazione logica del modello esempio in LEGOCAD®	284
Figura 145 – Immagine di una GRV Generatore di vapore verticale	285
Figura 146 – Rappresentazione a blocchi del modello cogen in LEGOCAD®	286
Figura 147 – Rappresentazione logica del modulo VALV in LEGOCAD®	287
Figura 148 – Rappresentazione logica del modulo CLAV in LEGOCAD®	288
Figura 149 – Rappresentazione logica del modulo EXCH in LEGOCAD®	289
Figura 150 – Rappresentazione logica del modulo FUMN in LEGOCAD®	291
Figura 151 – Rappresentazione logica del modulo CPOM in LEGOCAD®	292
Figura 152 – Rappresentazione logica del modulo COLT in LEGOCAD®	293
Figura 153 – Rappresentazione logica del modulo TUBO in LEGOCAD®	294
Figura 154 – MOD del modello COGEN in LEGOCAD®	295
Figura 155 - MOD della task di processo hotbath	306
Figura 156 - Schema di regolazione	307
Figura 157 - Finestra di dialogo per l'importazione di librerie	309
Figura 158 - Procedura impostazione In use della pagina selezionata	310
Figura 159 - Griglie di passo 8 e 10	311
Figura 160 - Descrizione dei campi di una porta di output	317
Figura 161 - Lay-out Pagina H001	319
Figura 162 - Procedura per l'impostazione dei valori di inizializzazione delle porte	321
Figura 163 - Libreria LIB_MEQ	324
Figura 164 - Libreria LIB_MAT	325
Figura 165 - Lay-out Pagina H002	326
Figura 166 - Impostazione dei valori di inizializzazione per il modulo CCON-S	327
Figura 167 - Impostazione dei valori di inizializzazione per il modulo Sommatore	328
Figura 168 - Impostazione dei valori di inizializzazione per il modulo Continous Drive	330
Figura 169 - Impostazione dei valori di inizializzazione per il modulo Moltiplicatore	331
Figura 170 - Valori delle variabili di processo per il modulo FUMNFUMI	332
Figura 171 - Lay-out Pagina H003	334
Figura 172 - Footer di Pagina H004	335
Figura 173 - Lay-out Pagina H004	336
Figura 174 - Lay-out Pagina H005	338
Figura 175 - Connessioni di variabili tra pagine REGO diverse della stessa task	341
Figura 176: Aspetto della finestra LEGOMMI – Config al termine della creazione delle pagine ..	342
Figura 177: Finestre di dialogo per la compilazione	343
Figura 178: Finestra LegoMMI	344
Figura 179: Lay-out MMI Pagina H002	345
Figura 180: File .profile di partenza	347
Figura 181: File .profile modificato	348
Figura 182: File al_sim.conf predefinito	349
Figura 183: File al_sim.conf modificato	350
Figura 184: kCheckRegoTask Sim	351

Figura 185: Creazione del file S01 col comando kConnex	352
Figura 186: File kConnex.err	353
Figura 187: Modifica delle variabili di processo	354
Figura 188: Files S01 e kConnex.log	355
Figura 189: File kDiffS01.log con n segnalazioni	356
Figura 190: File kDiffS01 con 0 segnalazioni	357
Figura 191: Regolazione dallo stato iniziale al set-point	358
Figura 192: Regolazione per diminuzione di portata acqua	360
Figura 193: Regolazione per variazione di set-point	361
Figura 194: Regolazione per variazione del guadagno	362
Figura 195: Regolazione per aumento di portata acqua	363
Figura 196: Topologia con VAIN e VACT	364
Figura 197: Dati del modulo VAINBA01	365
Figura 198: Variabili del modulo VAINBA01	365
Figura 199: Variabili del modulo VACTVA01	365
Figura 200: Connessioni VAIN – FUMN	366
Figura 201: Variabili modulo FUMN dopo connessione	366
Figura 202: Verifica della convergenza per il nuovo schema	367
Figura 203: Valori di input per il modulo Continuos Drive in H002	367
Figura 204: Blocchetto di input della pagina H004	368
Figura 205: Variabili del blocchetto di input della pagina H004	368
Figura 206 - Parte del file kConnex.log	368
Figura 207 - Inserimento dei Componenti di impianto	370
Figura 208 - Inserimento delle Misure	371
Figura 209: Verifiche di congruenza	372
Figura 210: Pannello dei comandi del database dell'automazione	373
Figura 211: Tabella Functional Areas	374
Figura 212: Tabella FKZs	374
Figura 213: Tabella Developers	375
Figura 214: Tabella Revisions	375
Figura 215: Tabella Simulation levels	375
Figura 216: Simulation Rule References	376
Figura 217: Tabella KKS	377
Figura 218: Tabella Siemens pages	377
Figura 219: Tabella Rego pages	378
Figura 220: Tabella Siemens Page/Rego pages	378
Figura 221: Tabella Rego pages	378
Figura 222: Display reg	379
Figura 223: Rappresentazione dell'errore	381
Figura 224: Rappresentazione dell'errore	382
Figura 225: Rappresentazione dell'errore	383
Figura 226: Rappresentazione dell'errore	384
Figura 227: Rappresentazione dell'errore	385
Figura 228: Rappresentazione dell'errore	386
Figura 229: Tabella delle CW e Malfunzioni	387
Figura 230 - Allarmi del modulo CC	388
Figura 231: Tabella Alarms	388
Figura 232: Tabella Alarms	389
Figura 233: La directory dei PD	390

Figura 234: Finestra principale DefineContext.....	391
Figura 235: Finestra principale LegoMMI.....	392
Figura 236: Dialog M_S_GENERALE	393
Figura 237: Dialog M_S_1LBA01EJ001	395
Figura 238 - Pannello comandi disegno background.....	395
Figura 239: Accesso al pannello Geometric	395
Figura 240: Impostazione dei KKS.....	396
Figura 241: Valvole DKR1	396
Figura 242: Pagina M_S_GENERALE	396
Figura 243: Resource editor per il cai A.....	397
Figura 244: Sinottico (PD) 1LBA01EJ001	397
Figura 245 - Tabella PD.....	398
Figura 246 - Tabella CW/PD	399
Figura 247 - Tabella PD/FA	399
Figura 248 - Procedura di Computo delle gerarchie	399
Figura 249 - Verifica assegnazione gerarchie.....	400
Figura 250 - Finestra Update CW	400
Figura 251 - Directory File_stazioni.....	401
Figura 252 - Files di dati generati dalle Macro del DB	402
Figura 253 - Copia dei files di dati in condivisa	403
Figura 254 - Esecuzione del comando <i>ipconfig</i> dalla shell DOS.....	403
Figura 255 – Esecuzione del comando <i>smbclient</i>	404
Figura 256 - Uscita dal <i>smbclient</i> e Verifica contenuto directory export	404
Figura 257 - File <i>.profile</i>	405
Figura 258 - File <i>al_sim.conf</i>	405
Figura 259 - Esecuzione del commando <i>kCheckRegoTask Sim</i>	406
Figura 260 - File <i>kCheckRegoTask.log</i>	407
Figura 261 - Esecuzione del comando <i>kCompile Regolation Sim</i>	407
Figura 262 - Esecuzione del comando <i>kCompile Task Sim</i>	408
Figura 263 - Esecuzione del comando <i>kConnex</i>	409
Figura 264 - Esecuzione del comando <i>kCompile Page Sim</i>	410
Figura 265 - Esecuzione del comando <i>kUpdatePd</i>	410
Figura 266 - File <i>kCheckAlarm.log</i>	411
Figura 267 - Esecuzione del comando <i>kDirect</i>	412
Figura 268 - File <i>kDirect.log</i>	413
Figura 269 - Verifica errori <i>kDirect</i>	413
Figura 270 - Correzione errori <i>kDirect</i>	414
Figura 271 - Esecuzione del comando <i>kOw</i>	415
Figura 272 - Listato errato directory <i>o_win</i>	416
Figura 273 - Listato corretto directory <i>o_win</i>	416
Figura 274 - Rimozione dei file superflui dalla directory <i>o_win</i>	417
Figura 275 - Esecuzione del comando <i>kScadaInit</i>	417
Figura 276 - Esecuzione del comando <i>kUpDateCaiHierarchy</i>	418
Figura 277 - Comando <i>Check Hierarchy</i>	419
Figura 278 - File <i>OITree.log</i>	420
Figura 279 - Errori segnalati in fase di compilazione	420
Figura 280 - Segnalazione errori	421
Figura 281 - Lancio del simulatore	422
Figura 282 - Pagina ROOT	423

Figura 283 - Uscita da LegoMMI	424
Figura 284 - Stazione di controllo per il set-point	424
Figura 285 – Struttura logica delle directories in ALTERLEGO®	509
Figura 286 – Struttura logica delle directories in ALTERLEGO®	510
Figura 287 – Struttura logica dei processi in ALTERLEGO®	511
Figura 288 – Struttura logica dei processi in ALTERLEGO®	511
Figura 289: Processi di generazione di un modello in LEGOCAD®	512
Figura 290: Processi di generazione di un modello in LEGOCAD®	514
Figura 291 – Processi di generazione di un simulatore in ALTERLEGO®	515
Figura 292: Processi di gestione della libreria di regolazione in LEGOCAD®	516
Figura 293 : Processi di gestione della libreria di processo LEGOCAD®	516
Figura 294: Variabili del modulo VALV	527
Figura 295: In grassetto le variabili supposte note	528
Figura 296: Relazione tra Area e Alzata	528
Figura 297: Valvola di regolazione per gas (Pietro Fiorentini [©])	529
Figura 298: Diagramma di flusso per determinare i corretti parametri della valvola	529
Figura 299: Variabili del modulo COLT	531
Figura 300: Variabili del modulo EXCH	533
Figura 301: Rappresentazione dello scambio termico acqua-fumi	534
Figura 302: Rappresentazione dello scambio di calore tra delle del modulo EXCH del modulo FUMN	535
Figura 303: Variabili del modulo FUMN	537
Figura 304: Rappresentazione dello scambio termico acqua-fumi	537
Figura 305: Variabili del modulo WAD1	540
Figura 306: Vista in sezione di un corpo cilindrico orizzontale	542
Figura 307: Variabili del modulo CNDN	543
Figura 308: Variabili del modulo TUBO	545
Figura 309: Variabili del modulo CPOM	547
Figura 310: Variabili del modulo DISN	550
Figura 311: variabili del modulo NODO	552
Figura 312: variabili del modulo MIXN	554

7 Riferimenti bibliografici

- [1] M. G. Pasquarelli, “Database e file EXCEL delle specifiche funzionali , e dei report documentali di un simulatore dinamico di processo – Manuale utente”, S.d.I., Settembre 2004, [Database e fogli elettronici di un simulatore.pdf](#)
- [2] M. G. Pasquarelli, “Configuratore dei simulatori – Manuale utente”, S.d.I., Maggio 2002, [Configuratore dei simulatori.pdf](#)
- [3] M. G. Pasquarelli, “Stato attuale dei database e dei file Excel di un simulatore dinamico di processo – Manuale utente”, S.d.I., Marzo 2003, [Configuratore dei simulatori.pdf](#)
- [4] A. Bardi, “Tecnetlego – Documento per l'amministratore”,
- [5] CISE Milano, “”, [Documentazione_LEGOCAD®.pdf](#)
- [6] M. Recine, Motta, “Il sistema LEGO unificato”, [1995 Documentazione_sistema_lego.pdf](#)
- [7] G. Villa, “ALTERLEGO®: an introduction”, [Documentazione_sistema_lego_villa.pdf](#)
- [8] CESI, “Welcome to LEGO PC System”, 2001, [Help_lego.pdf](#)
- [9] S.d.I., “ALTERLEGO® DATABASE Table strcture”, S01-GNL-GEN-011-0, Luglio 1997, [Alterlego database.pdf](#)
- [10] L. Castiglioni, C. Micheletti, “ALTERLEGO® DATABASE Technical Specification”, S.d.I. Dicembre 1995, [Alterlego database1.pdf](#)
- [11] S.d.I., “ALTERLEGO® DATABASE Users’utilities”, S01-GNL-GEN-012-0, Luglio 1997, [Alterlego database2.pdf](#)
- [12] U. Canzi, “Un database per ALTERLEGO®”, ENEL-CRA S01-GNL-GEN-012-0, Luglio 1997, [Alterlego database3.pdf](#)
- [13] “Functional Analysis of ALTERLEGO: an Integrated Development Environment for Plant Simulators1”, Copyright ENEL Centro di Ricerca in Autornatica Via A. Volta 1, [Functional analysis alterlego.pdf](#)
- [14] S. Scalari, “WORKFLOW DI SVILUPPO E INTEGRAZIONE DI UN SIMULATORE DINAMICO DI IMPIANTO”, ENEL AT-Ricerca, Ottobre 2004, [Work_Flow_Simulatori.pdf](#)
- [15] “KKS-Kraftwork-KernselchenSystem, Identification System for Power Plants Function Key”, [KKS.pdf](#)
- [16] Lohfink, Fletcher, Shulte Ladbeck “Project-Specification: PV 6127-40.04 Identification of instrumentation”, Krupp Koppers, 08-09-1993, [codifica_KKS.pdf](#)
- [17] “Appunti per il corso di Sistemi di Elaborazione dell’Informazione: valutazione delle prestazioni di sistemi”
- [18] ENEL-CRA, “Libreria Modellistica del codice LEGO per la simulazione di impianti per la generazione di potenza – TEORIA descrizione moduli”, [Libreria_moduli_lego.pdf](#)
- [19] ENEL-CRT, “Tube, collectors, valve”, ENL-DMM-GEN-001-01, Aprile 1998, [Theoretical principles.pdf](#)
- [20] “Integrated test list”, Copyright CESI 1995, [itl_fa1_2_6_igcc_rev1.pdf](#)
- [21] N. Forgiane, “Soluzione numerica di problemi di fluidi con contemporaneo scambio di calore e/o di massa”, [Soluzione numerica di simulazione termofluidodinamica.pdf](#)
- [22] “”, CISE, Milano “[documentazione LEGOCAD® non ufficiale.pdf](#)”
- [23] R. Salvati, M. Sforna, “PIANO DI DIFESA DEL SISTEMA ELETTRICO”, DRRPX04052-01, GRTN “[grtn-pianodifesa.pdf](#)”

- [24] L. Caciolli, "CRITERI GENERALI DI PROTEZIONE DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV", DRRPX04042, Maggio 2000 , GRTN "**grtn-protezioni delle reti.pdf**"
- [25] R. Salvati, R. Zaottini, "PIANO DI RIACCENSIONE DEL SISTEMA ELETTRICO NAZIONALE", GRTN DRRTX03001, Luglio 2004, "**grtn-piano di riaccensione.pdf**"
- [26] G. Giannuzzi, "CRITERI DI AUTOMAZIONE DELLE STAZIONI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 KV", GRTN DRRPX04052-01, Febbraio 2002, **grtn-criteri di automazione.pdf**,
- [27] G. Giannuzzi, "PIANO DI DIFESA DEL SISTEMA ELETTRICO", Ottobre 2004, **grtn-piano di difesa.pdf**
- [28] "ALTERLEGO 2.1 FEATURES OVERVIEW", ENEL-CRA, "**alg_overview.doc**"
- [29] "ALTERLEGO 2.1 FEATURES OVERVIEW", ENEL-CRA, "**alg_overview.doc**"
- [30] G. Villa, "Introduzione all'ambiente Alterlego", CESI, Settembre 2004, **cesi_set_2004_corso_x_conphebus.ppt**.
- [31] ENEL-CRT, "LEGO Modules Library", ENL-DMM-FA4-001-0, Giugno 1996, **moduli_lego_puertollano.pdf**.
- [32] ENEL, "ADVANCED SYSTEM Modelling", Maggio 1996, **Advanced modelling parte 1.pdf**.
- [33] F. Pretolani, P. Crisafulli, "Analisi delle metodologie in uso e dei prodotti di mercato disponibili per la taratura dei parametri di regolazione su impianto", CESI Dicembre 2003, **A3_042517.pdf**.
- [34] F. Rizzo, "Guida all'uso dei sistemi per la modellizzazione dei sistemi di automazione in ambiente ALTERLEGO", CESI Aprile 2006, **CORSO REGO_2.pdf**.
- [35] M. Dragoni, "Ambiente di simulazione di ENEL DESCRIZIONE GENERALE", SFERA Ottobre 2002, **AMBIENTE SIMULAZIONE.doc**
- [36] M. Dragoni, "Configurazione del simulatore sue funzionalità" SFERA Ottobre 2002, **CONFIGURAZIONE.doc**
- [37] M. Dragoni, "Ambiente di simulazione di ENEL MANUALE MMI-VIEW " SFERA Ottobre 2002, **MANUALE MMI-VIEW.doc**
- [38] M. Dragoni, "Ambiente di simulazione di ENEL MANUALE RUN-TIME" SFERA Ottobre 2002, **MANUALE RUN-TIME.doc**
- [39] M. Dragoni, "Specifiche Funzionali di Processo LINEE GUIDA" SFERA Ottobre 2002, **PFS LINEE GUIDA.doc**
- [40] M. Dragoni, "Sviluppo dei Modelli di Processo LINEE GUIDA" SFERA Ottobre 2002, **PMI LINEE GUIDA.doc**
- [41] P. Pagani, "Technical proposal for a Plant Training Simulator " SFERA Novembre 2001, **Specifica.doc**
- [42] P. Pagani, "Informazioni generali e struttura della documentazione", SFERA Novembre 2002, **STRUTTURA.doc**
- [43] G. Scio, "Specifiche delle Prove Funzionali AVVIAMENTO DA FREDDO ", SFERA Ottobre 2002, **AVV_FREDDO.doc**
- [44] G. Scio, "Collaudo in Fabbrica Programma di Prove", SFERA Ottobre 2002, **COLLAUDO.doc**
- [45] G. Scio, "Specifiche delle Prove Funzionali FERMATA", SFERA Ottobre 2002, **FERMATA.doc**
- [46] G. Scio, "Specifiche delle Prove Funzionali REGOLAZIONE DEL CARICO", SFERA Ottobre 2002, **REG_CARICO.doc**
- [47] G. Scio, "Specifiche delle Prove Funzionali TRANSITORI NON PROGRAMMATI", SFERA Ottobre 2002, **TRANSITORI.doc**
- [48] P. Pagani, "Collaudo in Fabbrica Verbale di Collaudo", SFERA Ottobre 2002, **VERBALE.doc**

- [49] A. Bardi, "Simulatore Dinamico Centrale a Ciclo Combinato Priolo Gargallo: Specifica Tecnica Funzionale Generale", ENL-GFS-GEN-001 ENEL AT-RICERCA Dicembre 2005, [ENL_GFS_GEN_001_00.pdf](#)
- [50] A. Bardi, "Simulatore Dinamico Centrale a Ciclo Combinato Priolo Gargallo: Specifica Funzionale GENERATORE VAPORE A RECUPERO (alta pressione)", ENL-TFS-GVRA-001 ENEL AT-RICERCA Dicembre 2005, [ENL-TFS-GVRA-001_01.pdf](#)
- [51] A. Bardi, "Simulatore Dinamico Centrale a Ciclo Combinato Priolo Gargallo: DMM GVRA GENERATORE DI VAPORE AP", ENL-DMM-GVRA-001 ENEL AT-RICERCA Aprile 2006, [ENL-DMM-GVRA-001_01.pdf](#)
- [52] C. Scali, "Strumentazione e Controllo dei Processi Chimici II° parte: B) Misuratori", Università di pisa, [misuratori.pdf](#)
- [53] C. Scali, "Strumentazione e Controllo dei Processi Chimici I°: Introduzione ai Sistemi di Controllo", Università di pisa, [sistemi-ppt.pdf](#)
- [54] C. Scali, "Strumentazione e Controllo dei Processi Chimici III°: Schemi di Controllo", Università di pisa, [sistemi.pdf](#)