



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

SCUOLA POLITECNICA

Corso di Laurea Ingegneria Cibernetica

Automazione Industriale e Domotica - 6 CFU

Tesina

Telecontrollo di un motore DC

STUDENTI

ALESSIO TUMMINELLO

DANIELE CARADONNA

FRANCESCO PILLITTERI

FEDERICO VITABILE

PROFESSORE

ING. FRANCESCO MARIA RAIMONDI

Sommario

Introduzione	3
Introduzione all'automazione industriale	3
Obiettivo della tesina	4
Componenti utilizzati.....	5
Capitolo I.....	6
1.1 Descrizione del circuito.....	6
1.2 Regolazione generatore PWM.....	7
Capitolo II	8
2.1 Dispositivi logici programmabili (PLC)	8
2.2 Programmazione su Zelio Soft 2.....	9
Capitolo III.....	12
3.1 Sistemi per il controllo di supervisione e acquisizione dati.....	12
3.2 Descrizione della comunicazione SCADA - PLC	13
3.3 Linguaggio Cicode.....	17
3.4 Interfaccia Operatore (HMI)	18
Conclusioni	20

Introduzione

Introduzione all'automazione industriale

L'automazione industriale può essere definita come la disciplina che studia le metodologie e le tecnologie che permettono il controllo dei flussi di energia, di materiali e di informazioni necessari alla realizzazione di processi produttivi, senza che sia richiesto l'intervento dell'uomo.

Un sistema di Automazione può essere descritto come una Piramide (modello CIM) nella quale si possono individuare diversi livelli che partono dalla base del sistema, che è il processo da controllare, e arrivano alle strutture aziendali generali. Una delle versioni più diffuse della piramide CIM distingue quattro livelli: il “campo”, cioè il luogo dove si trovano i processi da controllare e i sensori; il “controllo”, dove si trovano i dispositivi di automazione come regolatori, controllori, HMI locali ecc.; la “supervisione” con i PC e i sistemi deputati al monitoraggio; il livello “enterprise” dove risiedono le altre attività aziendali.

In base alle funzioni svolte nei sistemi di produzione, si possono individuare tre tipi fondamentali di componenti di un sistema di automazione: i sensori, che hanno come obiettivo la misurazione di grandezze di interesse per valutare lo stato di avanzamento e/o il corretto svolgimento del lavoro in esecuzione; gli elaboratori, i quali, sulla base delle misure fornite dai sensori e degli obiettivi del lavoro in esecuzione, decidono le azioni da intraprendere; gli attuatori, che eseguono le azioni comandate dagli organi di elaborazione.

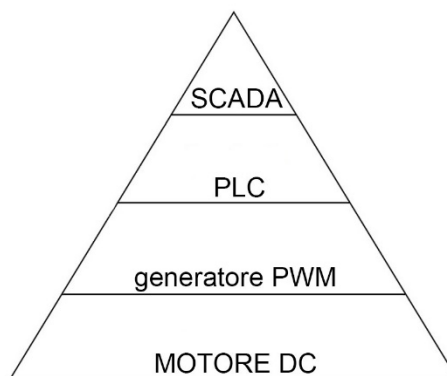
Le metodologie dell'automazione offrono gli strumenti per progettare, in termini astratti e formali, gli algoritmi che gli organi di elaborazione useranno per decidere le azioni da esercitare sull'impianto da automatizzare; le tecniche dell'automazione si occupano invece dello sviluppo dei dispositivi fisici per costruire sensori, attuatori ed elaboratori.

Un dispositivo molto comune che si utilizza nelle applicazioni di automazione industriale è, per esempio, il controllore a logica programmabile o PLC. Esso ha una notevole flessibilità di utilizzo ed è specializzato per le applicazioni di automazione industriale, in particolar modo per le funzioni di controllo logico/sequenziale. La sua diffusione è dovuta anche al fatto che normalmente esso coordina varie macchine.

Obiettivo della tesina

L'obiettivo della tesina è l'implementazione di un sistema di telecontrollo per la velocità di un motore DC.

Le componenti del sistema in esame, sono state classificate secondo la Piramide CIM nel seguente ordine: in cima l'applicativo SCADA, in grado di supervisionare il PLC e dunque il processo. Un gradino più in basso il PLC, il quale agisce direttamente sul sistema, comandando il generatore PWM che si trova nel gradino immediatamente più basso. Esso conta come convertitore in quanto adatta elettricamente i segnali del PLC in segnali di potenza per il motore DC. Esso infine, risulta il processo da controllare e dunque la base della piramide. Di seguito verranno presentati più nel dettaglio i livelli della piramide, escludendo il motore DC, in quanto le sue specifiche possono essere dedotte dal dimensionamento delle altre componenti.



Nel primo capitolo verrà descritta la realizzazione dell'azionamento partendo dall'utilizzo di un generatore PWM, usato con lo scopo di adattare i segnali di controllo del PLC in segnali di potenza da mandare all'ingresso del motore.

Nel secondo capitolo verranno introdotti i dispositivi logici programmabili (PLC) e successivamente verrà presentata la logica di controllo implementata su un modulo logico/PLC.

Nel terzo capitolo verranno introdotti i sistemi per il controllo di supervisione e acquisizione dati (SCADA); verrà descritta la procedura utilizzata per l'implementazione della comunicazione SCADA-PLC, e infine l'ultima parte sarà dedicata alla descrizione dell'interfaccia operatore e del linguaggio Cicode.

Componenti utilizzati

Hardware

- Telemecanique Zelio Logic SR3B261BD dotato di ventisei porte di I/O, con sedici ingressi conforme alla norma EN/IEC 61131-2 dei quali sei analogici. Alimentato attraverso un modulo di alimentazione a 24V.
- Modulo di comunicazione ethernet SR3NET01 dotato di porta porta per un connettore RJ45.
- Modulo di espansione I/O analogico SR3XT43BD dotato di due ingressi e due uscite analogici con range 0-10 V.
- Convertitore elettronico Velleman K8004
Generatore PWM con: range PWM 0-100%, frequenza PWM: 100-5000Hz regolabile, offset minimo PWM: 0-20% regolabile, protezione da cortocircuiti e protezione da sovraccarico: 6.5 A.
- Motore DC di tensione nominale pari a 12 V
- Alimentatore regolabile GW-INSTEK
- Router Linksys

Software

- Schneider Zelio Soft 2 per la programmazione del PLC
- Schneider Vijeo Citect 7.0 per l'implementazione dell'applicativo SCADA

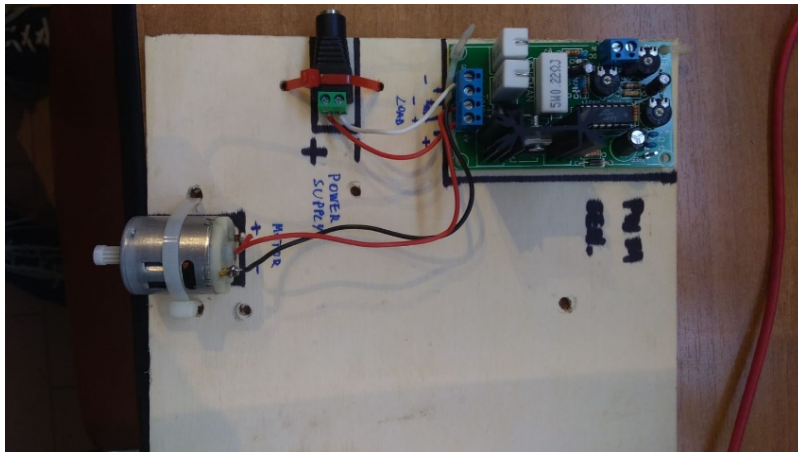
Capitolo I

1.1 Descrizione del circuito

È stata utilizzata l'uscita analogica QC del modulo aggiuntivo SR3XT43BD collegandola all'ingresso di controllo del generatore PWM.

L'alimentazione del motore DC è fornita attraverso gli ingressi di alimentazione del convertitore collegati ad un alimentatore aggiuntivo.

Infine all'uscita del generatore PWM è stato collegato il motore DC.



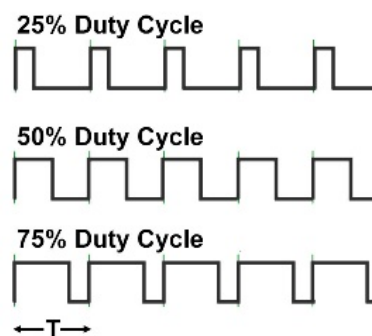
Per il telecontrollo è stata implementata una rete LAN attraverso l'ausilio di un router Linksys. Ad esso è stato collegato il PLC tramite cavo ethernet e il dispositivo per l'accesso da remoto (nel nostro caso un personal computer) tramite tecnologia Wi-Fi.

1.2 Regolazione generatore PWM

Il dispositivo genera un segnale PWM con valore massimo dipendente dalla alimentazione di potenza esterna e da tre potenziometri.

Questi ultimi determinano

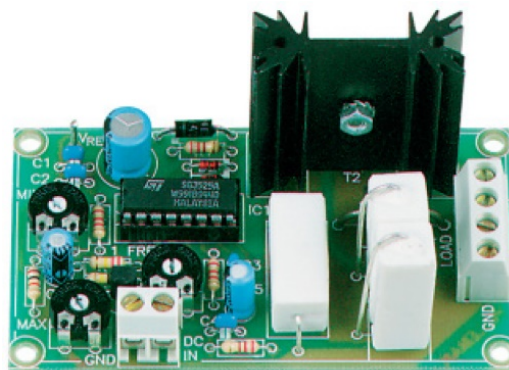
- Offset: valore minimo del segnale PWM.
- Guadagno: valore massimo del segnale PWM.
- Frequenza del duty cycle.



Il generatore è stato regolato per avere in uscita una tensione di 12V DC regolando il potenziometro RV2.

Attraverso l'utilizzo del potenziometro RV3 è stata impostata una frequenza di 1KHz mentre tramite il potenziometro RV1 è stato impostato l'offset al 20% per un corretto avviamento.

I parametri elettrici sono dimensionati per il controllo di un motore DC a 12V rispettando le condizioni di sovraccarico del convertitore ovvero 6.5A.



Capitolo II

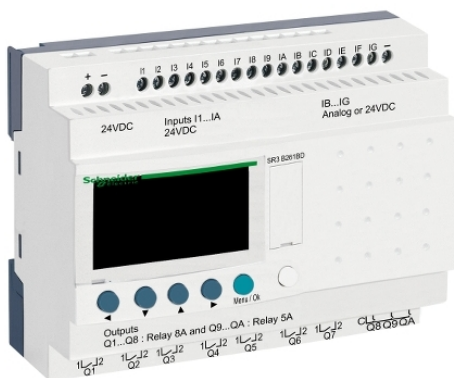
2.1 Dispositivi logici programmabili (PLC)

Il PLC è il più diffuso dispositivo di controllo per l'automazione industriale. Si tratta di un dispositivo molto flessibile, di concezione modulare con architettura a bus, specializzato soprattutto per il controllo logico/sequenziale. Di solito prevede la possibilità di trattare fino a migliaia di punti di ingresso/uscita con interfacce che accettano segnali di varia natura, è dotato di sistemi operativi proprietari real-time multi-tasking molto efficienti ed è di costruzione molto robusta.

Secondo lo standard IEC 61131-1 il PLC viene definito come un sistema elettronico a funzionamento digitale, destinato all'uso in ambito industriale, che utilizza una memoria programmabile per l'archiviazione interna di istruzioni orientate all'utilizzatore per l'implementazione di funzioni specifiche, come quelle logiche, di sequenziamento, di temporizzazione, di conteggio e di calcolo aritmetico, e per controllare, mediante ingressi e uscite sia digitali sia analogici, vari tipi di macchine e processi.

Il PLC per ottemperare ai suoi compiti deve essere programmato e la programmazione di questi dispositivi è definita nello standard IEC 61131-3 recepita anche dal CEI.

I linguaggi di programmazione sono cinque, di cui tre grafici - Ladder Diagram (LD o KOP), Sequential Function Diagram (SFC) e Function Block Diagram (FBD o FUP) – e due testuali - Instruction List (IL o AWL) e Structured Text (ST).



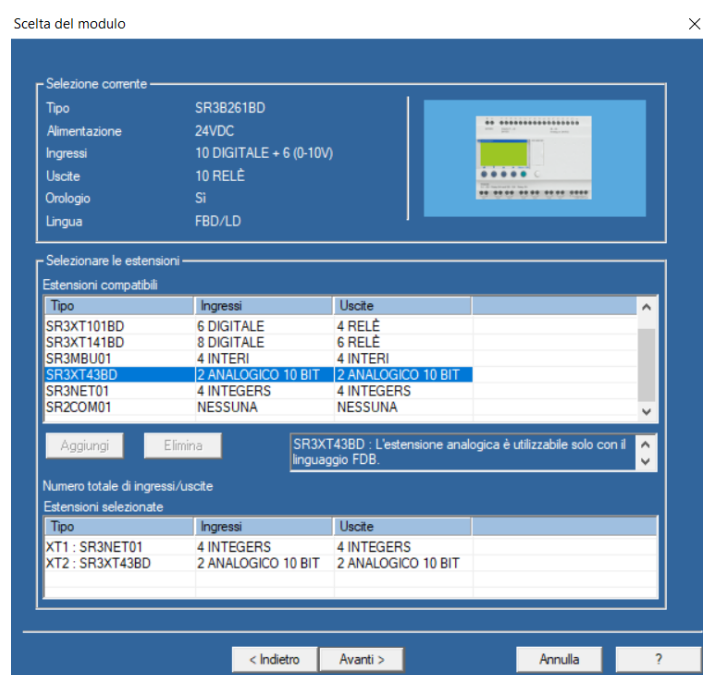
2.2 Programmazione su Zelio Soft 2

Come già detto si è scelto di implementare il sistema con l'utilizzo dei seguenti moduli:

- Modulo SR3B261BD
- Modulo SR3NET01
- Modulo SR3XT43BD

L'aggiunta del modulo SR3NET01 ci ha vincolato la programmazione al solo linguaggio FBD.

Per il caricamento del programma sul PLC è stato usato un cavo seriale che sfrutta il protocollo di comunicazione RS232.



Il PLC è programmato in modo da pilotare la velocità del motore attraverso i suoi quattro tasti fisici che hanno le seguenti funzioni:

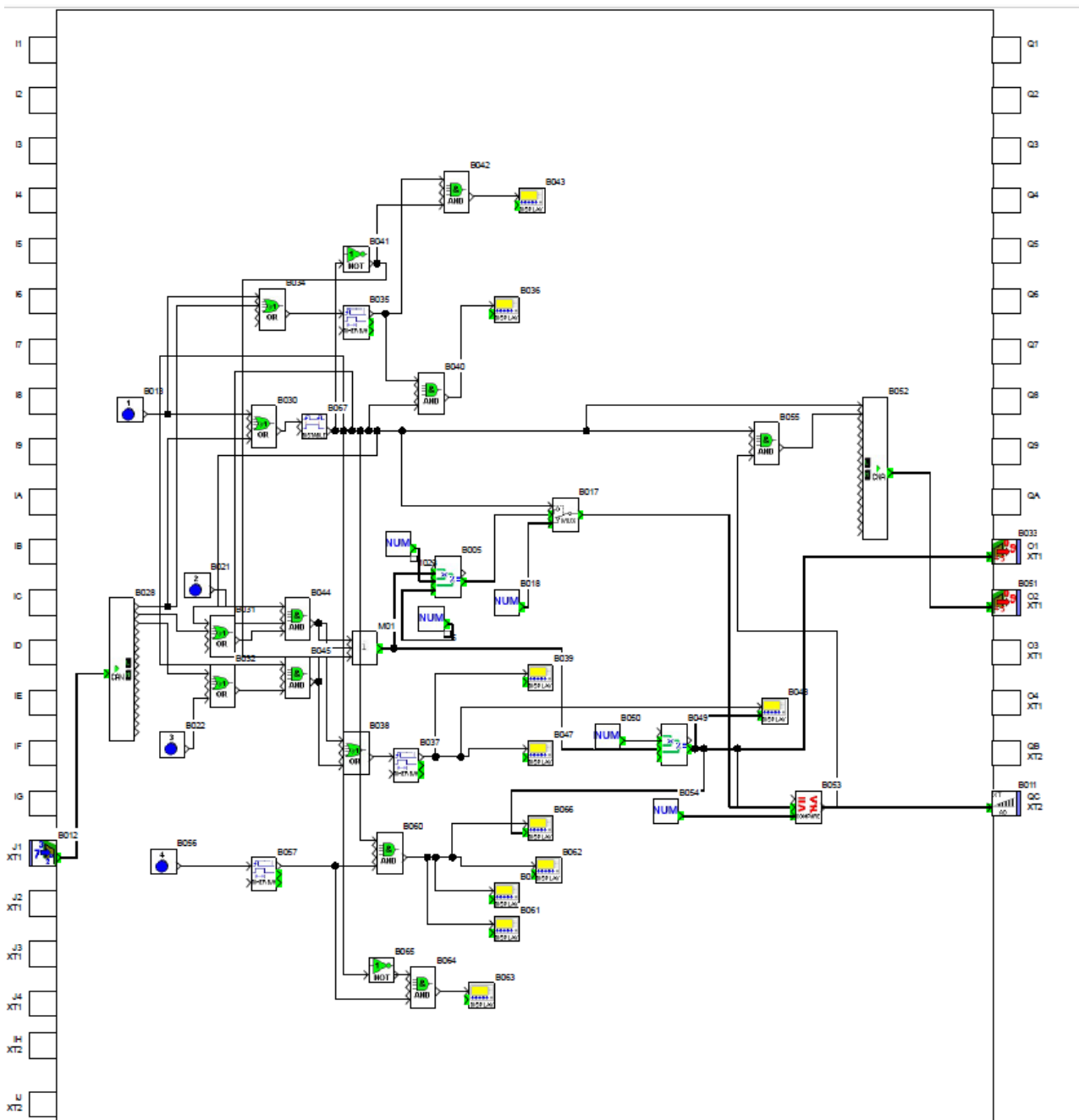
- Accensione/Spengimento
- Incrementa velocità del +20%
- Decrementa velocità del -20%
- Stato del motore.

Per l'accensione/spegnimento si è inserito un contattore bistabile in modo da commutare lo stato sia ad ogni pressione del tasto fisico e sia alla richiesta di accensione/spegnimento da remoto. L'uscita del contattore è sia mandata allo SCADA e sia utilizzata per implementare altre funzioni logiche del codice.

Per disabilitare l'uscita nel caso i cui il motore sia spento si è usato un Multiplexer a due vie comandato dallo stato del motore.

Oltre ad una conversione da 0-5 a 0-1023 con un ulteriore MUL/DIV, l'uscita del contatore è stata pure convertita in modo da riflettere la percentuale del Duty Cycle. Quest'ultima viene usata per la visualizzazione nel display fisico e in quello remoto della velocità in percentuale del motore.

Infine attraverso l'uso di alcuni timer si è fatto in modo che sul display sia visibile l'azione eseguita per un tempo pari a 5 secondi dopo la pressione di un tasto fisico/remoto



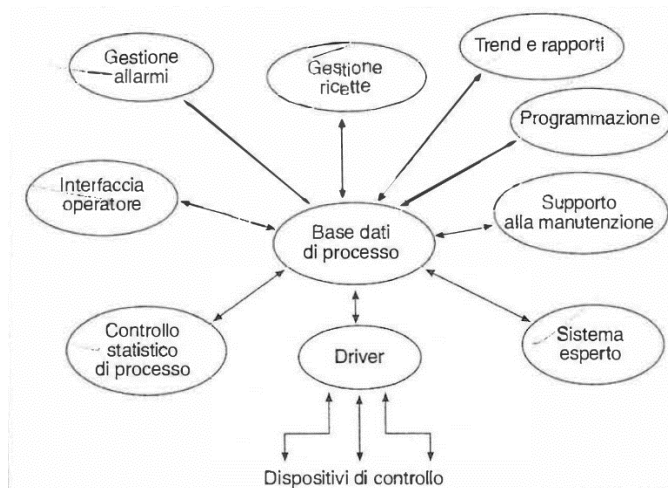
Capitolo III

3.1 Sistemi per il controllo di supervisione e acquisizione dati

In informatica, l'acronimo SCADA ("Supervisory Control And Data Acquisition", cioè "controllo di supervisione e acquisizione dati") indica un sistema informatico distribuito per il monitoraggio elettronico di sistemi fisici. L'acquisizione dati è una funzione che nella maggior parte dei casi ha un ruolo di supporto alle funzioni di supervisione e controllo poiché mette in relazione il sistema con il processo controllato consentendo la conoscenza dello stato in cui si trova il processo e l'azione di controllo esercitata per mezzo della variazione di parametri caratteristici del processo. In questo senso “acquisizione dati” significa in realtà scambio dati in entrambe le direzioni: dal processo verso il sistema e viceversa.

La supervisione è la funzione per mezzo della quale un sistema SCADA rende possibile l'osservazione dello stato e dell'evoluzione degli stati di un processo controllato. A questa funzione appartengono tutte le funzionalità di visualizzazione delle informazioni relative allo stato attuale del processo, di gestione delle informazioni storiche, di gestione degli stati che costituiscono eccezioni rispetto alla normale evoluzione del processo controllato. La funzione di supervisione costituisce un fine per qualsiasi sistema SCADA.

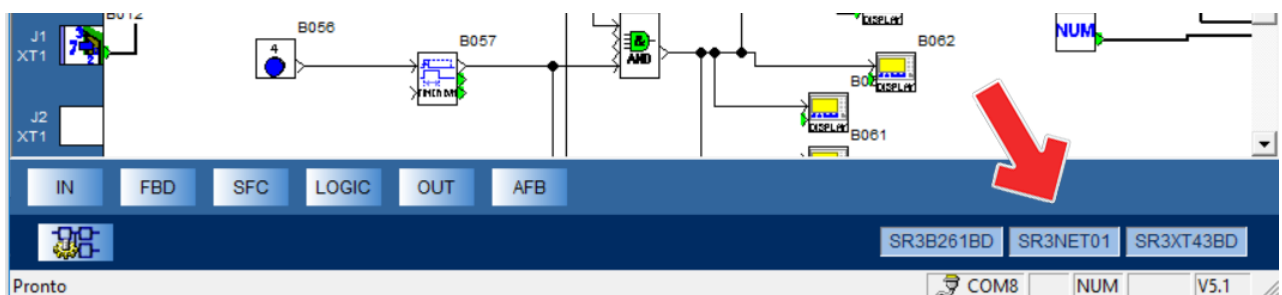
La funzione di controllo rappresenta la capacità di un sistema di prendere decisioni relative all'evoluzione dello stato del processo controllato in funzione dell'evoluzione del processo stesso. La modalità con la quale le procedure di controllo vengono realizzate nell'ambito dell'intera architettura del sistema dipende fortemente dal tipo di processo, essendo questo in grado di imporre scelte architetturali sia hardware che software.

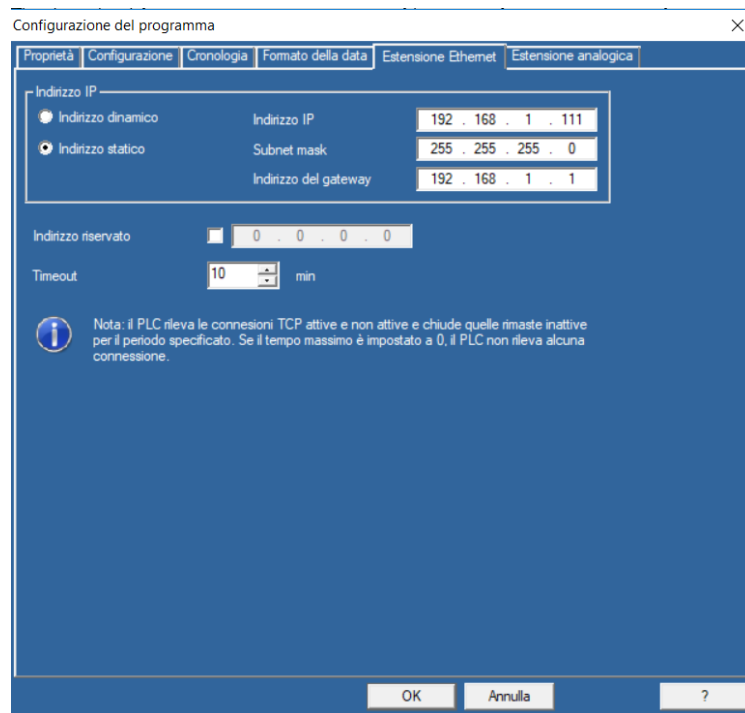


3.2 Descrizione della comunicazione SCADA - PLC

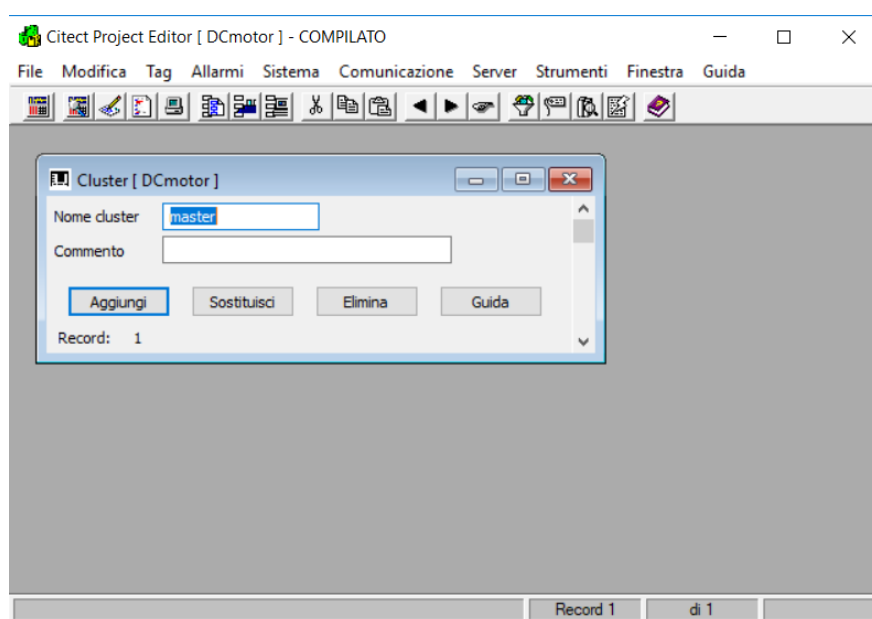
La comunicazione tra lo SCADA ed il PLC avviene tramite il protocollo Modbus TCP/IP che non è altro che la trasposizione del protocollo Modbus su rete Ethernet, implementato utilizzando il protocollo TCP/IP.

Per prima cosa si sono settate le impostazioni di rete del modulo Ethernet SR3NET01 nello Zelio e del dispositivo di rete del PC cui si connette il PLC. È stato scelto di fissare gli indirizzi IP in maniera statica.





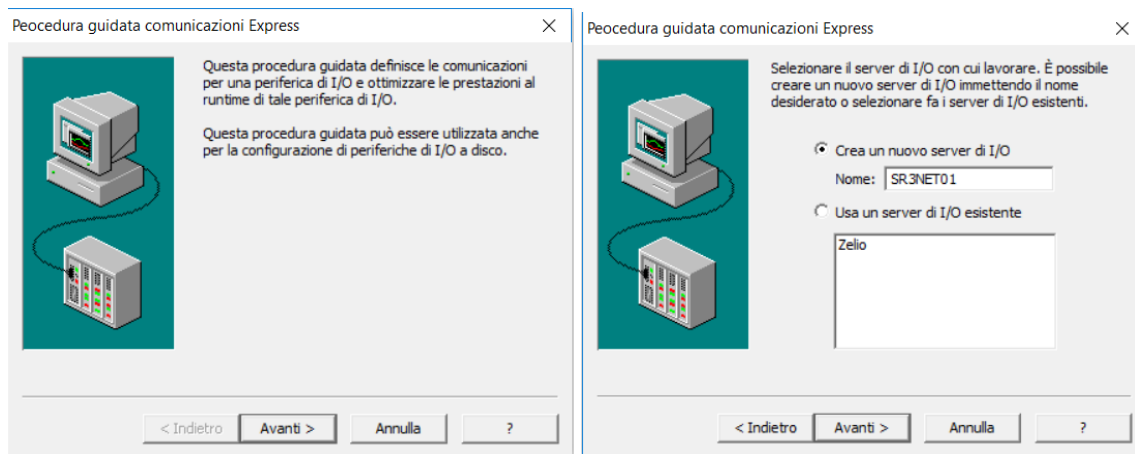
Successivamente si è configurata la comunicazione lato Vijeo Citect. Per prima cosa tramite lo strumento del Vijeo “Citect Project Editor” dal menù Server -> Clusters si inserisce un nome per il Cluster, che non è altro che il raggruppamento di tutte le risorse del progetto, cui apparterrà il server SCADA aggiungendolo cliccando su Aggiungi.



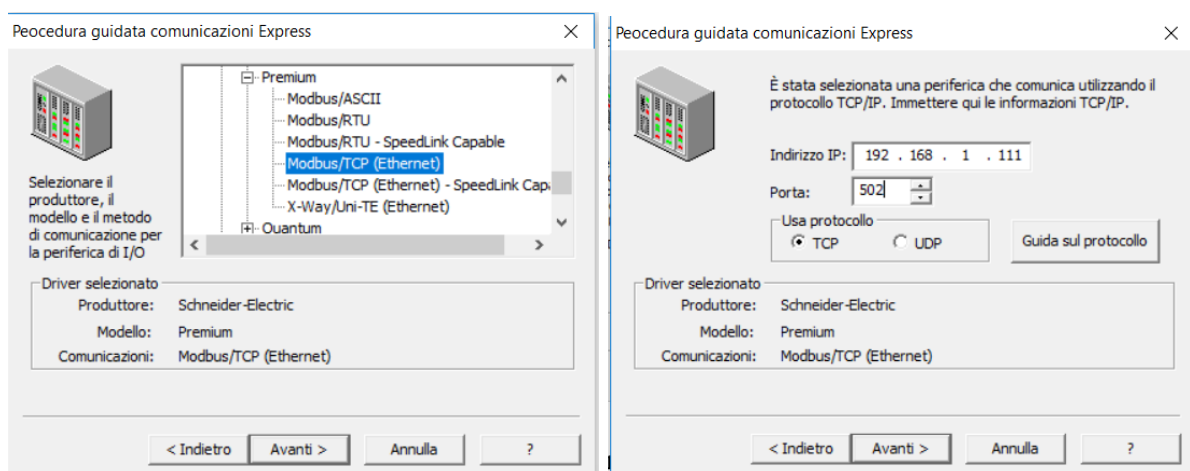
Si sono quindi definite

1. le proprietà del dispositivo con cui dovrà comunicare (il nostro device)
2. il protocollo di comunicazione da utilizzare
3. il ruolo della nostra piattaforma SCADA

Per la configurazione del nostro unico device si passa per una wizard (configurazione guidata). Andiamo quindi dall'Editor su Comunicazioni → Impostazioni della periferica di I/O Express il che equivale a cliccare sull'icona evidenziata nella schermata dell'Explorer.



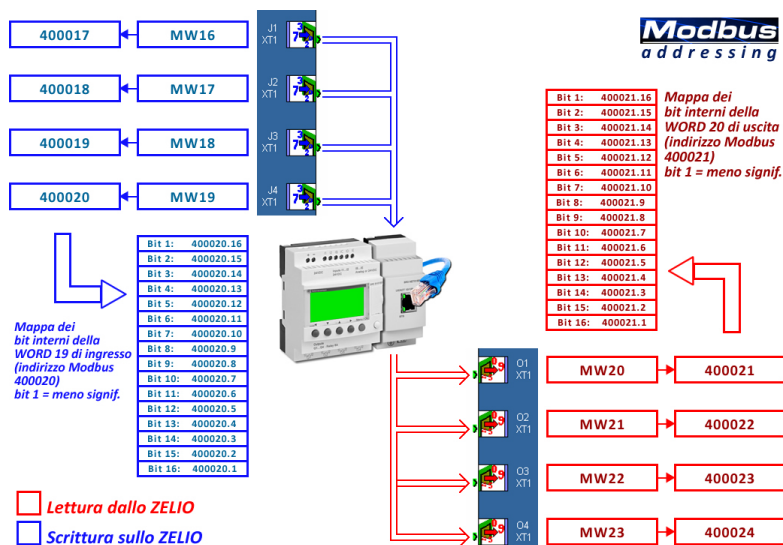
A questo punto, non trovando tra le risorse hardware il nostro modulo logico, si è deciso di usare un PLC Premium (in Schneider-Electric, Telemecanique o Modicon) e come protocollo di comunicazione il Modbus/TCP (Ethernet).



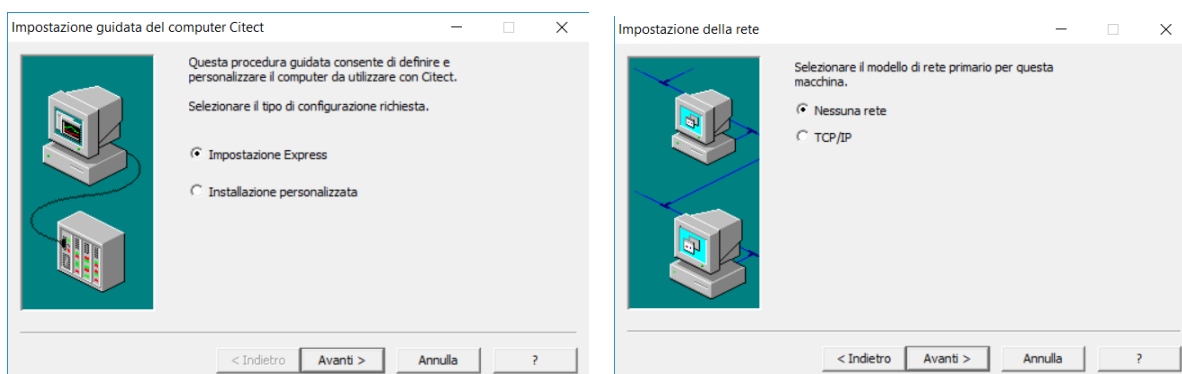
È importante impostare lo stesso indirizzo IP configurato per il modulo in Zelio Soft 2 e scegliere come porta la 502 (quella sulla quale lo Zelio Logic “ascolta” le richieste indirizzate al proprio modulo di espansione Ethernet).

Concludiamo quindi la configurazione del nostro device.

Il protocollo di comunicazione scelto è il MODNET30. Quest’ultimo ci consente di referenziare le 8 WORD del nostro Zelio Logic (o i singoli bit di cui sono composte) utilizzando la sintassi %MWXX o %MWXX.xx.



In uno qualsiasi dei tre strumenti dell’ambiente di sviluppo del Vijeo (l’Editor, l’Explorer o il Graphics Builder) scegliamo Strumenti -> Computer Setup Wizard e seguiamo selezionando Express Setup, successivamente selezionare il nostro progetto. Nell’ultima schermata si è scelto “No networking” perché intendiamo utilizzare la nostra piattaforma SCADA senza la presenza di alcuna altra piattaforma SCADA in rete.



Il passo successivo è stato quello di associare a tutte le variabili che intendiamo leggere e/o scrivere dal nostro modulo logico remoto il rispettivo indirizzo Modnet30.

Per la definizione delle variabili occorre andare nella sezione “Tags” del nostro progetto e cliccare su “Variable Tags”, o, in maniera del tutto equivalente, andare dall’Editor su Tags -> Tag variabili e riempire il campo relativo all’indirizzo.

Ecco di seguito l’associazione degli indirizzi di ciascun tag.

Riferimento PLC	Nome tag	Input/Output	Tipo di dati	Indirizzo PLC
Pulsante on/off	on/off	Input PLC	Digital	%MW16.0
Pulsante “ – “	decremento	Input PLC	Digital	%MW16.1
Pulsante “ + “	incremento	Input PLC	Digital	%MW16.2
velocità	velocità	Output PLC	INT	%MW20
Stato motore	Stato motore	Output PLC	Digital	%MW21.0
Movimento motore	movimento	Input PLC	Digital	%MW21.1

3.3 Linguaggio Cicode

Cicode è un linguaggio di programmazione progettato per l'uso in Citect SCADA per monitorare e controllare le apparecchiature dell'impianto. È un linguaggio strutturato simile al 'C'.

Utilizzando Cicode, è possibile accedere a dati in tempo reale (variabili) nel progetto Citect SCADA e alle strutture di Citect SCADA: tag variabili, allarmi, trend, report e così via. È possibile utilizzare Cicode per interfacciarsi a varie strutture del computer, come il sistema operativo e le porte di comunicazione.

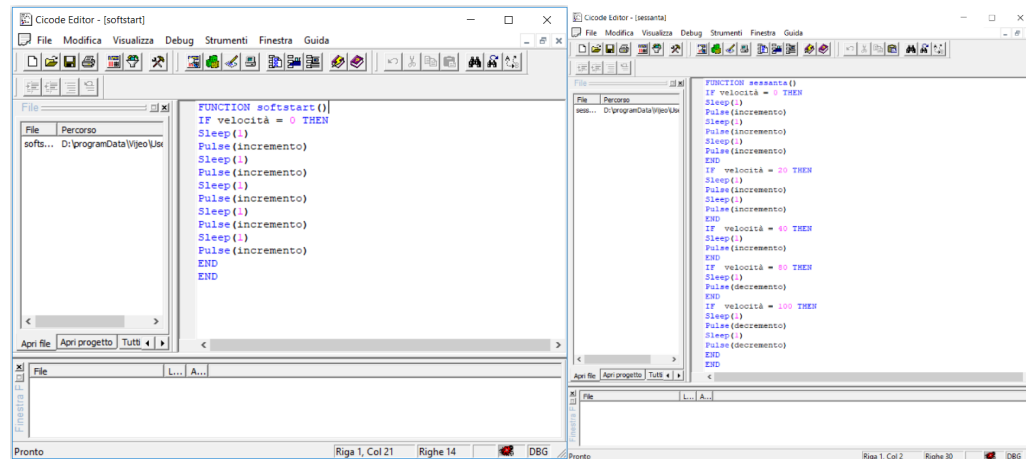
Nel nostro caso è stato utilizzato per implementare degli algoritmi per i seguenti compiti:

- Soft Start: tramite cui il motore raggiunge la massima velocità in maniera

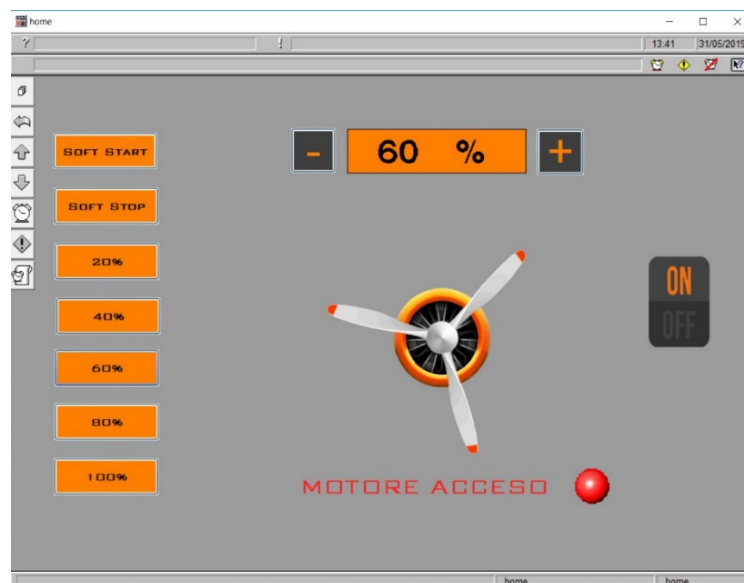
graduale;

- Soft Stop: tramite cui il motore dalla velocità massima rallenta in maniera graduale fino a fermarsi;

- andare direttamente ad una velocità prefissata



3.4 Interfaccia Operatore (HMI)

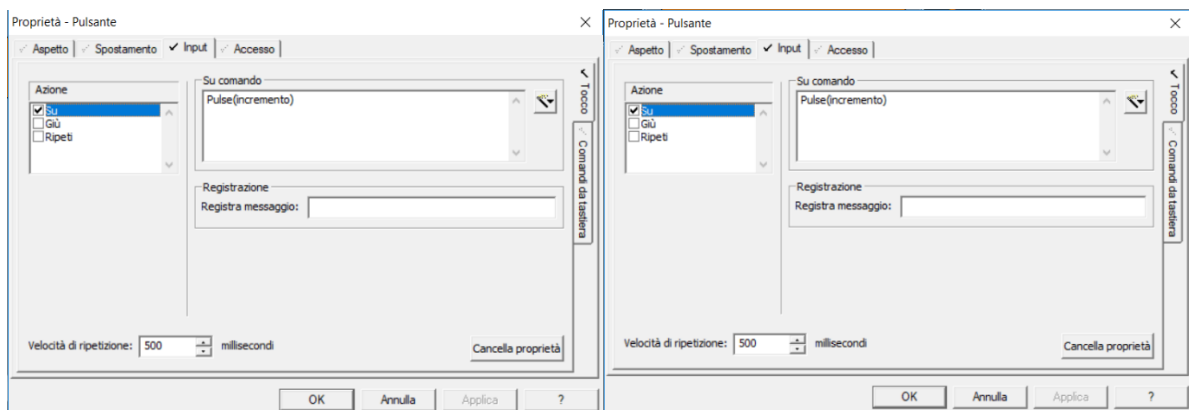


Il controllo del motore avviene con un'interfaccia grafica che contiene 10 tasti, 1 display e un'animazione del motore:

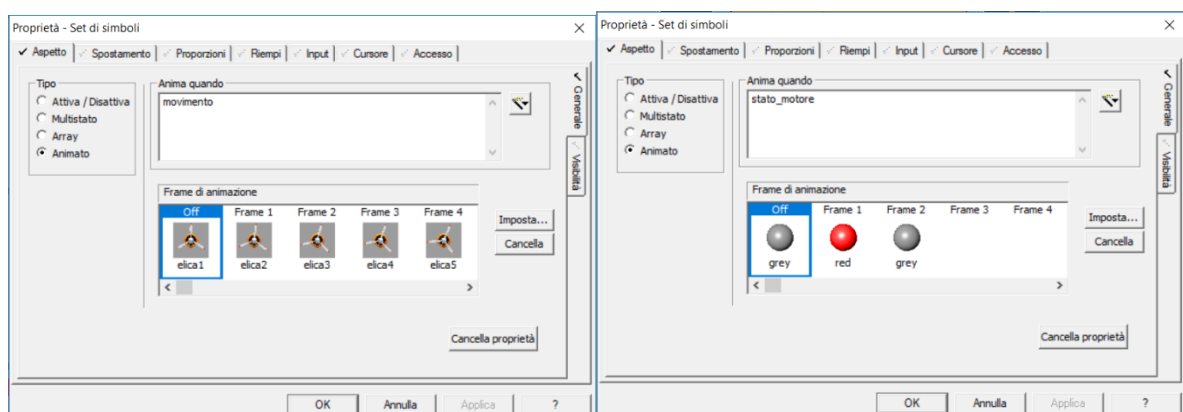
- on/off
- incremento velocità
- decremento velocità
- soft start
- soft stop

- 5 tasti che permettono di andare direttamente ad una velocità prefissata
- display che visualizza la velocità corrente
- Led e scritta Stato Motore

Per quanto riguarda i tasti per l'accensione/spengimento e incremento/decremento della velocità si è usata la funzione Pulse in modo da simulare il comportamento di un pulsante in modo da tale da emulare i tasti fisici del PLC. Nel riquadro "azione" si è scelto l'opzione "su" in modo tale da mandare il segnale al PLC solo quando il pulsante viene rilasciato.



Per creare il movimento dell'elica e il lampeggio del led è stato selezionato nel riquadro "tipo" l'opzione "animato". Infine per creare il movimento vero e proprio è stata inserita una successione di frame. I simboli grafici sono stati collegati a rispettivi tag nel riquadro "anima quando" per la gestione della loro animazione.



Per I tasti Soft Start, Soft Stop e 20-100% si è usata la stessa procedura dei tasti l'accensione/spengimento e incremento/decremento della velocità ma inserendo al posto del tag l'opportuno algoritmo Cicode.

Conclusioni

Il percorso seguito durante questa tesina ha permesso la realizzazione di un completo sistema per il telecontrollo di un motore in corrente continua.

Il sistema così realizzato mostra però evidenti limitazioni in quanto si tratta di un controllo a catena aperta e quindi non retroazionato.

Questa limitazione può essere comunque superata con l'aggiunta di un sensore di velocità che permetterebbe la realizzazione del ramo di feedback, rendendo così il sistema a catena chiusa.