



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO BICOCCA

Scuola di Scienze

Dipartimento di Informatica, Sistemistica e Comunicazione

Corso di laurea in Informatica

Implementazione di un sistema SCADA in iFix per il controllo e la gestione di un impianto fotovoltaico con accumulo gravitazionale

Relatore: Prof. Stella Fabio Antonio

Relazione della prova finale di:

Roberto Boccaccio

Matricola 869135

Anno Accademico 2023-2024

Indice

1	Introduzione	1
2	Sistemi SCADA	2
2.1	Introduzione	2
2.2	Vantaggi	3
2.3	Svantaggi	3
2.4	iFix	4
2.4.1	Il Driver IGS	4
2.4.2	Il Database di Processo	5
2.4.3	Creazione di Storici con Historian	5
2.5	Altri Esempi	6
3	SCADA Per Impianti Fotovoltaici E Batterie A Gravità	7
3.1	Introduzione	7
3.2	Integrazione SCADA con il Fotovoltaico	7
3.3	Batterie a Gravità	8
3.3.1	Definizione e Principio di Funzionamento	8
3.3.2	Studi e Sviluppi	8
3.3.3	Installazioni Attuali	8
3.3.4	Conclusione	9
4	Il Progetto SCADA	10
4.1	Introduzione	10
4.2	Creazione	11
4.2.1	Analisi della letteratura e dei software commerciali	11
4.2.2	Progettazione della struttura grafica delle pagine	11
4.2.3	Creazione del database	12
4.2.4	Sviluppo delle picture	13
4.2.4.1	Human Machine Interface	13
4.2.4.2	Backend	14
4.2.5	Gerarchia delle picture	14
4.2.6	Creazione della simulazione dei dati	16
4.2.6.1	Descrizione	16
4.2.6.2	Simulazione	18
4.2.7	Sicurezza	18
4.2.8	Implementazione Storico	19

<i>Indice</i>	<i>Indice</i>
4.3	Presentazione 20
4.3.1	Home Page 20
4.3.2	Fotovoltaico 20
4.3.3	Batteria a gravità 22
4.3.4	Controllo comandi 23
4.3.5	Sicurezza 23
4.3.6	Storico 24
5	Sviluppi Futuri 25
6	Conclusioni E Ringraziamenti 26
6.1	Conclusioni 26
6.2	Ringraziamenti 26
	Bibliografia 27
	Altro Materiale Consultato 29
.	

Capitolo 1

Introduzione

Lo sviluppo tecnologico e le tematiche di salvaguardia dell'ambiente hanno portato ad un significativo incremento dell'importanza dell'energia rinnovabile.

In questo contesto, i sistemi SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) consistono in una soluzione già consolidata nel settore.

Questi permettono una supervisione efficiente delle infrastrutture grazie a l'acquisizione di dati in tempo reale e la possibilità per il controllo remoto. Esistono due tipi di sistemi SCADA: commerciali e sviluppati ad hoc, questo elaborato si incentrerà sugli SCADA commerciali.

Associati a sistemi di generazione elettrica sono necessari impianti di accumulo, tra le varie soluzioni esistenti, le batterie gravitazionali sono un'alternativa innovativa. Esse infatti sono meno inquinanti, più durevoli e hanno un costo minore di manutenzione rispetto alla controparte elettrochimica, sfruttando masse sollevate per immagazzinare e rilasciare energia.

In questo elaborato verranno approfonditi questi concetti e dimostrato come l'utilizzo di SCADA commerciali possa essere una soluzione per gestire impianti innovativi e sperimentali.

Verrà inoltre presentata un esempio di un'implementazione di questi argomenti tramite il software iFix.

Capitolo 2

Sistemi SCADA

2.1 Introduzione

A partire dagli anni '60, l'industria è stata in un continuo miglioramento tra automazione e controllo dei processi. Uno dei principali soggetti di questa rivoluzione sono chiamati sistemi SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). Un sistema SCADA, o più semplicemente sistema di supervisione e controllo, offre agli operatori delle macchine un ambiente centralizzato per:

- Monitoraggio in tempo reale: Visualizzare lo stato di sensori, valvole e altri dispositivi sul campo.
- Acquisizione dati: Raccogliere e archiviare dati storici per analisi e reportistica.
- Controllo dei processi: Inviare comandi per regolare parametri e avviare/arrestare operazioni.
- Gestione allarmi: Ricevere notifiche immediate in caso di anomalie o malfunzionamenti.
- Automazione: Usufruire di logiche di controllo per automatizzare operazioni.

Questi sistemi, seppur progettati originariamente per grandi impianti industriali, stanno sempre di più mostrando la loro versatilità e al giorno d'oggi sono utilizzati in un vasto numero di settori, tra cui: centrali elettriche, sistemi di trasporto, laboratori di ricerca, produzione di medicine.^[1]

2.2 Vantaggi

L'utilizzo di sistemi SCADA commerciali porta numerosi vantaggi, tra cui:

- **Affidabilità:** offrono un continuo monitoraggio degli impianti, con aggiunta la possibilità creare una ridondanza per minimizzare i tempi di inattività
- **Scalabilità:** le soluzioni SCADA possono essere implementate in piccoli impianti locali o in infrastrutture su larga scala, adattandosi alle esigenze operative.
- **Integrazione con altri sistemi:** supportano una vasta gamma di protocolli di comunicazione industriale (Modbus, OPC, DNP3, IEC 61850), facilitando la connessione con dispositivi di campo e database.
- **Gestione avanzata dei dati:** permettono di raccogliere dati storici e generare report dettagliati per visualizzare ogni .
- **Interfaccia utente intuitiva:** i sistemi SCADA moderni offrono interfacce grafiche avanzate che facilitano la supervisione e il controllo remoto degli impianti.

2.3 Svantaggi

Nonostante i numerosi vantaggi, i sistemi SCADA commerciali presentano alcune criticità:

- **Costo elevato:** le licenze software e i costi di implementazione possono rappresentare un investimento significativo, soprattutto per le piccole e medie imprese.
- **Complessità:** I sistemi SCADA possono essere complessi da configurare e gestire, richiedendo personale specializzato.
- **Sicurezza informatica:** abilitando la connessione in remoto i sistemi SCADA sono vulnerabili ad attacchi informatici, che possono causare interruzioni di servizio e danni alle apparecchiature.

2.4 iFix

Il sistema SCADA utilizzato in questo corso è iFIX^[2], software di supervisione e controllo sviluppato da GE Digital. I quali punti di forza sono: interfaccia uomo-macchina (HMI) intuitiva per l'operatore, driver centralizzato per comunicazione con il campo e gestione dati avanzata e efficiente degli storici.

Tra i diversi sistemi integrati all'interno di iFIX per facilitare la gestione troviamo:

2.4.1 Il Driver IGS

Il driver IGS^[3] (Intelligent Gateway Server) è un componente fondamentale di iFix che permette la comunicazione con dispositivi di campo, come PLC (Programmable Logic Controller) e RTU (Remote Terminal Unit). Questo driver trasforma i diversi protocolli usati dalle apparecchiature di campo in un unico formato compatibile con iFIX, permettendo l'utilizzo di diversi protocolli con la massima semplicità.

Il driver supporta oltre 100 protocolli diversi, tra cui:

- **Modbus:** uno dei protocolli di comunicazione industriale più diffusi, basato sull'architettura master-slave.
- **OPC UA:** standard di comunicazione open-source e sicuro, utilizzato per garantire interoperabilità tra diversi dispositivi e software industriali.
- **DNP3:** protocollo usato principalmente nel settore delle utility per la trasmissione affidabile di dati su reti distribuite.

2.4.2 Il Database di Processo

Un database è, molto brevemente, un programma specializzato nella gestione dei dati. Grazie a questo software, essi possono essere inseriti, letti, modificati ed eliminati. Inoltre, è anche possibile selezionarne solo una parte in base a certi criteri.

iFix include un database interno progettato per la gestione delle informazioni di processo attraverso una struttura basata su blocchi, in cui ogni variabile acquisita dal campo viene registrata come un tag.

Le principali caratteristiche includono:

- **Archiviazione strutturata:** i dati ottenuti dal driver IGS, come temperature, pressioni e livelli, vengono memorizzati assieme a diversi metadati utili per la storicizzazione e l'elaborazione.
- **Scalabilità avanzata:** grazie all'architettura del database, i tag possono essere nominati seguendo una struttura ben definita, permettendo l'aggiunta di nuovi oggetti in modo sequenziale ed organizzato.
- **Elaborazione integrata:** Possibilità di utilizzare blocchi concatenati per eseguire calcoli direttamente all'interno del database, riducendo la necessità di elaborazioni esterne.

2.4.3 Creazione di Storici con Historian

Il software di iFix dedicato alla registrazione e gestione dei dati storici è noto come Historian^[4]. Uno strumento fondamentale per visualizzare l'andamento dei vari parametri di processo nel tempo ed individuare eventuali inefficienze non visibili in altro modo.

I principali vantaggi del servizio Historian sono:

- Archiviazione efficiente di grandi volumi di dati grazie a tecniche di compressione avanzate.
- Ottima sicurezza e affidabilità delle informazioni grazie ad una crittografia ed un controllo costante su ogni archivio generato.
- Integrazione con strumenti di reportistica per generare grafici e tabelle riepilogative.

L'Historian permette di raccogliere dati in maniera continua e affidabile, creando un archivio contenente ogni informazione necessaria per ricreare un giorno di produzione e un avanzato controllo anti-manomissione.

2.5 Altri Esempi

Oltre a iFix, esistono diversi altri sistemi SCADA utilizzati nel mondo industriale:

- **WinCC**^[5]: sviluppato da Siemens, è un sistema SCADA avanzato per il monitoraggio e il controllo di impianti industriali, con un'ampia integrazione nei sistemi di automazione della stessa azienda.
- **Ignition**^[6]: prodotto da Inductive Automation, è un SCADA moderno e basato su web, caratterizzato da un'architettura modulare e scalabile.
- **Wonderware**^[7]: ora parte di AVEVA, è un sistema SCADA molto diffuso, noto per la sua interfaccia user-friendly e le potenti capacità di integrazione con altri software industriali.

Capitolo 3

SCADA Per Impianti Fotovoltaici E Batterie A Gravità

3.1 Introduzione

Un'altra applicazione dei sistemi SCADA è la gestione degli impianti di energia rinnovabile e dei sistemi di accumulo energetici. Questo capitolo analizza la loro integrazione e approfondisce il funzionamento della batterie a gravità, una tecnologia verde emergente per lo stoccaggio dell'energia.

3.2 Integrazione SCADA con il Fotovoltaico

L'integrazione dei sistemi SCADA negli impianti fotovoltaici consente di:

- Monitorare in tempo reale i dati provenienti da inverter, contatori e sensori ambientali;
- Individuare rapidamente anomalie e guasti, riducendo i tempi di intervento;
- Diminuire i tempi di inattività migliorando l'efficienza complessiva dell'impianto;
- Gestire l'energia in modo proattivo, favorendo l'integrazione con la rete elettrica e i sistemi di accumulo.

Queste funzionalità sono già integrate in numerosi impianti fotovoltaici, ottimizzando la efficienza e facilitando il controllo^[8].

3.3 Batterie a Gravità

3.3.1 Definizione e Principio di Funzionamento

Le batterie a gravità sono una tipo di sistema di accumulo alternativo ed innovativo sviluppato come un'alternativa ai sistemi di accumulo elettrochimici, garantendone un minore impatto ambientale e costi di gestione inferiori. La loro creatività è nello sfruttare il potenziale gravitazionale di masse pesanti, sollevandole durante un periodo di produzione energetico di picco, per poi rilasciarli e trasforme questa energia potenziale in energia elettrica tramite generatori. Un sistema molto simile a quello delle centrali idroelettriche a pompaggi, utilizzando però solidi al posto di liquidi^[9].

3.3.2 Studi e Sviluppi

Diversi studi hanno evidenziato i vantaggi delle batterie a gravità:

- **Elevata efficienza:** Un'analisi ha mostrato che un sistema di accumulo energetico gravitazionale può raggiungere un'efficienza fino al 80%, rendendolo competitivo rispetto ad altre tecnologie di accumulo su larga scala.
- **Sostenibilità ambientale:** Le batterie a gravità utilizzano materiali abbondanti e non tossici, riducendo l'impatto ambientale rispetto alle batterie chimiche tradizionali.
- **Affidabilità e lunga durata:** Studi indicano che questi sistemi possono offrire una vita operativa fino a 30 anni con costi di manutenzione minimi, grazie alla loro robustezza meccanica.^[10]

3.3.3 Installazioni Attuali

Alcuni progetti pilota stanno dimostrando l'efficacia della tecnologia:

- **Energy Vault** ha sviluppato un sistema di batterie a gravità denominato EVx, con una capacità di 100 MWh e una potenza di 25 MW. La struttura, alta 120 metri, utilizza blocchi modulari e il sistema è attualmente operativo in Cina^[11].
- Le **miniere abbandonate** rappresentano un'altra applicazione promettente: infatti le miniere abbandonate vengono sfruttate per sollevare ed abbassare pesi, consentendo l'accumulo di energia in una struttura oramai in disuso^[12].
- L'integrazione con **impianti fotovoltaici** permette di accumulare l'energia prodotta in eccesso durante le ore di picco, migliorando la stabilità della rete e garantendo una fornitura costante di energia rinnovabile.

3.3.4 Conclusione

Le batterie a gravità offrono una soluzione innovativa per lo stoccaggio di energia su larga scala, con benefici legati alla sostenibilità e alla durata nel tempo. I risultati dei progetti pilota suggeriscono che questa tecnologia possa affiancare e in alcuni casi sostituire i sistemi di accumulo convenzionali, contribuendo a un futuro energetico più efficiente e pulito.

Capitolo 4

Il Progetto SCADA

4.1 Introduzione

In questo capitolo verrà presentato un esempio di applicazione SCADA per la gestione di impianti energetici.

Il progetto, sviluppato nel corso dello stage universitario presso l'azienda Alten Italia nell'anno scolastico 2023-2024, prevede lo sviluppo di un applicativo che visualizzi i dati simulati di un impianto fotovoltaico e simuli il relativo funzionamento di una ipotetica batteria a gravità.

Lo scopo era di sviluppare un applicativo SCADA che permettesse di:

- Vedere dati in tempo reale.
- Avere un'interfaccia facile da utilizzare e comprensibile.
- Inviare comandi al campo.
- Controllare sia un sistema fotovoltaico che un sistema di accumulo.
- Effettuare controlli relativi alla sicurezza.
- Gestire gli storici.

4.2 Creazione

Il progetto è stato sviluppato in cinque fasi:

1. Analisi dei software SCADA esistenti e dell'utilizzo di iFIX.
2. Progettazione della struttura grafica delle pagine.
3. Creazione del database.
4. Sviluppo delle picture:
 1. Human Machine Interface.
 2. Backend.
5. Gerarchia delle picture.
6. Creazione della simulazione dei dati.
7. Implementazione aree di sicurezza.
8. Scelta dei parametri storici ed implementazione

4.2.1 Analisi della letteratura e dei software commerciali

Sono stati consultati svariati applicativi SCADA riguardanti i sistemi fotovoltaici, per comprendere come funzionassero e quali fossero i loro punti di forza.

In particolare, è stato di particolare importanza l'applicativo sviluppato da Alten Italia riguardante lo sviluppo di un'applicazione SCADA non commerciale sviluppata in .NET^[13]. Software tuttora utilizzato per controllare da remoto svariati impianti fotovoltaici in tutta Italia.

Inoltre, è stato svolto un corso di formazione in iFIX per comprendere ogni sua funzionalità al meglio.

4.2.2 Progettazione della struttura grafica delle pagine

Grazie al progetto consultato durante la prima fase dello sviluppo, le nuove conoscenze tecniche e le svariate documentazioni riguardante i diversi KPI degli impianti energetici, si è stabilito una struttura gerarchica per migliorare la fluidità per la transazione tra pagine grafiche.

Ovvero, quelle indicate nella sezione introduttiva.

4.2.3 Creazione del database

Per questo progetto, si è scelto di usare il database di processo interno ad iFIX, un database a blocchi, nel quale le informazioni sono memorizzate tramite:

- **Tag:** Contengono il nome del blocco.
- **Indirizzi I/O:** Indicano da quale driver del campo i dati originano.

Inoltre, ogni blocco può essere diviso in tre categorie:

- **Blocchi di input:** Contengono un valore sempre aggiornato dal campo.
- **Blocchi di output:** Permettono di inviare valori dall'applicativo al campo.
- **Blocchi di calcolo:** Utilizzati per eseguire calcoli all'interno del database, possono essere concatenati a diversi blocchi per eseguire catene di calcolo.

Per ogni tag, in aggiunta, è possibile assegnare diversi parametri secondari per raffinare i dati ottenuti dal campo, tra i quali:

- **Blocchi collegati:** Da quale blocco viene preceduto e seguito nella catena di calcolo.
- **Descrizione:** Per definire meglio il tipo di dato a cui viene riferito il tag.
- **Estremi del valore:** Minimo e massimo che il dato può raggiungere.
- **Unità di misura:** Riferimento usato per quantificare il dato.
- **Parametri unici al tipo di blocco:** Parametri specifici per il tipo di blocco selezionato, tra cui:
 1. Blocco di calcolo: Tag in input e formula per calcolare l'output.
 2. Blocco statistico: L'intervallo di ogni quanto va calcolata la media ponderata del dato.
 3. Blocco di input: La possibilità di applicare un scalatura lineare al valore in ingresso dal campo.
- **Aree di allarme:** In quale raggruppamento di allarmi questo tag deve rientrare, facilitando l'implementazione dei filtri degli allarmi.
- **Parametri di storicizzazione:** Se il parametro deve essere storicizzato e con quale intervallo va salvato.

4.2.4 Sviluppo delle picture

L'applicativo SCADA è suddiviso in 2 parti:

- **Human Machine Interface:** È la parte con cui interagisce l'utente finale, è composta da grafici, immagini, bottoni e da tutto ciò che è visibile.
- **Backend:** È la parte che gestisce tutta la logica, si occupa di gestire ogni componente della parte grafica ed interagire con il database.

4.2.4.1 Human Machine Interface

La Human Machine Interface, o meglio HMI, è composta da diversi file chiamati "Picture". Ogni picture contiene tutti gli oggetti visibili dall'operatore nella singola picture ed è stata progettata per poter essere gestita dinamicamente in base al numero di componenti del sistema, grazie all'utilizzo di:

- **Oggetti dynamo:** Definisce gli elementi presenti nella singola picture che possono essere associati a diversi tag tramite codice.
Ad esempio, mettendo una tag tipo @nomeInverter@ è possibile modificare dinamicamente il nome dell'inverter ogni volta che la ppicturegina venga aperta, passando da inverter01 a inverter02 e così via ...
- **Animazione:** Si occupano di modificare le proprietà di un oggetto associandolo ad un tag senza l'utilizzo di codice intermedio, modificando per ogni elemento, dettagli come il colore, il valore, la dimensione, ...

Sono stati utilizzati oggetti integrati che fanno utilizzo delle funzionalità di Historian per mostrare la storicizzazione dei vari dati in dei grafici. Permettendo anche di selezionare una data e mostrare il valore della picture in quel periodo.

4.2.4.2 Backend

Il backend è stato realizzato utilizzando il linguaggio di programmazione Visual Basic for Applications^[14] (VBA), sviluppato da Microsoft ed integrato nativamente in iFIX .

Questo linguaggio permette di:

1. Gestire le richieste dell'utente.
Ad esempio, se vuole vedere la picture dell'inverter01, il backend deve inizializzare la picture in modo diverso rispetto a quando si visita la picture dell'inverter03.
2. Ottenere e manipolare i dati necessari dal database.
3. Creare delle funzioni schedulate in base ad un timer.
Questa funzione è stata utilizzata per simulare tutto l'impianto fotovoltaico, ma può essere usata per tenere sotto controllo valori critici ed interrompere l'impianto nel caso dovessero andare in errore.

4.2.5 Gerarchia delle picture

Le pagine grafiche sono state sviluppate con l'intenzione di avere un header sempre visibile per avere accesso alle funzionalità più importanti, tra cui:

- Nome del progetto.
- Tasto per tornare alla home.
- Pulsante per mostrare i comandi possibili da inviare al campo.
- Login per la sicurezza.
- Data e ora.
- Tasto per uscire dall'applicativo.
- Una serie di liste dalle quali è possibile sempre vedere relativi allarmi ed errori e cambiare velocemente tra:
 - L'impianto scelto.
 - Il sistema tra fotovoltaico ed accumulo.
 - I vari sottocomponenti tra i due sistemi.

Nella sezione del fotovoltaico in seguito è possibile andare a vedere:

- Una overview generale.
- Per ogni inverter:
 - Un vista generale.
 - Riepilogo allarmi.
 - Schema unifilare.

Mentre nella sezione del sistema di accumulo è presente:

- Una overview generale.
- Riepilogo allarmi.
- Picture specifica per impianto sollevamento massa.
- Picture specifica per alternatore e quadro elettrico.

4.2.6 Creazione della simulazione dei dati

4.2.6.1 Descrizione

Grazie alla varia documentazione presente sugli impianti fotovoltaici, è stato possibile creare una simulazione all'interno del database di processo che simuli l'energia generata in ingresso dall'impianto fotovoltaico in base all'ora della giornata.

In seguito è stato simulato il comportamento della batteria a gravità in base alla produzione, confrontandolo con la richiesta elettrica della rete e immagazzinando energia nel caso la produzione fosse maggiore e abbassando la massa pesante nel caso contrario.

Il database del sistema fotovoltaico ha questa struttura:

- Di ogni impianto fotovoltaico viene presentato:
 - Presenza di allarmi o warning all'interno del sistema.
 - Potenza massima teorica generata.
 - Energia prodotta nel giorno attuale.
 - Totale potenza continua generata dal sistema.
 - Totale potenza alternata in uscita.
 - Efficienza tra la conversione di energia.
- Per ogni inverter presente all'interno di un impianto:
 - Presenza di allarmi o warning interni all'inverter.
 - Potenza continua generata da tutti i gruppi di celle, con una seguente distinzione per ciascun gruppo.
 - Potenza alternata di tutti i gruppi di celle, sempre poi con una distinzione per ciascuno dei gruppi.
 - Fattore di potenza.
 - Frequenza dell'energia in uscita.
- Infine per ogni cella all'interno di un gruppo:
 - Presenza di allarmi o warning interni alla cella.
 - Voltaggio generato.
 - Amperaggio generato.
 - Potenza continua in uscita.

Le picture sono state progettate per un massimale di 20 inverter con 60 celle ciascuno, divise in tre gruppi. Il database riflette questa idea con tag che hanno una struttura modulare del tipo:

- **INVxx**: dove xx indica il numero dell'inverter tra 01 a 20.
- **GROUPyy**: dove yy indica il numero del gruppo tra 01 a 03.
- **CELLzz**: dove zz indica il numero della cella del gruppo tra 01 a 20.

Un esempio, per ottenere il tag della quinta cella del secondo gruppo del decimo inverter il tag ottenuto sarà: INV10_GROUP02_CELL05.

Una struttura simile è stata utilizzata pure nella creazione del database del sistema di accumulo:

- Presenza di allarmi o warning nel sistema.
- Energia accumulata.
- Potenza in ingresso.
- Potenza in uscita.
- Efficienza della batteria.
- Batteria in accumulo o rilascio.
- Velocità di movimento della massa.
- Altezza in metri della massa.
- Dati di controllo interno tra qui:
 - Presenza di allarmi o warning in ciascun componente.
 - Temperatura dei componenti.
 - Stato dei freni.

4.2.6.2 Simulazione

Per gestire al meglio la simulazione la maggior parte dei dati viene calcolata grazie ai blocchi di calcolo all'interno del database di processo.

Tra i dati che vengono generati a mano tramite codice troviamo:

- I dati meteo e l'irraggiamento generati in base all'ora del giorno.
- L'ampereaggio ed il voltaggio generato da ciascuna cella, prendendo l'irraggiamento ed applicandoci un errore percentuale.
- L'efficienza nella trasformazione di corrente tra continua ed alternata.
- La richiesta di corrente dalla rete.

Tutti gli altri dati vengono ricavati da questi dati iniziali, evitando così di generare dati incongruenti e mantenendo un senso di coerenza in tutto il sistema.

4.2.7 Sicurezza

Utilizzando le funzionalità di sicurezza native di iFIX è possibile rendere certe funzionalità delle picture accessibili solamente a degli utenti autorizzati.

Infatti è possibile associare a qualsiasi elemento grafico una area di sicurezza ed associare l'area al relativo utente. Nel caso l'utente non avesse l'autorizzazione adatta iFIX ritornerebbe un errore.

Altre funzioni legate alla sicurezza e ai privilegi sono:

- Possibilità di fare l'acknowledge degli allarmi.
- Modificare parametri di sistema salvati sul database di processo.
- Possibilità di bloccare l'accesso a tutto quello che non è l'applicativo iFIX.

Per qualsiasi azione svolta da un utente è possibile, in seguito, andarlo a vedere in un file di audit trail generato automaticamente e salvato su disco.

4.2.8 Implementazione Storico

All'interno del database di processo è possibile selezionare quali tag vengano salvati così da poter visualizzarne lo storico.

Ogni grafico nativo di iFIX ha la possibilità di mostrare i valori documentati di una tag nel tempo. Il tutto controllabile attraverso un menù integrato che permette di modificare facilmente l'orario di visualizzazione dei tag.

Una volta selezionato il periodo di tempo i grafici rifletteranno i valori dei tag storicizzati durante quell'intervallo.

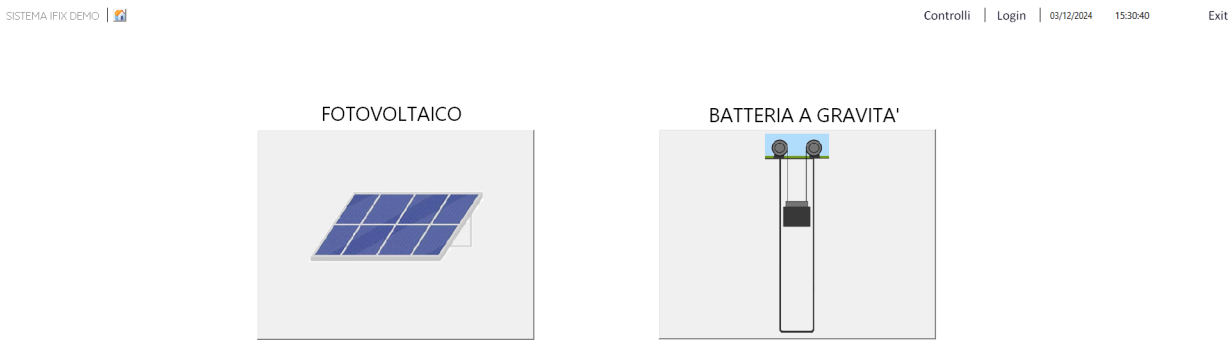
Attraverso il menù di gestione del periodo di tempo è possibile:

- Andare avanti ed indietro a scaglioni di 30 minuti o 1 ora.
- Fare in modo che i grafici seguano il tempo attuale.
- Scegliere un intervallo immettendo direttamente data ed ora.

4.3 Presentazione

In questa sezione, verranno mostrate alcune immagini dell'applicativo creato.

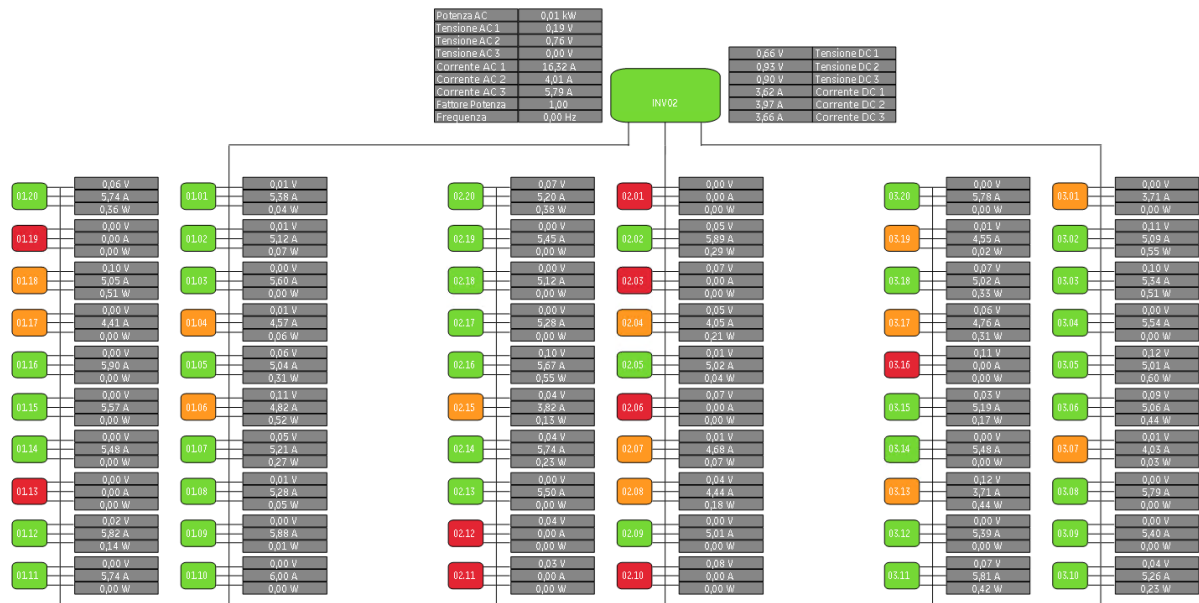
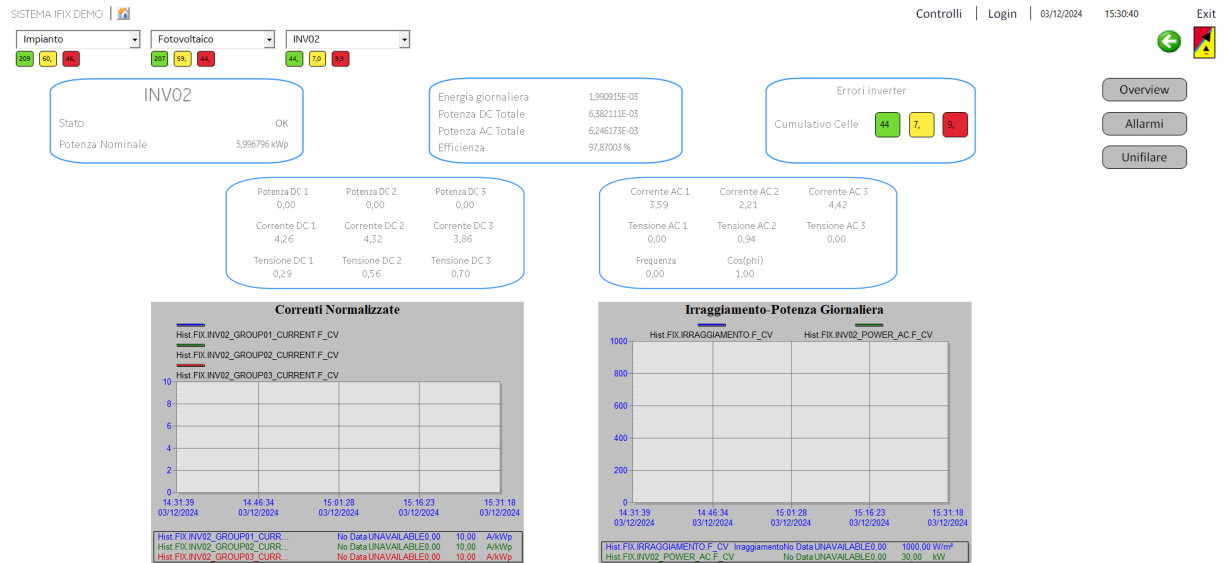
4.3.1 Home Page



4.3.2 Fotovoltaico

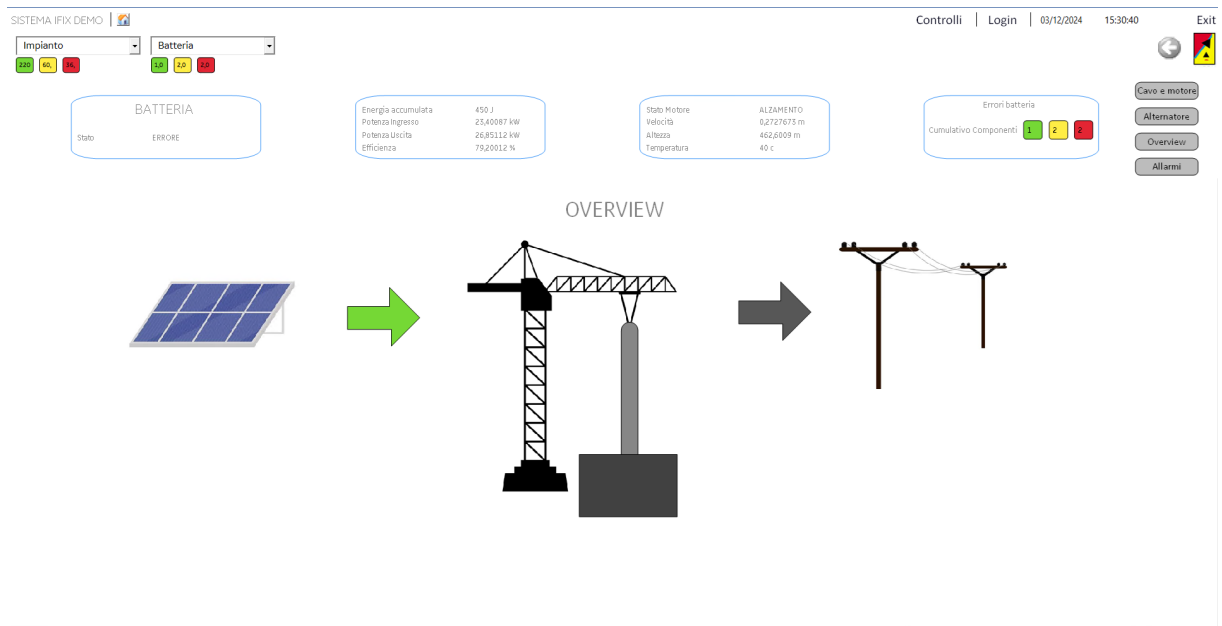


Capitolo 4. Il Progetto SCADA

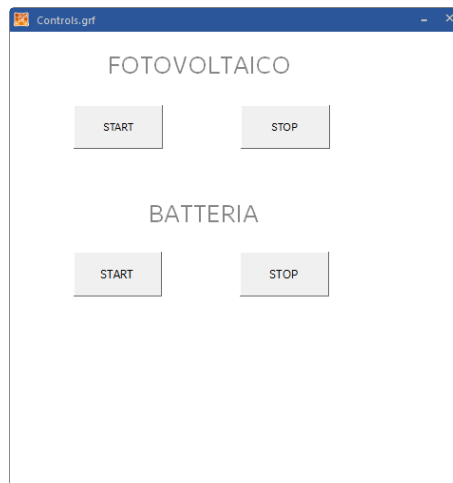


Ack	Time In	Time Last	Node	Tagname	Status	Value	Description
	08:39:32.059	08:39:32.059	FIX	INV02_GROUP01_CELL10_STATUS	HHH	0	Inverter 02, group 01, cell 10, status
	08:39:32.105	08:40:14.064	FIX	INV02_GROUP03_CELL09_STATUS	HHH	0	Inverter 02, group 03, cell 09, status
	08:39:32.105	08:39:52.062	FIX	INV02_GROUP02_CELL14_STATUS	HHH	0	Inverter 02, group 02, cell 14, status
	08:39:32.101	08:40:03.065	FIX	INV02_GROUP03_CELL18_STATUS	HHH	1	Inverter 02, group 03, cell 18, status
	08:39:32.101	08:39:52.062	FIX	INV02_GROUP01_CELL08_STATUS	HHH	0	Inverter 02, group 01, cell 08, status
	08:39:32.101	08:39:32.101	FIX	INV02_GROUP01_CELL14_STATUS	HHH	2	Inverter 02, group 01, cell 14, status
	08:38:52.098	08:40:22.070	FIX	INV02_GROUP03_CELL14_STATUS	HHH	0	Inverter 02, group 03, cell 14, status
	08:38:52.098	08:40:22.070	FIX	INV02_GROUP01_CELL07_STATUS	HHH	2	Inverter 02, group 01, cell 07, status
	08:38:52.098	08:38:52.098	FIX	INV02_GROUP03_CELL20_ENERGY_HOURLY	ERROR	0.00	Inverter 02, group 03, cell 20, energy production in the last hour
	08:38:52.098	08:38:52.098	FIX	INV02_GROUP03_CELL19_ENERGY_HOURLY	ERROR	104.84	Inverter 02, group 03, cell 19, energy production in the last hour
	08:38:52.098	08:38:52.098	FIX	INV02_GROUP03_CELL18_ENERGY_HOURLY	ERROR	88.50	Inverter 02, group 03, cell 18, energy production in the last hour
	08:38:52.098	08:38:52.098	FIX	INV02_GROUP03_CELL17_ENERGY_HOURLY	ERROR	99.75	Inverter 02, group 03, cell 17, energy production in the last hour
	08:38:52.098	08:38:52.098	FIX	INV02_GROUP03_CELL16_ENERGY_HOURLY	ERROR	113.31	Inverter 02, group 03, cell 16, energy production in the last hour
	08:38:52.098	08:38:52.098	FIX	INV02_GROUP03_CELL15_ENERGY_HOURLY	ERROR	101.84	Inverter 02, group 03, cell 15, energy production in the last hour
	08:38:52.098	08:38:52.098	FIX	INV02_GROUP03_CELL14_ENERGY_HOURLY	ERROR	94.80	Inverter 02, group 03, cell 14, energy production in the last hour
	08:38:52.098	08:38:52.098	FIX	INV02_GROUP03_CELL13_ENERGY_HOURLY	ERROR	95.36	Inverter 02, group 03, cell 13, energy production in the last hour
	08:38:52.098	08:38:52.098	FIX	INV02_GROUP03_CELL12_ENERGY_HOURLY	ERROR	94.85	Inverter 02, group 03, cell 12, energy production in the last hour
	08:38:52.098	08:38:52.098	FIX	INV02_GROUP03_CELL11_ENERGY_HOURLY	ERROR	105.42	Inverter 02, group 03, cell 11, energy production in the last hour
	08:38:52.098	08:38:52.098	FIX	INV02_GROUP03_CELL10_ENERGY_HOURLY	ERROR	84.26	Inverter 02, group 03, cell 10, energy production in the last hour
	08:38:52.098	08:38:52.098	FIX	INV02_GROUP03_CELL09_ENERGY_HOURLY	ERROR	107.25	Inverter 02, group 03, cell 09, energy production in the last hour
	08:38:52.098	08:38:52.098	FIX	INV02_GROUP03_CELL08_ENERGY_HOURLY	ERROR	108.73	Inverter 02, group 03, cell 08, energy production in the last hour
	08:38:52.098	08:38:52.098	FIX	INV02_GROUP03_CELL07_ENERGY_HOURLY	ERROR	111.24	Inverter 02, group 03, cell 07, energy production in the last hour
	08:38:52.098	08:38:52.098	FIX	INV02_GROUP03_CELL06_ENERGY_HOURLY	ERROR	70.72	Inverter 02, group 03, cell 06, energy production in the last hour
	08:38:52.098	08:38:52.098	FIX	INV02_GROUP03_CELL05_ENERGY_HOURLY	ERROR	73.07	Inverter 02, group 03, cell 05, energy production in the last hour
	08:38:52.098	08:38:52.098	FIX	INV02_GROUP03_CELL04_ENERGY_HOURLY	ERROR	106.29	Inverter 02, group 03, cell 04, energy production in the last hour
	08:38:52.098	08:38:52.098	FIX	INV02_GROUP03_CELL03_ENERGY_HOURLY	ERROR	99.42	Inverter 02, group 03, cell 03, energy production in the last hour
	08:38:52.098	08:38:52.098	FIX	INV02_GROUP03_CELL02_ENERGY_HOURLY	ERROR	80.21	Inverter 02, group 03, cell 02, energy production in the last hour
	08:38:52.098	08:38:52.098	FIX	INV02_GROUP03_CELL01_ENERGY_HOURLY	ERROR	97.26	Inverter 02, group 03, cell 01, energy production in the last hour
	08:38:52.098	08:38:52.098	FIX	INV02_GROUP02_CELL20_ENERGY_HOURLY	ERROR	81.34	Inverter 02, group 02, cell 20, energy production in the last hour
	08:38:52.098	08:38:52.098	FIX	INV02_GROUP02_CELL19_ENERGY_HOURLY	ERROR	96.66	Inverter 02, group 02, cell 19, energy production in the last hour
	08:38:52.098	08:38:52.098	FIX	INV02_GROUP02_CELL18_ENERGY_HOURLY	ERROR	107.77	Inverter 02, group 02, cell 18, energy production in the last hour
	08:38:52.098	08:38:52.098	FIX	INV02_GROUP02_CELL17_ENERGY_HOURLY	ERROR	104.62	Inverter 02, group 02, cell 17, energy production in the last hour

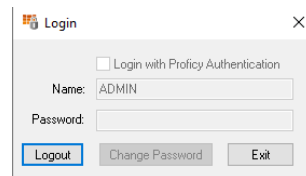
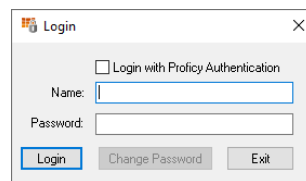
4.3.3 Batteria a gravità



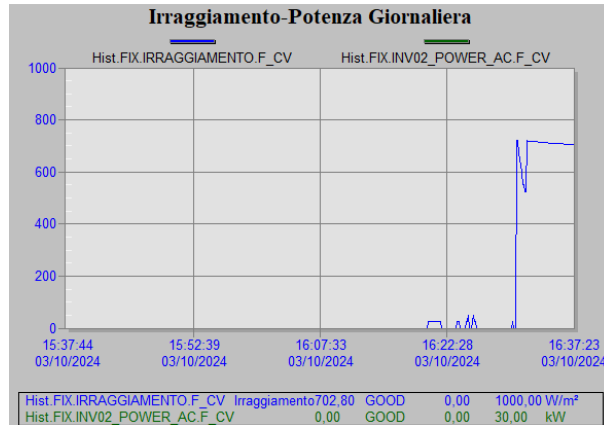
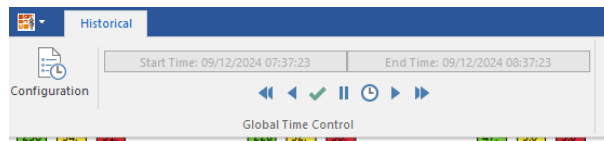
4.3.4 Controllo comandi



4.3.5 Sicurezza



4.3.6 Storico



Capitolo 5

Sviluppi Futuri

L'applicativo sviluppato vuole essere solo un esempio di come gli SCADA commerciali possano essere usati per gestire sistemi innovativi e sperimentali.

Ecco come potrebbe essere migliorata in futuro:

- Implementare la visualizzazione dei report storici all'interno del software.
In questo modo l'operatore non avrà più bisogno di accedere a spazi esterni dall'applicativo favorendo una maggiore sicurezza.
- Integrazione con un database centralizzato come SQL Server.
Per consentire una gestione più efficiente dei dati e la loro storicizzazione.
- Espandere la simulazione collegando l'applicativo ad un controllore di campo, come ad esempio un PLC. Provando a ricreare una simulazione più realistica alla realtà.
- Creazione di un prototipo per testare il vero funzionamento del progetto in condizioni reali.
- Ottimizzazione della carica della batteria attraverso algoritmi predittivo.
Provando a ottimizzare quando la batteria accetti e rilasci corrente per minimizzare l'energia sprecata.

Per concludere, questi sviluppi potrebbero rendere l'applicativo più completo ed affidabile, avvicinandolo sempre di più ad un utilizzo reale in un ambito industriale.

Capitolo 6

Conclusioni E Ringraziamenti

6.1 Conclusioni

In questo trattato sono stati introdotti i concetti di Supervisory Control and Data Acquisition e di Batterie a Gravità, uno è strumento radicalizzato nel mondo industriale, mentre l'altro una tecnologia emergente con ottime prospettive future.

Spero che in futuro questi strumenti siano sempre in continuo aggiornamento e vedremo un utilizzo maggiore di queste tecnologie verdi sperimentali per salvaguardare sempre di più l'ambiente.

Per concludere, mi auguro che questo elaborato sia stato semplice e chiaro anche al lettore meno esperto, non solo in questi argomenti, ma anche nell'ambito informatico in generale.

6.2 Ringraziamenti

Vorrei ringraziare il Professore Fabio Stella, sia per avermi concesso di lavorare su questo interessantissimo progetto, sia per la sua pazienza, disponibilità e professionalità.

Un ringraziamento all'azienda Alten Italia per avermi concesso di imparare come viene sviluppato un software SCADA, con un particolare ringraziamento al tutor Alessandro di Giulio per le sue spiegazioni sul funzionamento degli impianti fotovoltaici.

Un ultimo ringraziamento speciale va anche alla mia famiglia, per avermi sempre sostenuto ed incoraggiato in tutti questi anni.

Bibliografia

- [1] W.Salter, A. Daneels. What is scada? URL <https://cds.cern.ch/record/532624/files/mc1i01.pdf>.
- [2] GE Digital. ifix scada software, . URL <https://www.gevernova.com/software/products/hmi-scada>.
- [3] GE Digital. Industrial gateway server, . URL <https://www.gevernova.com/software/resources/datasheet/seamless-data-integration-industrial-gateway-server>.
- [4] GE Digital. Industrial gateway server, . URL <https://www.gevernova.com/software/products/proficy/historian>.
- [5] Siemens. Simatic wincc scada system. URL <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/simatic-hmi/wincc-unified.html>.
- [6] Inductive Automation. Ignition scada platform. URL <https://inductiveautomation.com/scada-software/>.
- [7] AVEVA. Wonderware intouch hmi. URL <https://www.aveva.com/en/solutions/operations/wonderware/>.
- [8] Alessandro Betti, Maria Luisa Lo Trovato, Fabio Salvatore Leonardi, Giuseppe Leotta, Fabrizio Ruffini, and Ciro Lanzetta. Predictive maintenance in photovoltaic plants with a big data approach. *arXiv preprint arXiv:1901.10855*, 2019.
- [9] Elena Buratin. Batterie a gravità, una soluzione sostenibile: come funziona l'accumulo energetico gravitazionale. *Geopop*, 2023. URL <https://www.geopop.it/batterie-a-gravita-cosa-sono-come-funzionano/>.
- [10] E3S Web of Conferences. The innovative gravity energy storage solution. 2024. URL https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2024/77/e3sconf_icsget2024_03028.pdf.
- [11] Batteria gravitazionale evx, in funzione il sistema da 100 mwh. *Rinnovabili*, 2023. URL <https://www.rinnovabili.it/energia/batteria-gravitazionale-evx-100-mwh/>.

-
- [12] Batterie a gravità: nuova vita per le miniere abbandonate. *Rinnovabili*, 2022. URL <https://www.rinnovabili.it/energia/accumulo/batterie-a-gravita-miniere-abbandonate/>.
- [13] Alten Italia. Sviluppo di un sistema scada custom in .net. URL <https://www.alten.it/2024/01/16/sviluppo-di-un-sistema-scada-custom-in-net/>.
- [14] Microsoft. Vba. URL <https://learn.microsoft.com/en-us/office/vba/api/overview/>.

Altro Materiale Consultato

- A. Daneels, W.Salter - What is SCADA?
- Alten Italia - KPI Solare Ufficiale
- Sumeet Sagar, Swati Sondhi, Jaya Sagar - Gravity Battery: Storing Electrical Energy In The Form Of Gravitational Potential Energy
- Cathleen O'Grady - Gravity powers batteries for renewable energy