



PERCHÉ LO SMART GRID?

Fin dall'inizio del XXI secolo, la possibilità di usufruire dei miglioramenti nella tecnologia di comunicazione elettronica per risolvere le limitazioni e i costi della rete elettrica è risultata evidente.

Le limitazioni tecnologiche nelle misurazioni non costringono più a mediare i prezzi della potenza di picco e a passarli a tutti i consumatori allo stesso modo.

Parallelamente, le crescenti preoccupazioni per i danni ambientali prodotti da centrali elettriche a combustibili fossili hanno portato ad una ricerca per utilizzare grandi quantità di energia da fonti rinnovabili.

Forme dominanti, come l'energia eolica e l'energia solare, sono altamente variabili e, quindi, la necessità di sistemi di controllo più sofisticati divenne evidente, per facilitare il collegamento di queste fonti alla rete. La potenza da celle fotovoltaiche (e, in minor misura, dalle turbine eoliche) ha, inoltre, in modo significativo, rimesso in discussione la assoluta necessità di grandi e centralizzate centrali elettriche.

I costi rapidamente decrescenti indicano un cambiamento significativo dalla topologia della rete centralizzata a una rete altamente distribuita, con la potenza che sia generata e consumata all'interno della rete.

Infine, la crescente preoccupazione per un attacco terroristico in alcuni paesi ha portato a richieste di una rete energetica più robusta e meno dipendente da centrali elettriche centralizzate che vengono percepite come potenziali obiettivi di attacco.



SMART GRID



COS'E' UNO SMART GRID?

Lo Smart Grid è un sistema per una "distribuzione intelligente" dell'elettricità, in grado di conoscere il consumo dei vari utenti e di gestire la generazione e la distribuzione dell'elettricità in funzione della domanda.

In parole semplici, se in una certa area abbiamo una potenziale sovrabbondanza di energia, l'energia in eccesso può essere ridistribuita ad altre aree che ne necessitano, sulla base delle reali richieste dagli utenti.

Inoltre, il software che regola lo Smart Grid può monitorare il flusso elettrico del sistema, integrare nella rete l'energia rinnovabile e attivare / sospendere i processi industriali o domestici durante i periodi nei quali l'elettricità costa meno / di più.

Lo Smart Grid conosce le nostre necessità di consumo di potenza. Quando la domanda di elettricità è al massimo, lo Smart Grid automaticamente si adatta alla domanda prelevando l'energia in eccesso da molte fonti per evitare problemi di sovraccarico o interruzioni di potenza.

Ha, quindi, la funzione di condividere l'elettricità che viene generata da varie fonti, sia pubbliche che private, tradizionali e rinnovabili, e di garantire che i dispositivi elettrici usino l'elettricità nel modo più efficiente possibile.

COS'E' UN SOFTWARE SCADA?

Lo **SCADA** (Supervisory Control And Data Acquisition) è un sistema di controllo industriale che realizza le seguenti funzioni:

- acquisizione dei parametri fisici che sono necessari per il controllo e la supervisione del sistema;
- controllo, per mezzo di attuatori, del funzionamento;
- supervisione e monitoraggio visivo, attraverso diagrammi sinottici, dello stato operativo del sistema, degli allarmi, ecc., anche con controllo remoto.

I sistemi SCADA eseguono la supervisione, il controllo, l'ottimizzazione e la gestione dei sistemi per la generazione e la trasmissione dell'energia elettrica e delle reti di distribuzione.

Essi permettono di raccogliere, memorizzare e analizzare dati da centinaia di migliaia di punti di raccolta nelle reti nazionali o regionali, di modellare le reti, di simulare le operazioni, di evidenziare i guasti, di prevenirli e, infine, di partecipare al mercato dell'energia.

Sono una componente vitale delle reti moderne e permettono lo sviluppo degli Smart Grid che devono gestire enormi quantità di energia da sorgenti rinnovabili prodotta da generatori di grande e piccola taglia, per mantenere la stabilità della rete nonostante l'intermittenza di tali sorgenti e la bi-direzionalità del flusso di energia.



SMART GRID



LA SOLUZIONE DE LORENZO

Il sistema di rete intelligente sviluppata dalla De Lorenzo può essere organizzato in otto sottosistemi, ciascuno composto da diversi moduli. I primi quattro sottosistemi sono simulazioni di fonti di energia; il primo è l'alimentazione principale della rete con una unità di alimentazione trifase che rappresenta una centrale a carbone.

Gli altri tre sottosistemi corrispondono a fonti alternative di energia: eolica, idroelettrica e solare. La simulazione dell'impianto eolico è realizzata con un motore asincrono trifase che opera da generatore mentre la simulazione dell'impianto idroelettrico è realizzata con una macchina sincrona trifase e con un modulo relè di sincronizzazione del generatore per rendere possibile il collegamento alla rete. Infine, l'energia solare viene generato con un pannello solare e quattro lampade con dimmer per simulare il sole, collegato ad un modulo inverter che permette che l'energia generata venga trasferita alla rete.

Un quinto sottosistema nella rete intelligente è composto da moduli per protezione dai guasti; i moduli sono un feeder manager relè che misura in tempo reale le tensioni e le correnti per rilevare i guasti nella rete e quattro interruttori di potenza controllati dal modulo precedente per scollegare linee difettose.

Il sesto sottosistema si riferisce ai moduli di misura; ci sono tre misuratori di massima domanda che misurano tensioni in CA, correnti, frequenze, potenza attiva, potenza reattiva, potenza apparente, fattore di potenza e THD per ciascuna delle tre fasi disponibili nella rete e due unità di misura digitale dell'energia elettrica che, oltre a misurare gli stessi parametri del modulo precedente, eseguono misure di tensione in CC, corrente, potenza ed energia.

Il settimo sottosistema è per il controllo del fattore di potenza con 2 moduli, il primo è una batteria commutabile di condensatori con quattro diversi valori di capacità e il secondo è un regolatore di potenza reattiva che attiva i condensatori del modulo precedente per effettuare una correzione del fattore di potenza.

L'ultimo sottosistema è composto da elementi passivi; tre moduli con diversi tipi di carichi (capacitivo, induttivo, resistivo) che simulano i carichi in una casa o in una fabbrica e due moduli con impedenze che simulano le perdite generate nelle linee di trasmissione, in particolare nelle linee da 10 e da 100 km di lunghezza.

Un software SCADA esegue l'acquisizione e la memorizzazione dei dati provenienti dagli strumenti di misura e il controllo degli attuatori per una gestione "intelligente" dell'intero sistema elettrico. Il software SCADA può anche essere fornito su richiesta in versione aperta, in modo che il docente può attuare il suo progetto e selezionare le modalità e la procedura per la visualizzazione dei parametri e il controllo degli attuatori.

Il sistema sopra descritto rappresenta la configurazione di base del nostro laboratorio (DL SGWD).

Opzionalmente, è possibile aggiungere un sistema di generazione di energia eolica, con una turbina eolica reale collegata ad un modulo inverter per rendere possibile il collegamento alla rete.



Configurazione speciale preparata per la Fiera della Worlddidac

OBIETTIVI FORMATIVI

Il sistema didattico per lo studio dello Smart Grid può essere considerato un laboratorio multidisciplinare, perché permette lo studio e la realizzazione di esperienze su diverse materie tecniche, che vengono poi integrate in una configurazione completa del sistema Smart Grid.

In realtà, sistema didattico Smart Grid è un laboratorio integrato che può essere utile per un gran numero di corsi di laurea di ingegneria. L'attrezzatura di laboratorio può essere configurata per creare diversi tipi di esercizi, che rafforzano i concetti di base e avanzati nel settore dell'energia elettrica. Le apparecchiature possono essere interconnesse per formare un sistema completo di rete intelligente. Tuttavia, come si può vedere dalla lista degli esperimenti nel prossimo paragrafo, temi tradizionali, come le macchine elettriche, sistemi di distribuzione e così via possono essere coperti dal sistema didattico Smart Grid; questo laboratorio innovativo può comprendere dimostrazioni di classe ed esperimenti di laboratorio.

Ci sono temi fondamentali che sono necessari per la comprensione del concetto di Smart Grid e che devono essere collegati a situazioni di vita reale, ma altri argomenti potrebbero essere aggiunti per creare corsi di studio speciali. I temi principali sono: circuiti elettrici, macchine elettriche, energia idroelettrica, energia eolica, energia solare fotovoltaica, energie rinnovabili, trasmissione di potenza, distribuzione di energia.

Inoltre, altri corsi di studio possono beneficiare del sistema didattico Smart Grid, come, ad esempio: ingegneria e analisi dei sistemi di potenza, macchine elettriche, sistemi di controllo lineari, ingegneria della distribuzione elettrica e automazione delle reti intelligenti, funzionamento e controllo della generazione di potenza, elettronica di potenza, costificazione e costruzione di sistemi di alimentazione, stabilità dei sistemi di potenza, metodi di ottimizzazione, processi stocastici, sistemi embedded.

Il sistema di rete intelligente può essere utilizzato da studenti di ingegneria meccanica ed elettrica come un progetto di lunga durata in quanto comprende elementi sufficienti per coprire la maggior parte degli argomenti di cui sopra.



SMART GRID



Argomenti specifici sui circuiti elettrici possono essere studiati attraverso i moduli di carico, permettendo la piena comprensione dei carichi resistivi, capacitivi e induttivi, alimentati in CA o CC. Un'apparecchiatura protetta consente l'applicazione di grandezze elettriche nominali domestiche e industriali e la loro strumentazione. Effetti particolari di carichi induttivi e di correzione del fattore di potenza sono altre questioni che possono essere affrontate.

Lo studio delle apparecchiature elettriche in CA può anche essere integrato con l'esperienza pratica fornita dai generatori ad induzione e sincroni utilizzati per emulare rispettivamente una centrale eolica e una centrale idro-elettrica.

Metodi di sincronizzazione, trasformatori di potenza e per strumentazione e i fenomeni fisici possono essere misurati e studiati come elementi singoli o come parte di tutto il sistema di distribuzione di energia.

L'intero sistema può essere testato sotto molti punti di vista in quanto è configurabile e, quindi, esperimenti differenti possono essere condotti in base agli stessi principi. Quando si analizzano i sistemi di distribuzione e gli schemi di guasto, la strumentazione e le schede logiche sono in grado di fornire una flessibilità sufficiente per comprendere il processo tra la generazione di energia e il suo utilizzo, insieme a eventi anomali ed ai loro rispettivi problemi di protezione. In questo modo, gli argomenti aggiunti nei piani di studio che riguardano la gestione e la distribuzione di energia possono anche trovare spazio in un progetto integrato di Smart Grid a lungo termine, che può essere valutato anche sotto gli aspetti di efficienza a seconda delle condizioni di carico o di condizioni particolari dei generatori.

In questo modo, la rete intelligente, come insieme di singoli moduli o nel suo insieme, permette allo studente di muoversi verso un unico obiettivo passando necessariamente attraverso ogni singola area, rendendo possibile la piena comprensione della teoria delle reti intelligenti, le sue applicazioni e possibilità, così come le relative fasi per la sua integrazione.

Il sistema didattico Smart Grid consente, inoltre, di comprendere argomenti avanzati come la produzione di energia in impianti eolici che sono collegati alla rete elettrica principale o possono essere isolati come micro-reti, così che gli studenti possono comprendere i problemi reali di ingegneria, che sono di importanza fondamentale per il progresso dell'energia; in tal modo, corsi di base e avanzati possono essere combinati nel sistema a turbina eolica. Ad esempio, i generatori eolici includono un controllore di inclinazione che aumenta l'efficienza energetica e l'energia generata viene inviata alla rete elettrica centrale; quindi, gli studenti devono utilizzare diverse tecniche, quali i sistemi di controllo, il controllo digitale, le macchine elettriche e così via.

Come ulteriore esempio, si può studiare una combinazione di 3 fonti di energia mentre stanno fornendo energia al carico. Se la sorgente convenzionale è combinata con un'energia eolica e una idroelettrica, lo studente sarà in grado di capire in modo chiaro il processo di fornire energia al carico da energia alternativa. Inoltre, possono essere incluse nell'esercizio le questioni ambientali (impronta di carbonio).

Il numero di esercizi e di argomenti può essere ampliato e lo studente è in grado di proporre nuove idee su come risolvere i problemi che interessano la società civile; quindi, la motivazione dello studente può essere aumentata.

In conclusione, i corsi di ingegneria devono coprire i concetti sperimentali che incrementano la conoscenza tecnica degli studenti, ma non è facile trovare sistemi sperimentali che permettono di combinare questi concetti.



SMART GRID



Sebbene lo Smart Grid sia un problema piuttosto complesso che sta influenzando l'energia elettrica, potrebbe essere utilizzato per apprendere concetti di base come i circuiti elettrici; quindi, questo sistema include tutti gli elementi per fornire una vera e propria esperienza nei corsi di studio di ingegneria meccanica ed elettrica. Lo Smart Grid è un sistema perfetto per l'insegnamento e per coinvolgere gli studenti nei problemi di ingegneria sperimentale. Inoltre, lo studente può affrontare i problemi ecologici ed economici. L'uso sperimentale di energia solare ed eolica fornisce informazioni su come le fonti alternative di energia elettrica possono essere utilizzate in larga e piccola scala.

La nostra proposta prevede esercizi con lo Smart Grid su diversi temi; questo sistema è il conduttore per il collegamento di concetti teorici e pratici.

LISTA DEGLI ESPERIMENTI

SISTEMA IDROELETTRICO

Brushless

Caratteristiche generatore senza carico

Caratteristiche generatore con carico

Caratteristiche di regolazione delle prestazioni

Sincronizzazione automatica

Protezione sovracorrente

Protezione di sovratensione o sotto tensione

Protezione di sovra frequenza o sotto frequenza

SISTEMA EOLICO

Controllo dell'inclinazione delle pale

Analisi dei parametri meccanici all'interno di un generatore a induzione

Analisi dei parametri elettrici all'interno di un generatore a induzione

SISTEMA FOTOVOLTAICO

Caratterizzazione di un pannello fotovoltaico a vuoto

Caratterizzazione di un pannello fotovoltaico a carico

Connessione di un sistema fotovoltaico alla rete reale mediante un sistema a inverter grid monofase

TRASFORMATORI

Gruppo vettoriale

Prestazioni a vuoto

Prestazioni a carico

Prestazione asimmetrica

Prestazione della regolazione

Trasformatore di protezione da sovracorrente

Trasformatore di protezione differenziale

TRASMISSIONE



SMART GRID



Prestazioni a vuoto

Prestazioni a carico accoppiato

Carico ohmico-induttivo

Carico ohmico-capacitivo

Compensazione automatica

Rete radiale di linee di trasmissione

Rete a maglie di linee di trasmissione

Linea di trasmissione: guasto a terra e protezione

Linea di trasmissione: protezione contro la sotto-tensione

Linea di trasmissione: protezione contro la sovra-tensione

SMART GRID

Contributo dell'energia solare

Contributo dell'energia idroelettrica

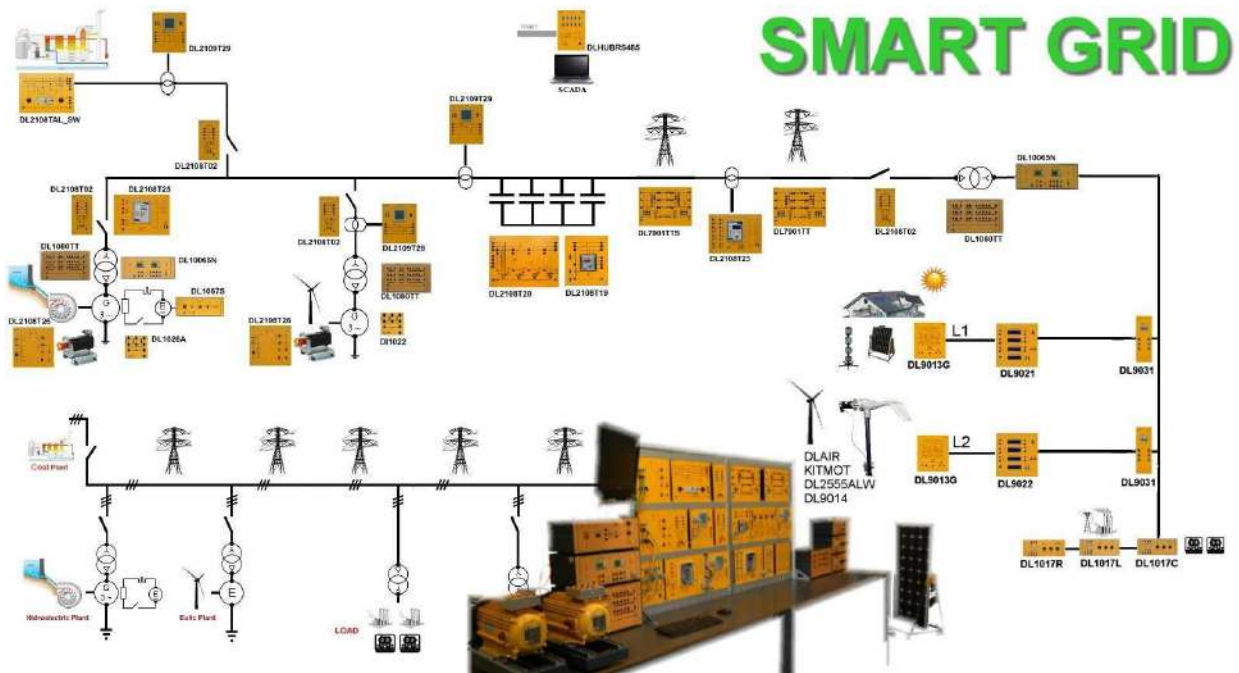
Contributo della centrale eolica



SMART GRID



DIAGRAMMA DELLO SMART GRID





MANUALI

Il sistema include un manuale in inglese degli esperimenti con una descrizione dettagliata dei 22 esperimenti suggeriti per il sistema.

Inoltre, il sistema viene fornito con un libro in inglese di 300 pagine, “EXPERIMENTAL CONCEPTS OF SMART GRID TECHNOLOGY BASED ON DELORENZO SMART GRID”, scritto dai Prof. Pedro Ponce e Arturo Molina, dell’Istituto Tecnologico di Monterrey (Mexico).

A seguire l’indice completo:

- 1 Electric Circuits**
 - 1.1 Frequency-domain analysis**
 - 1.1.1 Phasors
 - 1.1.2 Impedances
 - 1.1.3 Phasor Diagrams
 - 1.1.4 Phasor Measurement Unit
 - 1.1.5 Exercises
 - 1.2 AC Power Analysis**
 - 1.2.1 Instantaneous Power
 - 1.2.2 Average Power
 - 1.2.3 Effective Values or RMS Values
 - 1.2.4 Apparent Power and Power Factor
 - 1.2.5 Complex Power
 - 1.2.6 Power Factor Correction
 - 1.2.7 Exercises
 - 1.3 Polyphase Circuits**
 - 1.3.1 Single-phase three-wire systems
 - 1.3.2 Balanced three-phase voltages
 - 1.3.3 Balanced Y-Y Connection
 - 1.3.4 Balanced Y- Δ Connection
 - 1.3.5 Balanced Δ - Δ Connection
 - 1.3.6 Balanced Δ -Y Connection
 - 1.3.7 Unbalanced three-phase systems
 - 1.3.8 Power in Three-Phase Systems
 - 1.3.9 Exercises
 - 1.4 Harmonics**
 - 1.4.1 Exercises
 - 1.5 Theoretical problems**
 - References**
- 2 Electric Machinery**
 - 2.1 Main electric machinery**
 - 2.1.1 Generator
 - 2.1.2 Transformers
 - 2.1.2.1 Potential transformer
 - 2.1.2.2 Current transformers
 - 2.1.3 Power lines
 - 2.1.4 Loads
 - 2.1.5 Transmission lines
 - 2.1.6 Protective devices
 - 2.2 Rotational motion, Newton’s law and power relationships**
 - 2.2.1 Angular position
 - 2.2.2 Angular velocity
 - 2.2.3 Angular acceleration
 - 2.2.4 Torque
 - 2.3 Newton’s Law of Rotation**
 - 2.3.1 Work
 - 2.3.2 Power
 - 2.4 The Magnetic Field**



SMART GRID



- 2.5 Magnetically coupled circuits**
- 2.6 Electromechanical energy conversion**
- 2.7 Machine Windings**
- 2.8 Winding Inductances**
 - 2.8.1 Synchronous Machine
 - 2.8.2 Induction Machine
 - 2.8.2.1 Load test
 - 2.8.2.1.1 Exercise Generator Load Test
 - 2.8.2.1.2 Exercise Generator No Load Test
 - 2.8.2.2 Locked Rotor Test
- 2.9 Asynchronous Motor**
 - 2.9.1 Equivalent circuit of the induction motor and torque-speed graph
 - 2.9.2 National Electrical Manufacturers Association (NEMA) Design
 - 2.9.3 NEMA breakout Code
- 2.10 Brushless Motor**
 - 2.10.1 Operating principle
 - 2.10.2 Inductance and resistance in the windings
 - 2.10.3 Brushless Exercise
- 2.11 Theoretical problems**

References

3 Hydroelectricity

3.1 Overall characteristics and operation

- 3.1.1 Exercises

3.2 Integration with the infinite bus

- 3.2.1 Exercises

3.3 Theoretical problems

References

4 Wind Energy

4.1 Wind turbine basic structure

4.2 Worldwide Eolic energy production

4.3 Basics of wind energy

4.4 Aerodynamics of wind turbines

- 4.4.1 Airfoils

4.5 Constant-Speed turbines versus variable-speed ones

4.6 Wind energy resource

4.7 Power generation system

- 4.7.1 Fixed speed wind turbines
- 4.7.2 Variable speed wind turbines
- 4.7.3 Exercises

4.8 Economic factors

References

5 Photovoltaic

5.1 Introduction

- 5.1.1 Grid-connected photovoltaic systems
- 5.1.2 Stand-alone photovoltaic systems
 - 5.1.2.1 Photovoltaic system directly coupled to DC
 - 5.1.2.2 Photovoltaic systems with energy storage system and battery
 - 5.1.2.3 Photovoltaic system with and inverter

5.2 Overall characteristics and operation

- 5.2.1 Cell types
 - 5.2.1.1 Basic processes in organic solar cells

5.3 Generation of electrical energy

- 5.3.1 Photovoltaic arranges
 - 5.3.1.1 Series connection
 - 5.3.1.2 Parallel connection

5.4 Spectral response

- 5.4.1 Example

5.5 Equivalent circuit

5.6 System Performance

5.7 Maximum power



SMART GRID



- 5.8 Fill Factor**
- 5.9 System degradation and efficiency**
 - 5.9.1 Photovoltaic conversion efficiency
- 5.10 Output of a typical solar photovoltaic Power System**
 - 5.10.1 Example
- 5.11 Storage of the electrical energy**
 - 5.11.1 Batteries
 - 5.11.2 The structure of power storage devices
 - 5.11.3 Battery Storage
 - 5.11.4 Battery efficiency
 - 5.11.4.1 Battery charge regulators
 - 5.11.5 Example
- 5.12 Inverters**
- 5.13 Costs**
 - 5.13.1 Photovoltaic module prices
 - 5.13.2 Photovoltaic system prices
 - 5.13.3 Levelized cost of energy
 - 5.13.4 Strategies for reducing photovoltaic system prices
 - 5.13.5 Reducing material costs
 - 5.13.6 Improving manufacturing process
 - 5.13.7 Reducing module shipping costs
 - 5.13.8 Increasing photovoltaic module efficiency
 - 5.13.9 Reducing power electronic costs
 - 5.13.10 Reducing Balance-of-Systems Costs
- 5.14 Exercises**
 - 5.14.1 Energy contribution for different angles of the solar panel
 - 5.14.2 Energy efficiency due to solar panel heat

References

- 6 Electric Power Transmission Parameters**
 - 6.1 Generic structure of a transmission tower**
 - 6.2 Transmission line parameters**
 - 6.2.1 Electric resistance
 - 6.2.2 Inductance
 - 6.2.2.1 Inductance due to internal flux linkage
 - 6.2.2.2 Inductance due to external flux linkage
 - 6.2.2.3 Total inductance
 - 6.2.2.4 Inductance in a point P due to an N conductors system
 - 6.2.2.5 Inductance in the infinite
 - 6.2.2.6 Inductance of a monophasic system
 - 6.2.2.7 Inductance of a three phase system
 - 6.2.3 Geometric mean radius and geometric mean distance
 - 6.2.4 Inductance of three phase double circuit lines
 - 6.2.5 Capacitance of transmission lines
 - 6.2.5.1 Capacitance of a single phase line
 - 6.2.5.2 Capacitance of a three phase line
 - 6.2.5.3 Effect of earth on the capacitance of conductors
 - 6.2.6 Exercises
 - 6.3 Transmission line mathematical model**
 - 6.3.1 Exact ABCD model of a transmission line
 - 6.3.2 Equivalent π circuit
 - 6.3.3 Exercises
 - 6.4 Power flow analysis**
 - 6.4.1 Exercises
 - 6.5 Theoretical Problems**
 - 6.5.1 Electric Resistance
 - 6.5.2 Three phase bundled conductor impedance
 - 6.5.3 Capacitance of transmission lines
 - 6.5.4 ABCD model
 - 6.5.5 Equivalent π circuit

References

7 Smart Grid



SMART GRID



- 7.1.1 Economic Factors
- 7.1.2 Reliability Factors
- 7.1.3 Environmental
- 7.1.4 Security
- 7.1.5 The Perspective of the Metering Industry

7.2 Exercises

- 7.2.1 Contribution of solar energy
- 7.2.2 Contribution of hydropower
- 7.2.3 Contribution of wind plant

References

8 Renewable Energy

8.1 Energy sources and resources

8.2 Types of Energy

8.3 Types of renewable energies

8.4 Advantages and disadvantages

8.5 Storage

- 8.5.1 Pumped hydro
- 8.5.2 Compressed air
- 8.5.3 Flywheels
- 8.5.4 Batteries
- 8.5.5 Rokkasho-Futamata Wind Farm

8.6 Energy and society

- 8.6.1 Use of energy

8.7 Economics

8.8 Solutions

8.9 Theoretical problems

References

9 Power distribution system, unsymmetrical failures and power system protections

9.1 Types of distribution systems

- 9.1.1 Radial networks
 - 9.1.1.1 Aerial radial networks
 - 9.1.1.2 Subterranean radial networks
- 9.1.2 Ring networks
- 9.1.3 Mesh networks
- 9.1.4 Exercises

9.2 Faults on power systems

- 9.2.1 Symmetrical Components
- 9.2.2 Sequence networks of electric machinery
 - 9.2.2.1 Transformers
 - 9.2.2.2 Transmission lines and rotating machines
- 9.2.3 Coupled circuits for unsymmetrical faults
 - 9.2.3.1 Single line to ground fault
 - 9.2.3.2 Line to line fault
 - 9.2.3.3 Double line to ground
 - 9.2.3.4 Summary of coupled circuits
- 9.2.4 Exercises

9.3 Electric protections

- 9.3.1 Types of faults and relays
- 9.3.2 Relay operation

9.4 Power Line Carrier

9.5 Theoretical problems

- 9.5.1 Thévenin equivalent
- 9.5.2 Types of failures

References

10 APPENDIX 1: Smart grid components



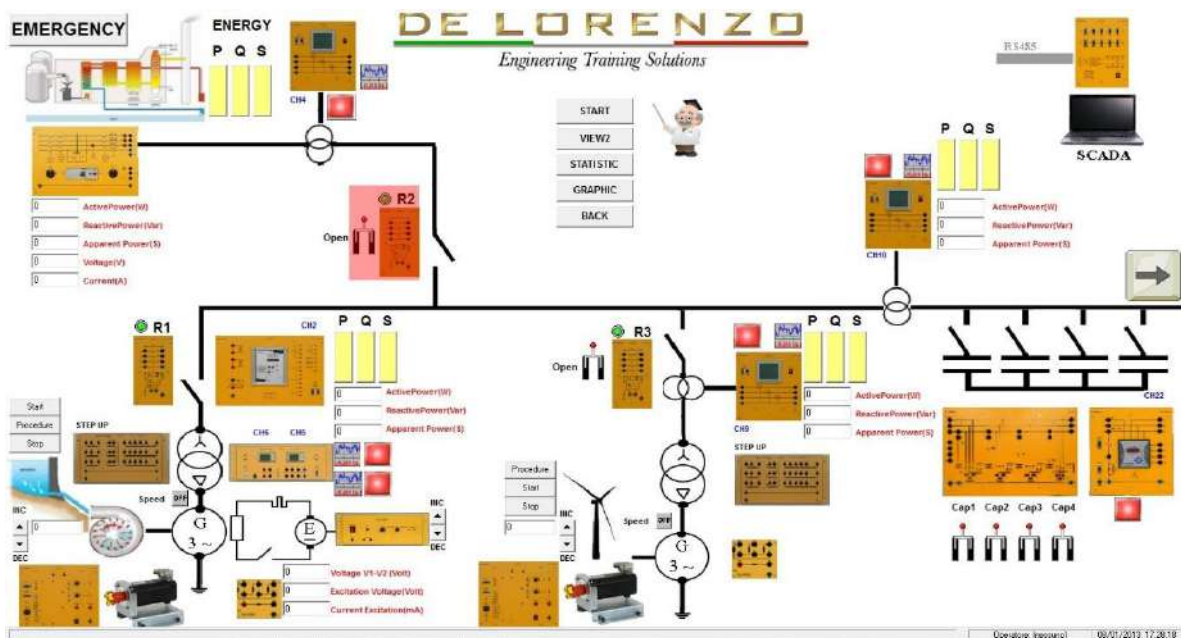
ESEMPIO DI ESERCIZIO *(traduzione dal manuale inglese appositamente per questo documento)*

CONTRIBUTO DELL'ENERGIA SOLARE

Assumiamo che vi sia una domanda di energia da un punto distante della rete e che ci sia energia solare che è possibile sfruttare. In questo esercizio, lo studente interverrà riducendo il consumo di energia proveniente da un impianto di vecchia generazione, per utilizzare il surplus di energia prodotta dai sistemi solari fotovoltaici.

La riduzione anche di un minimo di energia assorbita certamente avrà un impatto sull'inquinamento ambientale prodotto da un impianto di vecchia generazione.

1. Imposta il carico DL 1017R sulla posizione 2 e chiudi il relè R2 per fornire l'energia che arriva dall'impianto a carbone.



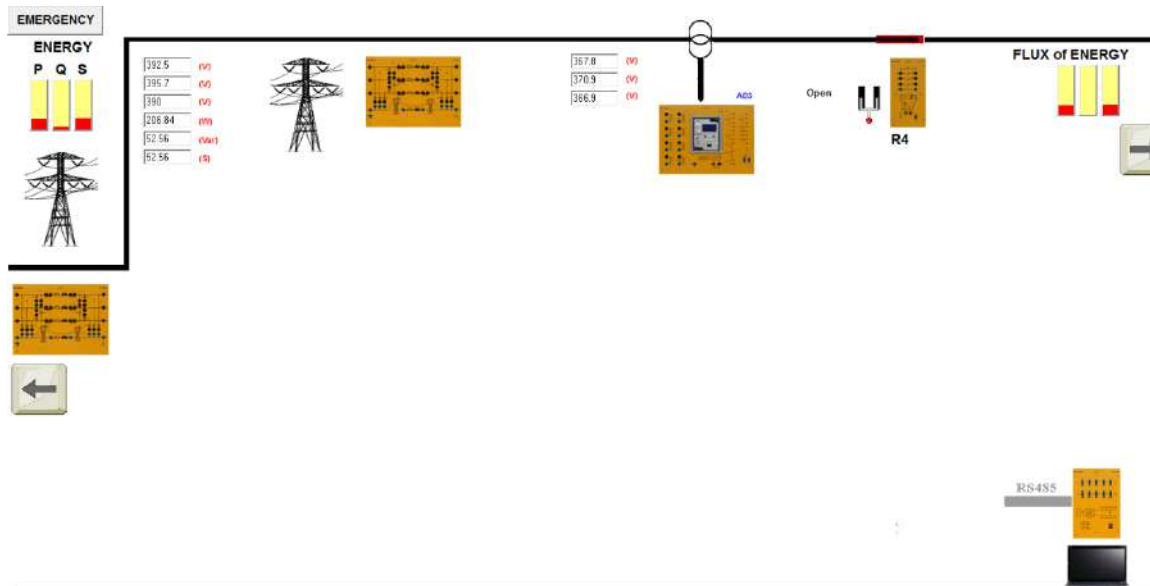
2. Chiudi il relè R4 per trasferire l'energia che arriva dall'impianto al carico e osserva il consumo di potenza sul modulo DL 2109T29.

Posizione del DL 1017R	Potenza attiva [W]	Potenza reattiva [VAR]
2	207,64	52,32
3	310,00	101,00

In questa situazione vedremo la potenza attiva richiesta dal carico resistivo (DL 1017R) e un po' di potenza reattiva richiesta dal primario del trasformatore di step down.



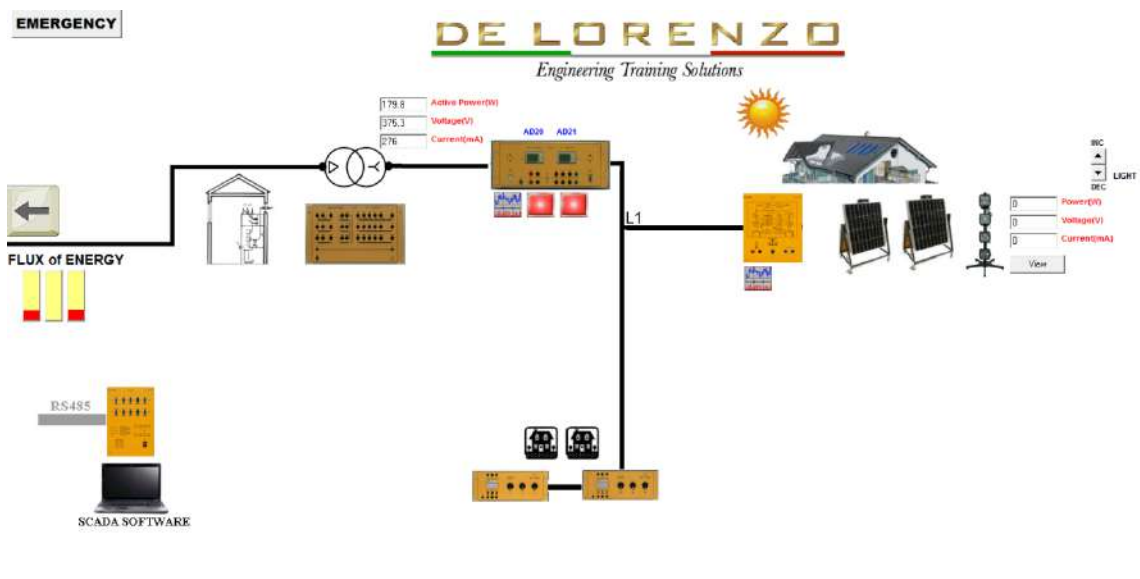
SMART GRID



3. Osservare il consumo di potenza attiva dopo il secondario del trasformatore di step down.

Posizione del DL 1017R	Potenza attiva [W]
2	179,9
3	275,1

In questa situazione, l'energia totale che arriva dall'impianto a carbone e diretta al carico, attraversando la lunga distanza della linea, produce una perdita di potenza nella linea di trasmissione.





SMART GRID



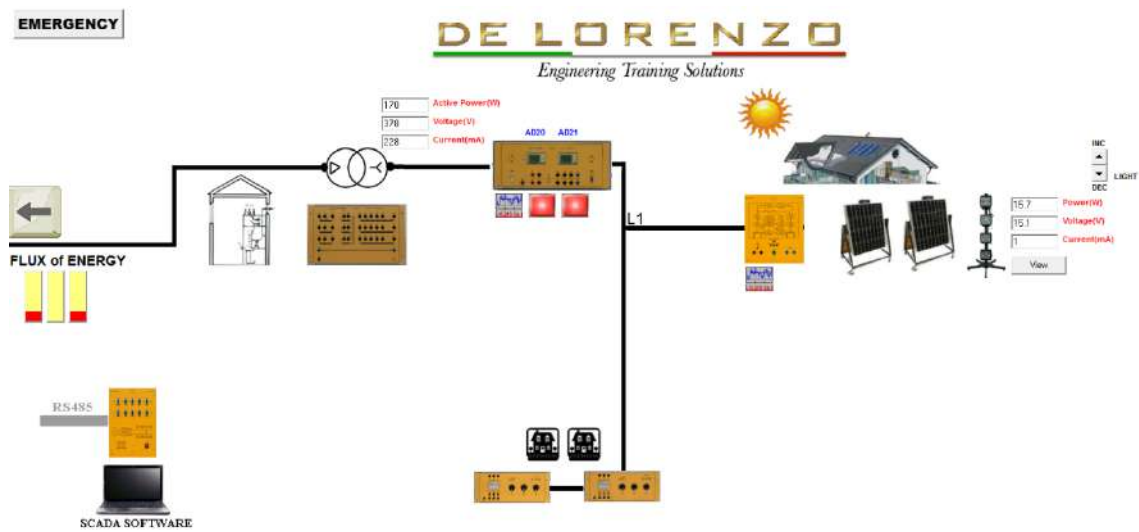
4. Incrementare l'energia solare e verificare il contributo dell'energia che arriva dall'impianto fotovoltaico.

Posizione del DL 1017R	Potenza attiva [W]
2	15,7
3	12,3

(con luce al 100% e pannello a 90°)

La potenza attiva che arriva dall'impianto a carbone si ridurrà così come l'inquinamento in termini di CO₂. Se convertiamo la riduzione di potenza in riduzione dell'inquinamento su larga scala, possiamo dare un grande contributo all'ambiente.

La riduzione dell'energia di potenza è inferiore se usiamo la luce artificiale, mentre se orientiamo il pannello fotovoltaico in direzione del sole il contributo sarà maggiore.





LISTA DEI MODULI

DL 2108T26	Motore brushless con controllore	2
DL 1021/4	Motore asincrono trifase	1
DL 1013A	Base	2
DL 1026P4	Alternatore trifase	1
DL 1017R	Carico resistivo	1
DL 1017L	Carico induttivo	1
DL 1017C	Carico capacitivo	1
DL 2108TAL-CP	Alimentatore trifase	1
DL 1067S	Alimentatore motorizzato	1
DL 7901TT	Modello di linea da 360km	1
DL 7901TTS	Modello di linea da 110km	1
DL 10065N	Modulo di misura digitale della potenza elettrica	2
DL 2109T29	Misuratore di energia trifase	3
DL 2108T25	Relè controllo sincronismo e sincronizzazione	1
DL 2108T23	Feeder manager relè	1
DL 2108T02	Interruttore di potenza	3
DL 2108T02A	Interruttore di potenza	1
DL 2108T19	Controllore dell'energia reattiva	1
DL 2108T20	Batteria di condensatori commutabili	1
DL 9031	Interruttore magnetotermico differenziale	1
DL 9013G	Inverter grid	1
PFS-85	Modulo fotovoltaico	1
DL SIMSUN	Pannello a 4 lampade	1
DL WINDSIM	Simulatore del vento	1
DL HUBRS485F	Interfaccia di comunicazione MODBUS	1
DL SCADA3+	SOFTWARE SCADA	1
DL 1080TT	Trasformatore trifase	3
DL 1155SGWD	Kit di cavetti di collegamento	1
DL T12090	Banco da lavoro 120x90	3
DL T06090	Banco da lavoro 60x90	1
DL A120-3M-LED	Telaio a tre livelli	3
DL PCGRID	All-In-One Personal Computer	1
DL SBB	Barra dei segnali	2
DL 2100TTI	Three-Phase Transformer	1
DL 1196	Supporto per cavetti	1

Opzioni:

- **Collegamento alla rete dell'energia eolica.** Consente di aggiungere un sistema di energia eolica in parallelo al sistema solare fotovoltaico nella sezione "utilizzatori" del sistema –**codice d'ordine: DL SGWD-W** (che include il DL SGWD e l'opzione DL WIND-A1G)