MASTER COPY
Tel. 388/9837745

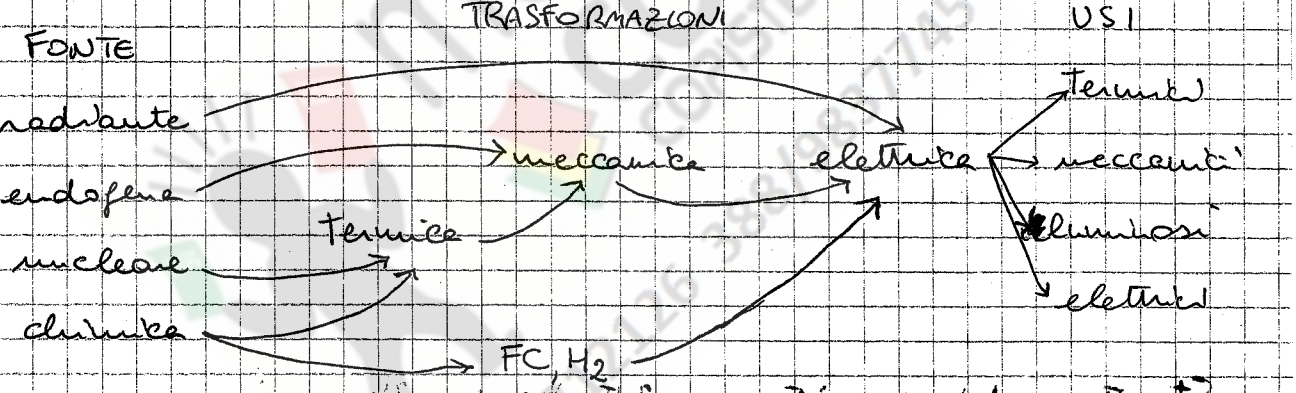
Sistemi elettrici per l'energia

prof. Paolo Pelacchi (DSEA) - 050/

- moduli del corso: 1) tecnica generale dei sistemi elettrici
  2) gestione dei sistemi e mercato elettrico
- materiale didattico: - Paris, Sistemi elettrici per l'energia
  - Canevascia, Fondamenti di ricerca elettrica
- prova d'esame: orale, tutto alla fine del secondo semestre

01/10/2009

Esistono varie forme di energia e varie fonti da cui produrla: la cosa più naturale sarebbe di convertire direttamente ogni fonte nella forma di energia necessaria. Questo non avviene quasi mai, e vengono quindi utilizzate dei vettori energetici intermedi, come i seguenti:



Il principale vettore energetico è l'energia elettrica, che si trasporta con molta facilità e può essere convertita nelle altre forme altrettanto facilmente. Anche l'idrogeno rappresenta un vettore energetico (e non una fonte) perché come l'elettricità non esiste in natura in quantità tale da consentirne l'utilizzo, ma va prodotto.

Fino alla rivoluzione industriale l'energia era tratta dalla forza umana e animale, dal Sole, dal vento e dalle cadute di acque, dal calore endogeno e dai combustibili, ciascuno convertito nella forma più adatta. Con l'invenzione della

macchina a vapore miniaturizzò i primi usi elettrici, soprattutto dopo la scoperta del fenomeno dell'induzione elettrica di Faraday nel 1870.

Per ognuna delle fonti si può individuare un motivo per cui conviene utilizzare il vettore elettrico: le principali sono la praticità d'utilizzo e la facilità di conversione e di trasporto. Inoltre l'elettricità può essere convertita nuovamente in tutte le altre forme o utilizzata direttamente

Caratteristiche del vettore elettrico

Oltre ai già citati vantaggi (praticità d'uso, facilità di trasporto, qualità della conversione, possibilità di usare il nucleare) vi sono svantaggi come l'impossibilità di accumulo diretto (le batterie accumulano sotto forma di energia chimica). Questo implica il fatto che l'energia deve essere prodotta nel momento esatto in cui viene richiesta e quindi bisogna prestare molta attenzione nella gestione del sistema, tanto che in tutto il mondo i grandi sistemi sono gestiti allo stesso modo (tranne in due casi: Israele e Texas).

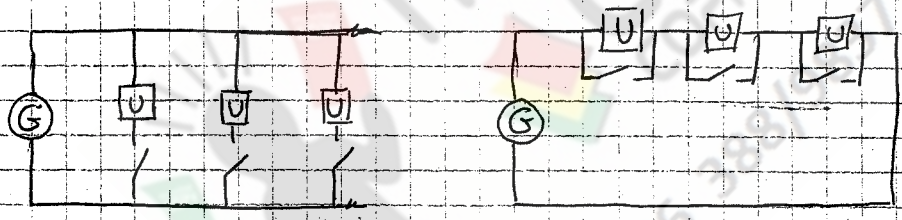
Struttura di un sistema elettrico per l'energia

Un sistema elettrico ha grande estensione e stretta integrazione, nel senso che la rete europea è una rete unica, con tutte le macchine che funzionano alla stessa frequenza. È quindi richiesto un elevato coordinamento nella gestione del sistema, per questioni di sicurezza e stabilità.

Le specifiche più importanti per il sistema sono una tensione sinusoidale costante, necessaria per la presenza di induttanze e capacità (oltre che resistenze) nel sistema, le quali danno legame integrale tra corrente e tensione: la forma d'onda deve essere la stessa a monte ed a valle delle induttanze e

delle capacità, perciò la forma deve essere sinusoidale. Altra specifica è che il sistema è trifase, cioè vi sono tre fili nei quali vengono impresse tensioni sfasate di 120° elettrici che formano un sistema simmetrico, ed anche equilibrato. Scoperte fondamentali al riguardo sono quelle di Pacinotti che inventò il primo raddrizzatore e di Galileo Ferraris che scoprì le proprietà del campo magnetico rotante. Ferraris tentò prima di costruire una macchina bifase ma il sistema non era equilibrato, in quanto le bobine erano a 90° meccanici tra loro; il problema fu risolto con bobine sfasate di 120° e tensioni altrettanto sfasate.

Possono essere scelti due sistemi di distribuzione: quello in derivazione, a tensione costante, e quello in serie a corrente costante.



in derivazione — in serie

MASTER COPY
Tel. 388/9837745

Vantaggi e svantaggi sono numerosi: in caso di cortocircuito nel sistema in derivazione c'è un guasto mentre nel sistema in serie solo un disservizio; nel caso di interruzione della linea avviene l'esatto contrario: guasto per quello in serie e solo disservizio per quello in derivazione.

Per questioni di sicurezza conviene il sistema in derivazione perché la tensione è nota in ogni punto e non come si ha nei sistemi in serie dove la tensione dipende dal funzionamento, essendo costante l'intensità di corrente.

La scelta di una distribuzione in serie ha invece il vantaggio di far risparmiare rame in quanto sono necessari

meno fili per i collegamenti (uno invece che due per ciascuna utenza). Per i motivi citati è stato sviluppato prevalentemente un sistema di derivazione a tensione costante.
Altra importante specifica di base è la frequenza costante: questa è a 50 Hz in tutta l'Europa occidentale, e 60 Hz in tutto il nord America: altre reti come l'America del sud ed il Giappone sono in parte a 50 Hz ed in parte a 60 Hz.
Comunque è importante che la frequenza sia uniforme a quella di rete, con tolleranze molto strette, per evitare problemi legati al funzionamento dei carichi e, soprattutto, dei generatori.
Altre caratteristiche particolari di un sistema elettrico sono la distanza tra centri di produzione e di carico, l'impossibilità di trasferire potenza lungo un percorso assegnato, e la necessità di trasportare sia potenza attiva che reattiva.
Gli standard europei per la tensione di trasporto dell'energia elettrica sono di 380 KV mentre negli Stati Uniti ed in Russia si superano i 500 KV anche a causa delle maggiori distanze.

Rappresentazione topografica di una rete elettrica

È il livello più generale di rappresentazione di una rete, e contiene le informazioni legate alla localizzazione geografica degli impianti e delle linee, distinte per livelli di tensione. Si leggono i nomi dei nodi ed il tipo di centrale ma non la taglia ed il numero di gruppi: esistono diversi livelli di scala.
Con colori diversi vengono identificati i livelli di tensione delle linee; con un rettangolo le centrali di produzione, con un cerchio i carichi e le stazioni di trasformazione.

MASTER COPY
Tel. 388/9837745

05/10/2009

Un altro tipo di rappresentazione di una rete è quella detta unifilare, che a livello elevato indica tutte le informazioni sul dimensionamento della rete: potenza e numero di gruppi di una centrale, dei carichi, dei trasformatori. I nomi dei nodi sono in genere diversi da quelli della rappresentazione topografica, e le distanze tra due punti non sono quelle reali. I simboli tipici di uno schema unifilare sono i seguenti:

- (G) generatore
- trasformatore a due avvolgimenti
- trasformatore a tre avvolgimenti
- autotrasformatore
- sezionatore
- int. di manovra
- int. aut. di potenza
- int. magnetotermico di potenza

Nello schema unifilare di centrale da 470 MW si vedono i due gruppi, uno da 300 MW ed uno da 170 MW con i loro cavi per l'eccitazione statica del rotore, i sezionatori motorizzati per aprire manualmente sulle macchine in assenza, il motore per l'avviamento dei gruppi all'inizio del funzionamento, i trasformatori in entrata ed in uscita, con tutti i dati tecnici. Nelle normali reti di distribuzione i trasformatori vengono usati per ottimizzare il trasporto dell'energia a livelli di corrente che permettano di utilizzare conduttori di costo più contenuto. Valori tipici del rapporto di trasformazione sono 1:2,5 dal generatore alla rete, poi 5:1 in una prima cabina di riduzione e 50:1 nella finale che porta la ~~tensione~~ corrente al valore nell'ordine di 100 A.

In genere si attua una distribuzione primaria di tipo radiale, dal generatore centrale verso le stazioni periferiche,