

Trasmissione dell'energia e reti elettriche

*All'insegna di efficienza e stabilità,
si apre una nuova era per la gestione dell'energia elettrica*

Nel corso degli ultimi decenni, le maggiori possibilità economiche e il cambiamento degli stili di vita hanno modificato le abitudini di consumo della popolazione ed hanno inciso profondamente sul comparto energetico, cambiandone sensibilmente le esigenze e le prospettive.

Oggi l'energia elettrica consente il funzionamento della maggior parte delle tecnologie utilizzate in tutti i settori e l'economia non potrebbe sostenersi senza l'elettricità, usata per alimentare le fabbriche, per illuminare abitazioni, uffici e negozi, per far funzionare le reti di comunicazione e azionare migliaia di apparecchi diversi.

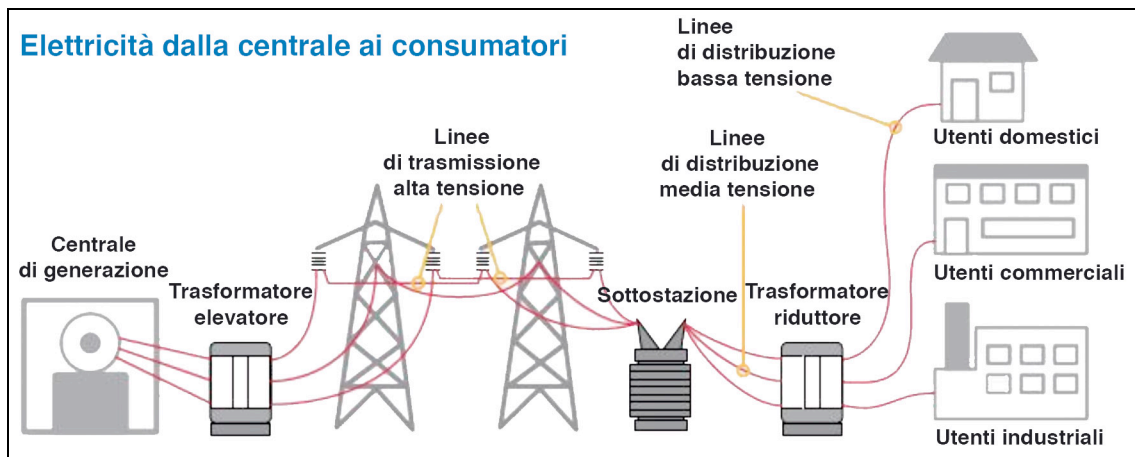
Per la produzione di energia elettrica mondiale, che ammontava nel 2011 ad oltre 22.000 TWh, si prevede un aumento di 5.000 TWh nel 2020, per raggiungere i 35.200 TWh nel 2035, con oltre l'80% della crescita della domanda di energia elettrica nei Paesi non OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico), nell'ambito dei quali il consumo triplicherà entro il 2035.

Produzione e trasmissione dell'energia elettrica

Fatta eccezione per il fotovoltaico, l'energia elettrica viene ancora prodotta secondo i principi sviluppati da Michael Faraday negli anni dal 1820 al 1830: un avvolgimento di rame viene fatto ruotare in un campo magnetico, provocando il movimento degli elettroni lungo il filo conduttore e dando origine alla corrente elettrica.

Tecnologie e combustibili diversi vengono utilizzati per mettere in rotazione i moderni generatori di energia elettrica: centrali elettriche termiche (carbone, gas naturale, petrolio), idroelettriche, nucleari, cui si aggiungono le unità di produzione da fonti rinnovabili, principalmente solare e l'eolico, che rappresentano le tecnologie energetiche a più rapida crescita.

Pur essendo possibile immagazzinare l'elettricità, anche le più recenti tecnologie riguardanti le batterie non sono abbastanza efficienti per immagazzinare la potenza necessaria per tutto il consumo quotidiano. Una volta prodotta, l'energia deve, quindi, essere messa a disposizione degli utilizzatori attraverso le reti di trasmissione, che funzionano ad alta e altissima tensione, per ridurre al minimo le perdite sulle lunghe distanze.



Ma la corrente ad alta tensione non può essere utilizzata direttamente; attraverso adeguate sottostazioni viene, quindi, portata a tensioni più basse e un sistema diffuso di linee a media e bassa tensione provvede alla distribuzione ai grandi clienti industriali o agli utenti finali.

Le linee elettriche possono essere aeree o interrate: le prime costano meno, ma le interruzioni possono essere più frequenti rispetto a quelle interrate (a causa di maltempo, fulmini o incidenti).

Reti elettriche

Gli impianti di produzione, trasmissione, distribuzione e controllo dell'energia costituiscono la rete elettrica, che, nella configurazione più semplice, collega un generatore locale ai carichi. Esistono, però, anche impianti che coprono interi continenti.

Le reti più piccole hanno una struttura radiale, con linee di alimentazione che si diramano da un grande generatore di energia elettrica centralizzato. Sono

relativamente semplici da far funzionare, ma se una linea si guasta, gli utenti serviti da questa rimangono senza elettricità.

Per garantire un'erogazione sicura, la maggior parte delle reti utilizza una struttura a maglie. In questa configurazione, le linee elettriche sono collegate alle centrali di generazione in modo tale che, se si presenta un problema su una linea, l'alimentazione possa essere prelevata da un altro generatore mentre la linea danneggiata viene riparata.

Per programmare, far funzionare e gestire grandi sistemi interconnessi, sono necessari centri di controllo in cui gli operatori verifichino lo stato della rete, adattando in tempo reale la produzione alle variazioni della domanda elettrica grazie a sofisticati sistemi di gestione della rete.

Alternata o continua?

Il sistema di trasmissione ad alta tensione può essere in corrente alternata (HVAC) o in corrente continua (HVDC).

In un sistema in corrente continua, gli elettroni si muovono in un'unica direzione, ad esempio dal morsetto negativo al positivo, così come contrassegnati su una pila. Questo sistema è più efficiente per trasmettere grandi quantità di energia su lunghe distanze, quando vengono usate fonti energetiche distanti dai carichi.

Nei sistemi a corrente alternata, oggi ancora i più diffusi, gli elettroni si muovono alternativamente avanti e indietro, secondo un ciclo, la cui frequenza è misurata in hertz (Hz). In questo caso, quantità significative di energia elettrica si perdono a causa del riscaldamento dei conduttori dovute al passaggio della corrente.

Al fine di ridurre queste perdite, l'energia elettrica prodotta dalla centrale (nella fascia di tensione 10÷20 kV) viene prima elevata fino a 230 kV o 400 kV in Europa, a 500 kV nel Nord America (tranne che in Canada, dove è utilizzata fino a 765 kV) e in America Latina e, addirittura, a 1.100 kV in Cina, per essere immessa sulle reti ad alta tensione. Infatti, man mano che la tensione aumenta, è necessaria meno corrente in proporzione per trasmettere la stessa quantità di energia, riducendo così le perdite.

Dalla rete di alta tensione, l'energia elettrica viene convertita, mediante trasformatori, e immessa nella rete di distribuzione a media tensione (sotto 50 kV) e a bassa

tensione (220÷240 V in Europa o 110 V in Nord America) per essere utilizzata dai consumatori.

Le sottostazioni elettriche

Le sottostazioni prendono l'energia elettrica dalle centrali e dalle linee di trasmissione e la trasformano da alta a media e bassa tensione. Provvedono a distribuire l'elettricità agli utenti, supervisionando e proteggendo la rete di distribuzione per mantenere sicuro ed efficiente il suo funzionamento, anche in caso di guasti o malfunzionamenti.

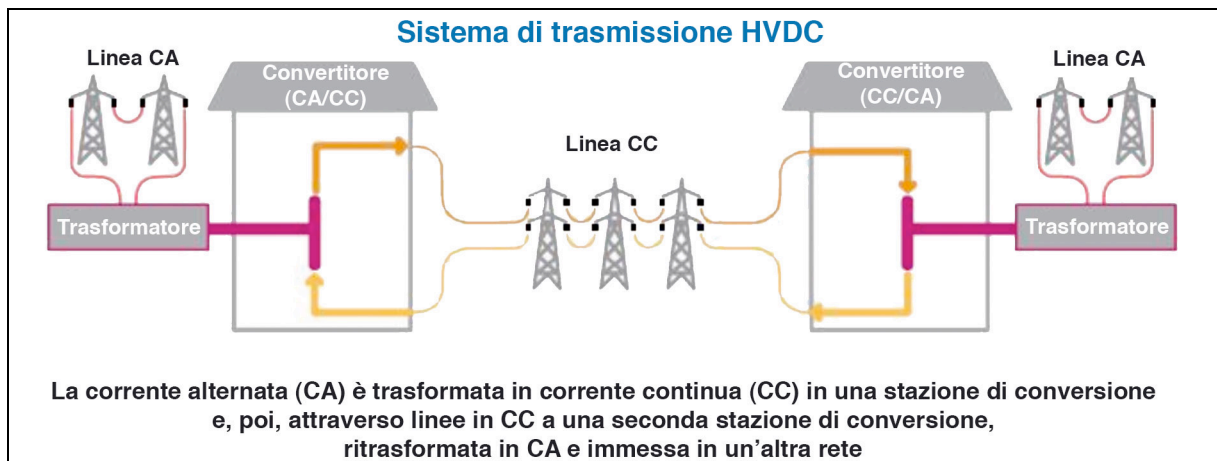
Le sottostazioni sono spesso classificate in base al quadro di distribuzione utilizzato per proteggere i loro circuiti:

- la sottostazione isolata in aria (AIS) è quella più comune, ma richiede molto spazio e può essere realizzata solo all'aperto per le tensioni più elevate. Per questo, l'AIS può essere inadatta o poco gradita in certi luoghi, ad esempio nelle zone residenziali;
- la sottostazione isolata in gas (GIS) è più costosa, ma è più sicura e richiede meno manutenzione. Il fatto che le unità GIS siano cinque volte più piccole dell'AIS significa una riduzione dei costi e la necessità di strutture più piccole e meno invadenti.

Le sfide delle reti elettriche

Diverse sono le sfide che dovranno affrontare le reti elettriche nel prossimo futuro:

- *aumento della domanda di elettricità*. La combinazione tra la domanda crescente di energia elettrica e la necessità di rinnovare o sostituire le infrastrutture esistenti, richiede l'impiego di consistenti investimenti per soddisfare le esigenze future. L'Agenzia Internazionale dell'Energia stima, ad esempio, che oltre 6.000 miliardi di dollari debbano essere investiti nella trasmissione e la distribuzione entro il 2030, e altrettanti nella produzione;
- *distanza di trasmissione dell'energia*. La copertura della distanza tra il produttore e il consumatore è la principale sfida nella trasmissione dell'energia elettrica. Con minori perdite dovute alla resistenza, grazie al livello più elevato di tensione utilizzabile, le linee in grado di coprire le distanze più lunghe sono quelle HVDC, l'unico modo per interconnettere due sistemi asincroni in corrente alternata e trasportare più energia, in maniera più efficiente, con le minori perdite possibili;



- *integrazione delle energie rinnovabili.* Un problema associato all'aumento dell'uso delle fonti energetiche rinnovabili è legato al fatto che le risorse non sono sempre disponibili. Il sole può smettere di splendere, il vento può cessare con poco preavviso e una stagione secca può ridurre il flusso agli impianti idroelettrici. Anche troppo vento può essere un inconveniente se soffia di notte, quando c'è poca o nessuna richiesta di energia. Occorre, quindi, studiare come integrare fonti diverse senza soluzione di continuità in un'unica rete, per fornire energia a buon mercato, in modo sicuro e affidabile. Un software avanzato aiuterà i fornitori di energia ad anticipare le fluttuazioni della domanda, mentre lo sviluppo di dispositivi di stoccaggio in grado di contenere più potenza consentirà d'immagazzinare l'energia elettrica;
- *erogazione efficiente.* Migliorare l'efficienza di erogazione potrebbe permettere di ottimizzare le reti. Circa i due terzi dell'energia primaria vanno persi, principalmente a causa della trasformazione di potenza, e fino al 16% dell'energia elettrica prodotta non raggiunge mai gli utenti, ma si perde sulle reti, come l'acqua che cola da un tubo. L'uso della moderna tecnologia HVDC per gestire le connessioni tra le diverse parti del sistema (conversione di energia, stoccaggio dell'energia, controllo e trasmissione dell'elettricità) potrebbe contribuire a produrre risparmi, evitando i black out e riducendo lo spazio necessario per ospitare le apparecchiature. Costruire nuove centrali è un modo per cercare di soddisfare la crescente domanda di energia elettrica, ma migliorare l'efficienza di alimentazione potrebbe consentire di mettere a disposizione maggiore energia con minori investimenti;
- *affidabilità e stabilità dell'alimentazione.* Una fornitura di energia elettrica affidabile è di vitale importanza per le attività critiche, quali gli ospedali o il controllo del traffico

aereo, mentre industrie come quella della produzione dell'acciaio dipendono da grandi quantità di energia per poter funzionare. Gli operatori della trasmissione usano varie tecniche per migliorare l'affidabilità della rete, quali il controllo in tempo reale e i sistemi di monitoraggio, per acquisire informazioni sullo stato della rete di alimentazione e rendere disponibile l'energia su richiesta. Anche in questo caso, l'HVDC migliora notevolmente il controllo del flusso di potenza e agisce come un firewall, bloccando la propagazione dei guasti che potrebbero diffondersi a cascata attraverso una rete.

- *compatibilità e standardizzazione*. Chi viaggia spesso sa che sono necessari adattatori e trasformatori per essere certi che gli apparecchi elettrici possano essere utilizzati in Paesi diversi. Gli stessi problemi si verificano, su scala più vasta, con le reti di trasmissione, complicando il già difficile compito di collegare insieme sistemi di nazioni o continenti diversi. La mancanza di standardizzazione significa anche che sistemi di potenza differenti non possono comunicare tra loro e le apparecchiature di produttori diversi non possono funzionare sempre correttamente insieme;

- *aumento delle risorse energetiche distribuite*. I consumatori di energia elettrica stanno diventando sempre più proattivi. A loro piace controllare attivamente il proprio uso dell'energia e le loro bollette, passando in tempo reale alla tariffa più favorevole. Possono anche vendere l'energia prodotta mediante i pannelli solari, le turbine eoliche o altri impianti installati nella propria abitazione, oppure possono scegliere di immagazzinarla per i veicoli elettrici e per altri usi. L'integrazione di queste risorse energetiche distribuite significa passare dalla tradizionale struttura centralizzata ad una altamente dinamica, dove la rete elettrica s'integra ai flussi informativi e di telecomunicazione.

Il futuro delle reti elettriche

La rete elettrica del futuro dovrà essere più intelligente per far fronte a nuove esigenze e gli operatori del settore hanno iniziato un'evoluzione delle strutture tradizionali verso una nuova generazione di reti di trasmissione e distribuzione dell'energia che integrino tecnologie di controllo avanzato, IT, telecomunicazioni ed elettronica di potenza.