

Il problema della qualità dell'energia elettrica

La qualità dell'energia non è adeguata agli apparati informatici ed elettronici, perché si richiederebbero investimenti sproporzionati rispetto alle dimensioni del mercato, proporzionalmente trascurabile rispetto al totale.

Le reti di distribuzione dell'energia sono sistemi estremamente complessi, soggetti ad instabilità intrinseche, come anche a disturbi generati dagli organi della rete stessa o raccolti lungo il tragitto dalle centrali all'utilizzatore. Altri disturbi sono generati presso l'utilizzatore stesso.

Qualunque mercato orienta oggi le proprie strategie in funzione del ritorno sull'investimento. Questa caratteristica è specialmente visibile nei gruppi in cui la proprietà azionaria ha un controllo più immediato sui ritorni e sulle strategie. La privatizzazione, dunque, impone un più stretto legame tra investimenti e ritorni. Ora, la potenza elettrica impegnata in carichi informatici è stimata all'incirca lo 0,1% della potenza totale prodotta. L'energia elettrica è considerata come un qualsiasi altro prodotto e la sua qualità è commisurata con le esigenze della parte significativa del mercato.

Le informazioni sulla qualità del servizio fornite dall'ENEL sono lacunose, ma indicano comunque che le interruzioni di durata compresa tra il millisecondo e il decimo di secondo sono in pratica considerate marginali. L'erogazione di energia non esclude poi la possibilità di interruzioni più o meno lunghe. Ciò è dovuto principalmente alle operazioni di commutazione della rete di distribuzione o ai suoi possibili guasti. Altre cause sono le variazioni impreviste della richiesta globale e, indirettamente, l'incremento continuo nella domanda, che è di circa il 7% all'anno.

Le conseguenze dei disturbi elettrici nel settore industriale e civile

Specialmente nel settore industriale un'interruzione anche breve della fornitura d'energia può avere conseguenze rilevanti o disastrose sul piano economico: basta pensare a certi impianti chimici, o al controllo di forni di fusione di leghe pregiate in cui variazioni anche piccole di temperatura causano variazioni nella struttura del prodotto finale, oppure agli impianti tessili, dove le variazioni di velocità dei telai causano imperfezioni nella trama dei tessuti.

Anche il settore civile può essere però altrettanto critico: negli ospedali i blocchi operatori e i dipartimenti d'urgenza non tollerano interruzioni superiori a circa mezzo secondo. Così pure spazi pubblici dotati di sistemi di porte automatiche e impianti di allarme.

La tempestività dell'intervento può essere critica tanto da impedire l'uso di gruppi elettrogeni. Negli aeroporti e gallerie l'illuminazione si basa su lampade a scarica ad alta

pressione (sodio, alogenuri, mercurio). Ricordiamo che per le lampade a scarica un'interruzione superiore ai 10-20 ms. causa lo spegnimento e che la riaccensione successiva non può iniziare prima di 5-10 minuti. Per qualunque tipo di lampada poi, la stabilizzazione della tensione prolunga sensibilmente la durata ed evita fastidiosi sfarfallii.

La visione del mondo imprenditoriale e di quello del lavoro

La situazione deve essere arrivata ad un punto critico, a giudicare dalle denunce che giungono sia dalle associazioni nazionali, che dai grandi produttori, dai sub fornitori, dagli utenti e dal mondo del lavoro.

L'**ANIE**, l'associazione che raggruppa oltre 700 industrie elettrotecniche ed elettroniche, ha segnalato un calo del 20% del fatturato nel settore della trasmissione d'energia, chiamando in causa "la forte contrazione degli investimenti".

Anche la **Confindustria** ha dichiarato tempo fa, per bocca di Antonio D'amato "... Non m'interessa se le interruzioni sono diminuite rispetto al passato. Quello che conta è che i black-out sono ancora una pratica quotidiana. Possono durare pochi secondi o diversi minuti: in ogni caso sono dannosi, fastidiosi e frequenti".

Gli **imprenditori** lamentano l'abbandono degli investimenti e l'adozione di una politica di continui rinvii. Massimo Geroli, amministratore della Bicc-Ceat Cavi ha dichiarato che "il vero problema è il servizio... I black-out sono molto più frequenti nel centro-sud: le dorsali di trasporto sono sovraccariche".

Anche dal fronte del **mondo del lavoro** la situazione non è migliore: Walter Cereda, quando era segretario generale della CGIL, in un dibattito a Milano ha detto: "L'ENEL ha ridotto gli investimenti nella produzione di energia. Mentre si occupa attivamente dei telefonini..." Franco Berni, segretario della FNEL (gli elettrici della CGIL) "L'impressione è...una logica di risparmio". E la CGIL siciliana, in un documento ufficiale: "Il disservizio elettrico è così alto che risulta impossibile perfino per l'ENEL mascherarne l'entità".

Complessità e instabilità delle reti di distribuzione

Gli utenti finali, specialmente se si occupano di sistemi informatici, non sono solitamente coscienti della quantità di problemi e di disturbi che sono connessi con il trasporto a grande distanza dell'energia. Giustamente si occupano di aspetti più immediati del proprio sistema, riservando all'alimentazione elettrica una sorta di distratta considerazione. In una certa maniera nebulosa, sono convinti che dietro alla presa di corrente ci siano dei fili che, in un qualche modo, arrivano alla centrale elettrica. L'energia elettrica è pensata sinusoidale, con frequenza e tensione costanti nel tempo. In effetti, come ben sappiamo, essa possiede caratteristiche eccellenti nel momento della produzione, ma le perde lungo le molte centinaia o migliaia di chilometri che deve percorrere. Quello che non è facile prendere in considerazione è l'estrema complessità della rete elettrica. Riportiamo uno schema di massima della rete italiana fornito dalla Terna, che la gestisce:



In realtà tutte le reti di distribuzione sono interconnesse in qualche modo, e formano una sorta di ragnatela di dimensioni mondiali. È normale, infatti, che le reti di paesi vicini siano collegate, in modo da poter scambiare le eccedenze. L'Italia, per esempio, compra regolarmente energia dalla Francia e dalla Svizzera.

La gestione di un simile sistema è complessa. In Italia è affidata a dei centri regionali dove le connessioni possono essere stabilite o interrotte per mezzo di immensi interruttori. Per avere un'idea delle dimensioni si pensi che questi sono alti parecchi metri, e sono azionati ad aria compressa, un po' come dei grandi cannoni che "sparano" il contattore alla massima velocità possibile per diminuire gli archi elettrici. Le giunzioni tra le varie reti e i relativi interruttori poi, occupano un'area grande come un campo di calcio, e lo stato della sezione di rete controllata è riportato su di un gran quadro sinottico d'aspetto vagamente fantascientifico.

Alternata o Continua?

I problemi che affliggono la distribuzione dell'energia elettrica risalgono ai primordi di questa industria e al conflitto che un secolo fa oppose Thomas Edison e George Westinghouse (sotto l'influenza del geniale e misterioso Nikola Tesla) di : corrente continua contro corrente alternata.

Per la sua prima centrale, costruita nel 1882 e destinata a illuminare la parte meridionale di Manhattan, Edison adottò la corrente continua, che a bassa tensione è sicura, affidabile e facile da regolare. Ma è anche assai poco efficiente: bassa tensione significa corrente elevata, e le perdite dovute alla resistenza aumentano col quadrato della corrente trasmessa. Pertanto centrali di questo tipo non potevano servire utenti situati a più di qualche chilometro di distanza.

Queste limitazioni spinsero Tesla a battersi per la corrente alternata, la cui tensione poteva essere aumentata mediante trasformatori per un trasporto efficiente e poi di nuovo abbassata per un impiego sicuro.

Gli avversari della corrente alternata avevano comunque ragione su un punto: è più difficile da controllare di quella continua. Al variare del carico, la tensione di linea tende a salire e scendere con un andamento complesso, ed è più facile che le instabilità di tensione sfuggano al controllo. Questi problemi sono dovuti al fatto che la corrente alternata genera intorno alle linee di trasmissione campi elettrici e magnetici variabili, i quali a loro volta influiscono sul passaggio della corrente.

Una similitudine con laghi e fiumi

Si è soliti pensare alla corrente elettrica come simile ad acqua che scorre in un canale. Se vogliamo mantenere questa similitudine, la rappresentazione della rete più aderente alla realtà non è quella di un tranquillo canale che scorre da un gran lago (la centrale elettrica) a noi. Dovremo invece pensare bensì ad una regione di laghi, grandi e piccoli (tutte le centrali di produzione), interconnessi da una ragnatela di vie d'acqua, disseminate qua e là da strozzature e chiuse (le sottostazioni di sezionamento e distribuzione). In un sistema di questo tipo qualunque sollecitazione, come l'azionamento improvviso di una chiusa (un interruttore), provoca delle perturbazioni che si propagano lungo tutti i canali adiacenti. In maniera simile anche la nostra rete reagisce ai disturbi. Da notare che questi ultimi possono

sia essere auto-indotti, come nell'esempio precedente, sia raccolti lungo il percorso delle linee elettriche.

La rete di distribuzione passa infatti per una varietà di ambienti, ed è soggetta nel suo percorso, sia a disturbi d'origine atmosferica e naturale, sia a perturbazioni di origine tecnologica.

I disturbi presenti sulle reti di trasmissione possono essere pensati come suddivisi in due grandi categorie: i disturbi intrinseci alla rete di trasmissione ed i disturbi causati dall'ambiente. E' conveniente poi distinguere l'ambiente della rete da quello dell'utilizzatore.

Disturbi intrinseci alla rete di trasmissione

Per queste ragioni le reti a corrente alternata sono soggette a diversi tipi di inconvenienti. Fra questi, in particolare, si possono annoverare

- 1) il passaggio della corrente su linee non volute.
- 2) le instabilità a grande scala (fluttuazioni violente e incontrollabili della potenza)
- 3) le instabilità a piccola scala dovute a rapide variazioni del carico.

Il primo fenomeno (***passaggio della corrente su linee non volute***) si ha quando una centrale e un utente sono collegati da più linee. Invece di imboccare la strada fisicamente più breve, la corrente percorre le linee in cui questi fenomeni causano una maggior "facilità di passaggio" (*impedenza*)

La deviazione può essere costosa per le aziende elettriche le cui linee sono percorse da questa corrente indesiderata e destinata a raggiungere altre zone, perché ne viene ridotta la capacità di trasmissione verso i loro stessi utenti.

Il secondo fenomeno (***instabilità a grande scala***) è una conseguenza del modo in cui l'energia elettrica si trasferisce da un punto all'altro nelle reti ad alta tensione. Essa va sempre da zone con un esubero di capacità di trasmissione a zone con un deficit di capacità, ma l'entità dell'energia trasferita su una data linea dipende dall'impedenza delle linee intermedie e dalla differenza di fase tra le sinusoidi ai capi di partenza e di arrivo. Quanto maggiore è questa differenza, tanto più grande è la quantità di energia trasferita. Se tuttavia l'angolo di fase diventa troppo grande, piccole variazioni di fase possono causare grandi variazioni della quantità di corrente; il sistema diviene instabile e si genera una perturbazione che può dar luogo a un blackout ad ampio raggio. Le aziende elettriche limitano la quantità di energia trasferita sulle linee ad alta tensione, e quindi le instabilità sono rare, ma il problema cresce con il crescere della richiesta.

Il terzo fenomeno (***instabilità su piccola scala***), è dovuto al fatto che le aziende elettriche possono incontrare difficoltà nel mantenere costante la tensione di linea. Per esempio una fabbrica con molti grossi motori impone alla linea un forte carico induttivo che tende ad abbassare la tensione; ciò può creare difficoltà ad altri utenti collegati allo stesso circuito. Su

linee lunghe e con piccoli carichi, invece, la tensione può aumentare oltre i livelli accettabili. Infine eventi eccezionali quali fulmini, cortocircuiti o brusche variazioni del carico provocano instabilità di tensione. Se non vengono neutralizzate, queste perturbazioni possono danneggiare le apparecchiature o addirittura provocare blackout totali.

A volte la combinazione di effetti capacitivi e induttivi amplifica le variazioni di tensione. In realtà, quando è soggetto a certi tipi di disturbi periodici, un sistema di trasmissione elettrica può manifestare fenomeni di risonanza che si manifestano con **armoniche**, cioè componenti spurie di corrente aventi frequenze multiple dei normali 50 cicli al secondo. Le interazioni tra frequenza normale e frequenze spurie possono indurre nei generatori vibrazioni risonanti di energia sufficiente a schiantare alberi d'acciaio del diametro di un metro.

Altri gravi disturbi intrinseci alla rete sono comunemente generati dalle **commutazioni di rete** operate per mezzo di giganteschi commutatori per meglio ripartire i carichi. Possono produrre interruzioni della durata di 5-20 periodi: Nel disinnescamento di carichi reattivi si generano sovratensioni rilevanti, come nel caso dei trasformatori o dei cavi ad alta tensione con funzionamento a vuoto

Disturbi dovuti all'ambiente (esterno all'utilizzatore)

La distinzione è utile perché gli utenti, mentre possono solo proteggersi dai disturbi della rete, possono identificare le cause di disturbo all'interno del loro ambiente e porvi rimedio.

Fulmini

I fulmini sono una delle cause più comuni di danni. Possono colpire le linee di trasmissione causandone eventualmente la rottura. Le sovratensioni possono anche essere generate per via induttiva, da fulmini che cadono nelle vicinanze. Allo stesso modo possono essere dannosi anche i fulmini che scoccano tra nube e nube, o quelli che colpiscono le vicinanze (entro circa un chilometro) del proprio edificio e riescono ad infiltrarsi nei cavi di alimentazione attraverso il terreno o per via induttiva. I fulmini possono anche causare il momentaneo distacco di singole sottostazioni, con brevi interruzioni di fornitura.

Il CESI ha realizzato un proprio sistema (S.I.R.E.) per il rilevamento dei fulmini su tutto il territorio italiano. Il sistema si basa sul rilevamento del disturbo elettromagnetico e sulla successiva triangolazione. Nelle mappe presentate si vede come la frequenza dei fulmini in Lombardia passa dal centinaio per chilometro quadrato e per anno, fino ai 500 fulmini per chilometro quadrato e per anno nelle zone montuose del triangolo lariano.

Altri eventi naturali

A parte i fulmini e le calamità naturali, le principali minacce alla qualità dell'alimentazione sono i venti e le nevicate d'intensità eccezionale, specialmente quando precedute o seguite da gelo e brina. Questi agenti possono creare sempre dei disturbi, ma, specialmente quando operano in sinergia, possono arrivare a causare la rottura delle linee aeree.

Una causa naturale poco conosciuta sono le tempeste solari. Le nubi di particelle elettricamente cariche che raggiungono la terra entrano in collisione col campo magnetico terrestre e ne provocano delle fluttuazioni di intensità. Queste inducono correnti a bassissima frequenza (quasi una corrente continua) sulle lunghe linee di trasmissione. Il loro effetto è quello di saturare i trasformatori della rete. Questi si surriscaldano e si scollegano automaticamente. Il trasferimento automatico del carico ad altri circuiti può causare black-out anche su vaste zone. Questa è la causa dello storico black-out della zona di Quebec, nel marzo 1989.

Politiche dei produttori

Gli enti produttori possono ricorrere a volute diminuzioni della tensione erogata durante i periodi di forte richiesta, o addirittura a blackout programmati.

Disturbi dovuti all'ambiente (interno all'utilizzatore)

Ricerche effettuate da una terza parte hanno appurato che circa *tre quarti di tutte le anomalie* di alimentazione sono dovute a cause che presenti nell'edificio in esame, o nelle immediate vicinanze. Alcune delle principali cause sono:

Apparecchiature dello stesso utente

Fotocopiatrici e stampanti laser possono iniettare in rete disturbi di tipo elettromagnetico (rumore), mentre gli alimentatori dei computer (e perfino gruppi di continuità se di tipo economico) possono causare distorsioni della forma d'onda della tensione di rete, a causa dell'assorbimento di corrente che avviene in forma impulsiva invece che sinusoidale

Impianti elettrici obsoleti o mal progettati

Gli impianti che risalgono ai primi anni '80 potrebbero essere sottodimensionati. E' certamente capitato a qualunque utente di vedere le luci affievolirsi al momento in cui accendeva una stufetta. Questi riconoscerà anche facilmente che, se l'impianto è sottodimensionato, l'inserzione di carichi provoca una caduta di tensione notevole lungo i cavi stessi.

Qualcosa di simile può verificarsi anche nella rete della sua azienda, oppure, su scala più grande, a livello della sottostazione di trasformazione dell'ENEL al momento dell'inserzione di carichi rilevanti rispetto alle possibilità della rete stessa.

Ambiente industriale

Stazioni di treni o metropolitane, motori elettrici di grosse dimensioni, gruppi refrigeranti, forni e apparecchiature industriali o di processo possono essere fonte di problemi non indifferenti. In alcuni casi, malfunzionamenti inspiegabili di computer sono stati finalmente scoperti dipendere da una saldatrice di una carrozzeria vicina.

Intervento umano

Rientrano sempre nella nostra esperienza le interruzioni causate dall'azione di ruspe che hanno tranciato i cavi elettrici durante uno scavo, i black-out dovuti all'inserimento della macchina del caffè sulle linee protette da un gruppo di continuità, gli azionamenti erronei del

disinseritore generale, il distacco di cavi dovuto a persone che vi hanno incespicato e perfino i blocchi di rete causati da un utente che giocava a staccare la spina del PC perché aveva scoperto che in questi casi il monitor presentava delle configurazioni casuali di caratteri che gli piacevano molto.



L'autore

Attuale Amministratore delegato di Online, Cesare Giorgio Bin si è laureato in ingegneria elettronica al Politecnico di Milano. E' stato ricercatore al centro EURATOM di ISPRA, specialista nazionale di telecomunicazioni e responsabile italiano della formazione ed Addestramento presso la Data General. Successivamente ha ricoperto varie posizioni di responsabilità nel Marketing presso altre società Italiane. E' in Online dal 1997..

Ha pubblicato numerosi articoli sulle problematiche dei gruppi di continuità sui giornali di settore, ed un libro *"Trasmissione Dati – Buffetti"* (1991), pagg. 359.