

PER L'ENERGIA ELETTRICA, LA QUALITÀ CONTA

Comprendere le problematiche fondamentali legate alla qualità dell'energia elettrica e come risolverle.

WHITE PAPER



Introduzione

Se possedete oppure dirigete un'azienda, è molto probabile che una delle problematiche delle quali non vi preoccupate quasi mai sia la qualità dell'alimentazione elettrica. Ma che cos'è la qualità dell'energia elettrica e in che modo può cambiare? Certamente, potete affidarvi al vostro provider di energia elettrica, lasciando che sia lui a prendersi cura di questo aspetto; in ogni caso, la qualità dell'alimentazione elettrica è davvero importante o è qualcosa di cui si preoccupano solo i tecnici specializzati? L'intento del presente white paper è proprio quello di rispondere a tutte queste domande, ma chiariamo subito che la qualità dell'energia elettrica è un problema che riguarda tutti noi.

Vi è mai capitato che una delle vostre apparecchiature - molto probabilmente un computer o un altro dispositivo elettronico - funzioni male o addirittura si guasti frequentemente senza alcun motivo apparente?

O magari non sapete come evitare lo sfarfallio dei vostri apparecchi di illuminazione? Oppure vi è forse capitato che i motori delle macchine nella vostra fabbrica si surriscaldino e si guastino prima di quanto ci si aspetti? Tutte queste situazioni potrebbero essere la conseguenza della scarsa qualità dell'energia elettrica e se non si riesce a rendersene conto, sprecherete tempo e denaro a cercare di risolvere quelli che sono solo sintomi, e non cause. E non solo: le problematiche relative alla qualità dell'energia elettrica possono anche comportare un notevole aumento delle bollette, diminuendo ulteriormente i profitti duramente guadagnati.

Per tutte queste ragioni, chiunque possieda o diriga un'azienda deve essere consapevole degli aspetti fondamentali della qualità dell'energia elettrica, per comprendere come valutarli e sapere come intervenire se e quando vengono identificati dei problemi. Per dirla in altre parole, pochi minuti spesi a leggere questo white paper possono farvi risparmiare tempo, denaro e preoccupazioni!

Che cos'è la qualità dell'energia elettrica?

Innanzitutto, chiariamo che ci occuperemo esclusivamente della fornitura di energia elettrica a corrente alternata, perché, benché sia ovviamente possibile usare anche la corrente continua, che è stata effettivamente impiegata abbastanza frequentemente sino alla metà del ventesimo secolo, attualmente gli operatori di rete forniscono solamente energia in corrente alternata. È possibile che, in un futuro non troppo lontano, la corrente continua possa tornare ad essere utilizzata, poiché offre un certo numero di vantaggi per le nostre attività, ma questo è un altro discorso, da affrontare separatamente in un white paper dedicato.

In un mondo ideale ci si potrebbe aspettare che l'operatore di rete ci fornisca la corrente alternata a una tensione costante e una frequenza fissa, con forme d'onda perfettamente sinusoidali, prive di fastidiosi picchi. Inoltre, nel caso di sistemi trifase, si potrebbe dare per scontato che la tensione delle tre fasi sia sempre identica. In questo caso, la qualità dell'energia sarebbe letteralmente perfetta. Ma, poiché non viviamo in un mondo ideale, la nostra alimentazione elettrica potrebbe non essere affatto conforme a tali requisiti e, anche qualora lo fosse al punto di ingresso allo stabilimento, potrebbe deteriorarsi durante il passaggio negli impianti elettrici installati.

Di conseguenza, qualora abbiate dei problemi di qualità dell'energia, in molti casi la responsabilità non sarà da attribuirsi al vostro operatore di rete. I provider, infatti, si impegnano per garantire forniture "pulite" ai propri clienti, ma alcuni dei fattori che influenzano la qualità dell'energia erogata sono al di là del loro controllo, come ad esempio i temporali oppure il tipo di apparecchiature installate presso gli stabilimenti.

Tutto ciò premesso, che cosa può influenzare negativamente la qualità dell'energia? A livello pratico, quasi tutti i problemi legati alla qualità

dell'energia possono essere suddivisi in sei gruppi principali, ossia: armoniche, buchi e picchi di tensione, transitori (spike), interferenze, squilibri di tensione e fattori di potenza insufficienti. Di seguito esamineremo in dettaglio ciascuna di queste problematiche.

Armoniche

Come anticipato nell'introduzione, in un sistema di alimentazione alternata ideale le forme d'onda dovrebbero essere perfettamente sinusoidali. Questa condizione non sarebbe troppo difficile da ottenere qualora tutti i carichi connessi al sistema di alimentazione fossero lineari, cioè carichi per i quali la corrente assorbita dalla rete di alimentazione è sempre proporzionale alla tensione applicata. Semplici dispositivi di riscaldamento a resistenza e lampade a incandescenza sono alcuni esempi di carichi lineari, caratteristici dell'elettricità utilizzata nelle industrie fino agli ultimi decenni del ventesimo secolo.

Tuttavia, nel corso degli ultimi trent'anni, si è verificato un significativo incremento nel numero di carichi non lineari connessi alla rete di alimentazione elettrica, quali computer e attrezzature informatiche correlate, gruppi di continuità, azionamenti a velocità variabile, reattori elettronici e LED per sistemi di illuminazione, solo per citarne alcuni. L'uso crescente di tali strumenti, nonché l'impiego dell'elettronica per controllare praticamente tutti i tipi di carichi elettrici, stanno iniziando a provocare diversi inconvenienti, in particolare a livello dei singoli impianti. Si stima che, attualmente, oltre il 95% delle armoniche presenti nella tensione che alimenta un determinato stabilimento vengono generate da apparecchiature installate all'interno dello stesso.

Come abbiamo già osservato, quando si collega un carico lineare alla rete di alimentazione elettrica esso assorbe una corrente sinusoidale alla stessa frequenza della tensione di rete. I carichi non lineari, invece, assorbono correnti che non sono necessariamente sinusoidali. Per questo motivo le forme d'onda possono diventare piuttosto complesse, a seconda del tipo di carico e della sua interazione con altri componenti dell'impianto. I carichi non lineari producono forme d'onda distorte nel sistema di alimentazione elettrica e, nei casi peggiori, questo può comportare forme d'onda di tensione significativamente irregolari. Ciò può provocare notevoli perdite di energia, riduzione della vita utile delle apparecchiature e diminuzione dell'efficienza operativa dei dispositivi.

La distorsione delle forme d'onda prodotte dai carichi non lineari può essere analizzata matematicamente per dimostrare che è equivalente all'aggiunta di componenti, a multipli interi della frequenza di alimentazione, alla forma d'onda "pura" della stessa, ossia, per alimentazioni a 50 Hz, la distorsione assume la forma di componenti aggiuntive a 100, 150, 200, 250, 300 Hz e così via, come illustrato nella Figura 1.

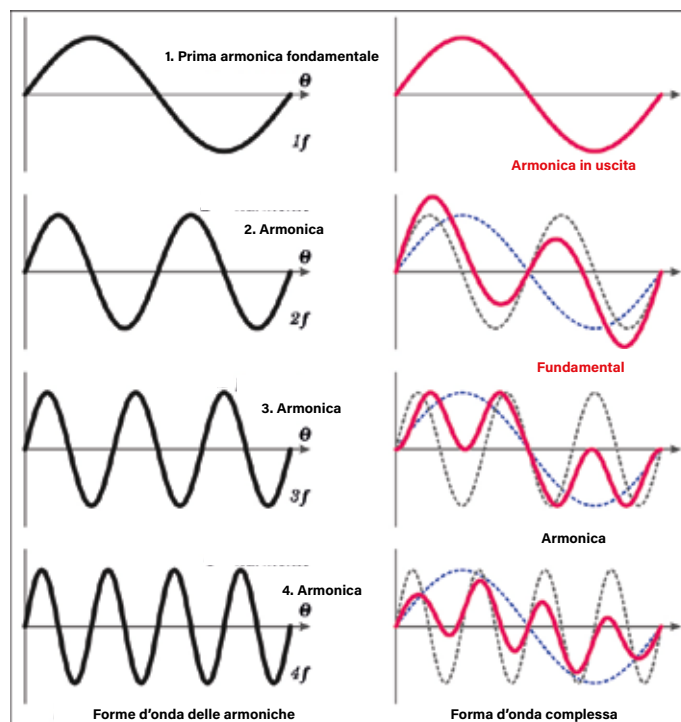


Figura 1: Una forma d'onda distorta può essere considerata come la combinazione di onde sinusoidali multiple.

Tali componenti aggiuntive sono le armoniche e non esiste un limite teorico al loro ordine massimo. Tuttavia, nella pratica, è raramente necessario considerare le armoniche di ordine superiore alla cinquantesima, che ha una frequenza di $50 \times 50 \text{ Hz} = 2,5 \text{ kHz}$, e, nella maggior parte dei casi, saranno da ritenersi significative solo le armoniche di ordine inferiore (fino alla venticinquesima). Il problema è che, a meno che non si adottino misure preventive, le armoniche derivanti da carichi non lineari si propagano attraverso il sistema di alimentazione, causando problemi altrove.

Sapendo che la forma d'onda distorta della corrente può sempre essere rappresentata come una serie di onde sinusoidali sovrapposte (usando la procedura matematica conosciuta con il nome di analisi di Fourier), è possibile ricavare la misura del grado di distorsione armonica presente nella corrente di un sistema di alimentazione. Tale valore è conosciuto con il nome di distorsione armonica totale di corrente (THDi) e viene calcolato mediante la seguente formula:

$$\text{THDi} = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + \dots + I_n^2}}{I_1}$$

dove I_1 è la corrente alla frequenza di rete, I_2 è la corrente al doppio della frequenza di rete, I_3 è la corrente al triplo della frequenza di rete e così via. Fortunatamente, nella pratica è improbabile che dobbiate mai utilizzare



questa formula, poiché i moderni strumenti per l'analisi delle armoniche sono in grado di eseguire automaticamente tutti i calcoli necessari fornendovi direttamente il risultato.

Le correnti armoniche hanno effetti negativi sulla maggior parte delle apparecchiature collegate a un sistema elettrico, poiché disturbano i dispositivi elettronici sensibili e provocano sovrariscaldamento e stress meccanici. Le conseguenze più comuni causate dalle armoniche sono blocchi dei computer, anomalie di funzionamento delle attrezzature informatiche correlate, flicker, errori dei sistemi elettronici di controllo di processo, problemi all'inserimento di carichi elevati, surriscaldamento del neutro, inutili interventi degli interruttori magnetotermici e rilevazioni imprecise di valori di misura.

Se alcuni di questi effetti, quali lo sfarfallio delle luci e il blocco degli apparecchi informatici, possono essere considerati tutt'al più come fastidiosi, altri, quali l'interruzione dei processi di produzione, possono comportare onerosi tempi di inattività. I guasti più gravi riguardano l'avaria dei condensatori di rifasamento e dei dispositivi preposti alla distribuzione elettrica, quali cavi, trasformatori, motori e generatori di emergenza. In questi casi, la sostituzione delle attrezzature sarà probabilmente economicamente onerosa e i tempi di consegna dei ricambi potrebbero essere lunghi. Di conseguenza, i costi di riparazione e i costi accessori possono risultare molto elevati. Ma anche nel caso in cui non insorgessero guasti veri e propri, la presenza di armoniche provocherà la diminuzione dell'efficienza energetica all'interno dell'impianto, che causerà a sua volta un eccessivo assorbimento elettrico e il conseguente incremento dei relativi costi.

I rischi di malfunzionamento dei condensatori di rifasamento sono correlati alla loro proprietà fondamentale: l'impedenza dei condensatori diminuisce all'aumentare della frequenza. Alle alte frequenze, un condensatore può agire quasi come un corto circuito. I condensatori di rifasamento vengono generalmente progettati per funzionare alla frequenza fondamentale di rete. La riduzione di impedenza che manifestano in presenza di correnti armoniche di frequenza maggiore provoca un aumento del flusso di corrente e sovrariscaldamento, che possono a loro volta causare avarie impreviste. Inoltre, i condensatori possono subire danni permanenti nel caso di risonanza parallela tra il condensatore e il trasformatore, quando cioè più sorgenti di correnti armoniche inseriscono correnti nel circuito di alimentazione e la frequenza di una di queste armoniche coincide con la frequenza di risonanza della combinazione del trasformatore di alimentazione e dei condensatori.

Il sovrariscaldamento di motori e trasformatori dovuto a correnti parassite è proporzionale al quadrato della frequenza armonica. Ne consegue che man mano che aumenta la presenza di armoniche di ordine superiore nel sistema di alimentazione, l'effetto di sovrariscaldamento sarà sempre più incisivo. La generazione di calore provoca non solo sprechi energetici, che dovranno essere comunque pagati, ma aumenta anche il rischio di guasti o persino di incendi nei circuiti elettrici, nei motori, nei trasformatori e in altre apparecchiature di distribuzione della corrente elettrica.

Oltre alle perdite derivanti dal sovrariscaldamento, la presenza di armoniche nei motori può provocare fenomeni problematici di oscillazione torsionale degli alberi degli stessi. Nei motori CA, la coppia viene prodotta dall'interazione tra il campo magnetico del traferro e le correnti indotte nel rotore. Qualora un motore venga alimentato con tensioni e correnti non sinusoidali, i campi magnetici del traferro e le correnti del rotore conterranno inevitabilmente componenti armoniche.

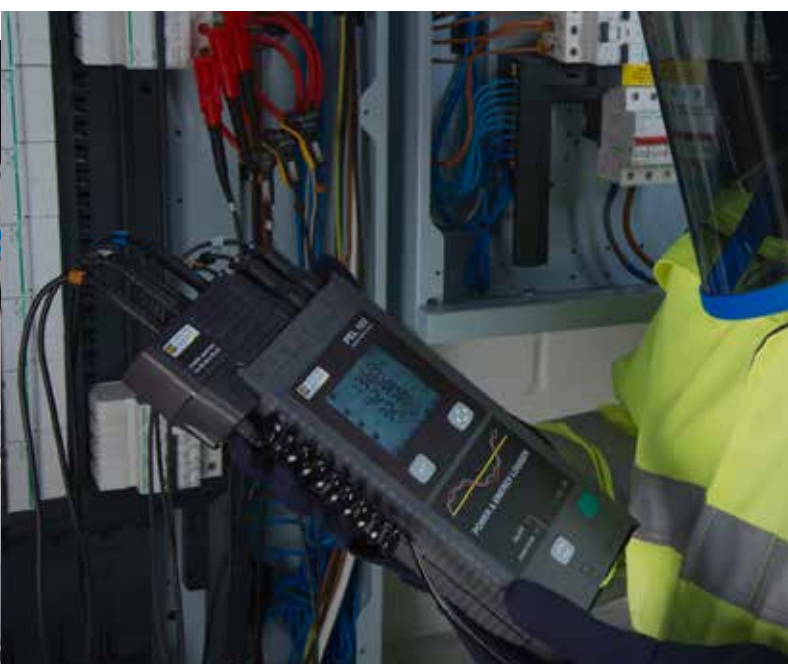


+VE	1, 4, 7, 10, 13
-VE	2, 5, 8, 11, 14
Zero	3, 9, 15, 21

Tali componenti vengono raggruppate in sequenze positive (sequenze dirette), negative (sequenze inverse) e zero (sequenze omopolari). Le armoniche a sequenza diretta (1, 4, 7, 10, 13, ecc.) producono campi magnetici e quindi una coppia rotante nella stessa direzione del campo magnetico, nonché una coppia prodotta dalla frequenza fondamentale di rete. Le armoniche con sequenza inversa (2, 5, 8, 11, 14, ecc.) producono campi magnetici e una coppia antagonista che ruota in direzione opposta. Le armoniche di sequenza zero (3, 9, 15, 21, ecc.) non producono una coppia, ma provocano comunque altre perdite nelle macchine.

L'interazione tra campi magnetici di sequenza diretta e inversa e correnti produce l'oscillazione torsionale dell'albero del motore, che è visibile sotto forma di vibrazioni dell'albero stesso. Se la frequenza di tali vibrazioni coincide con la frequenza meccanica naturale dell'albero, possono risultare amplificate e provocare gravi danni all'albero del motore. Talvolta è letteralmente possibile sentire un trasformatore o un motore "cantare" o "brontolare" a causa di queste vibrazioni ed è uno dei primi segnali che si osservano in caso di problemi dovuti alla presenza di armoniche.

Alcune delle armoniche più problematiche sono la terza e i suoi multipli dispari, ossia la nona, la quindicesima, ecc. Tali armoniche vengono denominate "triplen" o "armoniche di terza". Le armoniche di terza su ciascuna delle fasi sono in fase tra loro e si sommano invece di annullarsi sul neutro di un sistema trifase a quattro fili. Questo può provocare il sovraccarico del neutro qualora non sia stato dimensionato tenendo conto della potenziale presenza di armoniche.



Registratore di potenza e d'energia (PEL100)

Fortunatamente, le armoniche possono facilmente essere identificate e misurate impiegando un analizzatore della qualità dell'energia oppure un registratore di potenza e d'energia (PEL) con capacità armoniche. Benché, di solito, le armoniche non possano essere eliminate, poiché vengono generate nel corso del normale funzionamento di molti tipi di carichi, è però possibile prevenirne la diffusione nel sistema di distribuzione e a livello più ampio nella rete di alimentazione.

Generalmente, i provvedimenti correttivi atti a ridurre l'emissione delle armoniche sulla rete consistono nell'installazione di filtri attivi o passivi in prossimità dell'origine delle armoniche e, in alcuni casi, nell'utilizzo di un dispositivo di rifasamento opportunamente regolato. Mantenere sotto controllo le armoniche consentirà di eliminare o almeno ridurre tutte le problematiche menzionate in questa sezione del white paper, ottenendo vantaggi che comprendono il miglioramento dell'efficienza e il prolungamento della vita utile delle attrezzature, nonché la riduzione dei costi energetici.

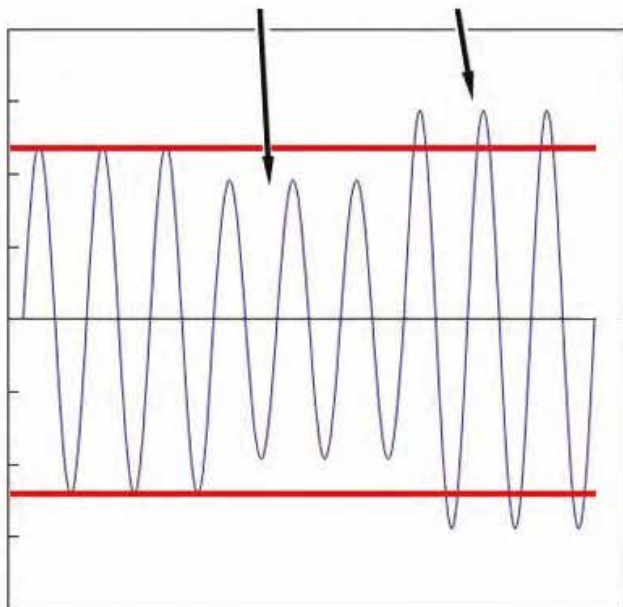
È tuttavia necessaria una certa cautela, poiché è improbabile che l'adozione di misure tese a ridurre le armoniche possa costituire una soluzione definitiva del problema, poiché, in un ambiente così dinamico come quello in cui operano oggi le aziende, è molto probabile che vengano frequentemente collegati nuovi carichi agli impianti elettrici e, se non vengono misurati, come sarà possibile sapere quali conseguenze generali comporteranno a livello di generazione di ulteriori armoniche? In altre parole, il controllo su base regolare delle armoniche è fortemente raccomandato per poter mantenere i vantaggi ottenuti adottando i provvedimenti atti a ridurre l'emissione.

Buchi e picchi di tensione

Per funzionare correttamente, le apparecchiature elettriche devono essere alimentate con una tensione (e una frequenza) che rientri in uno specifico range. A tale scopo, nel novembre del 1994, il Comitato europeo di normazione elettrotecnica (CENELEC) ha pubblicato la norma europea EN 50160 "Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica". Tale norma definisce le caratteristiche principali della tensione ai terminali di un utente della rete pubblica di bassa o media tensione in normali condizioni di esercizio.

La norma stabilisce i limiti entro i quali deve mantenersi la tensione, ma non descrive in dettaglio la situazione tipica di una rete di alimentazione pubblica. Tali limiti sono inoltre piuttosto ampi (230 V $\pm 10\%$ per alimentazioni monofase) ed è consentito che la tensione si scosti dall'intervallo ammesso del $\pm 10\%$ per un periodo di tempo fino al 5%. In pratica però, ciò che realmente conta non è che la tensione di alimentazione rispetti o non rispetti i requisiti della norma, bensì se sia compatibile o meno con i carichi collegati a tale alimentazione. Infatti, talvolta questo non avviene e i motivi più frequenti sono buchi e i picchi di tensione.

Buco di tensione *Picco di tensione*



Che cosa sono i buchi e i picchi di tensione?

Una repentina riduzione della tensione di alimentazione pari al 10% - 90% per un tempo compreso tra 10 ms e 1 minuto, è definita buco di tensione, detto talvolta anche abbassamento di tensione. La profondità del buco di tensione viene definita come la differenza tra la tensione RMS minima durante la caduta e la tensione di alimentazione dichiarata. Le variazioni di tensione che riducono la tensione di alimentazione per meno del 10% non vengono considerate buchi di tensione.

I buchi di tensione possono essere causati da fattori esterni che dipendono dalla rete di alimentazione oppure da fattori interni derivanti dalle condizioni di un impianto.

Può trattarsi di eventi singoli che si verificano causalmente oppure di una serie di eventi ricorrenti che costituiscono una sorta di modello. In ogni caso, mantenere sotto controllo e registrare i valori di tensione nel corso del tempo aiuta a capire cosa sta succedendo e a identificare le cause dei problemi.

È più probabile che i fattori esterni producano singoli eventi, ad esempio l'inserzione di un carico o la riparazione di un guasto della rete di alimentazione. Un effetto simile può accadere anche nel caso in cui si passi dall'alimentazione di rete all'alimentazione mediante gruppi di continuità o generatori di emergenza. Le cause più comuni dei buchi di tensione all'interno di un impianto sono l'accensione di carichi elevati, quali motori, forni ad arco e apparecchiature per la saldatura oppure la messa in funzione di carichi con un assorbimento non costante di energia elet-



trica. Spesso i buchi di tensione all'interno di un impianto si verificano a intervalli regolari o in orari particolari.

I picchi di tensione sono l'opposto dei buchi di tensione e vengono definiti come repentini aumenti (pari al 10% o superiori) della tensione di alimentazione per un breve periodo di tempo, trascorso il quale la tensione torna al suo valore normale. Anche in questo caso, la durata del fenomeno varia tra 10 ms e 1 minuto. I picchi di tensione sono quasi sempre causati dalla sconnessione di un carico ad alto assorbimento dalla rete di alimentazione oppure dall'impianto elettrico locale.

Sebbene le conseguenze di un buco di tensione siano più evidenti, i picchi di tensione provocano spesso maggiori danni. I picchi di tensione frequenti e prolungati possono danneggiare gli isolanti dei motori a induzione, a causa dell'aumento del flusso della corrente e della generazione di calore. Tale deterioramento può comportare guasti imprevisti del motore. I picchi di tensione possono anche causare la rottura di componenti del sistema di distribuzione della corrente, dovuta alle conseguenze dei ripetuti sovraccarichi, nonché danneggiare le apparecchiature elettroniche, che sono molto sensibili alle sovratensioni.

Fortunatamente, vi sono modi per ridurre gli effetti dei buchi e dei picchi di tensione, ma il primo passo da compiere è sempre quello di individuare la causa del problema. Per farlo, è necessario ispezionare lo stabilimento, controllando l'intero impianto elettrico, rilevando i valori di corrente e tensione in vari punti e usando tali dati per identificare l'origine dei buchi e dei picchi di tensione.

Le ispezioni degli stabilimenti possono essere facilmente eseguite usando un moderno registratore di potenza e d'energia (PEL) oppure

un analizzatore della qualità dell'energia elettrica. Questi strumenti non invasivi possono essere collegati rapidamente ai quadri di distribuzione e altre postazioni chiave all'interno dell'impianto e lasciati in loco per raccogliere e registrare i dati; in molti casi, non è neppure necessario interrompere l'alimentazione elettrica mentre li si collega.

Qualora il monitoraggio dimostri che i problemi sono causati dalla rete esterna di alimentazione e che i limiti stabiliti per la tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione sono stati superati, è il momento di contattare il proprio gestore di rete. Tuttavia, in molti casi l'origine del problema risiederà probabilmente all'interno del proprio impianto e, dopo aver identificato l'apparecchiatura che provoca il buco o il picco di tensione, sarà possibile adottare le opportune contromisure.

I rimedi potranno, ad esempio, includere la realizzazione di linee privilegiate per l'alimentazione di tali apparecchiature, l'installazione di un gruppo di continuità oppure, nel caso di motori, l'adozione di un soft starter oppure di un azionamento a velocità variabile per ridurre i picchi di assorbimento durante l'avvio. Qualora queste misure correttive si rivelino impraticabili o inefficaci, potrebbe essere necessario contattare il proprio gestore di rete per valutare se è possibile ottenere un servizio più flessibile.



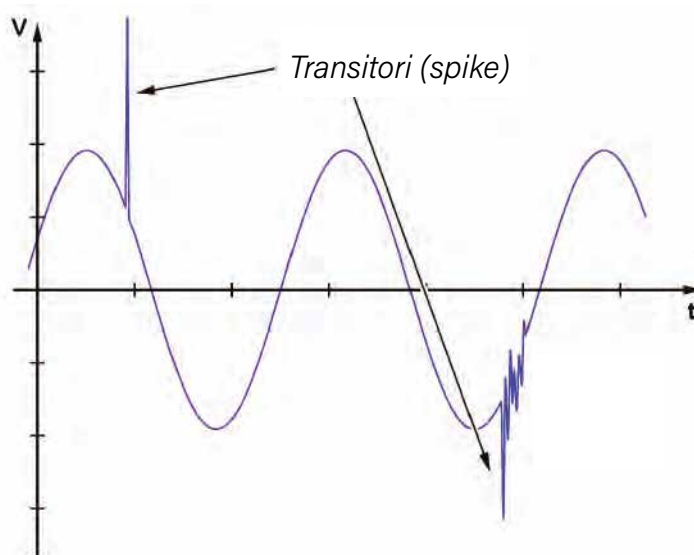
Azionamento a velocità variabile

Transitori

I transitori – spesso chiamati “spike”, cioè transitori di tensione veloci – possono avere degli effetti sulle apparecchiature e sugli impianti che spaziano tra il moderatamente fastidioso al gravemente dannoso ed economicamente costoso. Un transitorio elettrico è rappresentato da una variazione temporanea di tensione della grandezza di diversi kV e di breve durata. Può trattarsi di un singolo evento, ma anche presentar-

si sotto forma di burst (serie di picchi di sovratensione ravvicinati). La sovratensione transitoria produce un aumento della corrente sul carico (spike), che si traduce in un temporaneo incremento dell'energia trasferita dalla rete di alimentazione al carico stesso. A seconda della grandezza e della durata del transitorio, l'ammontare di energia extra trasferita in tal modo può avere conseguenze scarse o irrilevanti oppure comportare gravi danni.

È stato spesso sostenuto che la maggior parte dei transitori vengono generati da eventi esterni all'impianto che ne subisce le conseguenze, quali fulmini, accensione di carichi e riparazioni di macchinari in uso presso i gestori di rete. È vero che, a causa delle alte tensioni e del contenuto energetico, i transitori provocati dai fulmini espongono le apparecchiature a un maggior rischio di danni e guasti, ma la maggior parte dei transitori (oltre l'80% in base agli studi svolti) sono di origine interna.



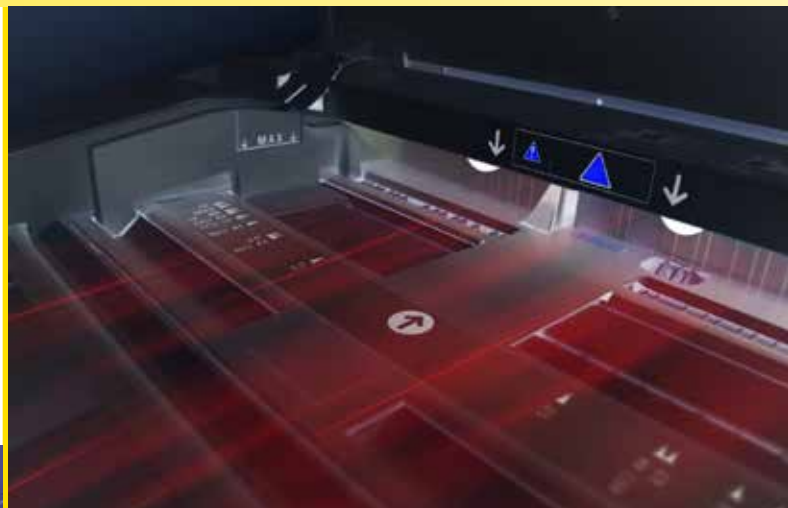
Burst

I transitori generati dai fulmini sono piuttosto rari, allora perché sono potenzialmente tanto dannosi? In un tipico fulmine, la corrente raggiunge il suo livello massimo entro 1 - 10 microsecondi e successivamente diminuisce più lentamente (circa 50 - 200 microsecondi). Tale rapidissima variazione di corrente genera una radiazione elettromagnetica (onde radio) che si propaga verso l'esterno rispetto al punto in cui si è prodotto il fulmine. Nel caso in cui tale radiazione incroci sul suo cammino un conduttore elettrico, quale una linea elettrica, una linea di comunicazione o una tubazione metallica, il conduttore si comporta come un'antenna e l'alta tensione (ossia il transitorio) viene indotta al suo interno. Si tenga presente che il conduttore non deve essere colpito direttamente dal fulmine, bensì è sufficiente che quest'ultimo raggiunga il terreno circostante per generare sovratensioni transitorie di notevole entità.

Altri fattori esterni che possono generare sovratensioni transitorie sono l'inserzione di carichi e la riparazione di macchinari in uso presso i gestori di rete. I transitori provocati dall'inserimento di carichi sono il risultato del repentino rilascio di energia elettrica e magnetica oppure, nel caso di macchine rotanti, di energia meccanica immagazzinata in un dispositivo nel momento in cui viene acceso o spento. I transitori generati dalla riparazione di guasti vengono generati da un analogo e improvviso rilascio di energia nel momento in cui la corrente di guasto viene interrotta. I transitori di questo tipo sono relativamente rari e quasi sempre di grandezza molto inferiore rispetto a quelli causati dai fulmini.



Molto più frequenti sono invece le sovratensioni transitorie provocate dall'accensione di un carico all'interno di un impianto. L'evento che genera il transitorio può essere l'attivazione di un canale di trasferimento (BUS), ma molto più probabilmente si tratterà di un semplice interruttore magnetotermico o di un teleruttore che si apre o si chiude. Persino l'uso di un interruttore della luce può generare dei transitori e il loro livello aumenterà nel caso il cui l'interruttore stesso sia difettoso o presenti contatti corrosi. Le attrezzature per ufficio, quali fotocopiatrici o stampanti laser, e i sistemi HVAC sono fonti d'origine note dei transitori. Infatti, ogni qualvolta un carico induttivo o capacitativo viene acceso o spento, è quasi certo che provocherà un transitorio che si propagerà attraverso l'impianto elettrico, benché nella maggior parte dei casi si tratti di transitori di modesta entità.



Quando si analizzano le conseguenze provocate dai picchi di tensione sugli impianti elettrici e le apparecchiature collegate, si tratterà generalmente di casi in cui i transitori generati all'interno dell'impianto, che sono di solito di entità limitata, possono verosimilmente causare solo un lento degrado con il passare del tempo. Invece, i transitori di maggior entità provocati da fulmini o dall'inserzione di elevati carichi induttivi sono in grado di causare guasti immediati nell'isolamento con il conseguente rilascio di grandi quantità di energia all'interno delle apparecchiature, che, a sua volta, può comportare danni e, nel peggiore dei casi, persino esplosioni.

Infatti, quando un'apparecchiatura è soggetta a un transitorio con una tensione superiore alla tensione di rottura del suo isolamento, è probabile che si verifichi un flashover (incendio generalizzato). Il flashover è un arco elettrico a bassa impedenza tramite il quale la corrente proveniente dal sistema di alimentazione può fluire. A causa di tutta l'energia in arrivo dalla rete di alimentazione, la potenza dell'arco e il calore generato aumentano quasi senza alcun limite, creando il rischio di incendi ed esplosioni, nonché mettendo in pericolo la vita delle persone presenti.

È probabile che le apparecchiature elettriche tradizionali subiscano dei danni solo se vengono esposte a transitori di grande entità e/o a elevata energia, ma le apparecchiature elettroniche sono molto più sensibili e, a meno che non vengano protette, possono essere irreparabilmente danneggiate anche da transitori di entità relativamente modesta, perché i microcontrollori e i componenti analoghi vengono isolati mediante sotti-



lissime e quasi impercettibili aree di silicone, che possono venir danneggiate da sovratensioni che passerebbero praticamente inosservate nelle apparecchiature tradizionali. Va inoltre osservato che i danni provocati dai transitori alle apparecchiature elettroniche potrebbero non comportare guasti immediati, bensì manifestarsi, apparentemente senza motivo, in tempi successivi. Data l'attuale tendenza a fare affidamento sui sistemi elettronici in quasi tutti i settori commerciali, aziendali e produttivi, l'insorgenza di tali guasti costituisce un vero problema, che, come spesso accade, comporta onerosi fermi macchina e altrettanto onerosi costi accessori.

Ma anche nel caso in cui le sovratensioni transitorie non causino guasti alle apparecchiature, possono comunque avere effetti estremamente negativi sui sistemi, provocando, ad esempio, il blocco dei computer e la perdita di dati, l'arresto imprevisto dei sistemi di controllo dei processi, nonché l'intervento, apparentemente senza motivo, dei dispositivi RCD (Residual Current Device).

È disponibile un'ampia gamma di soluzioni per fornire protezione contro i transitori e la scelta del tipo più adeguato deve tener conto della tensione, della durata e del livello di energia dei transitori, nonché del tipo di apparecchio che si intende proteggere. Alcuni tipi di apparecchiature, quali i motori, potrebbero essere stati progettati per resistere ai transitori di un tipico sistema di alimentazione senza l'impiego di ulteriori protezioni, ma sarebbe meglio non darlo per scontato. Anche le apparecchiature elettroniche potrebbero essere dotate di una protezione integrata, ma è improbabile che risulti sufficiente se il sistema di distribuzione dell'edificio in cui vengono utilizzate non è a sua volta dotato di ulteriori dispositivi di protezione.

A prima vista, sembrerebbe inutile fornire una protezione contro i transitori alle apparecchiature destinate all'esecuzione di test, quali multimetri e tester multifunzione per il collaudo di impianti, ma in realtà tale protezione è essenziale. È molto probabile, infatti, che un impianto elettrico sia soggetto a transitori proprio nel corso dell'esecuzione dei test e se l'energia rilasciata a seguito di un transitorio è sufficiente a distruggere uno strumento non protetto, l'operatore che si trova nelle sue vicinanze o addirittura lo tiene in mano potrebbe subire ferite o conseguenze anche peggiori.

La necessità di proteggere gli strumenti dai transitori è stata recepita dalla norma BS EN 61010 "Prescrizioni di sicurezza per apparecchi elettrici di misura, controllo e per utilizzo in laboratorio". La norma prescrive che gli strumenti utilizzati per i test siano in grado di resistere a livelli di transitori adeguati al punto dell'impianto in cui verranno utilizzati (fare riferimento alla tabella di seguito riportata).

Pruebas de sobretensión transitoria BS EN 61010-1				
Tensión de suministro	Sobretensión transitoria			
	CAT I	CAT II	CAT III	CAT IV
150 V	800 V	1500 V	2500 V	4000 V
300 V	1500 V	2500 V	4000 V	6000 V
600 V	2500 V	4000 V	6000 V	8000 V
1000 V	4000 V	6000 V	8000 V	12 000 V

La norma BS EN 61010 riconosce che i transitori generati esternamente avranno intensità massima nel punto in cui la rete di alimentazione elettrica si collega a un edificio e che la loro grandezza andrà gradualmente riducendosi man mano che viaggiano attraverso l'impianto elettrico, a causa dell'induttanza, della capacità e della resistenza dei cavi elettrici e delle altre apparecchiature. Detta in parole semplici, questo significa che gli strumenti collegati al punto di alimentazione devono essere in grado di resistere a transitori con una tensione superiore rispetto agli strumenti progettati per essere collegati ai cablaggi fissi all'interno dell'impianto. A loro volta, questi ultimi dovranno essere in grado di resistere a transitori con una tensione superiore rispetto agli strumenti che verranno usati esclusivamente su apparecchiature collegate alle prese di corrente. Questo principio viene riassunto tramite una suddivisione in categorie di sicurezza (CAT) riportate nella tabella.

Gli strumenti di CATEGORIA I possono essere usati per eseguire misurazioni su circuiti secondari, non direttamente collegati alla rete principale di alimentazione. Gli strumenti di CATEGORIA II sono idonei per eseguire misurazioni su apparecchiature collegate a una presa di alimentazione standard a 230 V.

Gli strumenti di CATEGORIA III sono idonei per eseguire misurazioni su cablaggi fissi all'interno dell'impianto elettrico di un edificio, che comprendono, ad esempio, quadri di distribuzione, interruttori magnetotermici, bus-bar, scatole di derivazione e apparecchiature industriali. Gli strumenti di CATEGORIA IV possono essere usati per eseguire misurazioni alla sorgente dell'impianto a bassa tensione.

Poiché gli strumenti che rientrano in una determinata categoria possono essere usati anche in applicazioni di categoria inferiore, gli strumenti di CATEGORIA IV possono essere impiegati in qualsiasi punto all'interno dell'impianto a bassa tensione. Di conseguenza, spesso vale la pena investire in strumenti appartenenti a categorie superiori, per evitare il rischio di utilizzare strumenti non idonei a eseguire un particolare controllo.

I transitori possono essere ridotti usando dei dispositivi di protezione contro le sovratensioni (SPD - Surge Protective Device), comunemente detti "scaricatori", che sono progettati per prevenire le sovratensioni transitorie e impulsive, che potrebbero danneggiare i cavi dell'impianto, le infrastrutture e le apparecchiature. Nel caso in cui si verifichi una sovratensione, i dispositivi SPD convogliano a terra il flusso di corrente

in eccesso e limitano la tensione a un valore massimo predefinito. A seconda dei casi, i dispositivi SPD possono essere installati in prossimità della sorgente interna di transitori, vicino ai carichi oppure in entrambe le posizioni.

Sono attualmente disponibili tre tipi di dispositivi SPD. Gli SPD di tipo 1 sono in grado di scaricare le correnti generate dai fulmini parziali e vengono usati in edifici alimentati tramite linee elettriche aeree oppure dotati di sistemi di protezione contro i fulmini installati sul tetto, in conformità alla norma BS EN 62305. Gli SPD di tipo 2 sono idonei all'installazione in tutti gli altri tipi di impianti e vengono spesso montati al punto di ingresso dell'alimentazione di rete e/o nei sottoquadri di distribuzione. Gli SPD di tipo 3 hanno una limitata capacità di scarico e vengono utilizzati per fornire una protezione locale alle apparecchiature più sensibili. In molti casi, devono essere impiegati solo quale ulteriore protezione a supporto degli SPD di tipo 2. Sulle pagine web dei produttori sono disponibili maggiori informazioni sulla scelta e le applicazioni degli SPD. Inoltre, si raccomanda di consultare l'ultima edizione dei requisiti per gli impianti elettrici pubblicata da IET (BS 7671), che contiene ora una sezione dedicata ai dispositivi di protezione contro le sovratensioni.

Per stabilire se il proprio impianto elettrico è soggetto a problemi derivanti dai transitori, la prima misura da adottare è l'impiego di un analizzatore della qualità dell'energia che, dato che i transitori sono quasi sempre intermittenti, dovrà essere dotato di funzione di registrazione dei dati, per poter raccogliere le informazioni necessarie nel corso di un periodo di tempo sufficientemente lungo. Un buon analizzatore deve consentire l'impostazione di limiti di soglia e allarmi per poter segnalare agli operatori che è stata rilevata la presenza di un transitorio significativo. Successivamente,



Analizzatore della qualità dell'energia

Interferenze elettriche

Le interferenze elettriche sono più formalmente note come interferenze elettromagnetiche (EMI) o interferenze di radiofrequenza (RFI). A voler essere pignoli, il termine EMI è quello più generale, perché, in senso stretto, il termine RFI è applicabile esclusivamente alle interferenze della banda di frequenze usate per le radiotrasmissioni. Tuttavia, ai fini del presente white paper, i due termini sono intercambiabili e nel prosieguo di questa sezione faremo riferimento semplicemente alle interferenze elettromagnetiche.

Le interferenze elettromagnetiche sono generalmente meno pericolose rispetto alle sovratensioni transitorie. Le conseguenze che provocano sono solitamente malfunzionamenti temporanei delle apparecchiature, e non danni permanenti. Ciò nonostante, i malfunzionamenti delle apparecchiature possono essere fastidiosi e economicamente onerosi, quindi non vanno presi alla leggera.

Le interferenze elettromagnetiche possono essere originate da una grande varietà di sorgenti, quali radar, TV, radio, cellulari e trasmettitori a microonde, nonché da cause esterne meno scontate, come le tempeste magnetiche solari e i segnali radio generati da temporali lontani. Le interferenze elettromagnetiche esterne possono penetrare in un impianto elettrico per induzione elettromagnetica, accoppiamento elettrostatico o conduzione. Le interferenze elettromagnetiche possono anche essere generate da apparecchiature all'interno dell'impianto, anche se gli apparecchi e gli elettrodomestici moderni devono essere fabbricati in conformità alle normative in materia di compatibilità elettromagnetica, che riducono il rischio di generazione di interferenze elettromagnetiche.

È improbabile che gli apparecchi di alimentazione e i sistemi di illuminazione vengano direttamente influenzati dalle interferenze elettromagnetiche, sebbene i dispositivi elettronici usati per controllarli possano esserne suscettibili. Le interferenze elettromagnetiche si manifestano spesso come rumori o sibili nelle apparecchiature audio e come disturbi delle immagini negli apparecchi televisivi. Altri effetti comuni, ma meno immediatamente percepibili, sono il deterioramento delle prestazioni o addirittura l'interruzione del funzionamento delle reti di dati, che possono comportare un aumento dei tassi di errore, nonché la potenziale perdita totale dei dati. È importante sottolineare che le interferenze elettromagnetiche possono essere trasmesse per diafonia tra cavi vicini. Per tale motivo, si deve prestare sempre una particolare attenzione a isolare i cavi di alimentazione dai cavi di trasmissione dati e, se necessario, impiegare cavi schermati.

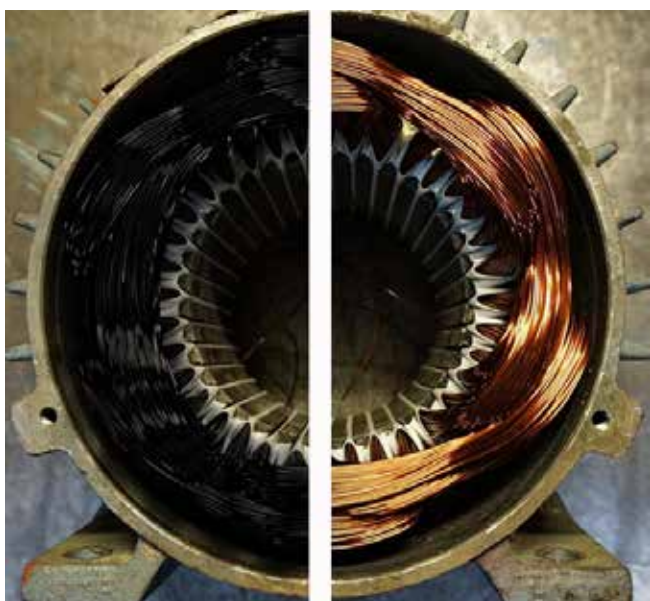
È disponibile una grande varietà di prodotti per bloccare le interferenze elettromagnetiche ed evitarne la penetrazione nelle apparecchiature elettriche, quali filtri soppressori, filtri di linea CA, nuclei in ferrite e assorbitori di microonde. Tali dispositivi sono efficaci esclusivamente contro le interferenze elettromagnetiche condotte. Una schermatura efficiente, mediante scatola conduttiva dotata di messa a terra, è invece la precauzione migliore da adottare contro le interferenze elettromagnetiche indotte e radiate. Quindi, per ottenere una soluzione completa è necessario disporre di una combinazione di schermatura e filtraggio.

Qualora si ritenga di avere dei problemi derivanti dalle interferenze elettromagnetiche, sarà necessario dotarsi di un analizzatore della qualità dell'energia e configurarlo in modo tale da mantenere sotto controllo l'impianto elettrico. Le interferenze elettromagnetiche verranno visualizzate in sovrapposizione alle forme d'onda dell'alimentazione di rete. Invece, nel caso in cui le interferenze elettromagnetiche fossero di natura intermittente, sarà necessario disporre di un data logger che registri i dati per un certo numero di giorni o di settimane.

Squilibri di tensione

Gli squilibri di tensione sono un problema al quale viene riservata un'attenzione scarsa o addirittura nulla. È un vero peccato, perché, come vedremo, un'alimentazione elettrica squilibrata può comportare delle conseguenze molto serie. Naturalmente, se la vostra azienda impiega esclusivamente carichi monofase, gli squilibri di tensione non costituiranno alcun problema per voi e potete dunque tranquillamente saltare questa sezione. Ma se, invece, utilizzate dei carichi trifase, allora vi consigliamo di proseguire con la lettura!

In un sistema di alimentazione CA trifase equilibrato la tensione di tutte e tre le fasi è uguale in ampiezza e le fasi sono tra loro sfasate di 120° . In un sistema sbilanciato, invece, la tensione di tutte e tre le fasi non è la stessa e/o le fasi non sono tra loro sfasate di 120° . Lo squilibrio di tensione è più comune rispetto allo sfasamento ed è generalmente causato da grandi carichi monofase, quali punti ricarica EV, forni a induzione e alcuni sistemi di trazione.



Danni agli avvolgimenti causati da squilibri di tensione

Tali carichi monofase potrebbero essere collegati tra una delle fasi e il neutro, se assorbono energia da una sola delle tre fasi, oppure potrebbero essere collegati tra due fasi, qualora assorbano energia da due delle tre fasi. In entrambi i casi, le tre fasi vengono caricate in modo disomogeneo

e la tensione sulla fase o sulle fasi maggiormente gravate subirà un calo. Tale riduzione di tensione verrà percepita dalle altre unità collegate al medesimo sistema di alimentazione come uno squilibrio di tensione.

La distribuzione disomogenea di carichi monofase anche di piccola entità su un sistema trifase può, nel caso siano parecchi, causare un leggero squilibrio di tensione. Questa situazione di solito si verifica quando, nel corso del tempo, vengono aggiunti ulteriori circuiti a un impianto elettrico che era originariamente bilanciato al momento della sua realizzazione. Il deterioramento disomogeneo delle batterie di condensatori di rifasamento oppure il danneggiamento definitivo di uno o più di essi rappresenta un'altra sorgente di squilibrio. Gli squilibri temporanei possono invece essere generati da un'avaria di una delle tre fasi, sia all'interno dell'impianto stesso che nella rete principale di alimentazione.

Avere tensioni equilibrate tra le fasi è indiscutibilmente uno dei requisiti più importanti per gli impianti industriali, in particolare se si impiegano motori trifase, e addirittura indispensabile qualora tali motori funzionino a pieno regime o quasi. Le tensioni squilibrate ai terminali dei motori che funzionano a pieno regime possono causare squilibri percentuali di corrente delle fasi pari fino a 10 volte gli squilibri percentuali di tensione.

Questo significa che i regimi dei motori che funzionano con alimentazioni sbilanciate devono essere significativamente ridotti, anche nel caso in cui lo squilibrio di tensione sia di entità minore. Gli squilibri possono anche rendere necessario il ridimensionamento dei cavi di alimentazione, a causa dell'aumento delle perdite di I²R.

Secondo la Commissione elettrotecnica internazionale (IEC), lo squilibrio di tensione viene definito come il rapporto tra la tensione di sequenza inversa e la tensione di sequenza diretta. In altre parole, le tensioni delle tre fasi possono essere espresse matematicamente come la somma di componenti di sequenza diretta, inversa e zero. Le tensioni di sequenza diretta creano un flusso magnetico all'interno del motore, che ruota nella direzione prevista, mentre le tensioni di sequenza inversa creano un flusso magnetico che ruota in senso opposto. Poiché le tensioni di sequenza diretta sono sempre maggiori rispetto alle tensioni di sequenza inversa (purché il motore sia stato collegato correttamente!), la direzione di rotazione del motore non ne viene influenzata.

La rotazione del flusso in senso opposto causata dalle tensioni di sequenza inversa genera ulteriore calore sugli avvolgimenti del motore, che possono provocare il danneggiamento dell'isolamento e la conseguente avaria imprevista del motore stesso. Il funzionamento continuo a temperature superiori di 10° rispetto al range raccomandato raddoppia la possibilità di riduzione della vita utile del motore, con conseguenze sempre molto fastidiose, oltre che onerose dal punto di vista economico. L'importanza e la diffusione di questo tipo di problema è confermata dal grande numero di aziende che sviluppano e producono dispositivi per mantenere sotto controllo gli squilibri di tensione, al fine di preservare l'integrità dei motori.

Oltre ai motori in sé, anche molti inverter e sistemi di controllo allo stato solido includono componenti che sono sensibili agli squilibri di tensione. Alcuni di questi, a seconda del tipo, qualora rilevino la presenza di uno squilibrio di tensione significativo, provvedono a interrompere il normale funzionamento per proteggere se stessi e il motore. Se da un lato questo intervento è utile per salvaguardare le apparecchiature, dall'altro provoca arresti del processo di produzione che possono risultare economicamente onerosi. Nei dispositivi meno sofisticati, che non interrompono automaticamente il funzionamento, gli squilibri di tensione sono una causa frequente di riduzione della vita utile dei diodi di protezione nel front-end e dei condensatori di bus.

Anche i gruppi di continuità (UPS) e gli alimentatori degli inverter offrono prestazioni ridotte in presenza di tensioni di alimentazione sbilanciate, generando spesso una maggior ondulazione sull'uscita CC e, in molti casi, un aumento delle correnti armoniche nel sistema di alimentazione.

Dato che gli squilibri di tensione possono comportare molte conseguenze pericolose, è naturale che vengano disciplinati da normative nazionali e internazionali. La normativa IEC 60034-1, ad esempio, stabilisce un limite di tensione di sequenza inversa delle fasi pari all'1%. La normativa EN 50160, invece, stabilisce che si possono avere squilibri sino al 3% e indica che la conformità alla norma avviene quando "in condizioni di normale esercizio per ogni periodo di una settimana, il 95% dei valori medi efficaci, calcolati in 10 minuti, della componente a sequenza inversa (Ui) della tensione di alimentazione sarà compreso tra 0 e 2% della componente a sequenza diretta (Ud)".

Fortunatamente, la misura dell'equilibrio di tensione e carico (corrente), e di conseguenza l'identificazione di un eventuale squilibrio, può essere ottenuta usando un registratore di potenza e d'energia (PEL). Collegando il PEL all'alimentazione in entrata, sarà possibile monitorare nel tempo il carico sulle fasi dell'intero impianto elettrico, per verificarne le variazioni durante la normale giornata (o settimana) di lavoro. I PEL possono essere rapidamente spostati attorno all'impianto elettrico, collegati in modo non invasivo e usati per misurare le singole apparecchiature oppure i carichi dei circuiti e le tensioni, allo scopo di raggiungere il bilanciamento dell'intero impianto elettrico. Possono inoltre essere successivamente ricollegati all'alimentazione in entrata per il monitoraggio costante non solo del bilanciamento della tensione, ma anche di altri importanti parametri di alimentazione, quali le armoniche e il fattore di potenza.



Registrador de potencia y energía PEL 103

Per ridurre gli squilibri di tensione e i relativi effetti, esistono due principali contromisure da adottare. La prima è quella di usare circuiti separati per i grandi carichi monofase, collegandoli il più vicino possibile alla sorgente di alimentazione. Questa soluzione garantirà che i carichi monofase non provochino cadute di tensione nei circuiti elettrici usati da altre apparecchiature. La seconda è quella di garantire che tutti i carichi, piccoli o grandi che siano, vengano distribuiti omogeneamente su tutte le fasi. Queste due soluzioni vi risparmieranno diversi grattacapi e spese ingenti.

Fattore di potenza

Proprio come lo squilibrio di tensione, il fattore di potenza viene raramente considerato come un problema di qualità dell'energia elettrica, molto probabilmente perché un basso fattore di potenza è una condizione piuttosto comune. Questo significa che le aziende pagano sostanziose somme di denaro per un'energia che non usano e non possono usare, mentre sarebbe relativamente semplice ed economico risolvere la questione!

Il basso fattore di potenza non rappresenta un problema nuovo; per decenni i tecnici esperti che si sono occupati di impianti elettrici industriali e commerciali hanno adottato misure per garantire che i propri stabilimenti o le proprie sedi potessero contare su un buon fattore di potenza. Al giorno d'oggi, però, sempre meno siti industriali e commerciali si avvalgono della competenza di tali figure professionali, con il risultato che il fattore di potenza viene sempre più trascurato, mentre le bollette dell'energia elettrica lievitano inevitabilmente. Ma che cos'è esattamente il fattore di potenza e perché è così importante? Il fattore chiave da tenere in considerazione è che alcuni tipi di apparecchiature elettriche usate nelle applicazioni industriali e commerciali consumano un determinato ammontare di potenza reattiva oltre alla potenza reale (o potenza attiva) di cui necessitano per svolgere le operazioni previste. Si tratta spesso di dispositivi induttivi, ossia dispositivi che integrano delle bobine quali com-

ponenti costruttivi. Alcuni esempi possono essere i motori, le caldaie a induzione, i saldatori ad arco, i compressori e molti tipi di dispositivi di illuminazione fluorescente. È importante tenere presente che la potenza reattiva non svolge alcun ruolo utile per l'utente dell'apparecchiatura in questione.

Tecnicamente parlando, la potenza reattiva è la differenza vettoriale tra la potenza reale (o attiva) usata da un dispositivo e la potenza totale consumata, conosciuta con il nome di potenza apparente. Il fattore di potenza è il rapporto tra potenza reale e potenza apparente. Un dispositivo con un basso fattore di potenza, più spesso chiamato scarso fattore di potenza, assorbe più corrente rispetto a un dispositivo che svolga la medesima quantità di lavoro utile ma abbia un elevato (o un buon) fattore di potenza. Le correnti più elevate aumentano le perdite nel sistema di distribuzione elettrico, di conseguenza gli operatori di rete penalizzano i clienti che hanno uno scarso fattore di potenza addebitando loro costi maggiori per l'elettricità.

La potenza reattiva viene misurata in kVAR (kiloVoltampere reattivo), la potenza attiva o reale viene misurata in kW (kilowatt) e la potenza apparente in kVA (kiloVoltampere).



Usando un gergo meno tecnico, questo scenario può essere più facilmente compreso paragonandolo alla birra! Quando ordinate una pinta di birra alla spina, il boccale intero che pagate equivale alla corrente apparente. Ma se guardate attentamente, vi accorgete che in cima alla birra c'è un bel po' di schiuma! Quel che voi volete veramente è la birra, ossia l'equivalente della potenza attiva, mentre la schiuma, che non contribuisce minimamente al vostro refrigerio, è l'equivalente della potenza reattiva. Una pinta di birra, senza nessuna schiuma, equivale a un fattore di potenza pari a 1, senza alcuna potenza reattiva. In pratica, però, tale fattore è generalmente quasi impossibile da ottenere, e di solito viene considerato accettabile un fattore di potenza pari a 0,95 o più (che corrisponde a meno del 5% di schiuma).

Fin qui tutto bene, ma se l'apparecchiatura elettrica consuma intrinsecamente potenza attiva, cosa si può fare? Fortunatamente è possibile correggere il fattore di potenza aggiungendo, abbastanza logicamente, un dispositivo di correzione del fattore di potenza (PFC), che generalmente è costituito da condensatori collegati al quadro di distribuzione principale o, talvolta, altrove.

Molti stabilimenti sono già dotati di un qualche tipo di dispositivo PFC, ma, come già osservato in precedenza, non si tratta di una soluzione definitiva. Qualora si installino ulteriori apparecchiature oppure i tipi di apparecchiature già in uso vengano significativamente modificati, il sistema PFC potrebbe non rispondere più alle effettive esigenze. Vale inoltre la pena osservare che i condensatori usati quali dispositivi PFC possono deteriorarsi dopo molti anni di impiego e sarà pertanto necessario sostituirli. Infatti, secondo il Carbon Trust, non è infrequente che un impianto industriale operi con alti livelli di potenza reattiva, che offrono fattori di potenza tra lo 0,7 e lo 0,8. Questo è davvero sorprendente e assolutamente inutile, dato che misurare il fattore di potenza non è per niente difficile. Si può farlo rapidamente usando un analizzatore portatile oppure, in alternativa, è possibile monitorare il fattore di potenza permanentemente e in tempo reale, con i relativi valori visualizzati in modo costante assieme a molti altri parametri utili, quali la tensione, la corrente e l'assorbimento.

Sebbene studiare un sistema PFC per ridurre la potenza reattiva richieda la conoscenza di diversi fattori, quali il livello di tensione e l'uso tipico dei carichi reattivi in loco, il profilo d'uso all'interno del sito, nonché la qualità dell'energia richiesta dai carichi in situ, tutti questi parametri possono essere facilmente misurati e/o calcolati. Di conseguenza, il costo della progettazione di un sistema PFC adeguato avrà un'incidenza assai inferiore se si considerano i risparmi che è in grado di offrire.

Il modo più semplice per realizzare un sistema PFC è l'impiego di condensatori, ma vale la pena di guardarsi intorno e chiedere il parere di un esperto per trovare la soluzione migliore in base alle proprie esigenze. Qualora sia un singolo macchinario ad aver un basso fattore di potenza, i condensatori possono essere collegati in parallelo al macchinario stesso, per compensare il fattore di potenza tutte le volte che lo si avvia. In alternativa, nel caso in cui il fattore di potenza di uno stabilimento sia sempre basso, senza che questa condizione dipenda da una specifica apparecchiatura, si potrà collegare un sistema PFC fisso nel punto di connessione tra lo stabilimento e la rete di alimentazione.

Nelle applicazioni più complesse, in cui molti macchinari vengono accesi e spenti in tempi diversi, il fattore di potenza può essere soggetto a frequenti variazioni. In questo caso, la necessaria quantità di PFC deve essere controllata automaticamente dall'intervento di batterie di condensatori all'interno o all'esterno di un circuito, in base alle necessità. Inoltre, negli stabilimenti con grandi carichi non lineari e relative correnti armoniche, potrebbe essere necessario impiegare un sistema PFC desintonizzato. Sul mercato sono disponibili diverse soluzioni che forniscono tale funzionalità, ma, in caso di dubbi, si consiglia di affidarsi sempre a un esperto.

La qualità prima di tutto

Ci auguriamo che questo white paper sia riuscito a far luce su un tema a volte complesso come quello della qualità dell'energia e a spiegare perché per Chauvin Arnoux è così importante. Se sei il titolare o il responsabile di un'attività commerciale, senza dubbio presterai particolare attenzione alla qualità dei prodotti e dei servizi che acquisti per la tua azienda, e la fornitura di elettricità ed energia non dovrebbe fare eccezione. Dopotutto, le bollette in genere sono una voce di spesa non indifferente.

Abbiamo dimostrato che la qualità dell'energia può essere compromessa da vari fattori, con conseguenze spesso seccanti e onerose. D'altro lato, tuttavia, abbiamo anche visto che le pecche nella qualità della fornitura si possono rilevare facilmente (con le giuste apparecchiature, beninteso) e che, nella maggior parte dei casi, una volta individuato il problema, le soluzioni pratiche ed economicamente accessibili non mancano.

Nel corso del white paper, abbiamo cercato di presentare le informazioni con la massima chiarezza, ma sappiamo che la qualità dell'energia può essere un argomento ostico! Se desideri avere maggiori informazioni sugli spunti che abbiamo proposto, oppure se vorresti assistenza per iniziare a valutare la qualità della tua energia, non esitare a contattarci. Parlare con Chauvin Arnoux non costa nulla, ma potrebbe fare un'enorme differenza per la tua attività in termini di costi e redditività!

Julia Grant





DP4160 - IT - FM

ITALIA
AMRA SPA
 Via Sant'Ambrogio, 23
 20846 MACHERIO (MB)
 Tel: +39 039 245 75 45
 Fax: +39 039 481 561
 info@amra-chauvin-arnoux.it
 www.chauvin-arnoux.it

SVIZZERA
CHAUVIN ARNOUX AG
 Moosacherstrasse 15
 8804 AU / ZH
 Tel: +41 44 727 75 55
 Fax: +41 44 727 75 56
 info@chauvin-arnoux.ch
 www.chauvin-arnoux.ch

NEL MONDO
CHAUVIN ARNOUX
 12-16 rue Sarah Bernhardt
 92600 Asnières-sur-Seine
 Tel: +33 1 44 85 44 38
 Fax: +33 1 46 27 95 59
 export@chauvin-arnoux.fr
 www.chauvin-arnoux.com



CHAUVIN ARNOUX
 Group