

Evoluzione degli impianti elettrici nelle case degli italiani

di Silvia Berri e Giuseppe Bosisio

Negli ultimi decenni gli apparecchi elettrici utilizzatori nelle nostre case si sono profondamente trasformati. I tradizionali apparecchi elettrici ed elettromeccanici si sono evoluti lasciando sempre più spazio all'elettronica. Il pensiero va subito ai dispositivi elettronici ed informatici: ormai nelle abitazioni della maggior parte delle famiglie italiane si trova un computer con monitor e stampante. I televisori a tubo catodico sono quasi scomparsi e sostituiti da enormi televisori al plasma, a cristalli liquidi o a led, numerosi in ogni abitazione e spesso collegati a lettori dvd e altro. La diffusione degli impianti di condizionamento, che spesso sono azionati elettronicamente, ha fatto sì che, nel nostro Paese, il picco massimo di assorbimento di potenza elettrica, che storicamente coincideva con i mesi invernali, venisse invece superato nei mesi estivi.

La trasformazione degli apparecchi non riguarda però solo le classiche apparecchiature elettroniche: in realtà anche la vecchia lavatrice e il forno, che esteriormente non sono molto cambiati, hanno subito radicali trasformazioni circuitali ed oggi anch'essi spesso ospitano, al loro interno, un cuore elettronico.

L'elettronica ha permesso di ottimizzare il rendimento degli apparecchi che oggi sono più leggeri, meno ingombranti e in grado di soddisfare standard di efficienza energetica sempre più elevati; dobbiamo tuttavia domandarci se il "vecchio" impianto elettrico a cui sono allacciati ha ancora tutti i requisiti per fare il suo dovere in sicurezza.

Uno degli aspetti da considerare è la protezione contro i contatti indiretti che, negli impianti residenziali, alimentati da un sistema TT, è affidata all'interruttore differenziale coordinato con l'impianto di terra: vale infatti notare che, in caso di guasto verso massa, gli apparecchi elettronici non sempre presentano correnti di guasto sinusoidali e ciò può mettere in crisi i tradizionali interruttori differenziali che potrebbero intervenire per soglie di corrente più elevate della corrente nominale o non intervenire affatto.

La norma CEI 64-8:2007, relativa agli impianti utilizzatori in bassa tensione, metteva in guardia, nel commento all'art. 531.2.1.4, contro il problema delle correnti di guasto non sinusoidali, consigliando, in certe applicazioni, l'utilizzo di interruttori differenziali di tipo A e di tipo B.

La recentissima variante V3 alla stessa norma CEI 64-8 rielabora l'argomento, chiarendo che gli apparecchi utilizzatori isolati in Classe I, che incorporano circuiti elettronici non lineari (ad es. ponti raddrizzatori) possono dar luogo, in caso di guasto verso terra, a correnti differenziali di tipo non

sinusoidale. Tali correnti possono compromettere la protezione contro i contatti diretti offerta dagli interruttori differenziali dei corrispondenti circuiti di alimentazione. In questi casi, la norma raccomanda l'installazione di interruttori differenziali di tipo A o di tipo B in base alle possibili forme d'onda delle correnti di guasto dei vari apparecchi elettrici utilizzatori protetti dall'interruttore differenziale.

Questi sono classificati in categorie diverse secondo la loro attitudine ad assicurare la protezione contro diverse forme d'onda della corrente differenziale come di seguito indicato:

Interruttore differenziale di tipo AC

Interruttore differenziale il cui sgancio è assicurato solo per correnti differenziali alternate sinusoidali applicate improvvisamente o lentamente crescenti.

Interruttore differenziale di tipo A

Interruttore differenziale il cui sgancio è assicurato come per il tipo AC e inoltre per correnti differenziali pulsanti unidirezionali con o senza controllo dell'angolo di fase, per correnti differenziali pulsanti unidirezionali sovrapposte ad una corrente continua senza ondulazioni di 0,006 A indipendenti dalla polarità, applicate improvvisamente o lentamente crescenti.

Interruttore differenziale di tipo B

Interruttore differenziale il cui sgancio è assicurato come per il tipo A e inoltre per correnti differenziali alternate sinusoidali differenziali fino a 1000 Hz, per correnti differenziali continue senza ondulazioni di 0,4 volte la corrente differenziale nominale (I_{dn}) o 10 mA scegliendo il valore più elevato sovrapposto ad una corrente alternata, per correnti differenziali continue senza ondulazioni di 0,4 volte la corrente differenziale nominale (I_{dn}) o 10 mA scegliendo il valore più elevato sovrapposto ad una corrente continua senza ondulazioni, per correnti differenziali pulsanti unidirezionali raddrizzate risultanti da due o più fasi, per correnti differenziali continue senza ondulazione, indipendenti dalla polarità, applicate improvvisamente o lentamente crescenti.

Per meglio comprendere i limiti di funzionamento dei diversi tipi di interruttore differenziale si può fare riferimento alla Guida CEI 23-98 (ed. I 11/2007) *“Guida all'uso corretto di interruttori differenziali per installazioni domestiche e similari”* (traduzione dell'IEC TR 62350, ed. 2006) che riporta gli schemi circuitali e le forme d'onda per cui intervengono le diverse tipologie di interruttori differenziali.

Prove di laboratorio

Per verificare le effettive correnti di guasto a terra prodotte dagli apparecchi controllati elettronicamente, sono state condotte alcune prove in laboratorio su due tipici apparecchi di classe I, comunemente diffusi nelle abitazioni: una lavatrice e un computer, all'interno dei quali sono normalmente presenti dispositivi elettronici che sovrintendono all'alimentazione.

Nelle moderne lavatrici (fig. 2), la tensione monofase viene dapprima raddrizzata da un ponte di diodi e spianata da un condensatore, quindi trasformata in tensione alternata trifase tramite un inverter con tecnologia a modulazione di larghezza di impulso (PWM - Pulse Width Modulation) e frequenza dell'ordine dei kiloHertz, per l'alimentazione e il controllo del motore (trifase). Infine, la sezione di ingresso di tale circuito è costituita da un filtro con funzione di riduzione dei disturbi ad alta frequenza (EMI filter).

L'alimentatore di un computer (alimentatore switching, figg. 3a e 3b) presenta uno stadio di ingresso simile al precedente (filtro EMI e circuito di raddrizzamento). La tensione continua è quindi "spezzata" da un apposito circuito elettronico (Power Switch) alla frequenza di alcune decine di kiloHertz e fornita ad un trasformatore che la riduce al livello usato per l'alimentazione interna del computer.

La retroazione è affidata ad un circuito PWM che controlla la larghezza degli impulsi prodotti dal Power Switch.

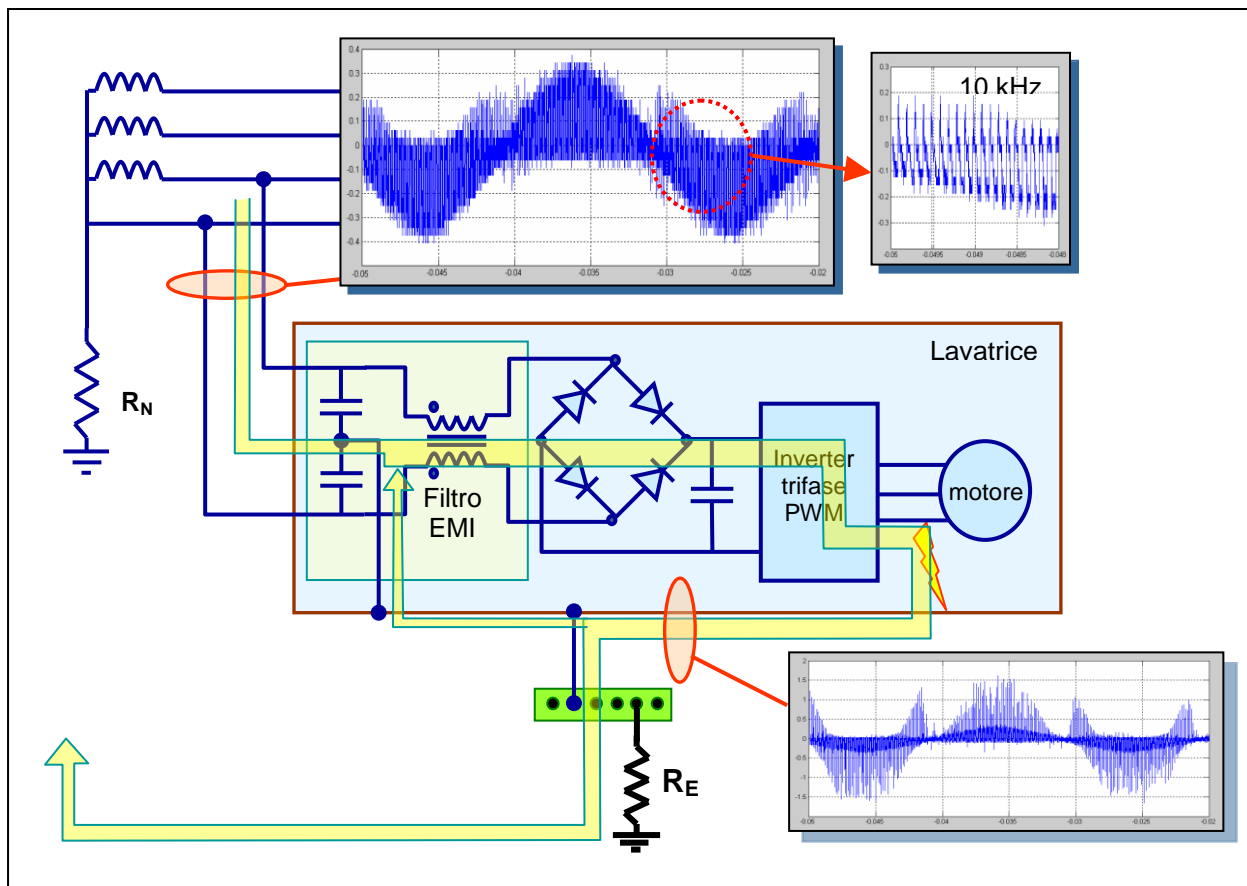


Fig. 2. Schema di guasto a massa su lavatrice

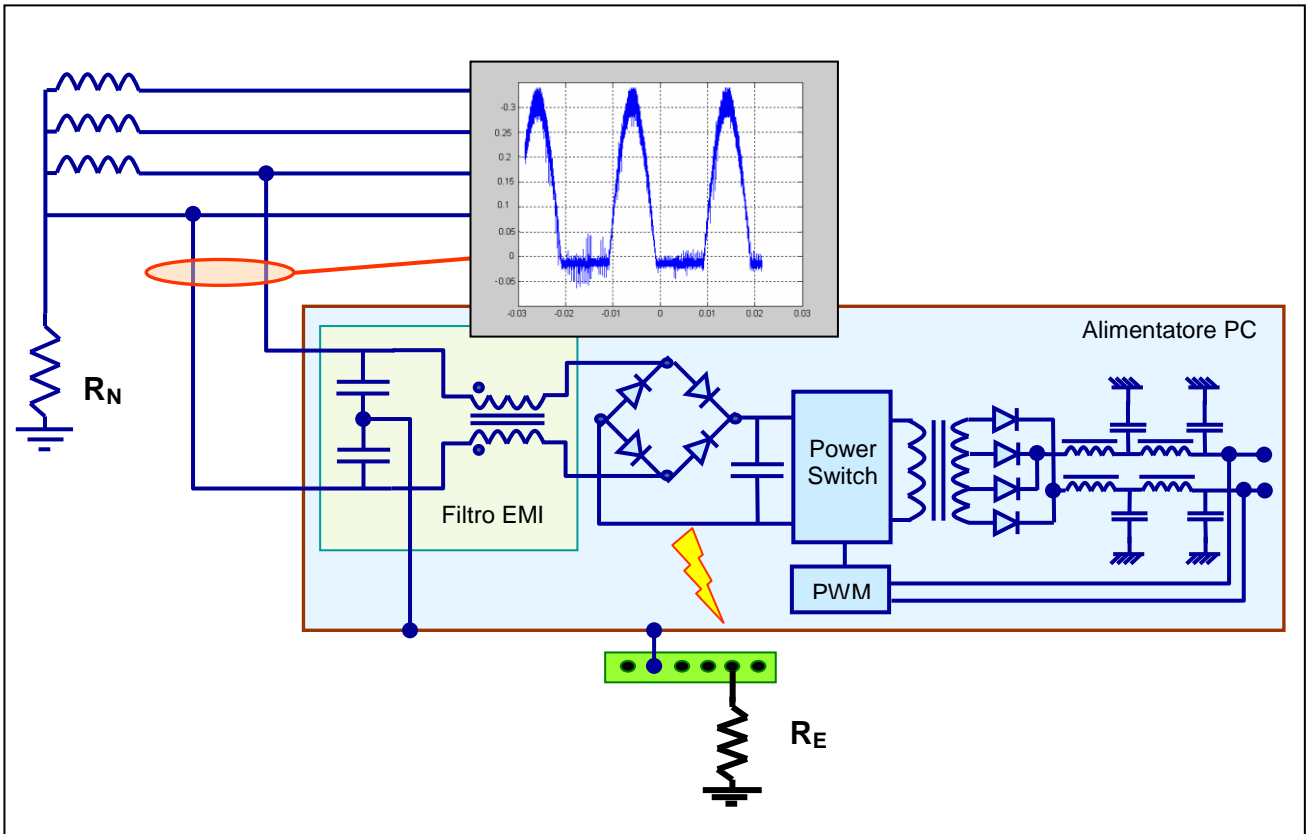


Fig. 3a. Schema di guasto a massa su alimentatore PC (guasto sul circuito di raddrizzamento)

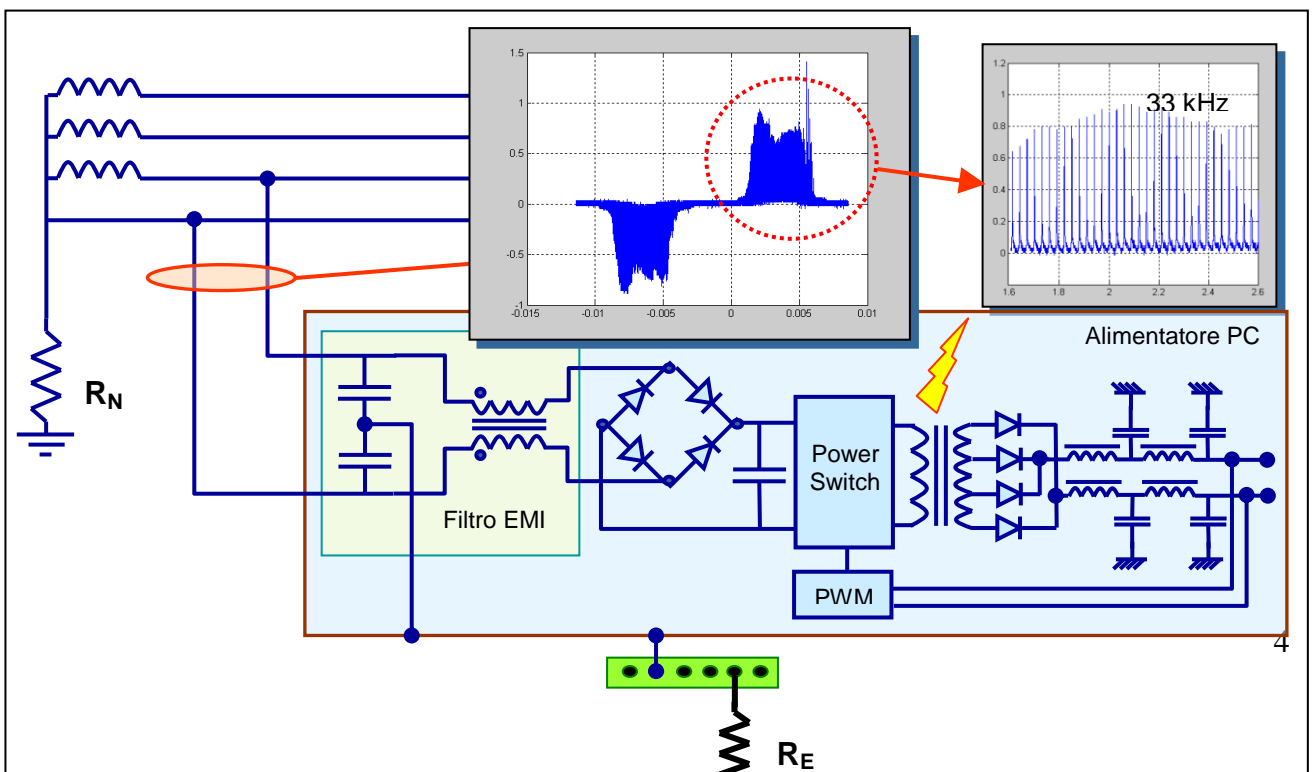


Fig. 3b. Schema di guasto a massa su alimentatore PC (guasto sul Power Switch)

Le prove sono state condotte considerando che l'apparecchio in esame fosse alimentato da un sistema TT ($R_E=20 \Omega$, $R_N=1 \Omega$) e, per ciascun apparecchio, si sono simulati alcuni possibili guasti verso massa (con resistenza di guasto pari a circa 1000Ω), in diversi punti del circuito elettronico. In particolare, per la lavatrice si è considerato il guasto a massa di una delle fasi del motore (fig. 2); per il computer sono stati considerati due possibili guasti: il primo all'uscita del ponte raddrizzatore (fig. 3a), il secondo sul primario del trasformatore a valle del Power Switch (fig. 3b).

Ovviamente, se il guasto avviene semplicemente a valle del circuito di raddrizzamento, si ottiene una corrente pulsante a singola semionda, **come indicato nel circuito 4 di fig. 1**. Per tale forma d'onda di guasto un differenziale di tipo A è idoneo.

Viceversa, se il guasto si verifica in uscita dall'inverter o dal power switch, la forma d'onda vista dal differenziale è costituita dalla sovrapposizione di correnti a frequenza diversa, in particolare: una componente alla frequenza di commutazione del dispositivo elettronico di potenza (tipicamente kiloHertz o decine di kiloHertz); una componente alla frequenza di rete (50 Hz); infine, nel caso dell'inverter che alimenta un motore, una frequenza variabile che dipende dalla velocità di rotazione del motore. Si noti che, in entrambi i circuiti (lavatrice e computer), parte della corrente di guasto ad alta frequenza si richiude attraverso la struttura metallica della massa ed il filtro EMI (fig.2). Per tale motivo la corrente di guasto vista dal differenziale è complessivamente minore di quella effettivamente erogata sull'impedenza di guasto.

In generale, un interruttore differenziale di tipo B è idoneo a riconoscere ed intervenire per tali correnti di guasto che viceversa potrebbero non provocare l'intervento (o far intervenire a soglie elevate) un differenziale di tipo A o, peggio, un differenziale di tipo AC.

Dimensionamento dell'impianto elettrico utilizzatore

Tutti sappiamo che un buon impianto elettrico utilizzatore, cioè un impianto di qualità, deve essere suddiviso in più circuiti e prevedere un adeguato numero di componenti (prese a spina, punti luce) installati. Questo principio è da tempo enunciato, in termini generali, dalla norma impianti (art. 314

della norma CEI 645-8). La guida applicativa CEI 64-53 “*Edilizia ad uso residenziale e terziario. Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici. Criteri particolari per edifici ad uso prevalentemente residenziale*”, già nel 2007 suggeriva una suddivisione degli impianti utilizzatori in tre diverse categorie prestazionali (economico, comfort e lusso) indicando per ciascuna categoria un numero minimo di circuiti in cui suddividere l'impianto, di prese a spina fisse e di punti luce. Similmente a quanto è stato già fatto in altri paesi europei (Francia, Spagna e, in parte, Germania), la nuova Variante V3 alla norma CEI 64-8 compie un ulteriore passo avanti in questa direzione: nel corpo della norma è introdotto un allegato (allegato A – normativo) che fissa tre diversi livelli prestazionali e di fruibilità dell'impianto elettrico utilizzatore:

- Livello 1: livello minimo previsto dalla Norma
- Livello 2: per unità immobiliari con una maggiore fruibilità degli impianti, tenuto anche conto delle altre dotazioni impiantistiche presenti
- Livello 3: per unità immobiliari con dotazioni impiantistiche ampie ed innovative (domotica).

Ciascun livello è caratterizzato da un numero minimo di circuiti e di componenti.

Indipendentemente dal livello scelto, la protezione differenziale deve essere, in ogni caso, suddivisa su almeno due interruttori. Il numero di circuiti e componenti è funzione, oltre che del livello considerato, della superficie dell'ambiente considerato. Ad esempio, l'impianto utilizzatore di livello 1 in un appartamento di medie dimensioni (100 m²) deve essere suddiviso in almeno quattro circuiti, escludendo dal conteggio eventuali circuiti destinati all'alimentazione di singoli apparecchi (ad es. scaldacqua, caldaie, condizionatori, estrattori) e anche circuiti di box, cantina e soffitte.

Nel soggiorno dell'appartamento di cui sopra, supponendo che abbia superficie di 20 m², devono essere installate almeno cinque prese fisse di corrente, due punti luce, una presa TV e una presa telefonica. Se invece nello stesso appartamento si intende realizzare un impianto del livello massimo (livello 3) le prese di corrente e i punti luce sono rispettivamente dieci e quattro; il numero minimo di circuiti, cinque.

In ogni caso, in ciascun locale dove sia prevista una presa TV, accanto a questa deve essere prevista la predisposizione di ulteriori sei prese di energia.

Il livello 3 è caratterizzato dalla presenza di un *impianto demotico*, cioè da un insieme dei dispositivi (e delle loro connessioni) che realizzano una determinata funzione utilizzando un supporto di comunicazione comune ed attuando la comunicazione dei dati tra gli stessi secondo un protocollo di comunicazione prestabilito.

Il livello 3 per essere considerato *domotico* deve gestire almeno 4 delle seguenti funzioni:

- anti intrusione
- controllo carichi
- gestione comando luci
- gestione temperatura (se non è prevista una gestione separata)
- gestione scenari (tapparelle, ecc.)
- controllo remoto
- sistema diffusione sonora
- rilevazione incendio (UNI 9795), se non è prevista gestione separata
- sistema anti allagamento e/o rilevazione gas.

Infine, in tutti gli impianti, devono essere previsti uno o più dispositivi per l'illuminazione di sicurezza: almeno uno per un appartamento di superficie fino a 100 m² con impianto di livello 1, almeno tre per un appartamento, di maggiore superficie, con impianto di livello 2 o 3.

Si noti tuttavia, a tal proposito, che tali dispositivi servono a garantire la mobilità delle persone in caso di mancanza dell'illuminazione ordinaria e non necessitano di un'*alimentazione di sicurezza* (come definita dalla norma CEI 64-8), né è richiesto un illuminamento minimo: soddisfano la richiesta della norma anche i dispositivi di illuminazione estraibili montati nelle scatole degli interruttori di manovra (ma non quelli alimentati tramite presa a spina).

Concludendo, la nuova variante V3 alla norma CEI 64-8 segna una tappa innovativa verso un impianto elettrico utilizzatore meno "elettrotecnico" e più "elettronico", evidenziando i requisiti di sicurezza a cui deve soddisfare la protezione differenziale nella rilevazione di eventuali correnti di guasto non sinusoidali.

La norma introduce inoltre una nuova classificazione dei livelli prestazionali che devono essere soddisfatti da un impianto domestico, in termini di numero di circuiti, numero di prese fisse e punti luce per ciascun vano dell'appartamento.

In definitiva una promessa che i nuovi impianti utilizzatori residenziali saranno realizzati con un maggiore livello di qualità nella sicurezza, nel comfort e nella razionalità delle connessioni.