

Focus

I limitatori di sovratensione per sistemi a bassa tensione

A cura della redazione

La caratterizzazione

I limitatori di sovratensione, noti anche come scaricatori, sono componenti che, installati in parallelo a un circuito, si comportano come isolanti a elevata resistenza fino a un certo limite di tensione, superato il quale si comportano come conduttori a bassa resistenza. Nell'ambito della protezione contro le scariche atmosferiche si distinguono due impieghi:

1. la connessione equipotenziale dei conduttori attivi alla gabbia di Faraday che costituisce l'impianto interno di parafulmine;
2. la protezione contro l'impulso elettromagnetico di fulmine (LEMP), causa di sovratensione e di sovracorrente impulsiva indotta negli impianti elettrici ed elettronici, anche in assenza di impianto di parafulmine.

In entrambi i casi le normative vigenti designano questi componenti con la sigla SPD (acronimo di Surge Protective Devices).

I limitatori di sovratensione oggetto di questa scheda si riferiscono soprattutto alla protezione contro le sovratensioni dovute ai LEMP. Sono considerati sia i classici spinterometri in aria, adattati alle esigenze degli impianti a bassa tensione, sia quelli a varistore e a diodi soppressori (vedere la figura 1).

Le tipologie costruttive

L'impiego sui circuiti a bassa tensione rende indispensabili versioni costruttive facilmente installabili e ricambiabili sia nei punti iniziali dell'impianto che in quelli intermedi e terminali; per soddisfare questa esigenza sono previsti tipi:

- a forma di fusibile NH, inseribili a coltello negli omonimi portafusibili;
- i tipi con attacco a scatto sui profilati di supporto da quadro, unificati dalla norma europea CEI EN 60715 e noti come rotaie DIN;
- per la protezione terminale sono adatti tipi inseribili direttamente nelle prese, negli adattatori o nei morsetti.

La normativa trattata non prende in considerazione gli SPD inseriti dal costruttore negli utilizzatori, con caratteristiche adatte alla protezione terminale degli specifici apparecchi. Si



deve tuttavia evidenziare che questi ultimi tipi garantiscono la protezione solo se la sovratensione in ingresso non supera il livello di protezione UP, raramente indicato, ma solitamente non superiore a 1,5 kV.

Le norme di riferimento

La norma CEI EN 61643-11 (CEI 37-8), pubblicata in prima edizione nel febbraio 2004, fornisce le indicazioni fondamentali per la costruzione, la classificazione e le prove degli SPD da connettere a sistemi a bassa tensione.

La norma CEI CLC/TS 61643-12 (CEI 37-11), pubblicata in prima edizione nel 2007. Limitatori di sovratensione di bassa tensione. Parte 12. Scelta e principi di applicazione.

Quest'ultima norma è la più interessante e la più attuale per quanto concernente la scelta e l'installazione.

A integrazione è da considerare la 6ª edizione della Norma CEI 64-8, pubblicata nel 2007 che tratta, al capitolo 44, la protezione contro le sovratensioni impulsive sia di origine atmosferica che dovute a manovre. Questa norma è coerente con la CEI 81-8, pubblicata nel 2002 e parzialmente superata dalla nuova normativa CEI 81-10/4 Protezione contro i fulmini.

Questa scheda prende in considerazione tutte le suddette norme per quanto attualmente non abrogato.

Il principio di funzionamento

Il comportamento ideale di un SPD dovrebbe essere il seguente:

- fino alla tensione di innesco l'impedenza dovrebbe essere elevatissima;
- superata la tensione di innesco si dovrebbe avere un repentino e totale annullamento della impedenza;
- esaurito l'impulso di sovratensione, l'SPD dovrebbe ritornare istantaneamente allo stato di isolamento originale interrompendo ogni corrente susseguente alla scarica e sostenuta dalla tensione di alimentazione.

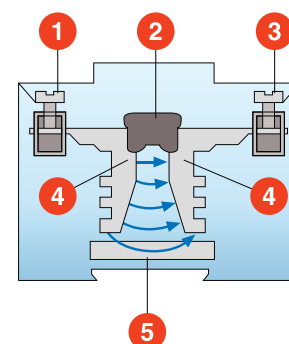
In realtà:

- durante la scarica la resistenza non è nulla e dà luogo a una tensione residua caratteristica che risulta applicata al circuito a valle;
- la tensione residua non è costante ma dipende dalla corrente di scarica sia come intensità che come forma d'onda.

Sotto l'aspetto della attenuazione della corrente di fulmine, un SPD ideale, assumendo impedenza nulla, dovrebbe assorbire l'intera corrente; invece la corrente di fulmine, che è di tipo impresso (cioè non è determinata dall'impedenza del circuito attraverso il quale si scarica a terra) si divide

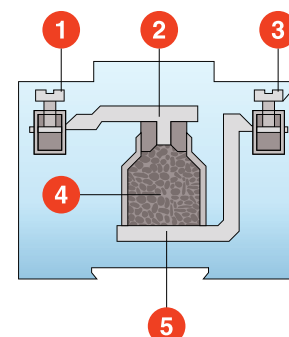
1 Le tre tipologie

a) Spinterometro



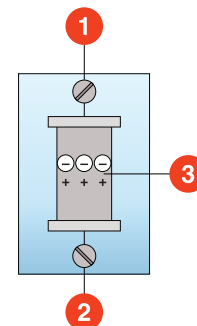
- 1) Terminale di fase
- 2) Isolante ad alta tenuta ad impulso
- 3) Terminale di terra
- 4) Lamierini di estinzione
- 5) Piastra di estinzione

b) Varistore



- 1) Terminale di fase
- 2) Elettrodo di fase
- 3) Terminale di terra
- 4) Ossido di zinco
- 5) Elettrodo di terra

c) Diodo soppressore



- 1) Terminale di fase
- 2) Terminale di terra
- 3) Diodo Zener

IL PUNTO DI VISTA di Gianfranco D'Ippolito Presidente di Con.Trade S.r.l.

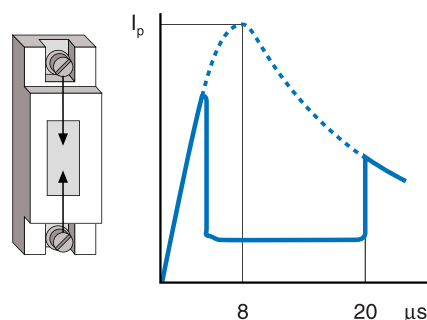


Pur non essendo stato caratterizzato da novità tecnologiche rilevanti, l'anno 2008 non è trascorso inutilmente. Sul mercato assistiamo alla presentazione, quale novità di rilievo, dell'integrazione di scaricatori nello stesso modulo contenente altre apparecchiature di protezione. In realtà, allo stato dell'arte, ciò, non solo non fornisce alcun apprezzabile contributo tecnico, ma, se ben analizzato, evidenzia l'introduzione di elementi di criticità nell'impianto. Questo dipende dal fatto che si cerca d'integrare apparecchiature con funzioni diverse da quelle per cui sono state concepite. Più esplicitamente mi riferisco al tentativo di integrare gli SPD in interruttori magnetotermici.

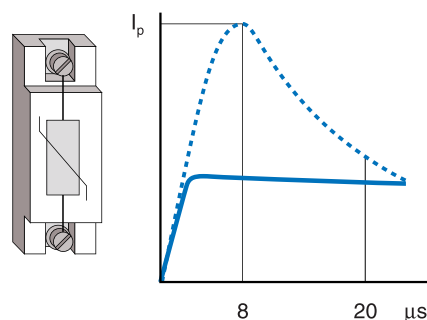
Molta attenzione è stata prestata da parte delle aziende specializzate all'integrazione degli scaricatori nell'impianto elettrico. In passato il limitatore di sovratensione spesso veniva dimensionato esclusivamente in funzione dei parametri della corrente del fulmine; ora, in modo più corretto, sono anche considerati tutti i risvolti che il suo funzionamento implica nell'impianto elettrico. Dall'altra parte c'è lo sviluppo di apparecchiature di protezione complesse che avvicineranno il mondo della compatibilità elettromagnetica EMC - che normalmente affronta le problematiche delle interferenze elettromagnetiche in alta frequenza ma a basso contenuto energetico - con quello del LEMP (impulso elettromagnetico del fulmine), che affronta le interferenze in alta frequenza, ma ad alto contenuto energetico.

In generale, la sensazione è che questo settore sia oggetto di una sovraesposizione. Il mercato italiano è partito in ritardo rispetto a quello degli altri paesi europei e, quindi, il maggior tasso di crescita iniziale era scontato. Attualmente gli altri paesi europei sono giunti a regime e si sono stabilizzati; ciò ci fa capire che quello degli SPD non è affatto un mercato illimitato. In questo momento, più che in passato, il desiderio di novità e di trend positivi è talmente forte da indurre il marketing di aziende non classificabili tra gli addetti ai lavori a tentare l'avventura e a proporsi in questo settore, dimenticando che l'improvvisazione non è una capacità innovatrice o consolidatrice in nessun ambito. Nel prossimo futuro il mercato sarà caratterizzato da un'offerta sempre più numerosa e sempre meno qualificata, ma alla fine il giudice è come sempre il mercato che emetterà la sentenza.

SPD con intervento ad innesco (spinterometro)



SPD con intervento a limitazione (varistore e diodi)



2 I due principi
di funzionamento

fra il limitatore e tutti i rami a esso in parallelo in modo inversamente proporzionale alle rispettive impedenze a impulso. Ne consegue che tanto maggiore è la corrente che interessa il limitatore tanto minore è quella che interessa l'impianto da proteggere.

La capacità di uno scaricatore di ripristinare l'isolamento appena cessa l'impulso di sovratensione non sempre è assicurata: oltre un certo valore della corrente di scarica, lo stato di conduzione persiste e si ha una corrente susseguente da interrompere mediante dispositivi automatici (fusibili o interruttori magnetotermici).

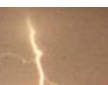
Oltre certi limiti l'impulso di corrente distrugge l'SPD, prima che abbia portato a termine la propria funzione protettiva.

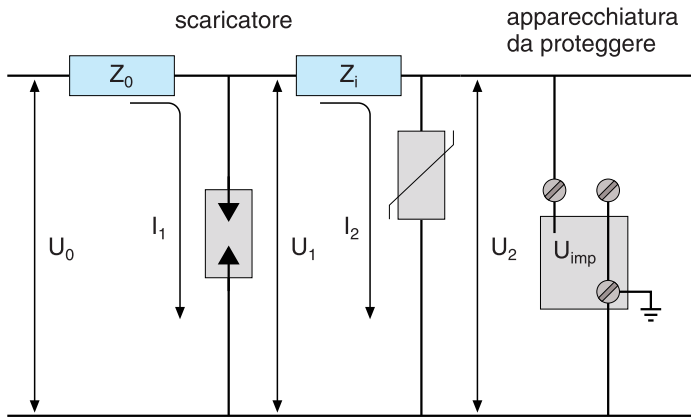
Le funzioni sopra descritte si realizzano negli SPD di bassa tensione con tre componenti fondamentali:

1. gli spinterometri;
2. i varistori;
3. i diodi soppressori.

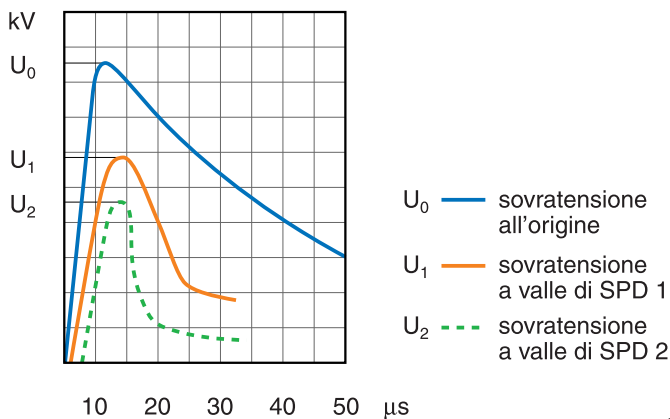
Con riferimento alla figura 2:

1. gli spinterometri basano il loro principio di funzionamento sulla scarica in aria, che avviene quando l'intensità di campo





Equazione dei valori istantanei: $U_1 = U_0 - Z_0 I_1$ $U_2 = U_1 - Z_1 I_2$



3 La protezione in cascata
4 Le forme d'onda tipiche

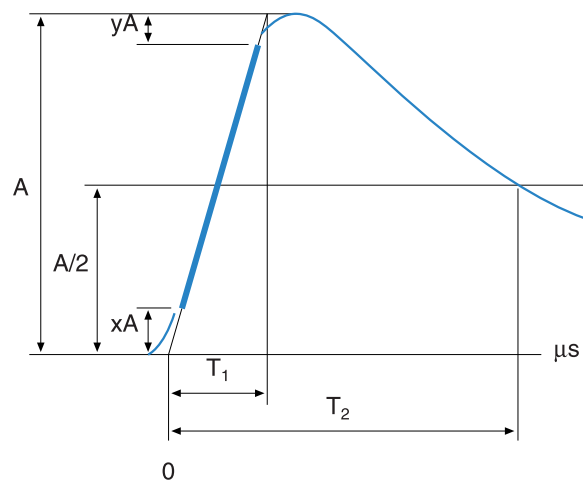
elettrico fra i punti più ravvicinati degli elettrodi supera la rigidità elettrica dell'aria. Innescata la scarica si ha pressoché un cortocircuito; la cella Deion aiuta a spegnere l'arco e impedisce la susseguente scarica alimentata dalla tensione di rete.

2. Il varistore è costituito da una resistenza di ossido di zinco il cui valore diminuisce all'aumentare della tensione; non si ha una precisa tensione di innesco ma superato un certo valore la resistenza diminuisce fino a valori trascurabili.

3. il soppressore è uno speciale diodo di Zener, che sfrutta l'effetto valanga che si genera quando la tensione della giunzione è annullata dalla sovratensione applicata.

Il funzionamento dei limitatori in cascata

Quando la tensione residua del limitatore è troppo elevata per garantire la protezione si rende necessario un ulteriore limitatore da installare a valle con interposizione di una impedenza di adattamento Z nella quale deve cadere la sovratensione in eccesso



A = valore di cresta

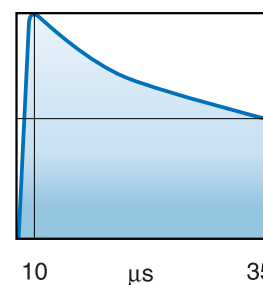
T_1 = durata convenzionale del fronte

T_2 = tempo convenzionale all'emivalore

$y = 0,1 \div 0,05 \text{ A}$
 $x = 0,1 \div 0,3 \text{ A}$ } in funzione del tipo di impulso

La forma d'onda è espressa dal rapporto T_1/T_2 in μs

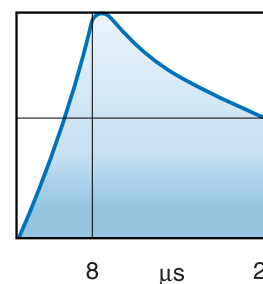
10/350



Corrente di fulmine diretta

Utilizzata per prove di corrente di SPD di classe I

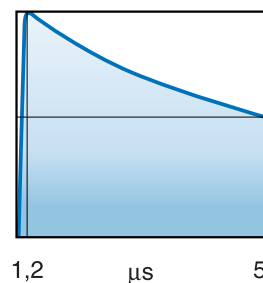
8/20



Corrente di fulmine indiretta

Utilizzata per prove di corrente di SPD di classe II

1,2/50

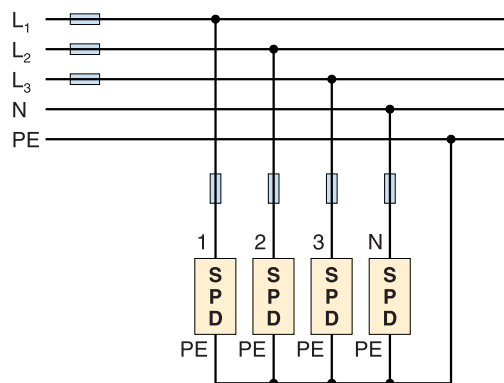


Sovratensione indotta dal fulmine

Utilizzata per prove di tensione

AlfaBeta	SPD B2	art.625
I_{MAX} 5kA	U_C 400V	U_p 2,5kV
I_L 40A	2 porte IP 40	50-60 Hz
Tipo a limitazione	Classe di prova II	

5



I tre limitatori di fase sono collegati direttamente alla terra. Il limitatore di neutro scarica solo le eventuali sovratensioni impulsive tra neutro e terra e non necessita di dispositivi di interruzione delle correnti susseguenti

6

(tale impedenza può essere costituita da quella del cavo interposto). Il principio è sintetizzato in figura 3.

Le grandezze elettriche

Poiché le sovratensioni di origine interna o esterna all'impianto dipendono da fenomeni aleatori, di caso in caso variabili, per definire le grandezze impulsive di riferimento si deve ricorrere a convenzioni più vicine possibili alla realtà. In particolare sono state definite le forme degli impulsi di sovratensione e della corrente di scarica che li sostiene indicate mediante il sistema di siglatura ricordato in figura 4.

Per coprire le fondamentali esigenze gli SPD si distinguono in tre classi di prova:

- SPD di classe di prova I, idonei a scaricare intense correnti con tensione residua elevata;
- SPD di classe di prova II, caratterizzati da correnti di scarica meno intense con tensioni residue più basse;
- SPD di classe di prova III, caratterizzati da basse capacità di scarica e da bassissime tensioni residue.

5 Esempio di targa di un SPD di classe II
6 Collegamento degli SPD di tipo 1

Per quanto riguarda le correnti e le tensioni si ricordano i seguenti valori impulsivi con relativo riferimento alla forma d'onda.

- I_{imp} = Corrente impulsiva, con la quale si valuta la capacità di scarica di un SPD di classe I, considerando la forma d'onda 10/350
- I_{max} = corrente di scarica massima; è il valore di picco dell'impulso 8/20 μ s che è usato per provare gli SPD di classe II;
- I_{sc} = corrente impulsiva di forma d'onda 8/20 μ s utilizzato per la prova degli SPD di classe III;
- U_p = livello di protezione in tensione assegnato dal costruttore a un SPD in seguito a prove; va inteso come la tensione residua massima che può sussistere ai terminali durante la scarica;
- U_{res} = Valore di picco della tensione che si manifesta tra i terminali di un SPD durante il passaggio della corrente di prova;

I principali valori di corrente e di tensione non impulsivi sono i seguenti:

- I_L = corrente di carico nominale; è la massima corrente che può attraversare con continuità l'SPD, senza produrre inconvenienti. Si considera solo per i tipi a due porte in quanto quelli a una porta sono collegati in parallelo al carico;
- I_F = corrente susseguente; è il valore efficace della corrente di cortocircuito che potrebbe stabilirsi dopo un intervento;
- U_c = tensione di impiego.

I dati di targa

Gli SPD devono riportare su una parte visibile almeno i dati di targa riguardanti i valori massimi della corrente a impulso, i livelli di protezione U_p espressi in kV, i valori della tensione di impiego U_c , espressa in V e della corrente di carico nominale I_L espressa in A, la classe di prova, il numero di porte, il tipo di limitazione, il grado di protezione dell'involucro, il tipo di corrente e la frequenza. Si deve tener presente che i parametri di scarica di un SPD variano in funzione della classe di prova. Se l'SPD è particolarmente piccolo la targa può comprendere solo il nome del costruttore o il relativo marchio di fabbrica e il numero di articolo; i rimanenti dati, in tal caso, devono essere riportati sull'imballaggio.

In figura 5 è riportato un esempio di targa riferito alla classe di prova II.

7 Le quattro zone di protezione

I criteri di scelta e installazione

Gli SPD devono essere scelti e installati tenendo conto:

1. dei possibili schemi di installazione;
2. dell'ambiente elettromagnetico creato dal fulmine (zona di protezione);
3. del livello di protezione necessario;
4. delle condizioni della rete.

Limitatamente agli SPD a due porte, destinati a proteggere all'ingresso i circuiti di potenza, la norma CEI 37-11 prevede due tipi di collegamento:

1. tutti gli SPD collegati direttamente tra le rispettive fasi e il PE, compreso l'SPD tra neutro e terra (vedere la figura 6);
2. gli SPD di fase sono collegati al neutro, mentre l'SPD di neutro è collegato a terra.

I due schemi sono elettricamente equivalenti. Poiché il collegamento deve essere più breve possibile, è preferibile il tipo 1 quando il PE e il neutro sono entrambi distribuiti mentre nel caso di distribuzione senza neutro è preferibile il collegamento 2. Al fine di prestabilire il livello di protezione la norma CEI 64-8 al capitolo 44 fa proprio il criterio di suddivisione in zone di protezione.

Poiché per ogni classe di prova il livello di protezione risulta funzione della corrente di scarica, è sufficiente determinare per ogni circuito da proteggere una di queste due grandezze. Secondo tale concetto le diverse zone dell'impianto sono caratterizzate da categorie di sovratensione. Nella nuova Norma CEI 81-10/4 è stato ripreso il concetto della protezione a zone ma con cambiamenti di definizioni e di alcuni parametri.

Le nuove zone sono così classificate:

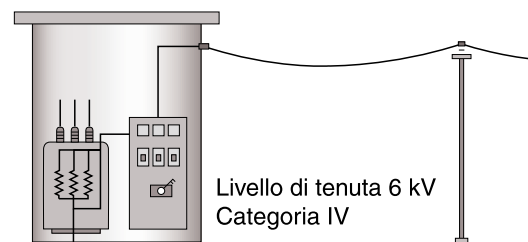
Zone esterne

- LPZ0A il cui pericolo è costituito dall'intero campo magnetico dovuto all'intera corrente di fulmine;
- LPZ0B come sopra ma con frazioni significative della corrente di fulmine.

Zone interne

- LPZ1. Il pericolo è limitato dal frazionamento della corrente di fulmine;
- LPZ2...3... ecc. Il pericolo è ulteriormente limitato dall'ulteriore frazionamento della corrente di fulmine, dalla presenza di SPD, piccoli trasformatori, schermature più o meno efficaci.

Zona esterna



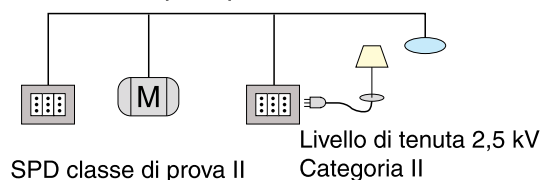
SPD classe di prova I

Zona interna con componenti aventi elevata tensione di tenuta ad impulso (LPZ1)



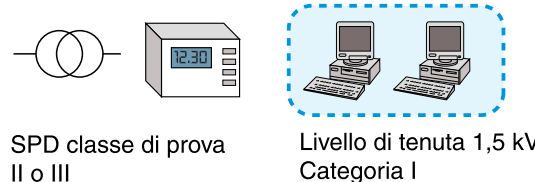
SPD classe di prova I o II

Zona interna (LPZ1) circuiti terminali e utilizzatori



SPD classe di prova II

Zona interna (LPZ2) a valle di piccoli trasformatori o in ambiente schermato



SPD classe di prova II o III

L'appendice A della stessa norma correla, richiamando la norma CEI EN 60664-1, le zone al livello di tenuta agli impulsi delle installazioni di potenza richiamando le categorie di installazione e i livelli di protezione. Si tratta di una correlazione indiretta basata su sofisticati calcoli e complesse analisi che esulano dai limiti di questa scheda ma che danno risultati approssimativamente uguali a quelli della vecchia normativa. Ciò considerato, in figura 7 è riportato con la debita correzione di termini, la configurazione di riferimento per la scelta del livello di protezione (categoria) facendo riferimento allo schema di figura 1 della Guida CEI 81-8, identica a quella del capitolo 443 della norma CEI 64-8, 6a edizione. Per quanto concernente la situazione della rete deve esserci coerenza con i dati di targa (figura 5).