
IA 042 – Sistema di limitatori di sovratensione (SPD) per la protezione contro le sovratensioni transitorie di origine atmosferica o dovute a manovre – Febbraio 2023

Questa scheda specifica i criteri di scelta per la protezione degli impianti elettrici contro le sovratensioni transitorie di origine atmosferica trasmesse attraverso la rete di distribuzione dell'energia elettrica, comprese le fulminazioni dirette sul sistema di alimentazione, e quelle contro le sovratensioni dovute a manovre. Non si riferisce alla protezione contro le sovratensioni transitorie dovute a fulminazioni dirette o in prossimità della struttura.

Si considera che le sovratensioni dovute a manovra hanno un'ampiezza inferiore rispetto a quelle di origine atmosferica e, di conseguenza, le prescrizioni relative alla protezione contro le sovratensioni transitorie di origine atmosferica normalmente coprono anche la protezione contro quelle dovute a manovra. Se non è installata alcuna protezione contro i disturbi di origine atmosferica, può essere necessario prevedere una protezione contro le sovratensioni da manovra.

Riferimenti normativi

- **CEI 64-8:** Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua
- **CEI 64-8 (Sezione 443):** “Protezione contro le sovratensioni transitorie di origine atmosferica o dovute a manovre”
- **CEI 64-8 (Sezione 534):** “Dispositivi per la protezione contro le sovratensioni transitorie”
- **CEI EN 62305-1** (CEI 81-10/1): Principi generali
- **CEI EN 62305-2** (CEI 81-10/2): Valutazione del rischio
- **CEI EN 62305-3** (CEI 81-10/3): Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
- **CEI EN 62305-4** (CEI 81-10/4): Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture
- **CEI EN 61643-11** (CEI 37-8): Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi BT
- **CLC/TS 61643-12** (CEI 37-11): Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione - Scelta e principi di applicazione

La protezione delle strutture contro i fulmini non rientra nel campo di applicazione di questa scheda e delle norme ad essa strettamente collegate, per questa si veda la **scheda IA 040**, legata alla serie di Norme CEI EN 62305 (Serie CEI 81-10).

***Nota:** ai fini di questa scheda, particolare attenzione dovrebbe essere posta ai contenuti della documentazione tecnica dei costruttori, soprattutto per quanto riguarda i criteri di coordinamento tra SPD e tra i dispositivi di protezione contro le sovracorrenti e gli SPD stessi. Indicazioni possono trovarsi anche per i criteri specifici di scelta nelle varie situazioni di installazione*

Protezione contro le sovratensioni transitorie di origine atmosferica o dovute a manovre

Generalità

Le caratteristiche delle sovratensioni transitorie di origine atmosferica dipendono da fattori quali:

- la natura della rete di distribuzione dell'energia elettrica (interrata o aerea);
- la possibile presenza di almeno un dispositivo di limitazione delle sovratensioni (SPD) collegato a monte dell'origine dell'impianto;
- il tipo di sistema di alimentazione ed il suo livello di tensione.

La protezione contro le sovratensioni transitorie viene fornita installando dispositivi di limitazione delle sovratensioni (SPD).

Questa scheda non si applica agli impianti in cui le conseguenze delle sovratensioni riguardano:

- le strutture in cui vi sia un rischio di esplosione;
- le strutture in cui il danno può coinvolgere anche l'ambiente circostante (ad esempio nel caso di emissioni chimiche o radioattive).

Controllo della sovratensione

La protezione contro le sovratensioni transitorie deve essere prevista quando le conseguenze degli effetti di tali sovratensioni influiscono:

- sulla vita umana, ad esempio i servizi di sicurezza, i dispositivi di assistenza medica;
- sui servizi pubblici e sul patrimonio culturale, ad esempio la perdita di servizi pubblici, centri IT, musei;
- sulle attività commerciali o industriali, ad esempio nel caso di hotel, banche, industrie, mercati commerciali, fattorie;
- su un gran numero di persone, ad esempio nel caso di grandi edifici, uffici, scuole.

Per tutti gli altri casi può essere effettuata una valutazione del rischio allo scopo di determinare se la protezione contro le sovratensioni transitorie sia necessaria. Nel caso in cui la valutazione del rischio non venga effettuata, l'impianto elettrico deve essere dotato di una protezione contro le sovratensioni interne

Metodo di valutazione dei rischi

Il livello di rischio calcolato (CRL) viene utilizzato per determinare se è richiesta una protezione contro le sovratensioni transitorie di origine atmosferica. Il valore di CRL viene calcolato con la seguente formula:

$$CRL = f_{env} / (L_P \times N_g)$$

dove:

- f_{env} è un fattore ambientale e il suo valore deve essere calcolato utilizzando la seguente tabella

Ambiente	f_{env}
Ambiente rurale e suburbano	$85 \times F$
Ambiente urbano	$850 \times F$

Il valore del coefficiente F deve essere posto uguale a 1 per tutti gli impianti

- N_g è la densità di fulminazione al suolo (fulmini per km² per anno) nel punto in cui è presente la rete di alimentazione e la struttura collegata;
- la lunghezza del tratto sottoposto alla valutazione del rischio L_P è calcolata come segue:

$$L_P = 2 L_{PAL} + L_{PCL} + 0,4 L_{PAH} + 0,2 L_{PCH}$$

dove

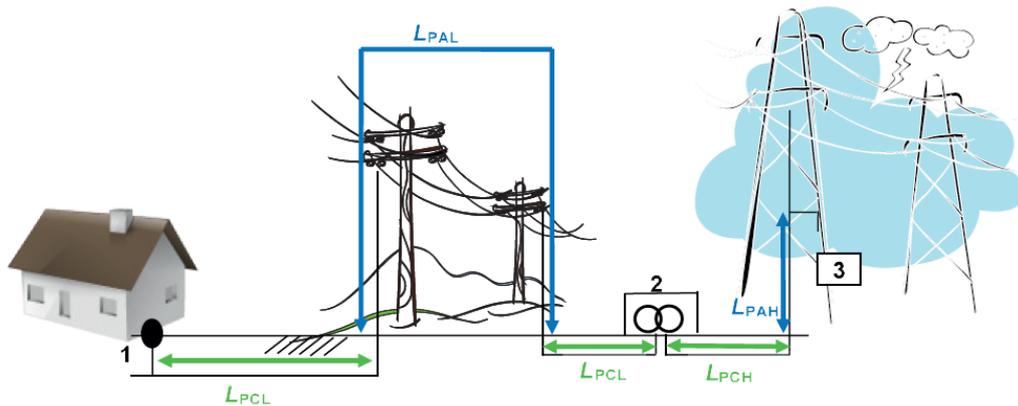
- L_{PAL} è la lunghezza (km) della linea aerea a bassa tensione;
- L_{PCL} è la lunghezza (km) del cavo interrato a bassa tensione;
- L_{PAH} è la lunghezza (km) della linea aerea ad alta tensione;
- L_{PCH} è la lunghezza (km) del cavo interrato ad alta tensione.

La lunghezza totale da considerare ($L_{PAL} + L_{PCL} + L_{PAH} + L_{PCH}$) è limitata a 1 km o dalla distanza dal primo dispositivo di protezione dalle sovratensioni installato nella rete di alimentazione all'ingresso dell'impianto, scegliendo la lunghezza minore tra le due.

Al termine del calcolo:

- Se $CRL \geq 1\ 000$, non è necessaria alcuna protezione contro le sovratensioni transitorie di origine Atmosferica.
- Se $CRL < 1\ 000$, è richiesta la protezione contro le sovratensioni transitorie di origine atmosferica.

Di seguito, si mostra un esempio di un impianto che mostra le lunghezze da tenere in considerazione



Legenda

- 1 origine dell'impianto
- 2 trasformatore alta/bassa tensione
- 3 scaricatore (dispositivo di protezione dalle sovratensioni)

Procedura di calcolo del $CRL = f_{env} / (L_P \times N_g)$:

$$L_P = 2 L_{PAL} + L_{PCL} + 0,4 L_{PAH} + 0,2 L_{PCH}$$

- L_{PAL} _____ km;
- L_{PCL} _____ km;
- L_{PAH} _____ km;
- L_{PCH} _____ km.

$L_P =$ _____ km

N.b.: Se le lunghezze dei diversi tratti della rete di distribuzione sono completamente o parzialmente sconosciute, il valore di L_{PAL} deve essere posto uguale alla distanza rimanente per raggiungere una lunghezza totale di 1 km.

N_g : _____ (fulmini per km² per anno)

- CLR ambiente rurale e suburbano: $85 / (L_P \times N_g) =$ _____
- CLR ambiente urbano: $850 / (L_P \times N_g) =$ _____

Se $CLR < 1000$

E' richiesta l'installazione di uno o più SPD

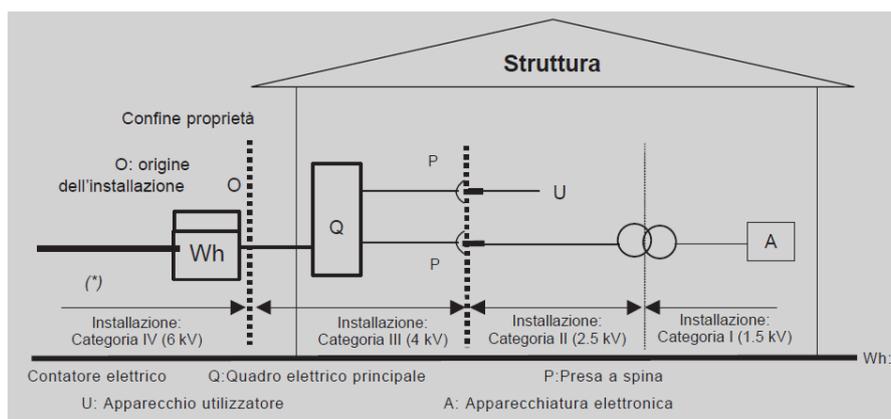
Se $CLR \geq 1000$

Non è richiesta l'installazione di SPD

Classificazione delle tensioni nominali di tenuta a impulso (categorie di sovratensione)

La tensione nominale di tenuta a impulso è utilizzata per classificare nelle categorie di sovratensione delle apparecchiature alimentate direttamente dall'impianto elettrico a bassa tensione. Le tensioni nominali di tenuta a impulso per le apparecchiature scelte in funzione della tensione nominale vengono fornite per distinguere tra diversi livelli di disponibilità delle apparecchiature dal punto di vista della continuità del servizio e del rischio accettabile di guasto.

La figura chiarisce, a titolo esemplificativo, la definizione della categoria di tenuta ad impulso da assegnare ai singoli componenti



Dispositivi per la protezione contro le sovratensioni transitorie

Generalità

Questa parte della scheda è dedicata alle prescrizioni relative alla scelta e all'installazione degli SPD per la protezione contro le sovratensioni transitorie, qualora richiesta

Infatti, una volta che si sia decisa la necessità di installare SPD in base alle indicazioni sopra riportate, sono descritte le modalità di scelta ed installazione in funzione dei seguenti parametri:

- Posizione e tipo di SPD
- Prescrizioni per la protezione contro le sovratensioni transitorie
- Tipi di collegamento
- Scelta degli SPD
- Protezione degli SPD contro le sovracorrenti
- Protezione dai guasti
- Installazione degli SPD congiuntamente agli RCD
- Collegamento degli SPD
- Distanza efficace di protezione degli SPD

Posizione e tipo di SPD

In generale, all'origine dell'impianto di bassa tensione, per la protezione contro gli effetti delle sovratensioni dovute a fulminazioni e a manovre, si devono utilizzare gli **SPD di Tipo 2**.

Se la struttura è dotata di un sistema di protezione esterno dei fulmini o se è, in altro modo, specificato un sistema di protezione contro gli effetti della fulminazione diretta si devono utilizzare gli **SPD di Tipo 1**.

Esiste nella struttura un sistema di protezione esterno (LPS esterno) o la presenza di un altro sistema contro gli effetti della fulminazione diretta?

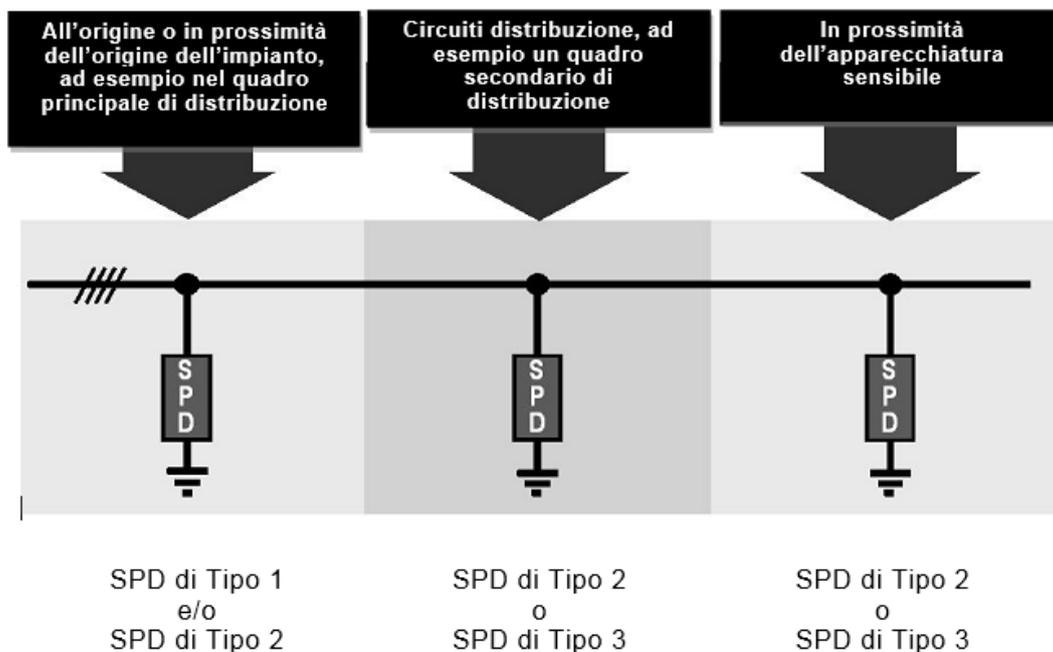
- SI: è obbligatorio l'utilizzo di un SPD di Tipo 1*
- NO: è sufficiente utilizzare degli SPD di Tipo 2*

Per proteggere adeguatamente l'impianto possono essere necessari SPD aggiuntivi di Tipo 2 o di Tipo 3, e questi devono essere collocati all'interno dell'impianto elettrico fisso, per esempio all'interno dei quadri secondari o sulle prese. Questi SPD non devono essere installati senza che vi siano altri SPD collegati all'origine dell'impianto e devono essere coordinati con gli SPD posti a monte.

Se un SPD di Tipo 1 non è in grado di fornire la protezione richiesta necessaria nell'impianto elettrico a valle, esso deve essere accompagnato da un SPD di Tipo 2 o di Tipo 3 coordinato, in modo da assicurare il livello richiesto di protezione della tensione.

Inoltre, possono essere necessari ulteriori SPD di Tipo 2 o di Tipo 3 posti vicino all'apparecchiatura sensibile e devono essere coordinati con gli SPD posti a monte.

La situazione può essere sintetizzata da questa rappresentazione grafica



Prescrizioni per la protezione contro le sovratensioni transitorie

La protezione contro le sovratensioni transitorie può essere prevista:

- tra i conduttori attivi e il PE (protezione di modo comune)
- tra i conduttori attivi (protezione di modo differenziale)

La protezione contro le sovratensioni transitorie può essere prevista:

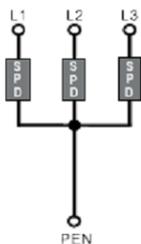
- tra i conduttori attivi e il PE (protezione di modo comune) obbligatoria;
- tra i conduttori attivi (protezione di modo differenziale) facoltativa tra fase e fase, raccomandata tra fase e neutro (per assicurare la protezione dell'apparecchiatura)
- Combinazione dei due "modi": alcune apparecchiature possono richiedere sia la protezione di modo comune (per la tenuta agli impulsi) che la protezione di modo differenziale (per l'immunità agli impulsi).

Tipi di collegamento

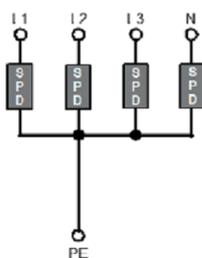
In funzione delle scelte fatte nei punti precedenti sono suggeriti alcuni tipi di collegamento per gli SPD (o il sistema di SPD)

- CT 1:** assieme di SPD che fornisce un modo di protezione tra ciascun conduttore attivo (conduttori di fase e di neutro, quando disponibili) e il PE o tra ciascun conduttore di fase ed il PEN.

- 3 + 0

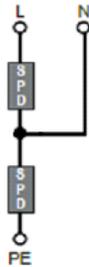


- 4 + 0

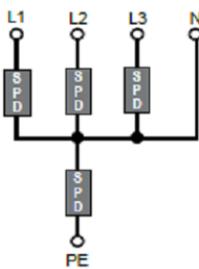


- CT 2:** assieme di SPD che fornisce un modo di protezione tra ciascun conduttore di fase ed il conduttore del neutro e tra il conduttore del neutro ed il PE.

1 + 1



3 + 1



Scelta degli SPD

La scelta degli SPD deve basarsi sui seguenti parametri:

- il livello di protezione della tensione (U_p) e la tensione nominale di tenuta a impulso (U_w) dell'apparecchiatura da proteggere;
- la tensione continuativa (U_c), in funzione del sistema di alimentazione (TT, TN, IT);
- la corrente nominale di scarica (I_n) e la corrente impulsiva di scarica (I_{imp});
- il coordinamento degli SPD;
- la corrente di cortocircuito prevista;
- i valori nominali di interruzione della corrente susseguente

Gli SPD devono essere conformi alle prescrizioni della Norma CEI EN 61643-11.

- **Scelta delle tensioni (U_p e U_w)**

Il livello di protezione della tensione U_p degli SPD deve essere scelto in funzione della tensione nominale di tenuta a impulso richiesta, conforme alla **categoria di sovratensione II** come riportata nella tabella sottostante

Il livello di protezione della tensione tra i conduttori attivi ed il PE non deve, in nessun caso, superare il valore della tensione nominale di tenuta a impulso richiesta dell'apparecchiatura.

Tensione nominale di tenuta a impulso richiesta per l'apparecchiatura (U_w)

Tensione nominale del sistema di alimentazione ^a Sistemi trifase	Tensione nominale del sistema di alimentazione ^a Sistemi monofase	Tensione tra fase e neutro dalle tensioni nominali in corrente alternata o continua sino a e inclusi	Tensione nominale di tenuta a impulso richiesta ^b (U_w) per l'apparecchiatura	
			Categoria di sovratensione II (apparecchiatura con tensione nominale di tenuta a impulso normale) kV	Categoria di sovratensione I (apparecchiatura con tensione nominale di tenuta a impulso ridotta) kV
V	V	V		
		50	0,5	0,33
		100	0,8	0,5
	120/240	150	1,5	0,8
230/400 277/480		300	2,5	1,5
400/690		600	4	2,5
1 000		1 000	6	4
		1 500 c.c.	8 ^c	6 ^c

^a Conforme alla CEI EN 60038.

^b La tensione nominale di tenuta a impulso si applica tra il conduttore attivo e il PE.

^c Valori raccomandati basati sull'Allegato D della IEC/TR 60664-2-1 (CEI 109-5).

Come esempio, si riporta quanto di seguito:

- | | | |
|--------------------------|--|------------------------|
| <input type="checkbox"/> | 120/240 V c.a. (monofase): | $U_w = 1,5 \text{ kV}$ |
| <input type="checkbox"/> | da 230/400 V c.a. a 277/480 V c.a. (trifase) | $U_w = 2,5 \text{ kV}$ |
| <input type="checkbox"/> | 400/690 V c.a. (trifase) | $U_w = 4 \text{ kV}$ |
| <input type="checkbox"/> | 1000 V c.a. (trifase) | $U_w = 6 \text{ kV}$ |

- **Scelta della tensione continuativa (U_c)**

Per la corrente alternata, la tensione massima continuativa U_c degli SPD deve essere uguale o superiore al valore richiesto nella tabella di seguito riportata

U_c degli SPD, in funzione della configurazione del sistema di alimentazione

SPD applicati tra (quando applicabile)	Configurazione del sistema della rete di distribuzione		
	Sistema TN	Sistema TT	Sistema IT
Conduttore di fase e conduttore di neutro	$\frac{1,1U}{\sqrt{3}}$ o $(0,64 \times U)$	$\frac{1,1U}{\sqrt{3}}$ o $(0,64 \times U)$	$\frac{1,1U}{\sqrt{3}}$ o $(0,64 \times U)$
Conduttore di fase e conduttore PE	$\frac{1,1U}{\sqrt{3}}$ o $(0,64 \times U)$	$\frac{1,1U}{\sqrt{3}}$ o $(0,64 \times U)$	$1,1 \times U$
Conduttore di fase e conduttore PEN	$\frac{1,1U}{\sqrt{3}}$ o $(0,64 \times U)$	N/A	N/A
Conduttore di neutro e conduttore PE	$\frac{U}{\sqrt{3}}$ ^a	$\frac{U}{\sqrt{3}}$ ^a	$\frac{1,1U}{\sqrt{3}}$ o $(0,64 \times U)$
Conduttori di fase	$1,1 U$	$1,1 U$	$1,1 U$

NOTA 1 N/A: non applicabile.

NOTA 2 U è la tensione tra le fasi del sistema a bassa tensione.

^a Questi valori si riferiscono alle condizioni di guasto peggiori, di conseguenza la tolleranza del 10 % non viene tenuta in considerazione.

Nota:

Premesso che gli SPD conformi alla norma CEI EN 61643-11 sono verificati in funzione delle caratteristiche di comportamento alle sovratensioni temporanee (TOV) con una di queste prestazioni:

- **Caratteristica di tenuta** (l'SPD tiene il valore della TOV prevista per il sistema di distribuzione energia);
- **Caratteristica di "sicurezza"** (l'SPD si danneggia con l'ampiezza della TOV prevista per il sistema di distribuzione energia ma non perde il suo grado di protezione IP) e il suo danneggiamento non implica diminuzione della sicurezza per l'ambiente circostante.

la continuità di servizio/protezione dipenderà anche da tale scelta.

Per questo motivo si potrà fare riferimento ai dati forniti dal costruttore, basati sulla Tabella dell'Allegato B della norma di prodotto, che esplicita quando è possibile scegliere tra le due caratteristiche o quando è obbligatoria la modalità di tenuta.

• **Prestazioni degli SPD (I_{imp} e I_n)**

All'origine o in prossimità dell'origine dell'impianto, gli SPD devono soddisfare una delle seguenti condizioni, secondo quanto applicabile:

- se l'edificio è protetto contro la fulminazione diretta, gli SPD collegati all'origine dell'impianto devono essere scelti di **Tipo 1** conformemente a quanto indicato di seguito:

Monofase

- modo di collegamento CT1:

L/PE 12,5 kA

N/PE 12,5 kA

- modo di collegamento CT2:

L/N 12,5 kA

N/PE 25 kA

Trifase

- modo di collegamento CT1:

L/PE 12,5 kA

N/PE 12,5 kA

- modo di collegamento CT2:

L/N 12,5 kA

N/PE 50 kA

Questi valori di I_{imp} devono essere scelti quando non viene effettuata l'analisi del rischio conforme alla Norma CEI EN 62305-2

- in tutti gli altri casi, gli SPD devono essere scelti di **Tipo 2** e la loro corrente nominale di scarica non deve essere inferiore ai valori di seguito riportati:

Monofase

- modo di collegamento CT1:

Protezione degli SPD contro le sovracorrenti

Le installazioni di SPD devono essere protette contro le sovracorrenti di cortocircuito. Questa protezione può essere interna e/o esterna all'SPD, in funzione delle istruzioni fornite dal costruttore.

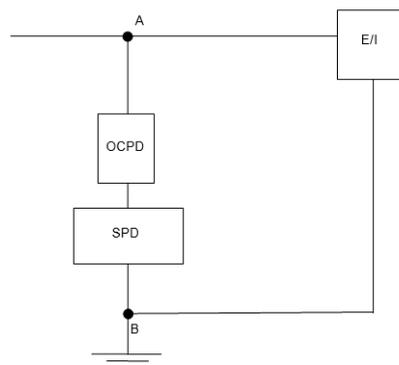
I valori nominali e le caratteristiche del o dei dispositivi esterni di protezione contro le sovracorrenti (OCPD) per la protezione dell'insieme di SPD devono essere scelti:

- conformemente alle prescrizioni della Norma CEI 64-8/4-434 e i più alti possibili, per assicurare un'elevata capacità di corrente impulsiva per l'intero insieme, ma non devono superare i valori nominali e le caratteristiche richieste nelle istruzioni di installazione del costruttore dell'SPD per la massima protezione dalle sovracorrenti¹.

In generale, si considerano due possibili schemi di collegamento e la posizione scelta del dispositivo di protezione contro le sovracorrenti utilizzato per proteggere gli SPD può avere un'influenza su:

- continuità dell'alimentazione dell'impianto e
- effettivo livello di protezione della tensione al suo interno

Continuità di alimentazione



Legenda

OCPD	dispositivo di protezione contro le sovracorrenti (dispositivo di distacco dell'SPD) richiesto dal costruttore dall'SPD
SPD	limitatore di sovratensione
A and B	punti di collegamento dell'insieme SPD
E/I	apparecchiatura o impianto da proteggere

In questo caso, la **continuità dell'alimentazione** non risente del guasto (dell'intervento dell'OCPD a protezione dell'SPD), ma né l'installazione né l'apparecchiatura sono protette da possibili sovratensioni successive dopo l'intervento di detto OCPD. Inoltre, il livello effettivo di protezione che identifica $U_{prot} = U_p + \Delta U$, dove ΔU è la caduta di tensione sulla linea e sull'OCPD (se in serie all'SPD), risulta aumentato, a seguito della caduta di tensione nel dispositivo esterno di protezione contro le sovracorrenti collegato in serie all'SPD.

¹ Se viene utilizzato un valore minore da quello indicato dal costruttore si deve tener conto che l'SPD possa essere declassato nella sua capacità di scarica.

- Sistema TT:
 - modo di collegamento CT1 (solo a valle dell'RCD);
 - modo di collegamento CT2;

- Sistema IT (con neutro):
 - modo di collegamento CT1;
 - modo di collegamento CT2;

- Sistema IT (senza neutro):
 - modo di collegamento CT1.

Se gli SPD sono installati conformemente a quanto riportato e sono posizionati a valle del dispositivo differenziale, il o gli RCD possono essere del tipo con o senza ritardo, ma devono essere immuni alle correnti impulsive sino almeno a 3 kA 8/20.

L'installazione di SPD di Tipo 1 a valle di un RCD non è raccomandata.

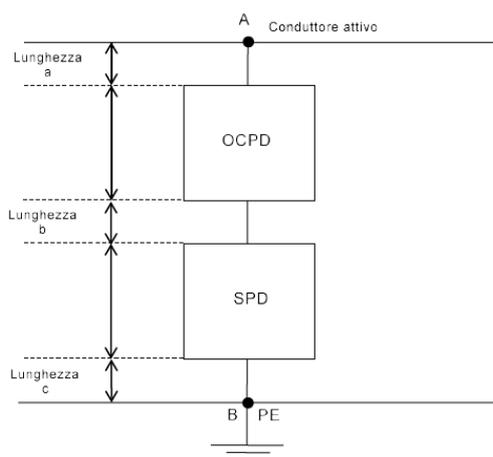
Collegamento degli SPD (lunghezza e sezioni)

- **Lunghezza**

Il livello effettivo di protezione della tensione all'interno dell'impianto dipende in modo significativo dal collegamento e dalla lunghezza del cablaggio, oltre che dalla disposizione dell'SPD stesso e dei dispositivi di distacco degli SPD richiesti.

Tutti i conduttori e le interconnessioni alle corrispondenti linee che devono essere protetti, come pure i collegamenti tra gli SPD ed il dispositivo di distacco esterno dell'SPD devono essere i più brevi e rettilinei possibile e deve essere evitata la formazione di anelli di cavi non necessaria.

La lunghezza dei conduttori di collegamento è definita dalla somma delle **lunghezze a+b+c** del percorso dei conduttori utilizzati dal conduttore attivo sino al PE, misurata tra i punti di collegamento A e B, come mostrato nella figura



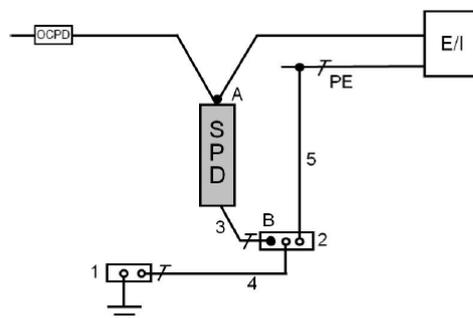
Legenda

OCPD	dispositivo di protezione contro le sovracorrenti
SPD	limitatore di sovratensione
conduttore PE	conduttore di terra di protezione
A e B	punti di collegamento degli assiemi di SPD

NOTA Se l'OCPD non è presente, la lunghezza b è uguale a 0.

Si dovrebbe prestare attenzione a limitare la lunghezza totale dei cavi dei conduttori tra i punti di connessione dell'insieme di SPD ad un valore non superiore a 0,5 m.

Per soddisfare queste prescrizioni il conduttore principale di protezione deve essere collegato al morsetto di terra nel punto più vicino possibile all'SPD, aggiungendo, quando necessario, un morsetto di terra intermedio



Legenda

OCPD	dispositivo di protezione contro le sovracorrenti
SPD	limitatore di sovratensione
PE	messa a terra di protezione
E/I	apparecchiatura/impianto
1	morsetto principale di terra
2	morsetto intermedio di terra
3	lunghezza c (da considerare)
4	lunghezze dei cavi che non devono essere considerate
5	lunghezze dei cavi che non devono essere considerate
A e B	punti di collegamento dell'insieme di SPD

Per determinare la lunghezza totale dei conduttori di collegamento, le seguenti lunghezze dei cavi:

- tra il morsetto principale di messa a terra ed il morsetto intermedio di messa a terra
- tra il morsetto intermedio di messa a terra ed il conduttore PE

non devono essere tenute in considerazione.

• **Sezioni**

Per gli SPD installati all'origine o in prossimità dell'origine dell'impianto, i conduttori tra l'SPD ed il morsetto principale di messa a terra o il conduttore di protezione devono avere una sezione non inferiore a:

- 16 mm² per Tipo 1
- 6 mm² per Tipo 2

Per gli SPD installati all'origine o in prossimità dell'origine dell'impianto, i conduttori di collegamento degli SPD e dei dispositivi di protezione contro le sovracorrenti ai conduttori attivi devono avere caratteristiche nominali tali da sopportare la corrente di cortocircuito prevista ed avere una sezione non inferiore a:

- 6 mm² per Tipo 1
- 2,5 mm² per Tipo 2

Nota: queste sezioni si riferiscono a conduttori in rame o materiale equivalente

Distanza efficace di protezione degli SPD

Se la distanza tra l'SPD e l'apparecchiatura da proteggere è **superiore a 10 m**, possono essere adottati i seguenti accorgimenti:

- un SPD aggiuntivo installato il più vicino possibile all'apparecchiatura da proteggere; il suo livello di protezione della tensione U_p non deve in nessun caso superare il valore richiesto per la tensione nominale di tenuta a impulso U_w dell'apparecchiatura;
- l'uso di SPD collegato all'origine o in prossimità dell'origine dell'impianto; il suo livello di protezione della tensione U_p non deve, in nessun caso, superare il **50 %** del valore richiesto per la tensione nominale di tenuta a impulso U_w dell'apparecchiatura da proteggere.