



Guida
tecnica
SPD

Edizione
2024

GUIDA TECNICA SPD

Apparecchi Modulari, Fusibili BT, Quadretti e Centralini

SENTRON

Premessa

In Italia cadono in media 1.600.000 di fulmini all'anno.

Questi fenomeni rappresentano un enorme rischio per gli edifici e gli impianti, poiché le correnti da fulmine così come anche le sovratensioni che ne derivano, se non controllate, possono causare danni considerevoli.

In caso di danno, tuttavia, spesso non si riconosce se il problema è stato causato dalle correnti da fulmine o dalle sovratensioni indotte.

Nonostante l'indiscussa necessità di proteggere gli impianti elettrici dalle sovratensioni, l'uso di dispositivi preposti alla protezione da questi effetti ha svolto finora solo un ruolo marginale.

Con l'introduzione nel 2021 dell'ottava edizione della norma CEI 64 e in particolare nella Sezione 443 e nella Sezione 534 sono state definite nuove regole in merito all'installazione di dispositivi di protezione da sovratensione che diventeranno obbligatori, in ogni nuova costruzione di edifici, se non vengono effettuate le opportune valutazioni del rischio.

Questa "Guida Tecnica SPD" ha lo scopo di rendere più comprensibile l'utilizzo degli scaricatori e dei limitatori cercando di fornire consigli pratici per l'installazione dei nostri prodotti per la protezione contro le sovratensioni di origine atmosferica e a quelle dovute a manovre in rete.

1. Indice

1. Indice	01
2. Nozioni di base	03
2.1 Conseguenze delle scariche di origine atmosferica e delle sovratensioni	03
2.2 Origine delle sovratensioni transitorie e criteri di protezione	04
2.3 Protezione contro le correnti generate dalle scariche atmosferiche e le sovratensioni	05
2.4 Gli impulsi di prova	06
2.5 Caratteristiche di installazione e aspetti normativi	09
2.5.1 La norma CEI EN 62 305	09
2.5.2 l'analisi del rischio	10
2.6 Distribuzione della corrente durante la scarica del fulmine in un edificio	11
2.7 Il concetto di protezione da scariche atmosferiche a zone (LPZ)	12
2.8 Categorie di sovratensione, livelli di tenuta all'impulso U_w e livelli di protezione SPD U_p	13
2.9 Coordinamento dell'isolamento	15
3. Norme di riferimento	16
3.1 Progettazione di un sistema di protezione da fulmini e sovratensioni	16
3.1.1 Serie standard di protezione contro i fulmini CEI EN 62 305 [1] [2] [3] [4]	16
3.1.2 CEI 64-8 Norma impianti	17
3.1.3 Le Sezioni 443 e 534 della Norma CEI 64-8	18
3.2 Norma di prodotto CEI EN 61 643 per la classificazione, il collaudo e l'applicazione degli SPD	20
4. Caratteristiche e modalità di funzionamento dei dispositivi di protezione da sovratensione	21
4.1 SPD di Tipo 1 (scaricatori di sovratensione di origine atmosferica)	22
4.2 SPD di Tipo 2 (limitatori di sovratensione di linea)	22
4.3 SPD di Tipo 1 + Tipo 2 SPD (scaricatori di sovratensione combinati)	23
4.4 SPD di Tipo 1 / Tipo 2 (scaricatori di sovratensione combinati)	24
4.5 SPD di Tipo 3 (limitatori di sovratensione di linea)	25
4.6 Importanti caratteristiche della gamma prodotti	25
5. Protezione da sovratensione multilivello	26
5.1 Circuito di protezione efficace	26
5.2 Protezione dell'alimentazione a tre livelli – livelli di protezione 1 e 2 installati separatamente	27
5.3 Protezione dell'alimentazione a tre livelli – livelli di protezione 1 e 2 combinati	27
5.4 Protezione dell'alimentazione a due livelli a basso potenziale di rischio	27
6. Sistemi di distribuzione	28
6.1 Il sistema TN-S	28
6.2 Il sistema TN-C	28
6.3 Il sistema TT	28
6.4 Il sistema IT	29
6.5 Conversione di sistemi di rete all'interno di un'installazione	29

7. Note di installazione	30
7.1 Posizione e tipo di SPD	30
7.1.1 SPD di Tipo 1	31
7.1.2 SPD di Tipo 2	32
7.1.3 SPD di Tipo 3	32
7.2 Prescrizioni per la protezione contro le sovratensioni transitorie	32
7.3 Tipi di collegamento	32
7.4 Scelta degli SPD	33
7.5 Collegamento in derivazione e collegamento a V	34
7.6 Protezione con fusibili per SPD	34
7.7 Protezione degli SPD contro le sovracorrenti	37
7.8 Protezione dai guasti	39
7.9 Distanza efficace di protezione degli SPD	40
7.10 Collegamento degli SPD sezioni da rispettare	41
8. Impieghi speciali	42
8.1 SPD in corrente continua per applicazioni negli impianti fotovoltaici	42
8.2 SPD per impianti eolici	44
8.3 SPD - Norma CEI 64-8 Sezione 722 "Alimentazione dei veicoli elettrici"	44
9. Caratteristiche di qualità e certificazioni	46
10. Panoramica prodotti	47
10.1 SPD per sovratensioni di origine atmosferica Tipo 1	49
10.2 SPD combinati Tipo 1 + Tipo 2	52
10.3 SPD combinati Tipo 1 / Tipo 2	55
10.4 SPD per sovratensione di linea Tipo 2	57
10.5 SPD per sovratensione di linea Tipo 2, compatti	62
10.6 SPD di Tipo 3	65
10.7 SPD combinati Tipo 1 / Tipo 2 con fusibile integrato	67
10.8 SPD combinati Tipo 1 / Tipo 2 per impianti eolici	69
10.9 SPD combinati Tipo 1 / Tipo 2 e Tipo 2 per impianti fotovoltaici	71
10.10 SPD di Tipo 2 con tensioni continuative > 580 V per sistemi IT	75
11. Consigli pratici sull'installazione di SPD	77
12. SPD approvati secondo UL	84
12.1 UL 1449-4/-5 Definizione delle tipologie secondo UL	84
12.2 Limitazioni d'utilizzo della serie 5SD74 nel mercato UL	85
12.3 SPD di Tipo 1 approvati UL (Listed)	85
12.4 Gli SPD prodotti e commercializzati da Siemens USA	88
13. Glossario	89

2. Nozioni di base

2.1 Conseguenze delle scariche di origine atmosferica e delle sovratensioni

Le sovratensioni mettono in pericolo un numero considerevole di apparecchiature elettriche ed elettroniche installate. Talvolta sono sufficienti anche piccoli picchi di tensione sulla linea di alimentazione o tra le linee elettriche e altre parti conduttrici (ad esempio parti metalliche di messa a terra, collegamenti di terra, ecc.). Nelle casistiche di danneggiamento generalmente rientrano i cavi, i circuiti e i dispositivi di manovra. Tali danni possono essere prevenuti con adeguate misure di protezione contro le sovratensioni.

Gran parte degli indennizzi che le compagnie assicurative devono risarcire, in caso di danni dovuti alle sovratensioni, rientrano nella sola copertura dell'apparecchiatura generalmente fino alla scadenza della garanzia. Sono esclusi i costi relativi alle sostituzioni, alle spedizioni e agli interventi tecnici.

Se in ambito residenziale l'utente viene solitamente rimborsato dalla sua compagnia assicurativa per i danni riguardanti i sistemi HI-FI, TV, computer, impianti domotici, ecc., i malfunzionamenti in ambito commerciale e industriale possono essere molto più elevati. Questo è dovuto ai danni indiretti che spesso superano quelli relativi alle apparecchiature. Basti pensare ad un fermo impianto con conseguente arresto della produzione.

Guasti ai server, indisponibilità del software, perdita di dati o il fermo impianto e blocco della produzione è sempre associato a oneri finanziari che non sono spesso coperti da una polizza assicurativa.

La progettazione di un sistema di protezione dalle correnti da fulmini e dalle sovratensioni, adattata alle caratteristiche dell'edificio da proteggere, è la soluzione per limitare sicure perdite.

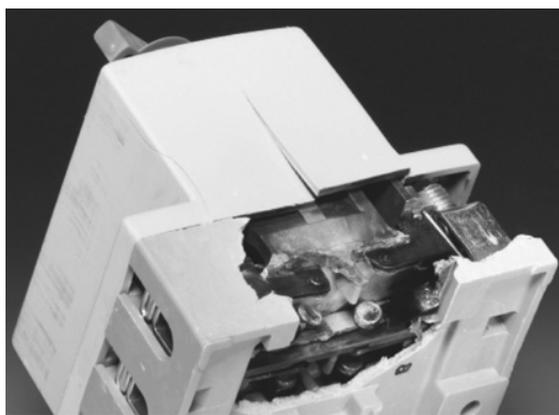


Figura 1 - Danni da sovratensione a un RCCB

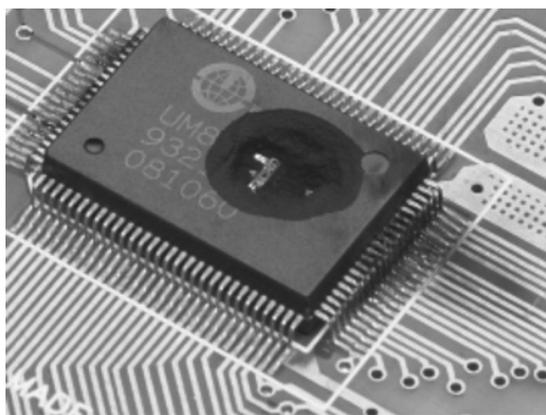


Figura 2 - Danni da sovratensione in un circuito stampato

2.2 Origine delle sovratensioni transitorie e criteri di protezione

Le sovratensioni transitorie sono causate da scariche di fulmini (LEMP – Lightning ElectroMagnetic Pulse), attività di commutazione (SEMP – Switching ElectroMagnetic Pulse) e scariche elettrostatiche (ESD – ElectroStatic Discharge).

Si verificano solo per una frazione di secondo e hanno tempi di salita molto brevi di pochi microsecondi prima che scendano, di nuovo, relativamente lentamente. Le scariche di fulmini (LEMP) hanno il maggior potenziale distruttivo. Gli impulsi di sovracorrente e sovratensione ad alta energia (forma d'onda 10/350 μ s) possono essere disseminati su lunghe distanze. Anche i fulmini a distanze maggiori possono portare a sovratensioni di diversi kilovolt e correnti di picco di diversi kiloampere.

Durante le operazioni di commutazione (SEMP) e soprattutto durante lo spegnimento di carichi induttivi, possono verificarsi picchi di tensione e corrente molto elevati (forma d'onda 8/20 μ s). L'ampiezza dei picchi di tensione può raggiungere diverse volte il voltaggio operativo. Questi picchi di tensione e corrente si propagano nella rete di alimentazione e possono interferire o danneggiare i dispositivi collegati.

Le scariche elettrostatiche (ESD) si verificano quando corpi con diverso potenziale di carica elettrostatica si avvicinano e avviene lo scambio di carica. Lo scambio improvviso di carica crea un picco di tensione e di corrente a breve termine, rappresentando una minaccia per i componenti elettronici sensibili.

Come detto, le sovratensioni negli impianti elettrici sono classificate secondo la loro natura seguente modo:

- LEMP (Lightning Electromagnetic Pulse): sovratensioni di origine atmosferica
- SEMP (Switching Electromagnetic Pulse): sovratensioni dovute a manovre di apertura in commutazione di circuiti elettrici
- ESD (Electrostatic Discharge): sovratensioni dovute a fenomeni di accumulo di cariche.

Le sovratensioni di origine atmosferica sono dovute alle scariche elettriche dirette o indirette che colpiscono l'edificio, oppure i sistemi elettrici entranti nell'edificio.

Le correnti di forma impulsiva che tipicamente ne seguono sono caratterizzate da:

- Elevato contenuto energetico
- Elevato valore di picco
- Rapido fronte di salita.

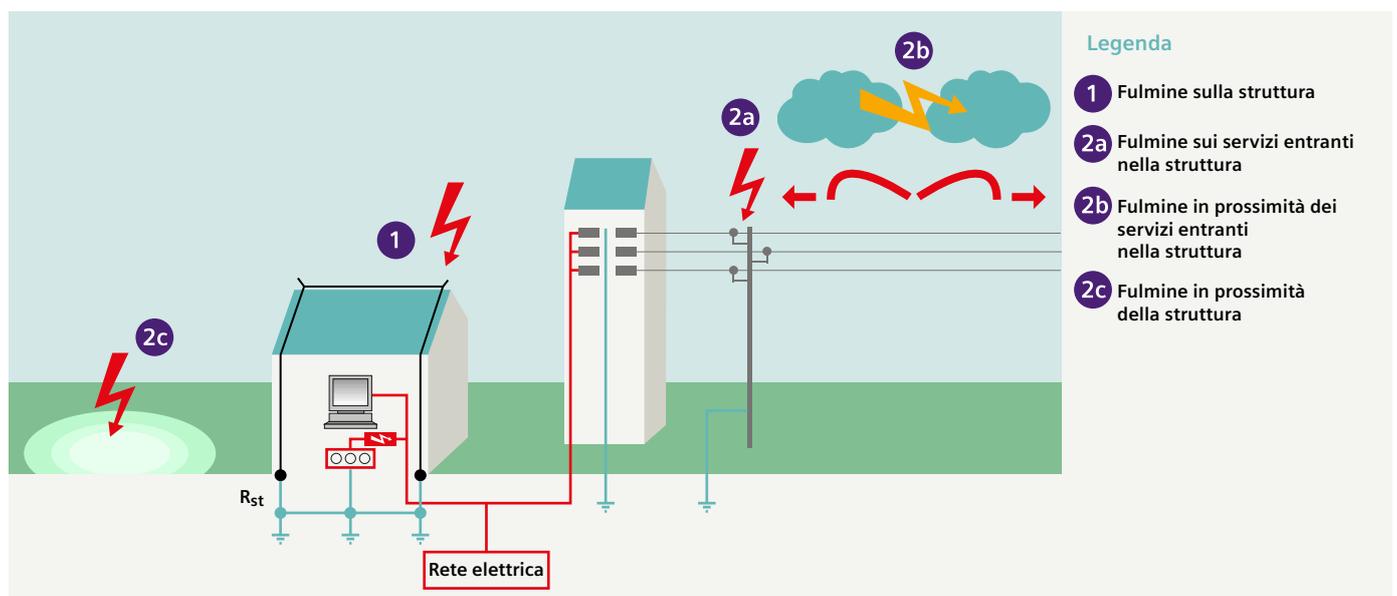


Figura 3 – Definizione dei fulmini in funzione del luogo di caduta

Per la protezione contro i primi due fenomeni (LEMP e SEMP) si ricorre all'uso di dispositivi chiamati scaricatori e limitatori di sovratensioni transitorie.

Secondo le norme internazionali la corrente generata da una sovratensione di origine atmosferica

può essere schematizzata con una forma d'onda 10/350 μs (vedere curva 1, figura 4) mentre la corrente, invece, generate da scarica remota di origine atmosferica o da commutazioni nel circuito elettrico vengono modellizzate come forma d'onda 8/20 μs (vedere curva 2, figura 4).

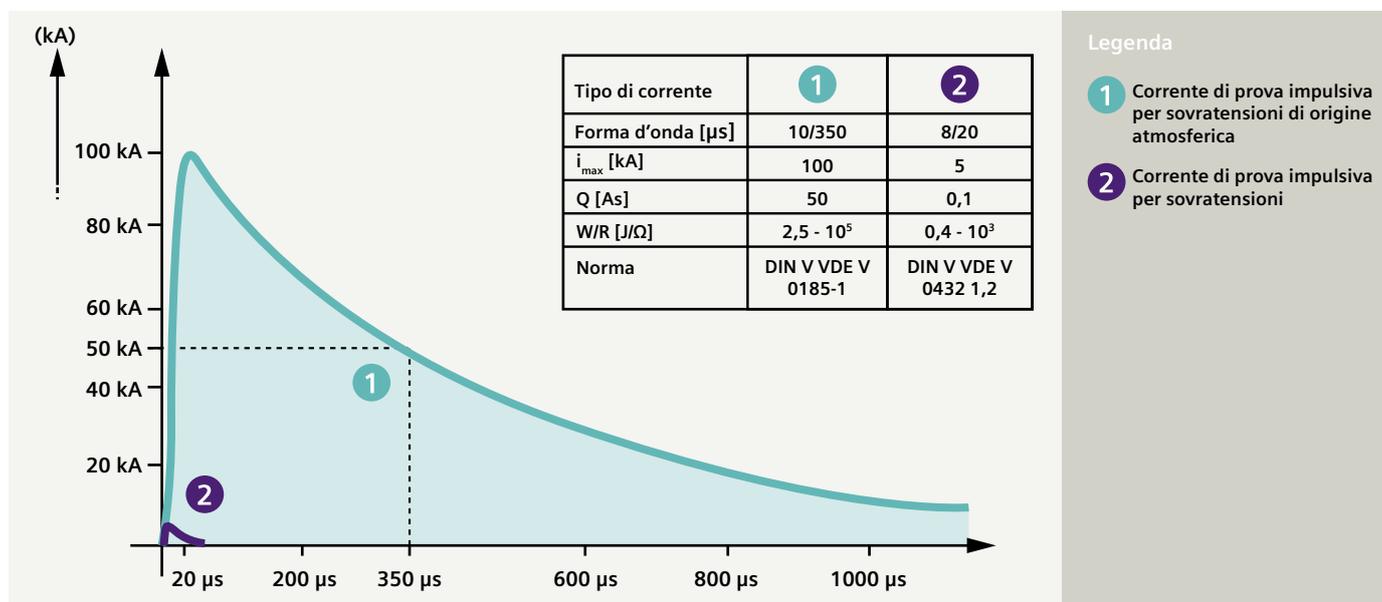


Figura 4 – Forme d'onda

Gli scaricatori e i limitatori di sovratensione sono realizzati con diverse tecniche costruttive come vedremo nei prossimi paragrafi.

2.3 Protezione contro le correnti generate dalle scariche atmosferiche e le sovratensioni

Devono essere prese adeguate misure di protezione per prevenire malfunzionamenti, danni o addirittura la distruzione di impianti e dispositivi elettrici causata da sovratensioni o sovracorrenti. Se si prevedono fulmini diretti in un edificio, è necessaria l'installazione di un sistema di protezione contro i fulmini esterno (LPS) – costituito da funi di guardia, da calate, schermature e da un sicuro impianto di messa a terra. Tuttavia, un sistema esterno di protezione contro i fulmini non è in grado di proteggere gli impianti elettrici all'interno di un edificio. Ciò richiede misure aggiuntive per la protezione interna. Un prerequisito importante per l'ottenimento della protezione totale contro le sovratensioni transitorie è la

realizzazione di un sistema equipotenziale progettato in modo professionale. Un componente essenziale per la protezione interna contro i fulmini è l'installazione di un sistema multilivello di dispositivi di protezione da sovratensione.

L'abbreviazione "SPD" (Surge Protective Device) è utilizzata in campo internazionale per definire i dispositivi di protezione da sovratensione (scaricatori e limitatori).

Gli SPD devono garantire che le sovratensioni e le correnti transitorie non causino danni agli impianti, alle apparecchiature o ai terminali. Devono quindi assolvere a due compiti principali:

1. Limitare l'entità della sovratensione in modo che la tenuta dell'isolamento (tenuta all'impulso) dell'unità da proteggere non venga superata.
2. Deviare in modo sicuro verso terra le sovracorrenti legate alle sovratensioni.

Gli SPD sono installati in parallelo all'apparecchiatura tra i conduttori attivi stessi e tra i conduttori attivi e il conduttore di protezione o il conduttore equipotenziale (vedasi figura 5).

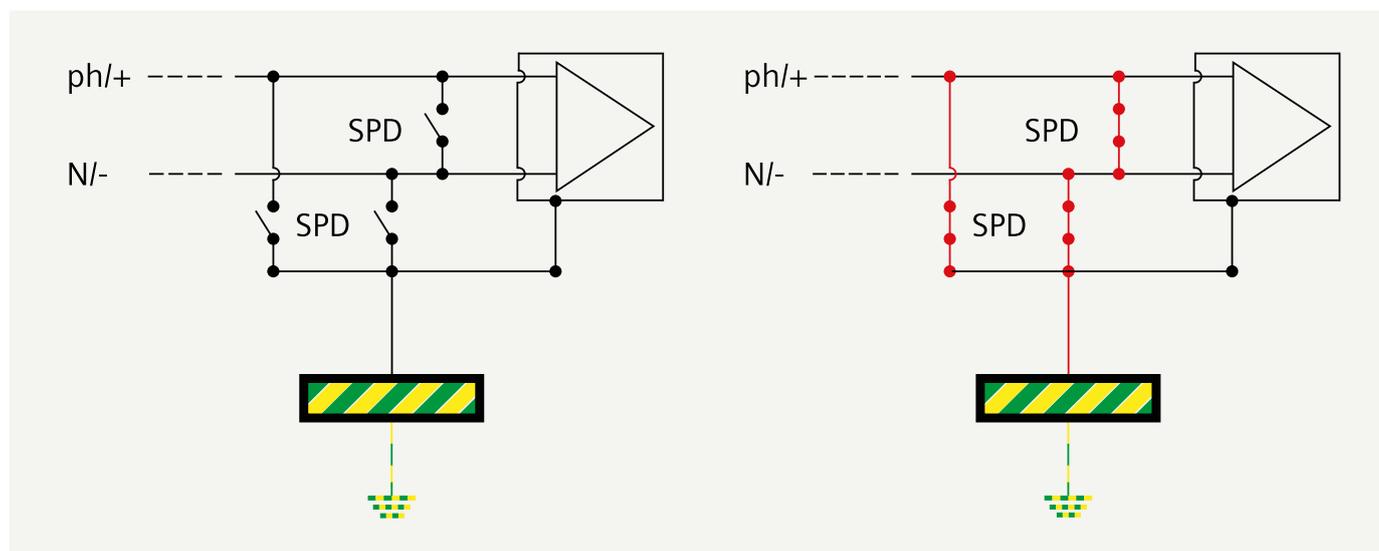


Figura 5 – Schematizzazione del funzionamento di scaricatori e limitatori

Un SPD funziona in modo simile a un interruttore che si chiude nel breve periodo in cui è presente una sovratensione. Ciò provoca un "cortocircuito" e l'eccessivo potenziale può essere quindi limitato. Le sovracorrenti vengono deviate da questo "cortocircuito" verso terra al fine di evitare possibili "restrizioni" durante il normale funzionamento dell'impianto elettrico. Il "cortocircuito" permane solo per la breve durata della sovratensione.

L'implementazione di una protezione completa, composta dalla protezione delle linee dai cortocircuiti e dai sovraccarichi, delle persone dai contatti diretti e indiretti e dai rischi di incendio, nonché dalla protezione dalle correnti di fulmine e dalle sovratensioni, richiede una gamma completamente coordinata di misure e dispositivi di protezione adeguati.

Gli SPD di Siemens sono conformi agli standard nazionali e internazionali e offrono sicurezza e protezione all'avanguardia ai massimi livelli.

2.4 Gli impulsi di prova

Le correnti e le tensioni transitorie a cui sono esposti gli SPD in realtà possono essere molto vari. Vengono utilizzati vari tipici impulsi di corrente e tensione transitori per sviluppare e testare professionalmente efficaci SPD. Questi impulsi sono utilizzati nel laboratorio per simulare le correnti e le tensioni transitorie che si verificano nella realtà negli impianti elettrici. A seconda della capacità di scarica richiesta, vengono testati gli SPD con molti transitori diversi. Alcuni di questi impulsi sono presentati di seguito per simulare eventi di fulmini e operazioni di commutazione.

Impulso di corrente da fulmine (10/350 μ s)

L'impulso di corrente di fulmine (10/350 μ s) viene utilizzato per testare gli SPD di Tipo 1 (scaricatori di sovratensioni di origine atmosferica). Questo impulso di corrente simula le caratteristiche principali dei fulmini che si verificano in natura.

A seconda della probabilità di fulmini e del rischio da controllare, gli standard richiedono diversi livelli di capacità di scarica della corrente di fulmine. Gli SPD di Tipo 1 sono suddivisi in classi di protezione contro i fulmini da I a IV, a seconda della rispettiva capacità di scarica (vedasi figura 6).

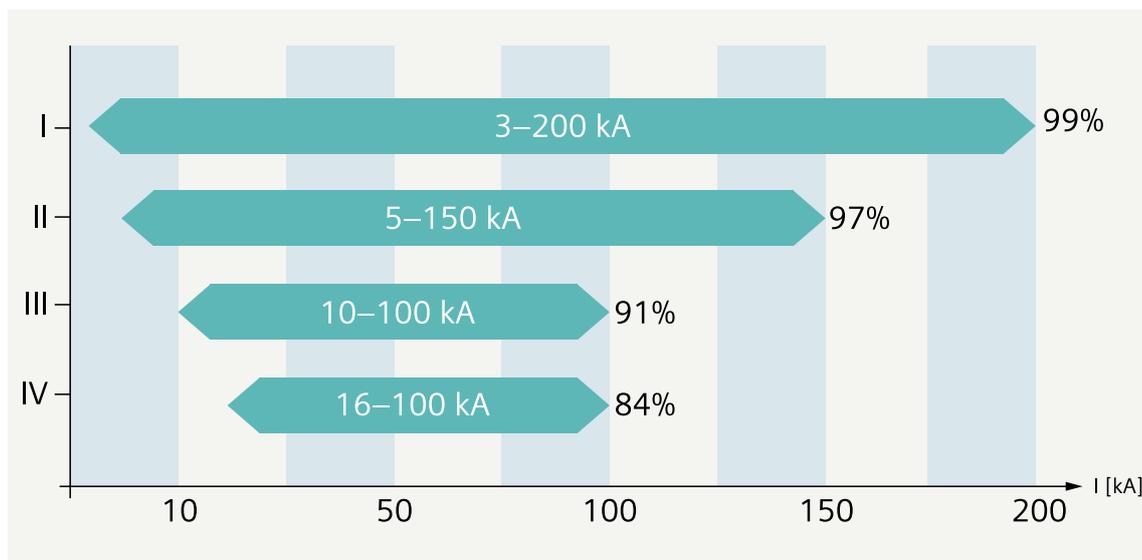
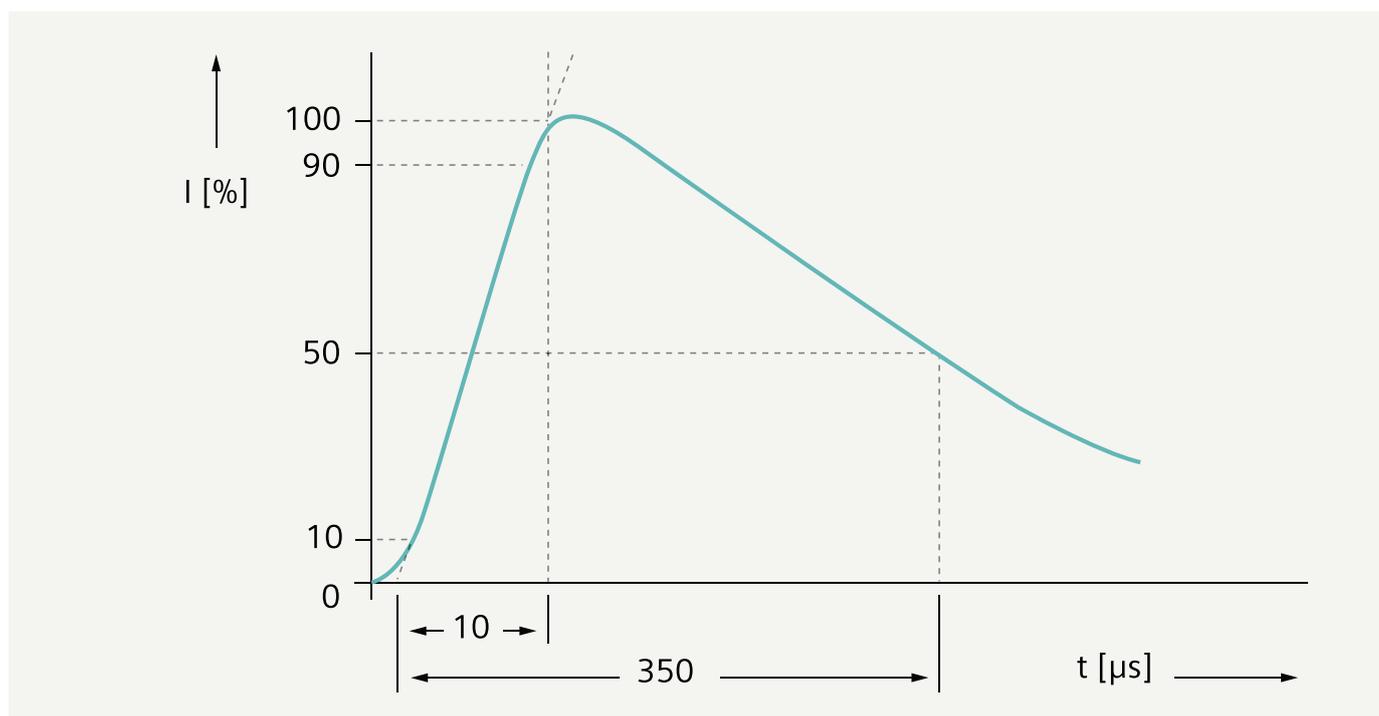


Figura 6 – Classi di protezione contro i fulmini

I prodotti della classe di protezione contro i fulmini I coprono la gamma di corrente da fulmine da 16 a 200 kA; questa gamma copre il 99% di tutte le fulminazioni.

Il tempo di salita dell'impulso di corrente di fulmine è di 10 μs ; il tempo virtuale, alla metà del valore sulla discesa, è 350 μs . L'area al di sotto della curva di un impulso di corrente di fulmine è equivalente alla carica del rispettivo impulso di corrente ed è esplicitamente indicato nelle schede tecniche. Il valore di picco della corrente impulsiva del fulmine (10/350 μs) è designato come I_{imp} .

Per la capacità prestazionale di un SPD di Tipo 1, non solo la forma d'onda e il picco valore della corrente di fulmine sono importanti, ma anche la carica e l'energia specifica. Soprattutto, la carica che viene condotta attraverso l'SPD di Tipo 1 è fondamentale. Un SPD di Tipo 1 con una capacità di scarica di 100 kA (10/350 μs) soddisfa i requisiti della classe di protezione contro i fulmini I (secondo CEI EN 62 305) e deve essere in grado di scaricare una carica di 50 As. Un SPD di Tipo 1 con una capacità di scarica di 50 kA deve essere in grado di scaricare una carica di 25 As.

Figura 7 - Andamento di un impulso di corrente da fulmine (10/350 μs)

Impulso di sovracorrente (8/20 μ s)

L'impulso di sovracorrente con forma d'onda 8/20 μ s viene utilizzato per testare gli SPD di Tipo 2. Il tempo di salita dell'impulso di sovracorrente è di 8 μ s; il tempo virtuale, alla metà del valore nel fronte di discesa, è di 20 μ s. Questo impulso viene utilizzato per simulare correnti transitorie con un

contenuto energetico inferiore, come ad esempio le correnti indotte da fulmini a una certa distanza dall'edificio da proteggere, le sovratensioni risultanti da operazioni di commutazione sulla rete. Il valore di picco della corrente per questa forma d'onda, con cui un SPD di Tipo 1 o un SPD di Tipo 2 è testato, è designato come I_n .

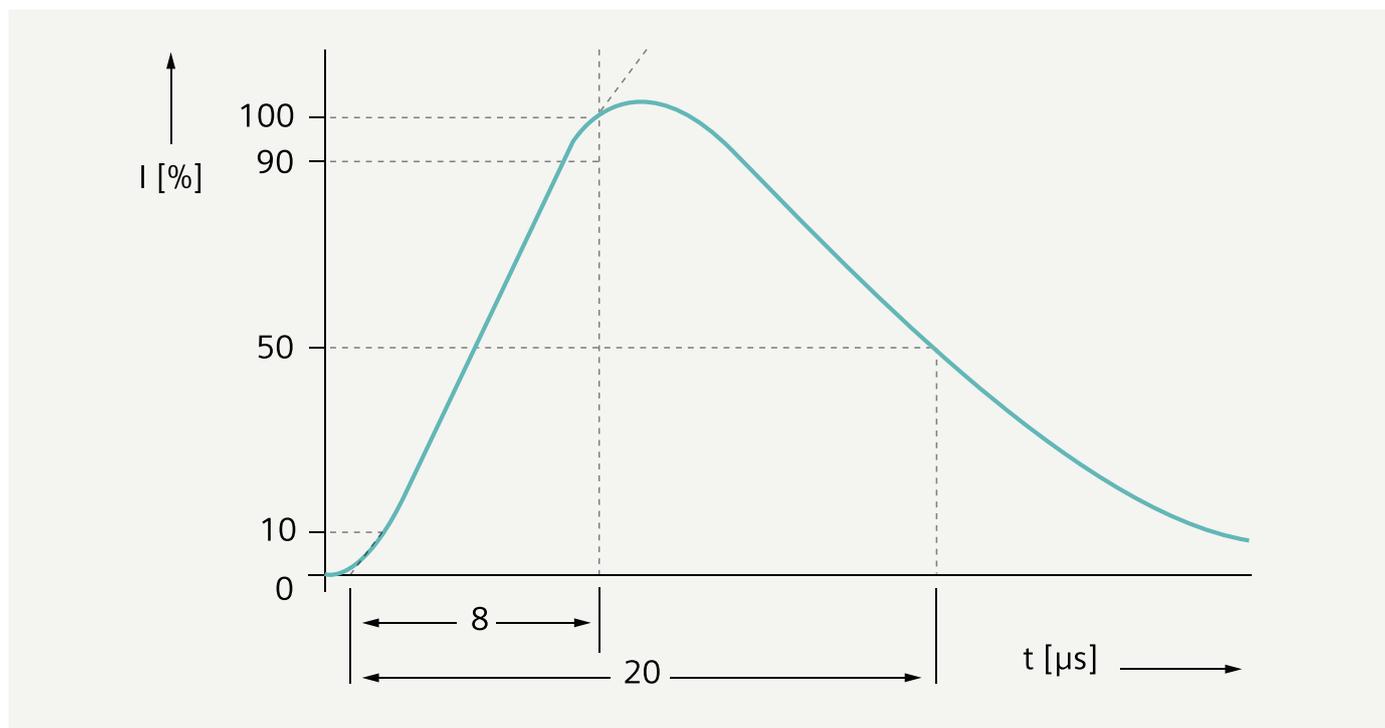


Figura 8 - Andamento di un impulso di corrente da fulmine (8/20 μ s)

2.5 Caratteristiche di installazione e aspetti normativi

2.5.1 La norma CEI EN 62 305

L'aumento di apparati elettronici, particolarmente sensibili alle sovratensioni, necessita di installare adeguate protezioni negli impianti di bassa tensione secondo una specifica norma che consente di fare le opportune analisi del rischio.

La Norma in questione è la CEI EN 62 305, suddivisa in 4 parti, che affronta l'argomento in tutte le sue casistiche utilizzando procedure che prevedono la definizione delle sorgenti e dei tipi di danno alle strutture.

Le sorgenti vengono classificate da S1 a S4 a seconda dell'impatto che può avere il fulmine:

- S1: fulmine che impatta direttamente sulla struttura;
- S2: fulmine che impatta nelle immediate vicinanze della struttura;
- S3: fulmine che impatta direttamente sulle linee entranti nella struttura;
- S4: fulmine che impatta nelle vicinanze delle linee entranti nella struttura.

Mentre i principali tipi di danno vengono classificati da D1 a D3:

- D1: danno ad esseri viventi;
- D2: danno materiale alle strutture;
- D3: guasti agli impianti interni;

Ciascun tipo di danno, solo o in combinazione con altri, può causare perdite differenti; in generale queste dipendono dalla caratteristica della struttura stessa. A causa di danneggiamenti alle strutture possono verificarsi i seguenti tipi di perdite:

- L1: perdita di vite umane;
- L2: perdita di pubblico servizio;
- L3: perdita di patrimonio culturale insostituibile;
- L4: perdita economica.

La necessità di proteggere una installazione deve essere valutata al fine di ridurre i rischi da L1 a L3; il rischio L4 (perdita economica) viene demandato al proprietario dell'impianto. Sta a lui definire se e quando sia economicamente vantaggioso proteggere l'impianto.

2.5.2 l'analisi del rischio

Al fine di accertare se una protezione sia più o meno necessaria deve quindi essere effettuata la valutazione del rischio in accordo con la procedura riportata nella Norma CEI EN 62 305-2 in cui devono essere considerati i rischi corrispondenti al tipo di perdita:

- R1: perdita di vite umane;
- R2: perdita di pubblico servizio;
- R3: perdita di patrimonio culturale insostituibile;
- R4: perdita economica

Qualora il valore di rischio R risulti superiore al valore di rischio tollerabile RT, si rende necessaria una protezione contro i fulmini.

Le misure di protezione da adottare devono essere atte a:

- ridurre i danni agli esseri viventi;
- Ridurre i danni materiali alle strutture;
- Ridurre i guasti negli impianti elettrici ed elettronici.

Le misure di protezione nel loro insieme costituiscono il "sistema completo di protezione" che va poi a definire 2 concetti base:

- il livello di protezione Ipl (lightning protection level) o livello di protezione contro i fulmini;
- Le zone di protezione LPZ (Lightning Protection Zones) o zone di protezione contro i fulmini.

Il livello di protezione LPL definisce l'entità in kA del fulmine che può impattare sulla struttura da proteggere ed è suddiviso in 4 aree dai 16 kA massimi di LPL 4 a 200 kA massimi di LPL 1 (vedi tabella 1). La scelta di un determinato livello di LPL serve a dimensionare il sistema di protezione in funzione dei parametri della corrente di fulmine definiti per quel livello. In pratica significa dimensionare l'impianto parafulmine esterno e gli SPD in base alla corrente che li potrebbe attraversare. Per questo motivo le Norme parlano di "Sistema di SPD" e non di singolo SPD; un sistema di SPD può essere associato ad un determinato livello di protezione, ma non è possibile determinare un livello di protezione per ogni singolo SPD.

Le zone di protezione LPZ sono determinate dai diversi sistemi di protezione utilizzati sulla struttura: l'impianto LPS esterno, le funi di guardia, le schermature ed i sistemi di SPD. Queste zone servono a classificare i possibili danni agli apparati interni causati dai LEMP (impulsi elettromagnetici del fulmine). Una semplificazione del concetto di zone LPZ è che una zona LPZ posta a valle di determinate misure di protezione è caratterizzata da una rilevante riduzione del LEMP rispetto alla zona posta a monte.

2.6 Distribuzione della corrente durante la scarica del fulmine in un edificio

Secondo la norma CEI EN 62 305, in caso di fulmini si può presumere che ca. il 50% della corrente di fulmine viene scaricata nel terreno attraverso il sistema di protezione contro i fulmini esterno (LPS, parafulmine). Almeno il 50% della corrente di fulmine residua fluirà attraverso i sistemi elettrica-

mente conduttivi, come la barra di messa a terra principale, nell'edificio e attraverso le linee di alimentazione. Se è disponibile un sistema di protezione contro i fulmini esterno è quindi obbligatorio installare un sistema di protezione contro i fulmini interno.

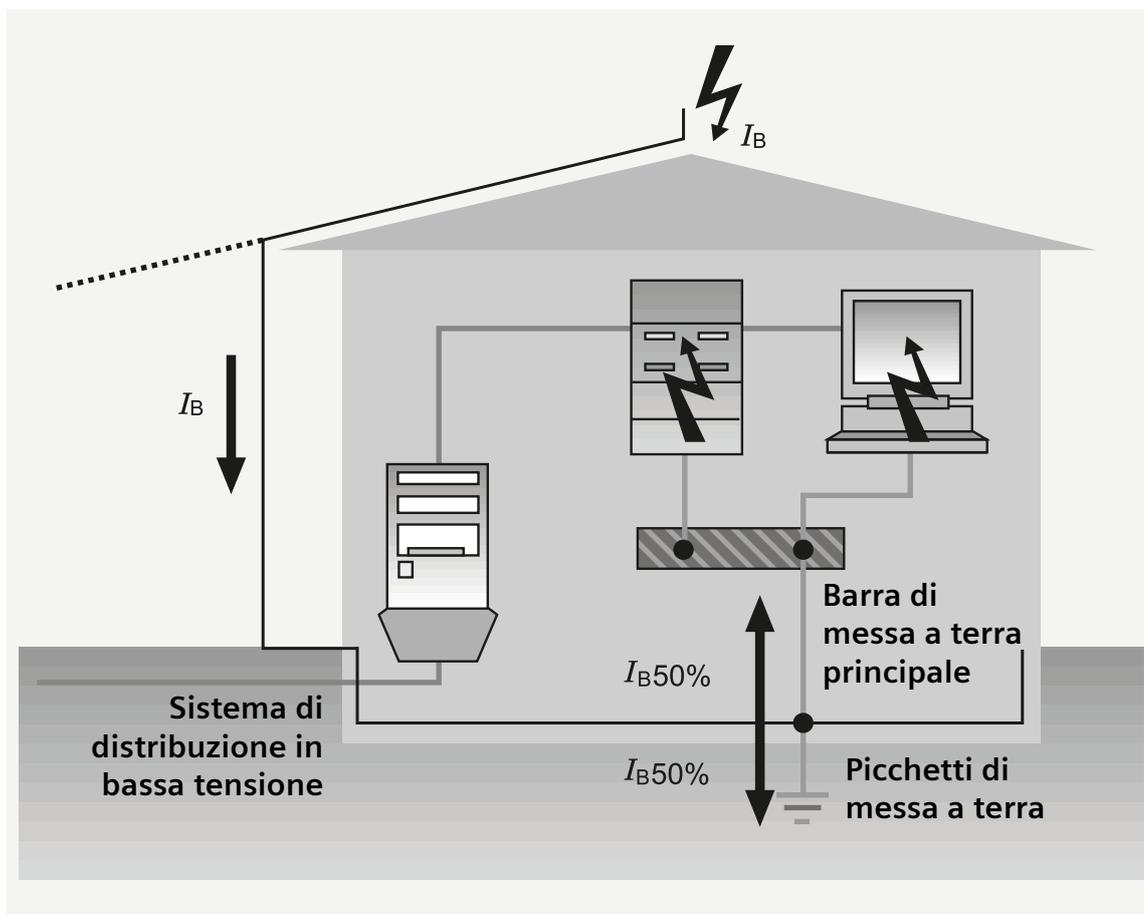


Figura 9 - Distribuzione della corrente da fulmine durante la scarica in un edificio

Per semplificare le cose, si può ipotizzare che la corrente da fulmine sia uniformemente distribuita tra i conduttori del sistema di alimentazione. Pertanto, le correnti di fulmine sui singoli conduttori sono notevolmente inferiori alla corrente di fulmine totale.

NUMERO DI CONDUTTORI	MAX. CORRENTI DA FULMINE PREVISTE PER CONDUTTORE (10/350 μ s) [kA]	CLASSE DI PROTEZIONE CONTRO I FULMINI
4	25.0	I
	18.7	II
	12.5	III + IV
3	33.3	I
	25.0	II
	16.6	III + IV

Tabella 1: Correnti di fulmine massime previste per conduttore

2.7 Il concetto di protezione da scariche atmosferiche a zone (LPZ)

Al fine di definire ed identificare tutte le protezioni necessarie, la norma CEI EN 62 305-1 suddivide l'edificio in zone di protezione LPZ associando ad ogni zona un determinato pericolo.

In generale, quindi, l'apparecchiatura da proteggere deve trovarsi all'interno di una zona di protezione LPZ in cui le caratteristiche del campo elettromagnetico siano compatibili con la capacità dell'oggetto stesso di resistere alle sovratensioni.

Definito questo, gli SPD devono essere scelti in funzione del punto in cui devono essere installati, e precisamente (in accordo con la norma CEI EN 62 305-4):

- a) All'ingresso della linea entrante nella struttura (ossia al confine di LPZ 1 o ad esempio nel quadro di distribuzione MT):
 - SPD provati con I_{imp} (Tipo 1);
 - SPD provati con I_n (Tipo 2); solo nel caso le linee entranti siano completamente all'interno di un LPZ 0B.
- b) In prossimità degli apparati da proteggere (ossia al confine di LPZ 2 o ad esempio nei quadri secondari di distribuzione o nelle prese):
 - SPD provati con I_n (Tipo 2)
 - SPD provati con onda combinata (Tipo 3).

LPZ 0A

Zona dove il pericolo è dovuto alla fulminazione diretta e all'esposizione al totale campo elettromagnetico. Gli impianti interni possono essere soggetti alla corrente di fulmine (totale o parziale).

LPZ 0B

Zona protetta contro la fulminazione diretta, ma dove il pericolo è l'esposizione al totale campo elettromagnetico. Gli impianti interni possono essere soggetti a frazioni della corrente di fulmine.

LPZ 1

Zona in cui la corrente è limitata dalla suddivisione della corrente di fulmine e dalla presenza di SPD al confine della zona stessa. Il campo elettromagnetico della fulminazione può essere attenuato dalla schermatura spaziale.

LPZ 2, ..., n

Zona in cui la corrente è ulteriormente limitata dalla suddivisione della corrente di fulmine e dalla presenza di ulteriori SPD ai confini delle diverse zone. Schermi aggiuntivi possono essere utilizzati per ridurre ulteriormente il campo elettromagnetico.

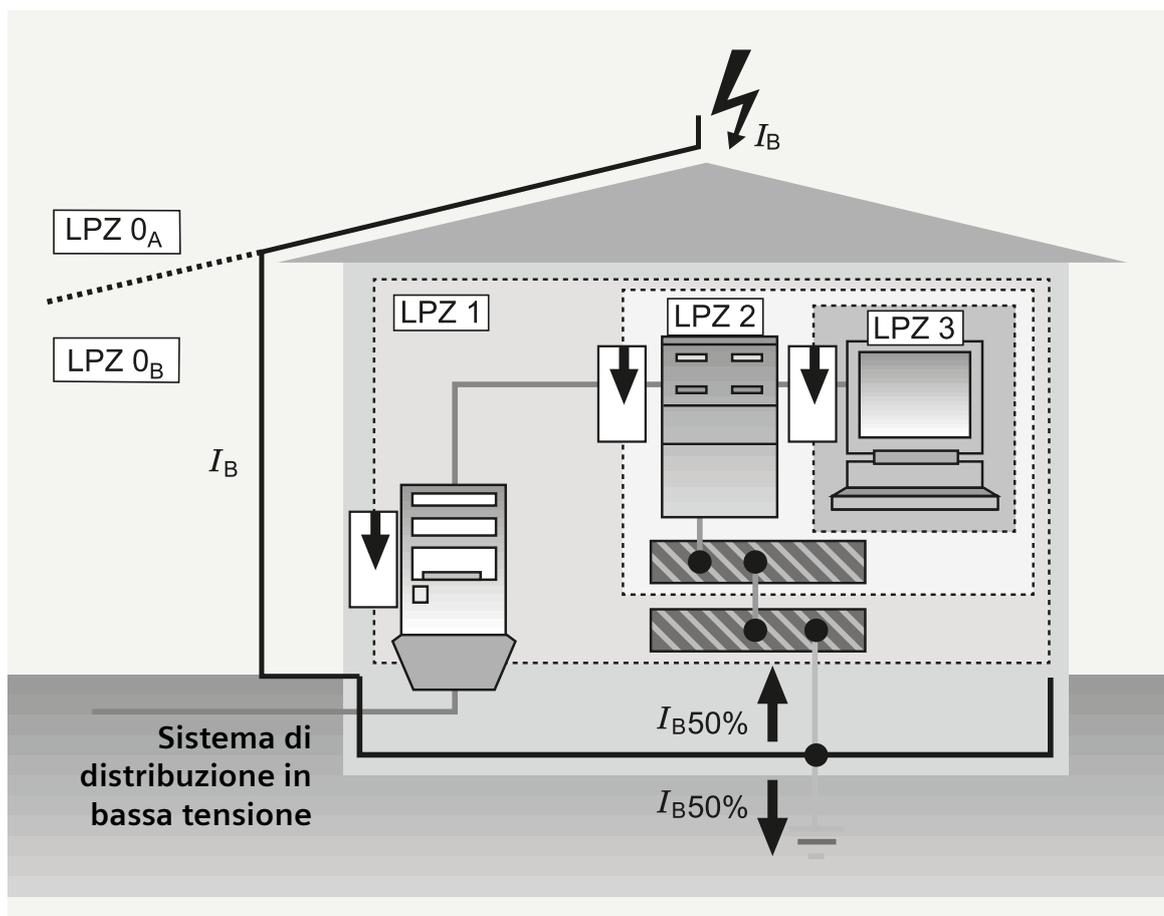


Figura 10: zone di protezione contro i fulmini all'esterno e all'interno di un edificio

2.8 Categorie di sovratensione, livelli di tenuta all'impulso U_w e livelli di protezione SPD U_p

Tutte le apparecchiature in un impianto elettrico sono assegnate a una categoria di sovratensione a seconda dell'uso e dell'ubicazione (vedere CEI EN 60 664-1). Questa categorizzazione serve come base per determinare la tensione di impulso nominale richiesta U_w (valore di picco della tensione ad impulso 1,2/50 μ s che l'apparecchiatura è in grado di sopportare senza subire danni).

L'installazione di SPD ha lo scopo di garantire una limitazione della tensione in conformità con la tenuta nominale ai picchi richiesta per il rispettivo luogo di installazione di un dispositivo al fine di evitare la formazione di archi elettrici, cortocircuiti ed eventuali incendi che ne possono derivare.

TENSIONE NOMINALE DELL'IMPIANTO ELETTRICO	TENSIONE IMPULSIVA NOMINALE RICHIESTA [kV] DELL'APPARECCHIATURA NELLE VARIE CATEGORIE DI SOVRATENSIONE			
	IV	III	II	I
120/280 V c.a.	4	2,5	1,5	0,8
120/240 V c.a.				
230/440 V c.a.	6	4	2,5	1,5
277/480 V c.a.				
400/690 V c.a.	8	6	4	2,5
1.000 V c.a.	12	8	6	4
1.500 V c.a.	15	10	8	6

Tabella 2: tensione impulsiva nominale (1.2/50 μ s) nelle varie categorie di sovratensione**Categoria di sovratensione IV**

Per apparecchi installati a monte del quadro di distribuzione.

Esempio: contattori elettrici e dispositivi di protezione da sovracorrente.

Categoria di sovratensione III

Per apparecchi che fanno parte dell'impianto fisso (per esempio quadri di distribuzione).

Esempio: interruttori in installazioni fisse e apparecchiature per uso industriale con collegamento permanente alla rete.

Categoria di sovratensione II

Per apparecchi dalla tenuta all'impulso normale.

Esempio: apparecchiature quali elettrodomestici, utensili portatili e dispositivi simili.

Categoria di sovratensione I

Per apparecchi molto sensibili.

Esempio: apparecchiature elettroniche.

Il livello di protezione SPD U_p tra conduttori attivi e conduttore di protezione non deve in nessun caso superare la tensione impulsiva nominale U_w dell'apparecchiatura da proteggere.

Raccomandazione

Il livello di protezione U_p del SPD non deve superare l'80% della tensione impulsiva nominale U_w .

Ad esempio, la tensione impulsiva nominale U_w secondo la categoria di sovratensione II per i sistemi 230/400V TN o TT è di 2,5 kV e quindi il livello di protezione consigliato U_p dell'SPD da utilizzare è massimo di 2,0 kV.

2.9 Coordinamento dell'isolamento

Il coordinamento dell'isolamento secondo CEI EN 60 664-1 e CEI 64-8 descrive la minima resistenza alle sovratensioni di un dispositivo verso terra nel rispettivo luogo di installazione.

I fattori da considerare qui sono:

- Le sovratensioni previste e le caratteristiche degli SPD utilizzati, e
- Le condizioni ambientali previste e le misure di protezione contro la contaminazione dell'apparecchiatura.

La forza di sovracorrente minima verso terra delle apparecchiature nelle reti a 230/400 V c.a. è:

- 6 kV nella rete di alimentazione principale (quadro di distribuzione principale)
- 4 kV nell'area di distribuzione del circuito elettrico (quadro secondario) e nell'area di installazione permanente
- 2,5 kV ai terminali disponibili in commercio
- 1,5 kV su apparecchiature terminali particolarmente sensibili

Per ottenere una protezione efficace, le apparecchiature interne sono adeguatamente protette se viene rispettata la seguente relazione:

$$U_w \geq U_{pif}$$

ed è sempre garantito il coordinamento energetico con gli SPD a monte: per un corretto dimensionamento delle protezioni fare riferimento allo schema sottostante.

U_w è definita come valore di picco della tensione ad impulso (1,2/50 μ s) che l'apparecchiatura è in grado di sopportare senza subire danni.

U_{pif} è definita come il livello di protezione effettivo dell'SPD.

Se il costruttore dell'apparecchio utilizzatore in oggetto non fornisce i dati dell'isolamento, la norma CEI EN 60 664-1 dà un'indicazione generale definendo 4 categorie di tenuta all'impulso per apparecchi utilizzatori con tensione d'alimentazione 230/400 V c.a. (vedasi figura 11).

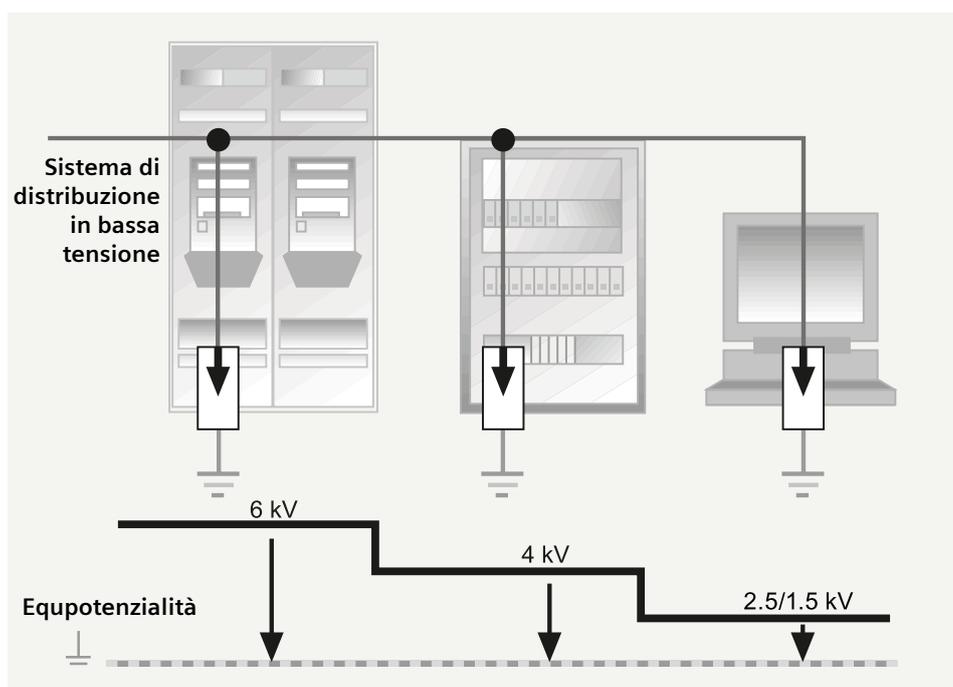


Figura 11: coordinamento dell'isolamento secondo CEI EN 60 664-1

3. Norme di riferimento

Le norme nazionali e internazionali forniscono orientamenti per quanto riguarda la progettazione di sistemi di protezione contro i fulmini e le sovratensioni, nonché la progettazione, la selezione, la classificazione e l'installazione dei singoli SPD. Inoltre, potrebbero esserci norme e regolamenti applicabili a livello nazionale o locale che contengono note applicative o specifiche per la progettazione, l'installazione e la manutenzione di sistemi di protezione da fulmini e sovratensione.

Di seguito vengono brevemente descritte le norme più importanti per la progettazione dei sistemi di protezione contro i fulmini e le sovratensioni, nonché per la classificazione degli SPD.

3.1 Progettazione di un sistema di protezione da fulmini e sovratensioni

3.1.1 Serie standard di protezione contro i fulmini CEI EN 62 305 [1] [2] [3] [4]

Questa serie di norme si occupa della protezione contro i fulmini diretti.

I componenti centrali sono la descrizione dei principi generali, un'analisi dettagliata dei rischi e le specifiche dettagliate per la protezione contro i fulmini esterna (parafulmini, LPS) parte 3 e la protezione contro i fulmini interna (protezione da sovratensione con SPD) parte 4.

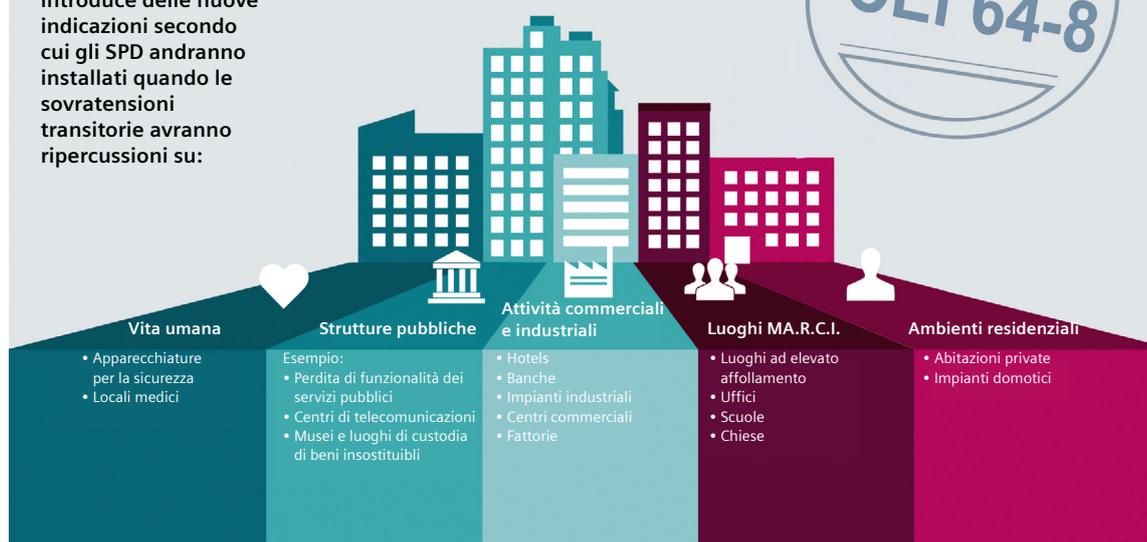
3.1.2 CEI 64-8 Norma impianti

Rispetto alla norma CEI EN 62 305, questa norma si basa su un'analisi dei rischi semplificata (CRL) e ne derivano misure appropriate.

5SD7 - SPD

Protezione completa contro le sovratensioni
siemens.it/SPD

La nuova CEI 64-8 introduce delle nuove indicazioni secondo cui gli SPD andranno installati quando le sovratensioni transitorie avranno ripercussioni su:



La necessità della protezione SPD per determinate tipologie di struttura dovrà essere verificata tramite una valutazione del rischio semplificata (derivata dalla CEI EN 62305-2, classificazione CEI 81-10/2). Il livello del rischio CRL deve essere determinato secondo la seguente equazione:

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

dove:

f_{env} è un fattore ambientale calcolato utilizzando la tabella seguente, tenendo il valore del coefficiente F pari a 1 per tutti gli impianti in Italia:

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

N_g è la densità di fulmini al suolo (numero di fulmini all'anno per km²)

L_p è la lunghezza del tratto sottoposto alla valutazione del rischio

Esito della valutazione semplificata del rischio CRL:

- se CRL risulta maggiore o uguale a 1.000 non c'è l'obbligo di installare SPD;
- se CRL risulta minore di 1.000 c'è l'obbligo di installare SPD.

Se la valutazione semplificata del rischio CRL non viene eseguita, l'impianto elettrico deve essere dotato obbligatoriamente di una protezione contro le sovratensioni transitorie.

Il campo di applicazione è limitato agli impulsi di sovratensione e sovracorrente trasmessi attraverso la rete di alimentazione. Qui non vengono presi in considerazione i fulmini diretti in un edificio, ma solo i fulmini nelle linee di alimentazione o nelle

vicinanze di linee di alimentazione.

La norma descrive le condizioni in cui gli SPD devono essere utilizzati nei sistemi a bassa tensione per proteggere l'impianto elettrico dalle sovratensioni.

3.1.3 Le Sezioni 443 e 534 della Norma CEI 64-8

La Sezione 443 specifica le applicazioni in cui deve essere installata la protezione da sovratensione.

Viene quindi introdotto un principio di obbligatorietà qualora le conseguenze delle sovratensioni influiscano:

- 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, az. Agricole;
- Su un gran numero di persone, ad esempio nel caso di grandi edifici, uffici, scuole.

Qualora il caso non ricorra in quanto precedentemente indicato è necessario effettuare una valutazione del rischio semplificata (CRL) per determinare se è richiesta l'installazione di un SPD.

Il calcolo del CLR è così strutturato.

Calcolo del CRL: $f_{env} / (L_p \times N_g)$:

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

F = coefficiente che in Italia è sempre pari a 1

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

- 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.

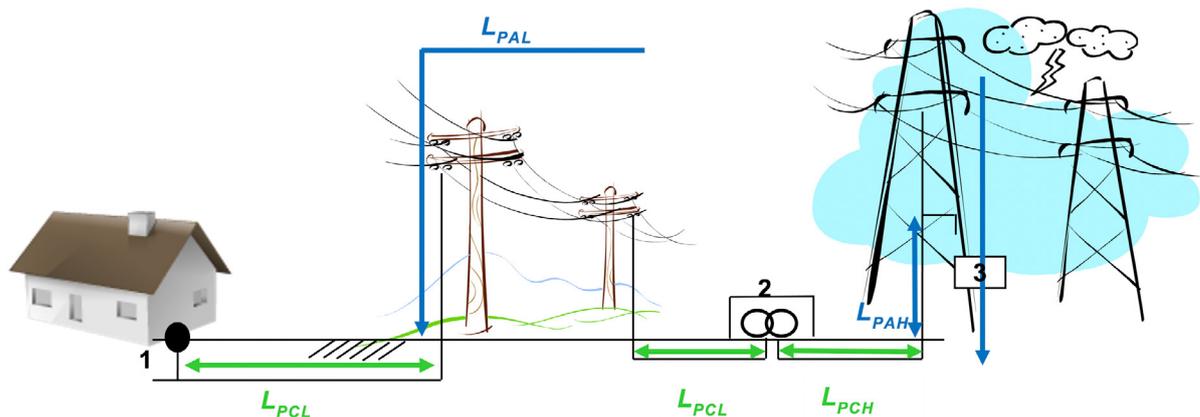


Figura 12: indicazioni per il calcolo della lunghezza di L_p

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 (indice ceraunico nel luogo dove è presente l'edificio da proteggere)

Se $CLR < 1000$ è richiesta l'installazione di uno o più SPD

Una volta decisa la necessità di installare SPD, la Sezione 534 fornisce le modalità di scelta ed installazione:

- 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

Nei prossimi paragrafi verranno indicate tali modalità di scelta e installazione degli SPD.

Le Sezioni 443 e 534 della norma CEI 64-8, in vigore dal 2021, contengono prescrizioni più severe rispetto alle precedenti versioni per quanto riguarda la scelta e l'installazione degli SPD. Anche nel Capitolo 37 "Ambienti residenziali – Prestazioni dell'impianto - tabella A "Impianti a livelli" della norma CEI 64-8 ci sono precisi rimandi a tali Sezioni in particolare alle indicazioni sulla protezione da sovratensione per i livelli 1 e 2 che diventa obbligatorio se $CRL < 1000$ o se non viene effettuata nessuna valutazione del rischio.

Avvertenza:

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

	LIVELLO 1	LIVELLO 2	LIVELLO 3
Protezione contro le sovratensioni (SPD) secondo CEI 81-10 e CEI 64-8 Sezione 534	SPD nel quadro di unità abitativa (QUA) a meno che CRL descritto in sezione 443.5 sia uguale o maggiore a 1000	SPD nel quadro di unità abitativa (QUA) a meno che CRL descritto in sezione 443.5 sia uguale o maggiore a 1000	SPD sempre necessari

Tabella 3: prescrizioni degli SPD in ambito residenziale

3.2 Norma di prodotto CEI EN 61 643 per la classificazione, il collaudo e l'applicazione degli SPD

I dispositivi di protezione contro le sovratensioni (SPD) sono classificati in base ai loro requisiti prestazionali (a seconda della classe di prova e della posizione installativa) nella serie di norme di prodotto CEI EN 61 643. In questa serie di norme si troveranno le definizioni dei termini, i requisiti generali e i metodi di prova per i dispositivi di protezione contro le sovratensioni.

Le parti più importanti di questa serie di norme sono:

CEI EN 61 643-11

Dispositivi di protezione contro le sovratensioni collegati a sistemi di alimentazione a bassa tensione - Requisiti e prove

CEI EN 61 634-12

Dispositivi di protezione contro le sovratensioni collegati a sistemi di alimentazione in bassa tensione – Principi di selezione e applicazione

CEI EN 61 643-21

Dispositivi di protezione contro le sovratensioni collegati a sistemi di telecomunicazione e di elaborazione del segnale – Requisiti prestazionali e metodi di prova

CEI EN 61 643-22

Dispositivi di protezione contro le sovratensioni collegati a reti di telecomunicazione e segnalazione - Principi di selezione e applicazione.

4. Caratteristiche e modalità di funzionamento dei dispositivi di protezione da sovratensione

Gli SPD hanno un'alta impedenza durante il normale funzionamento di un sistema elettrico. Solo durante il verificarsi di una sovratensione (attraverso una scarica di origine atmosferica o una manovra in rete) gli SPD diventano brevemente a bassa impedenza, per poi tornare autonomamente allo stato di alta impedenza.

Passando dallo stato ad alta impedenza a quello a bassa impedenza, gli SPD sono in grado di limitare le tensioni che si verificano durante eventi di sovratensione e fulmini in modo tale che le apparecchiature elettriche siano efficacemente protette dai danni. Con una progettazione professionale e l'installazione di un collegamento equipotenziale e di una protezione contro i fulmini e le sovratensioni, gli SPD sono anche in grado di "deviare" le sovracorrenti e le correnti dei fulmini in modo tale da influire il meno possibile sul funzionamento degli impianti elettrici.

Per soddisfare le diverse esigenze relative all'effetto protettivo richiesto, negli SPD vengono utilizzati vari componenti. I componenti di protezione da sovratensione sono utilizzati negli SPD sia come singoli componenti che sotto forma di complessi circuiti di protezione.

A seconda dell'applicazione, negli SPD vengono utilizzati i seguenti componenti:

- Spinterometro
- Scaricatori di sovratensione a gas (GFSA)
- Varistori
- Diodi soppressori

Questi componenti differiscono principalmente per i seguenti aspetti:

- Capacità di scarica (portata)
- Comportamento di risposta (tempo di risposta in caso di sovratensione)
- Limitazione di tensione (tensione residua/ livello di protezione per il dispositivo che deve essere protetto)
- Curva di tensione durante la scarica degli impulsi di sovratensione e sovracorrente
- Seguire la capacità di scarica corrente (transizione dallo stato di scarica a bassa impedenza allo stato di inattività ad alta impedenza dopo un evento di scarica)

4.1 SPD di Tipo 1 (scaricatori di sovratensione di origine atmosferica)

Gli SPD di Tipo 1 sono i dispositivi di protezione contro le sovratensioni più efficaci. Pertanto, vengono utilizzati come primo livello di protezione per la protezione dei sistemi di alimentazione.

Da un punto di vista tecnico, la posizione preferita per l'installazione è nel quadro di distribuzione principale dell'impianto elettrico, il più vicino possibile alla barra di messa a terra principale. A seconda delle condizioni locali, può quindi avere senso installare questi SPD direttamente a valle del vano di alimentazione principale in ingresso o nelle immediate vicinanze del quadro di distribu-

zione principale o all'interno del quadro di distribuzione principale. Nella scelta degli scaricatori adatti, deve essere considerato anche il tipo di sistema di alimentazione (TN-C, TN-C-S, TN-S, TT o sistema IT).

A monte del contatore possono essere installati anche SPD privi di corrente di dispersione (ad es. con spinterometro). Questo protegge anche il contatore elettrico dalle sovratensioni. Se gli SPD devono essere installati a monte del contatore, questo deve essere approvato dal fornitore della rete di alimentazione.



Figura 14: SPD di Tipo 1 quadripolare 5SD7414-1

4.2 SPD di Tipo 2 (limitatori di sovratensione di linea)

Di norma, un SPD di Tipo 1 nel punto di alimentazione dell'impianto elettrico non è in grado di proteggere efficacemente tutte le apparecchiature elettriche a valle della sua installazione.

Pertanto, gli standard di protezione contro le sovratensioni di origine atmosferica e le norme di applicazione richiedono l'installazione di sistemi di protezione da sovratensione con più di un livello di protezione.

Gli SPD di Tipo 2 sono generalmente utilizzati come secondo livello di protezione del sistema di

protezione contro le sovratensioni di origine atmosferica indirette. Il secondo livello di protezione (più vicino alle apparecchiature terminali sensibili) consente di limitare meglio la tensione a cui sono esposti i dispositivi terminali rispetto a quanto sarebbe possibile con un solo livello di protezione.

Un SPD di Tipo 2 abbassa la tensione residua trasmessa da un SPD di Tipo 1 posto a monte al di sotto della tenuta all'impulso U_w delle apparecchiature e delle linee nell'area dell'installazione permanente tra la distribuzione del circuito e il collegamento di potenza.



Figura 15: SPD di Tipo 2 SSD7464-1 e in esecuzione compatta SSD7424-1

Il circuito di protezione in un SPD di Tipo 2 è costituito da varistori con monitoraggio della temperatura con elevata capacità di scarica per correnti di picco, ad es. con ampiezze fino a 80 kA (8/20 μ s).

In caso di sovraccarico del varistore a causa di sovratensioni temporanee inammissibilmente elevate o a causa dell'invecchiamento, la resistenza interna del varistore diminuisce, il che ne aumenta la corrente di dispersione. C'è quindi un corrispondente aumento della temperatura, che fa scattare uno sganciatore di isolamento. Una volta raggiunto un limite di temperatura definito, il varistore viene separato elettricamente dalla rete prima che venga raggiunta una temperatura pericolosa. La separazione viene solitamente segnalata direttamente sull'SPD (la finestrella del segnalatore ottico appare rossa).

4.3 SPD di Tipo 1 + Tipo 2 SPD (scaricatori di sovratensione combinati)

Una migliore protezione si ottiene combinando spinterometri e varistori in un SPD. Gli spinterometri di Tipo 1 offrono la protezione più efficace contro le sovratensioni di origine atmosferica ad alta energia e di lunga durata, mentre i varistori di Tipo 2 offrono la migliore protezione contro le sovratensioni dovute a manovra sulla linea di breve durata. Una combinazione di spinterometri di Tipo 1 e varistori di Tipo 2 rappresentano la migliore scelta per i luoghi di installazione in cui sono previste sia sovratensioni di origine atmosferica che sovratensioni dovute a manovre.

Da un punto di vista tecnico, la posizione più favorevole per l'installazione di SPD di Tipo 1 + Tipo 2 è all'ingresso dell'edificio, nel quadro di distribuzione primaria.

A seconda del sistema di alimentazione (TN-C, TN-C-S, TN-S, TT o IT), la giusta combinazione di scaricatori viene installata nel sistema di distribuzione principale direttamente a valle del contatore elettrico. Le combinazioni di scaricatori con varistori trasportano una bassa corrente di esercizio (corrente di dispersione) di pochi μ A in funzionamento indisturbato alla tensione nominale. Pertanto, tali dispositivi non dovrebbero generalmente essere installati a monte del contatore. Le condizioni di collegamento e installazione di questi dispositivi di protezione sono le stesse degli scaricatori di origine atmosferica di Tipo 1.



Figura 15: SPD combinato Tipo 1 + Tipo 2 quadripolare 5SD7444-1

4.4 SPD di Tipo 1 / Tipo 2 (scaricatori di sovratensione combinati)

Grazie all'ulteriore sviluppo nel campo dei semi-conduttori, sono disponibili anche SPD economici di Tipo 1 con potenti varistori. In generale, i componenti SPD tra conduttore L e N o conduttore L e PEN sono costituiti da un varistore, mentre i componenti SPD tra N e PE contengono uno spinterometro (spinterometro totale). Sono adatti per collegamento 3+1. L'SPD soddisfa i requisiti sia per gli SPD di Tipo 1 che per gli SPD di Tipo 2.

Questo è il motivo per cui tali SPD sono anche chiamati "scaricatori combinati".

Gli SPD di Tipo 1 con varistori di solito non sono così potenti come gli SPD di Tipo 1 con spinterometri. Gli scaricatori combinati vengono quindi utilizzati principalmente in sistemi in cui devono essere soddisfatti solo i requisiti delle classi di protezione contro i fulmini III o IV.



Figura 16: SPD combinato Tipo 1 / Tipo 2 quadripolare 5SD7414-3

4.5 SPD di Tipo 3 (limitatori di sovratensione di linea)

L'SPD di Tipo 3 è il terzo livello di protezione dell'alimentatore. Riduce gli impulsi di tensione transitori causati da scariche di origine atmosferica o manovre di commutazione a un livello di tensione inferiore alla tensione di prova dell'apparecchiatura terminale. Per dispositivi con una tensione operativa di ad es. 230 V, cioè max. 2,5 kV.

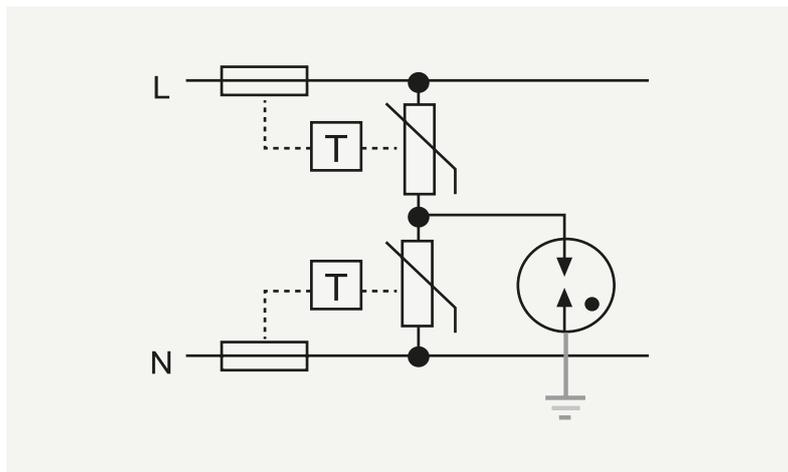


Figura 17: schema circuitale di un SPD di Tipo 3 monofase



Figura 18: SPD di Tipo 3 unipolare 5SD7432-7

Il circuito di protezione è generalmente costituito da un collegamento in serie di due varistori interposti tra fase e neutro. Un SPD riempito di gas (GFS) è collegato al centro tra i varistori e unisce questo punto al conduttore di protezione. Ciò si traduce in un collegamento in serie privo di corrente di dispersione tra L-PE e N-PE rispettivamente, costituito da varistore e SPD a gas (GFS). Anche i varistori degli SPD di Tipo 3 sono monitorati in temperatura, il che scollega meccanicamente il varistore dalla rete prima che vengano raggiunte temperature pericolose.

4.6 Importanti caratteristiche della gamma prodotti

Tutti gli SPD Siemens sono costruiti in due parti costituiti da un elemento base e da una o più cartucce. L'elemento base contiene i contatti terminali e il contatto di segnalazione fine vita mentre la cartuccia contiene l'elemento di protezione. Per evitare un montaggio errato, l'elemento di base e la cartuccia sono dotati di una codifica meccanica.

Tutte le cartucce sono dotate di un segnalatore ottico di stato. Tale segnalatore indica quando una cartuccia non è più funzionante e deve essere sostituita.

Molti SPD dispongono anche di un contatto di segnalazione fine vita della cartuccia. Questo contatto può essere utilizzato per inviare un segnale ad un ricevitore o ad un PLC. Lo stato operativo di un SPD può così essere costantemente monitorato.

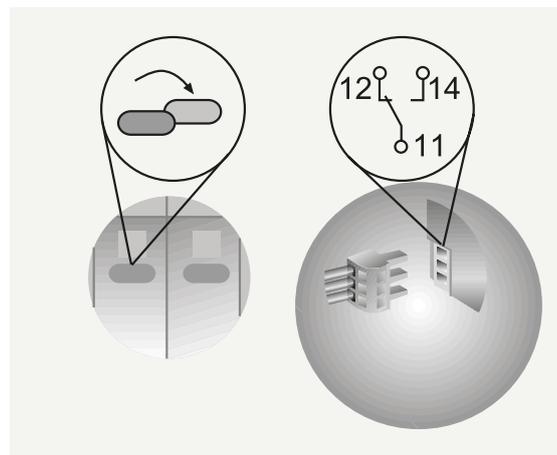


Figura 19: segnalazione ottica e remota di un SPD di fine vita cartuccia

Quando si verifica la perdita dell'isolamento (per es. a causa dell'invecchiamento del varistore), non è necessario smontare l'intero SPD; solo la cartuccia deve essere rimossa.

5. Protezione da sovratensione multilivello

5.1 Circuito di protezione efficace

Il termine "circuito di protezione efficace" rappresenta una misura continua per la protezione contro le sovratensioni. Il primo passo nello sviluppo delle misure necessarie per la protezione contro le scariche di origine atmosferica e le sovratensioni è identificare tutte le apparecchiature e le aree dell'impianto che necessitano di

protezione. Quindi, viene valutato il livello di protezione richiesto per l'apparecchiatura identificata. Fondamentalmente, i vari tipi di circuiti elettrici sono suddivisi nelle seguenti aree:

- Alimentazione elettrica
- Apparecchiature di misura e controllo
- Elaborazione dati e telecomunicazioni (trasmettitori/ricevitori)

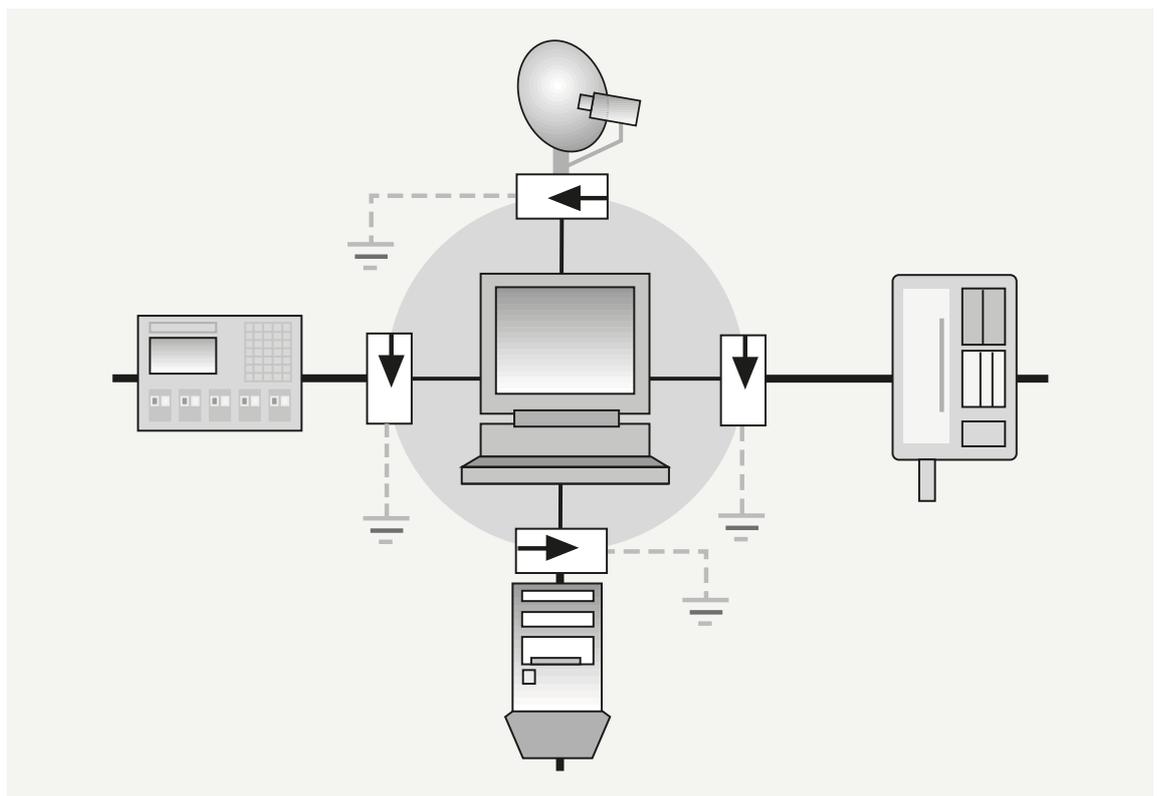


Figura 20: circuito di protezione efficace

Il sistema o il dispositivo da proteggere si trova all'interno di una zona protetta. Gli SPD che corrispondono ai dati nominali del rispettivo circuito o dell'interfaccia del dispositivo da proteggere sono

installati in tutti i punti di intersezione "cavo - zona protetta". Ciò salvaguarda l'area all'interno della zona protetta in modo tale che i dispositivi situati all'interno della zona protetta siano protetti efficacemente.

Il primo passo in un concetto di protezione da sovratensione efficiente e completo è l'esame dell'alimentazione. Le sovratensioni ad alta energia e le correnti di picco che si verificano in quest'area possono causare scariche elettriche su distanze aeree e superficiali e attraverso l'isolamento di parti in tensione e cavi a terra. Tutte le apparecchiature elettriche sono interessate, dall'alimentazione dell'edificio principale ai carichi elettrici.

Le misure necessarie per proteggere l'alimentazione di sistemi e dispositivi dipendono dai risultati dell'analisi dei rischi e dalle disposizioni contenute nelle norme applicative per la selezione e l'installazione degli SPD. Gli standard applicativi generalmente richiedono una protezione multistadio con due o tre livelli di protezione. Gli SPD per i singoli livelli di protezione si differenziano per la classificazione del tipo (Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3), il grado di capacità di scarica, il livello di protezione e l'andamento della tensione residua.

5.2 Protezione dell'alimentazione a tre livelli – livelli di protezione 1 e 2 installati separatamente

Un concetto a tre livelli in cui tutti gli SPD sono installati in luoghi diversi è impostato come segue:

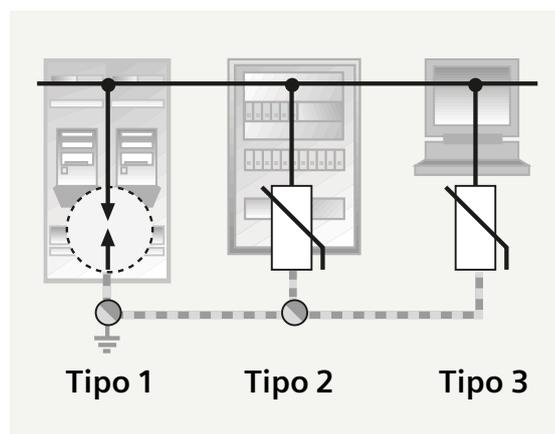


Figura 21: protezione a tre livelli con diverse posizioni di installazione nella fornitura di potenza

5.3 Protezione dell'alimentazione a tre livelli – livelli di protezione 1 e 2 combinati

Un concetto a tre livelli per il quale SPD di Tipo 1 e SPD di Tipo 2 sono combinati in un dispositivo è impostato come segue:

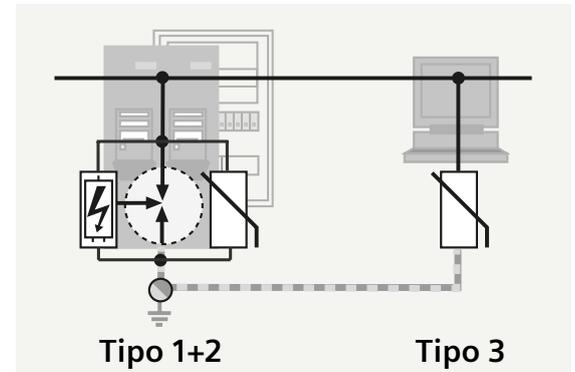


Figura 22: Protezione a tre livelli, livelli di protezione 1 e 2 coordinati in un unico prodotto

5.4 Protezione dell'alimentazione a due livelli a basso potenziale di rischio

Il potenziale di rischio di scariche di fulmini è relativamente basso per edifici bassi situati nel mezzo di aree residenziali e dove sul tetto non sono installati sistemi di protezione contro i fulmini o altre strutture metalliche collegate a terra. Un fulmine diretto qui è improbabile da un punto di vista statistico.

Se la proprietà soddisfa queste condizioni dopo un attento esame e valutazione del potenziale di rischio, allora l'installazione può fare a meno di un SPD di Tipo 1.

Predisposizione per protezione a due livelli con capacità di scarica limitata

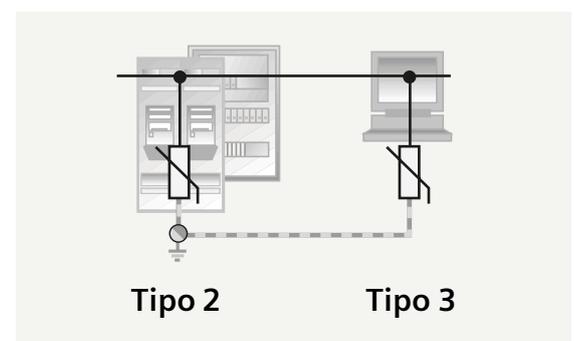


Figura 23: Protezione a due livelli per edifici senza LPS (parafulmine)

6. Sistemi di distribuzione

La scelta degli scaricatori dipende anche dal tipo di sistema di alimentazione. Gli SPD devono essere adattati al rispettivo sistema di rete per garantire una protezione efficace.

La scelta degli scaricatori dipende anche dal tipo di sistema di alimentazione. Gli SPD devono essere adattati al rispettivo sistema di rete per garantire una protezione efficace.

I sistemi di rete si differenziano principalmente per sé e come uno o più conduttori del sistema di rete sono messi a terra direttamente o indirettamente o se il conduttore PE è separato o trasportato insieme al conduttore N come conduttore PEN. Ulteriori differenze derivano dal numero di fasi, dal tipo di tensione e corrente, nonché dalla frequenza e dal livello di tensione.

Secondo CEI 64-8, viene fatta una distinzione tra i seguenti sistemi di rete:

- Sistema TN-S
- Sistema TN-C
- Sistema TT
- Sistema IT

6.1 Il sistema TN-S

In una rete TN-S, il conduttore neutro (N) e il conduttore di protezione (PE) sono posati ciascuno in un conduttore separato. Un alimentatore trifase è quindi costituito dai cinque conduttori L1, L2, L3, N e PE.

Dal punto di vista della compatibilità elettromagnetica (EMC), i sistemi in cui N e PE sono posati separatamente sono considerati più rispettosi della compatibilità elettromagnetica rispetto ai sistemi in cui vengono utilizzati conduttori PEN.

A seconda dei requisiti dei carichi, i sistemi sono progettati da 1 a 3 fasi.



Figura 24: sistema TN-S

6.2 Il sistema TN-C

In un sistema TN-C, il conduttore neutro (N) e il conduttore di protezione (PE) sono instradati in un conduttore di protezione e neutro combinato (PEN). Un alimentatore trifase è quindi costituito dai quattro conduttori L1, L2, L3 e PEN.

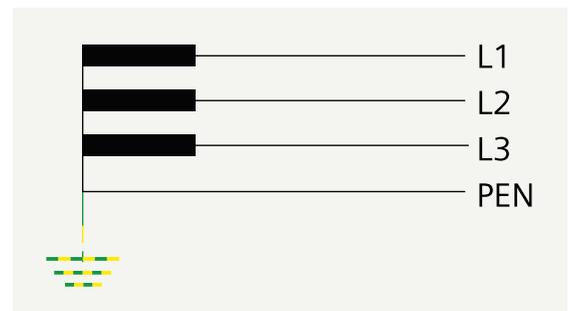


Figura 25: sistema TN-C

6.3 Il sistema TT

In un sistema TT, un punto, generalmente il centro stella del trasformatore, è direttamente messo a terra (terra del sistema). Il punto messo a terra viene solitamente portato all'impianto attraverso un conduttore N. Le parti conduttive esposte dell'impianto elettrico sono collegate a elettrodi di terra che non hanno un collegamento diretto con gli elettrodi di terra del sistema del trasformatore. In altre parole, una messa a terra locale viene allestita direttamente presso un impianto o in un

edificio. Questa terra locale è collegata al sistema equipotenziale locale e al conduttore di protezione della terra locale (PE), ma non al conduttore N.

In un sistema TT, il conduttore neutro (N) e il conduttore di protezione (PE) sono posati in linee separate. Un alimentatore trifase è quindi costituito dai cinque conduttori L1, L2, L3, N e PE dalla terra locale.

A seconda dei requisiti dei carichi, i sistemi sono progettati da 1 a 3 fasi.

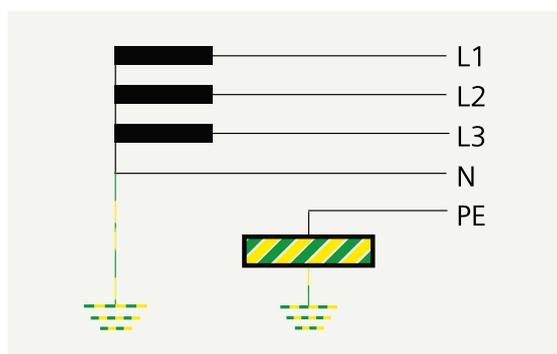


Figura 26: sistema TT

6.4 Il sistema IT

In una rete IT, il centro stella del trasformatore di alimentazione non è collegato a terra o è collegato a terra solo tramite un'alta impedenza. Se un conduttore neutro è portato dal punto neutro del trasformatore di alimentazione, viene condotto separatamente dal conduttore di protezione locale.

Un'alimentazione trifase è costituita dai 4 o 5 conduttori L1, L2, L3, eventualmente N e PE locale.

6.5 Conversione di sistemi

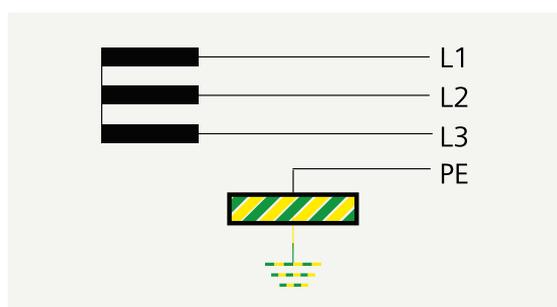


Figura 27: sistema IT

di rete all'interno di un'installazione

In pratica, i sistemi di rete cambiano spesso all'interno di un impianto.

Esempio: Conversione di un sistema TN-C in un sistema TN-S

In questo caso il conduttore PEN viene suddiviso in un conduttore PE separato e un conduttore N. Pertanto, il sistema TN-C a 4 conduttori (L1, L2, L3, PEN) si trasforma in un sistema TN-S a 5 conduttori (L1, L2, L3, N, PE).

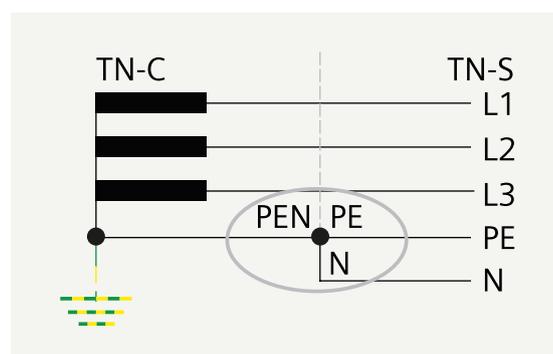


Figura 28: conversione di un sistema TN-C in un sistema TN-S

7. Scelta e installazione di SPD (CEI 64-8, Sezione 534)

7.1 Posizione e Tipo di SPD

Gli SPD del primo livello di protezione devono essere installati il più vicino possibile al punto di alimentazione dell'impianto elettrico, preferibilmente nelle immediate vicinanze della barra di messa a terra principale, in modo da proteggere l'apparecchiatura di installazione a valle.

Negli impianti alimentati dalla rete pubblica di approvvigionamento energetico, il punto di

alimentazione dell'impianto elettrico è situato in prossimità del quadro principale di distribuzione dell'edificio.

Negli impianti industriali con alimentazione in media tensione, gli SPD devono essere installati nel quadro di distribuzione principale di bassa tensione.

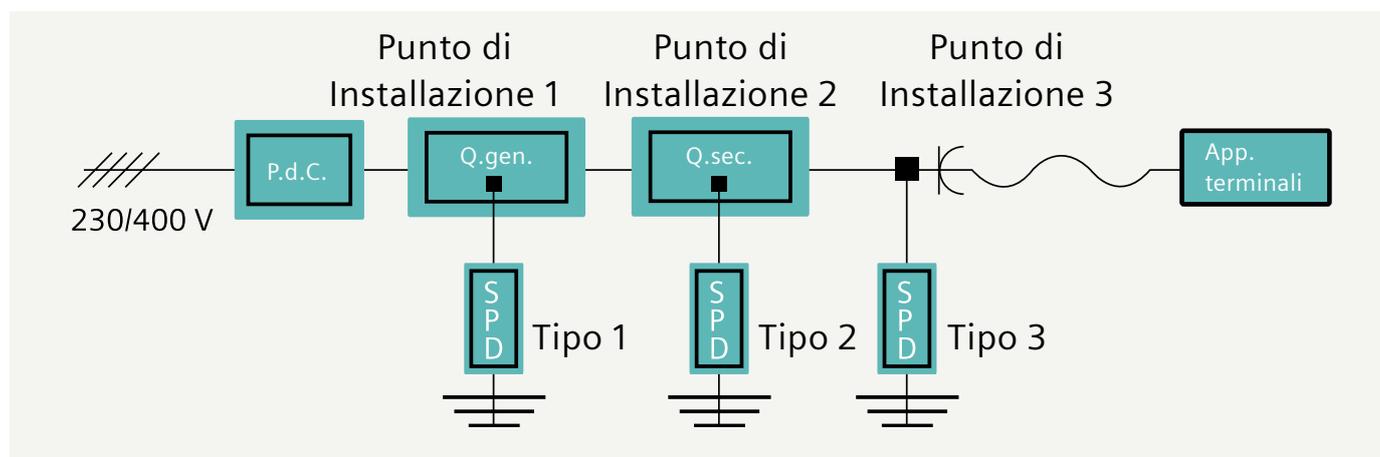


Figura 29: tipici punti di installazione degli SPD

I dispositivi di protezione contro le sovratensioni oggi noti come SPD di Tipo 1, SPD di Tipo 2 e SPD di Tipo 3 erano spesso indicati in passato come SPD per la protezione base, media e fine.

Gli SPD nei punti di installazione 2 e 3 non devono essere utilizzati senza un SPD nel punto di installazione 1. Per evitare il sovraccarico degli SPD nei punti di installazione 2 e 3, l'SPD nel punto di installazione 1 deve essere coordinato energeticamente con gli altri SPD (vedere pagina 61).

Per garantire il coordinamento degli SPD, si raccomanda di utilizzare in un impianto elettrico solo SPD di un produttore.

Il campo di protezione effettivo di un SPD è (nella direzione del flusso di energia) ca. 10 m di lunghezza del cavo. Se questa lunghezza del cavo viene superata, è necessario installare un SPD aggiuntivo il più vicino possibile all'apparecchiatura da proteggere. È necessario rispettare la necessaria tensione di impulso nominale dell'apparecchiatura da proteggere.

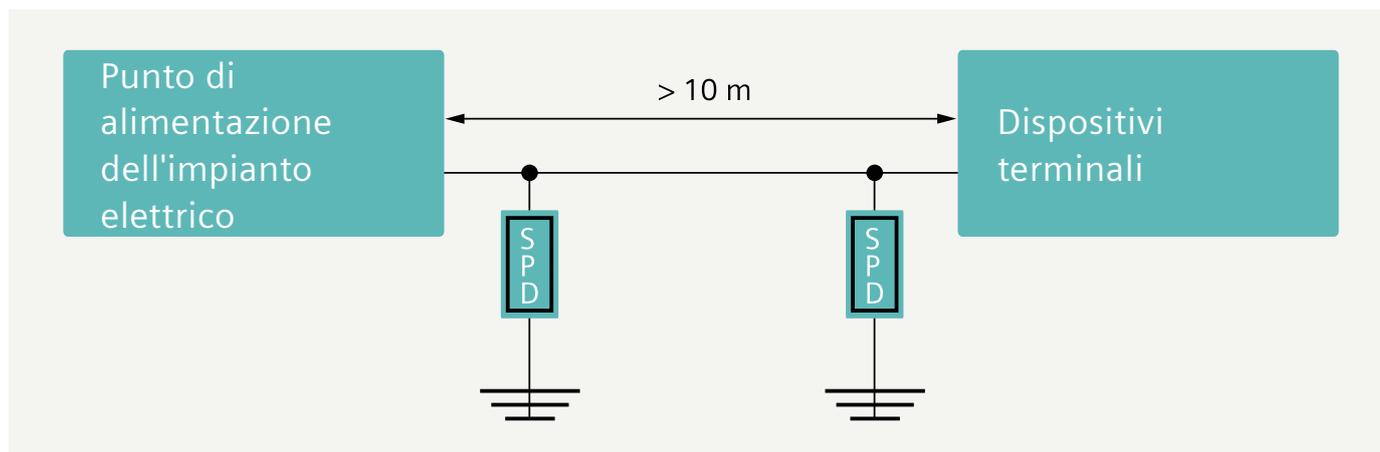


Figura 30: campo di protezione effettivo di un SPD

7.1.1 SPD di Tipo 1

Se le strutture sono dotate di sistemi di protezione contro i fulmini esterni (LPS) o è altrimenti necessaria una protezione contro gli effetti dei fulmini diretti, devono essere installati SPD di Tipo 1 per l'equipotenzialità antifulmine.

I parafulmini (LPS) hanno il compito di scaricare le correnti di fulmine di lunga durata con ampiezze in corrente molto elevate. Il punto di installazione tipico per gli SPD di Tipo 1 come primo livello di protezione è l'alimentazione centrale di edifici o impianti (punto di installazione 1 in figura 29). Negli impianti industriali con alimentazione in media tensione, gli SPD devono essere installati nel quadro di distribuzione principale di bassa tensione.

A monte del contatore possono essere installati anche SPD di Tipo 1 costituiti esclusivamente da spinterometri.

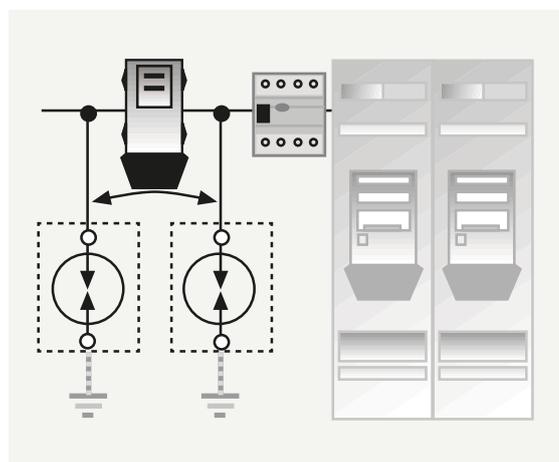


Figura 31: possibile installazione di SPD di Tipo 1 spinterometrici

Consiglio pratico

La corrente di prova del fulmine ($10/350 \mu\text{s}$) richiesta per un SPD di Tipo 1 dipende tra l'altro dalla classe di protezione contro i fulmini selezionata (vedere CEI EN 62 305, con le classi indicate in figura 6). Ciò può comportare requisiti più elevati per la corrente di prova contro i fulmini I_{imp} rispetto ai requisiti delle tabelle sopra elencate.

Gli SPD di Tipo 1 con le seguenti correnti di prova da fulmine I_{imp} ($10/350 \mu\text{s}$) si sono affermati sul mercato e nella pratica:

- L–N: 12,5 ... 50,0 kA
- L–PE: 12,5 ... 50,0 kA
- N–PE: 50,0 ... 100,0 kA

Per le applicazioni industriali con sistemi di alimentazione trifase e 5 conduttori si utilizzano in pratica SPD di Tipo 1 con capacità di scarica L–N di 25 kA ($10/350 \mu\text{s}$) e capacità di scarica N–PE di 100 kA ($10/350 \mu\text{s}$). Tale SPD di Tipo 1 soddisfa i requisiti di tutte le classi di protezione contro i fulmini (secondo CEI EN 62 305).

Se devono essere soddisfatti solo i requisiti delle classi di protezione contro i fulmini III e IV (come indicato in figura 6), gli SPD di Tipo 1 / Tipo 2 (scaricatori combinati) con una capacità di scarica L–N di 12,5 kA ($10/350 \mu\text{s}$) e una capacità di scarica N–PE di 50 kA ($10/350 \mu\text{s}$) possono essere utilizzati nei quadri di distribuzione principale.

Tali SPD con una capacità di scarica L–N di 12,5 kA ($10/350 \mu\text{s}$) sono attualmente composti da vari-

stori. Questi SPD hanno un andamento della tensione residua notevolmente più alto rispetto agli SPD costituiti da spinterometri durante la trasmissione di correnti di fulmine di lunga durata. Per questo motivo, gli SPD con spinterometro hanno un migliore effetto protettivo per l'installazione a valle rispetto agli SPD di Tipo 1 comprendenti varistori in caso di correnti di fulmine di lunga durata. Per ottenere un effetto protettivo ottimizzato con correnti di fulmine di lunga durata, nel punto di installazione 1 (1° livello di protezione) dovrebbe quindi essere utilizzato preferibilmente un SPD di Tipo 1 costituito da spinterometri.

7.1.2 SPD di Tipo 2

Per la protezione contro gli effetti indiretti dei fulmini e le sovratensioni di commutazione che entrano nel sistema attraverso le linee di alimentazione, devono essere installati almeno SPD di Tipo 2 in corrispondenza o in prossimità del punto di alimentazione (punto di installazione 1).

Questi SPD possono scaricare correnti di picco relativamente elevate della forma d'onda (8/20 μ s) e alleggerire la protezione del dispositivo in caso di sovratensioni ad alta energia troppo elevate. La posizione di installazione tipica è il quadro di distribuzione secondario (punto di installazione 2).

Gli SPD devono essere installati a monte dei dispositivi di protezione differenziale (RCD). In questo modo i contatti del dispositivo di protezione differenziale non vengono caricati dalle elevate correnti di dispersione e si evitano disconnessioni non necessarie.

7.1.3 SPD di Tipo 3

Gli scaricatori di Tipo 3 sono installati direttamente a monte del dispositivo da proteggere (punto di installazione 3). Ciò impedisce che le sovratensioni si scarichino nuovamente nella linea già protetta, il che comporterebbe aumenti di tensione dovuti alla riflessione degli impulsi di tensione all'estremità delle linee. Per evitare l'accoppiamento indesiderato di impulsi di tensione o impulsi di corrente, è necessario prestare attenzione affinché i cavi di collegamento già protetti da SPD non vengano posati in parallelo con linee non protette.

7.2 Prescrizioni per la protezione contro le sovratensioni transitorie

La protezione tra i conduttori attivi e quello di PE (inclusa quella tra il neutro e il PE, qualora sia presente il conduttore di neutro) è obbligatoria.

La protezione tra i conduttori attivi ed il neutro (se il conduttore del neutro è presente) è raccomandata per assicurare la protezione dell'apparecchiatura.

La protezione tra i conduttori attivi (nel caso di più fasi) è facoltativa.

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).

7.3 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). Gli schemi di collegamento per SPD mostrati di seguito dipendono dalla rispettiva configurazione di rete:

CT1: 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

CT2: 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.

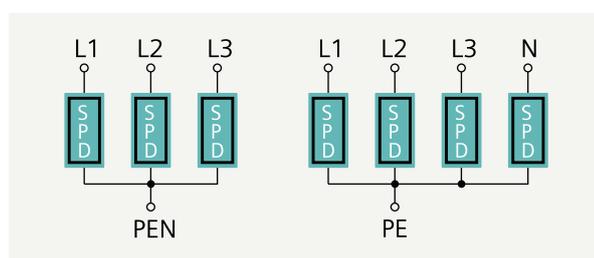


Figura 32: modi di collegamento CT1 (es. 3+0 e 4+0)

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).

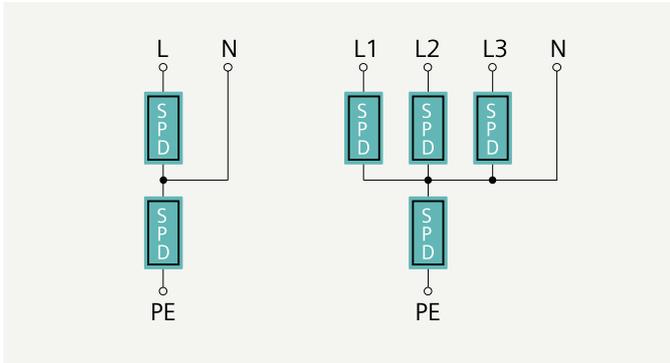


Figura 33: modi di collegamento CT2 (es- 1+1 e 3+1)

7.4 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), vale a dire il 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 I_{fi}

Gli SPD devono essere conformi alle prescrizioni della CEI EN 61 643-11.

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 U_w richiesta, conforme alla **categoria di sovratensione II** come riportata nell'elenco di scelta sottostante:

- 120/240 V c.a. (monofase): $U_w = 1,5$ kV
- da 230/400 V c.a. a 277/480 V c.a. (trifase) $U_w = 2,5$ kV
- 400/690 V c.a. (trifase) $U_w = 4$ kV
- 1000 V c.a. (trifase) $U_w = 6$ kV

Pertanto, il livello di protezione U_p 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.

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, in funzione del sistema di alimentazione:

U_n è la tensione nominale tra le fasi del sistema a bassa tensione.

7.5 Collegamento in derivazione e collegamento passante a "V"

Quando si collegano gli SPD viene fatta una distinzione tra un collegamento in derivazione e un collegamento passante a "V".

Con il collegamento in derivazione, i morsetti SPD sono collegati al sistema di alimentazione (principale) tramite un'unica linea. Ciò si traduce in una geometria di connessione a forma di T.

Con questo tipo di collegamento, il fusibile di protezione dell'impianto F1 può avere un valore superiore al fusibile di protezione massimo consentito dell'SPD, poiché l'SPD nel suo ramo di linea può essere protetto separatamente con un fusibile F2.

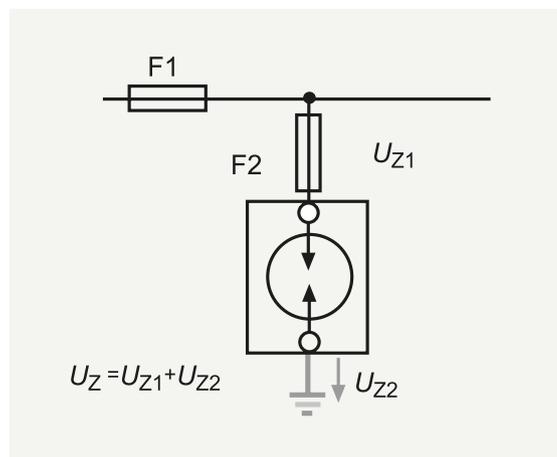


Figura 34: collegamento in derivazione

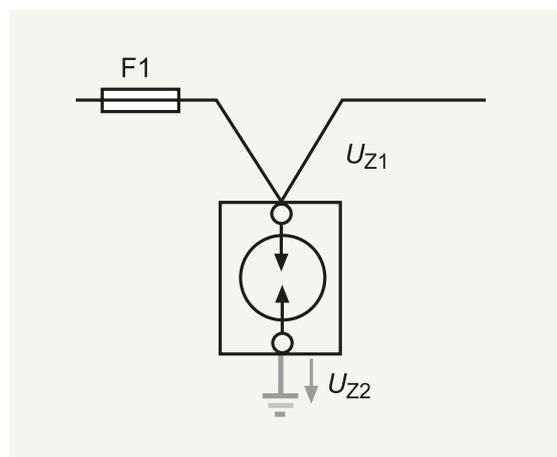


Figura 35: collegamento passante a "V"

Con il collegamento passante a "V", le linee in entrata e in uscita sono collegate ciascuna direttamente a un morsetto del dispositivo di protezione. Eventuali tensioni aggiuntive U_Z sulle linee di derivazione (vedi par. 7.6.) sono quindi limitate al minimo.

In questo caso, il fusibile dell'impianto F1 non deve superare il valore nominale massimo del fusibile di protezione SPD per il collegamento passante a "V" specificato nella scheda tecnica del prodotto utilizzato.

La forma di connessione principalmente utilizzata negli impianti elettrici per SPD di Tipo 1 e SPD di Tipo 2 è il collegamento in derivazione.

7.6 Prestazione degli SPD (I_{imp} e I_n)

Quando non viene effettuata l'analisi del rischio conforme alla Norma CEI EN 62 305-2 e se l'edificio è protetto contro la fulminazione diretta (LPS), gli SPD collegati all'origine dell'impianto devono essere scelti di **Tipo 1** conformemente a quanto indicato nell'elenco sotto riportato, questi sono i valori di I_{imp} che devono essere scelti:

Tipo 1

- Monofase
 - o Modo di collegamento CT1:
 - L-PE 12,5 kA
 - N-PE 12,5 kA
 - o Modo di collegamento CT2:
 - L-N 12,5 kA
 - N-PE 25 kA
- Trifase
 - o Modo di collegamento CT1:
 - L-PE 12,5 kA
 - N-PE 12,5 kA
 - o Modo di collegamento CT2:
 - L-N 12,5 kA
 - N-PE 50 kA

In tutti gli altri casi, gli SPD devono essere scelti di Tipo 2 e la loro corrente nominale di scarica I_n non deve essere inferiore al valore indicato nella tabella qui riportata:

Tipo 2

- Monofase
 - o modo di collegamento CT1:
 - L-PE 5 kA
 - N-PE 5 kA
 - o modo di collegamento CT2:
 - L-N 5 kA
 - N-PE 10 kA
- Trifase
 - o modo di collegamento CT1:
 - L-PE 5 kA
 - N-PE 5 kA
 - o modo di collegamento CT2:
 - L-N 5 kA
 - N-PE 20 kA

Nello schema di collegamento 1, un SPD è disposto tra ciascuno dei conduttori di fase e il conduttore PE/PEN.

Nello schema di collegamento 2, un SPD è collegato tra ciascun conduttore di fase e il conduttore neutro. Il percorso di protezione tra conduttore

neutro e terra è collegato con uno speciale SPD (N-PE totale spinterometro). La somma di tutte le correnti di picco parziali risultanti da un accoppiamento di sovratensione/corrente di picco nelle linee attive, cioè nei conduttori di fase e neutro, deve essere completamente controllata dallo spinterometro di corrente totale.

Secondo le nuove norme di installazione CEI 64-8 Sezione 443 e Sezione 534, per questi due schemi di collegamento sono specificati i seguenti valori minimi per le correnti di dispersione.

Caso 1: Edifici con sistema di protezione contro i fulmini esterno (LPS)

Per gli edifici con un sistema di protezione contro i fulmini esterno, deve essere installato un SPD di Tipo 1 nella posizione 1 e la corrente di prova dei fulmini richiesta per gli SPD di Tipo 1 deve essere selezionata come segue:

- Se non è stata eseguita alcuna analisi dei rischi secondo CEI EN 62 305-2, la corrente impulsiva di fulmine I_{imp} deve corrispondere almeno ai valori della tabella 4.
- Se è stata eseguita un'analisi dei rischi secondo CEI EN 62 305-2, la corrente impulsiva di fulmine I_{imp} deve essere determinata secondo la norma sulla protezione contro i fulmini CEI EN 62 305.

COLLEGAMENTO	I_{imp} [kA]			
	SISTEMA MONOFASE		SISTEMA TRIFASE	
	CT1	CT2	CT1	CT2
L - N	-	12,5	-	12,5
L - PE	12,5	-	12,5	-
N - PE	12,5	25	12,5	50

Tabella 4: valori minimi della corrente di scarica impulsiva I_{imp} (10/350 μ s) – Caso 1

Caso 2: Edificio senza impianto di protezione contro i fulmini esterno, ma con alimentazione della linea aerea

Gli SPD di Tipo 1 devono essere utilizzati nel punto di installazione 1 negli edifici con alimentazione di linea aerea. Ciò vale anche se il cavo di alimentazione tra l'ultimo palo della linea aerea e la struttura è progettato come cavo interrato.

Questi SPD di Tipo 1 devono essere progettati almeno per le correnti impulsive di fulmine I_{imp} secondo la tabella 5.

I valori minimi della corrente impulsiva di fulmine I_{imp} secondo le tabelle per SPD di Tipo 1 sono assegnati alla classe di protezione contro i fulmini III e IV (come indicato in figura 6) in conformità con le specifiche della serie standard di protezione contro i fulmini CEI EN 62 305.

COLLEGAMENTO	I_{imp} [kA]			
	SISTEMA MONOFASE		SISTEMA TRIFASE	
	CT1	CT2	CT1	CT2
L - N	-	5	-	5
L - PE	5	-	5	-
N - PE	5	10	5	20

Tabella 5: valori minimi della corrente di scarica impulsiva I_{imp} (10/350 μ s) – Caso 2

Caso 3: Edificio senza impianto di protezione contro i fulmini esterno, ma con ingresso cavi interrato

Negli edifici con ingresso cavi interrato possono verificarsi sovratensioni dovute a fulminazioni

indirette. Gli SPD di Tipo 2 (per maggiori requisiti di sicurezza) devono quindi essere utilizzati nel punto di installazione 1. Questi devono essere progettati almeno per correnti di dispersione nominali di I_n (8/20 μ s) secondo la tabella 6.

COLLEGAMENTO	I_{imp} [kA]			
	SISTEMA MONOFASE		SISTEMA TRIFASE	
	CT1	CT2	CT1	CT2
L - N	-	10	-	10
L - PE	10	-	10	-
N - PE	10	20	10	40

Tabella 6: valori minimi delle correnti di scarica nominali I_n (8/20 μ s) per SPD di Tipo 2 nel punto di installazione 1

COLLEGAMENTO	I_{imp} [kA]			
	SISTEMA MONOFASE		SISTEMA TRIFASE	
	CT1	CT2	CT1	CT2
L - N	-	5	-	5
L - PE	5	-	5	-
N - PE	5	10	5	20

Tabella 7: valori minimi delle correnti di scarica nominali I_n (8/20 μ s) per SPD di Tipo 2 nei punti di installazione 2 e 3

7.7 Protezione degli SPD contro le sovracorrenti

Un fusibile collegato a monte dell'SPD disconnette principalmente dalla rete un SPD difettoso e in cortocircuito. Possono essere fatte delle scelte installative, prediligendo:

continuità di alimentazione

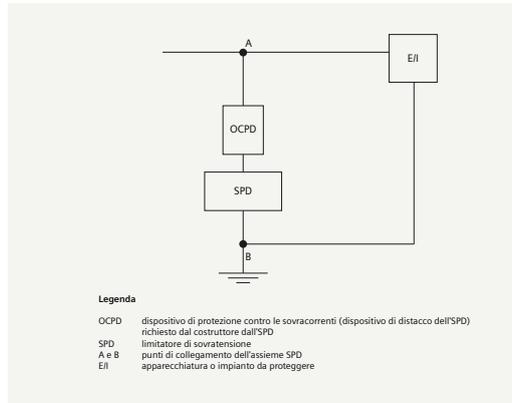


Figura 36: continuità dell'alimentazione

effettivo livello di protezione dell'impianto

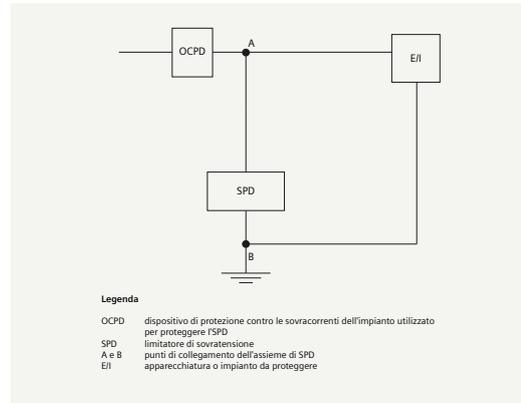


Figura 37: effettivo livello di protezione dell'impianto

Corrente di cortocircuito prevista e valori nominali di interruzione della corrente susseguente

La corrente nominale di cortocircuito I_{SCCR} dell'SPD, dichiarata dal costruttore, non deve essere inferiore alla massima corrente di cortocircuito I_{cc} prevista nei punti di collegamento dell'insieme di SPD. Anche i valori nominali di interruzione della corrente susseguente I_{fi} dell'SPD, quando dichiarati dal costruttore, non devono essere inferiori alla massima corrente di cortocircuito prevista nei punti di collegamento dell'insieme di SPD. Valgono le seguenti relazioni:

$$I_{SCCR}(\text{SPD}) > I_{cc} \text{ e } I_{fi}(\text{SPD}) > I_{cc}$$

Gli SPD con caratteristiche di intervento di spinterometrico o GFSA devono sempre essere selezionati in modo che siano sempre in grado di estinguere autonomamente la corrente di cortocircuito presunta (non influenzata) che può verificarsi nel punto di installazione dell'SPD. Ciò significa che la capacità di scarica della corrente susseguente I_{fi} specificata per l'SPD corrispondente deve essere maggiore della massima corrente di cortocircuito I_{cc} prevista nel punto di installazione dell'SPD.

Note sulla progettazione

La disposizione selezionata dei fusibili può essere utilizzata per determinare se la sicurezza dell'approvvigionamento o la protezione contro le sovratensioni è fondamentale.

Se un ulteriore fusibile F2 è installato nella derivazione verso l'SPD, la sicurezza dell'approvvigionamento ha la priorità. Un guasto nel dispositivo di protezione contro le sovratensioni non provoca l'arresto dell'intera sezione dell'impianto. La selettività di corrente rispetto a F1 è data per fusibili con caratteristiche gG se i calibri nominali dei fusibili sono almeno nel rapporto $F2:F1 = 1:1,6$. Il fusibile F2 deve essere sempre sufficientemente grande da sopportare le sovracorrenti transitorie effettivamente previste nel punto di installazione del fusibile.

Raccomandazione

Il fusibile di protezione massimo consentito specificato dai produttori si riferisce sempre alla massima capacità di scarica della corrente di picco di un SPD nel percorso di protezione L-N e alla corrente di cortocircuito presunta massima consentita nel luogo di installazione dell'SPD, secondo CEI EN 61 643-11.

In molti luoghi in cui sono installati SPD, le correnti di picco effettive previste nel percorso di protezione L-N sono notevolmente inferiori alle correnti di picco utilizzate per testare gli SPD secondo CEI EN 61 643-11.

Quando si selezionano i fusibili di riserva, il progettista della protezione da sovratensione deve fare una considerazione pratica, tenendo conto della disponibilità desiderata/affidabilità dell'alimentazione, della limitazione delle correnti di cortocircuito, della selettività e delle sovracorrenti nel percorso di protezione L-N che può effettivamente essere previsto nel luogo di installazione. Nei sistemi reali, questo processo deliberativo di solito porta i progettisti a scegliere fusibili con un valore di corrente nominale notevolmente inferiore al valore di corrente nominale del fusibile di riserva massimo consentito per un SPD.

Una sovracorrente transitoria ad alta energia che viene lasciata passare dal fusibile F1 senza fondere il fusibile può causare la fusione di un fusibile F2 di dimensioni inferiori e quindi scollegare l'SPD dalla rete. È possibile rilevare una possibile fusione del fusibile F2, ad es. con l'ausilio di un adeguato sistema di monitoraggio dei fusibili.

Se è installato un solo fusibile F1, la protezione contro le sovratensioni ha la priorità. In questa costellazione, l'intera sezione dell'impianto viene disinserita attivando F1 se si verifica un guasto nell'SPD o se la corrente di picco effettiva supera l'ampiezza (capacità di carico della corrente di picco) del fusibile F1. È necessario garantire un dimensionamento sufficiente o un'installazione a prova di terra e di cortocircuito della linea di derivazione.

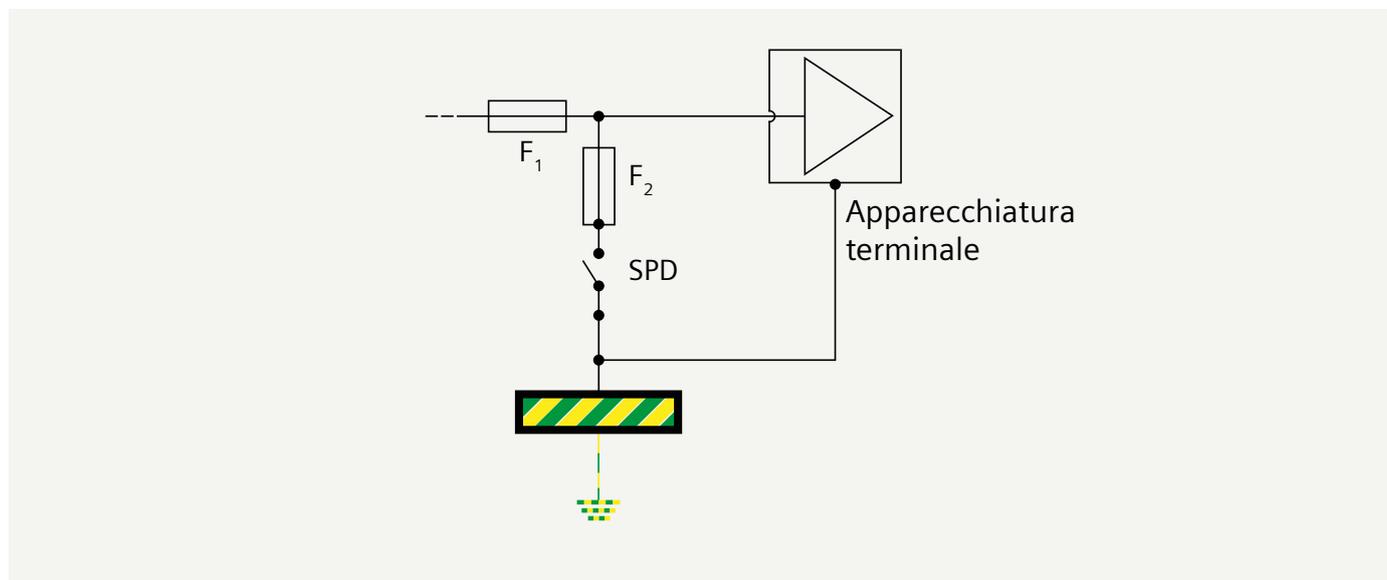


Figura 38: protezione di un SPD con collegamento in derivazione

Se il fusibile F1 è generalmente più piccolo del massimo fusibile di protezione possibile F2, non è necessario installare alcun fusibile a monte dell'SPD.

7.8 Protezione dai guasti

La protezione contro i contatti indiretti deve rimanere efficace nell'impianto protetto anche in caso di guasto dell'SPD. I limitatori di sovratensione installati all'origine o in prossimità dell'origine dell'impianto devono essere collegati come mostrato nell'elenco riportato in tabella 8.

Sistema di alimentazione del punto di connessione dell'insieme di SPD	TIPO DI COLLEGAMENTO	
	CT1	CT2
Sistema TN	X	X
Sistema TT	SPD solo a valle dell'RCD	X
Sistema IT con neutro	X	X
Sistema IT senza neutro	X	N/A

NOTA 1 X = applicabile.

NOTA 2 N/A = non applicabile.

Tabella 8: modi di collegamento consentiti

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 con onda 8/20 μ s. L'installazione di SPD di Tipo 1 a valle di un RCD non è raccomandata.

7.9 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.

Ulteriori tensioni U_z si verificano a causa di sovracorrenti e/o correnti parziali di fulmine attraverso i cavi di collegamento dei dispositivi di protezione. La resistenza ohmica di una linea svolge solo un ruolo secondario nella protezione da sovratensione. Tuttavia, la componente induttiva dei cavi è particolarmente efficace durante i tempi di salita molto brevi delle correnti di picco e delle correnti di fulmine. Questi grandi cambiamenti di corrente in un tempo molto breve possono causare tensioni induttive aggiuntive fino a diversi kV nei cavi.

Quando si valuta obiettivamente il pericolo della relativa sezione dell'impianto, le tensioni aggiuntive devono essere determinate e aggiunte alla tensione limite dell'SPD. Per questo motivo, i cavi di collegamento degli SPD devono essere sempre mantenuti il più corti possibile.

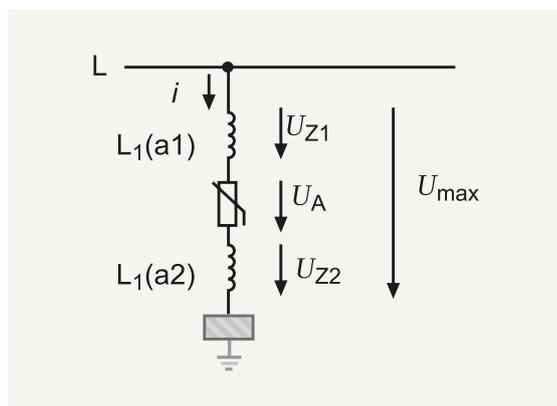


Figura 39: cadute di tensione sui cavi di collegamento dell'SPD; rappresentazione di tensioni aggiuntive

- $U_A = U_p$ tensione residua
- U_{Z1}, U_{Z2} tensioni aggiuntive induttive
- $U_{max} = U_{pff}$ sovratensione massima tra i conduttori percorsi da corrente e la barra equipotenziale
- i Corrente di fulmine parziale

La Figura 40 e la Figura 41 mostrano le lunghezze delle linee da considerare per le diverse opzioni di collegamento.

Secondo le norme vigenti (CEI 64-8, Sezione 534), in entrambi i casi la somma delle lunghezze dei cavi ($a+b+c$) non deve superare 0,5 m o devono essere prese misure adeguate a garantire una protezione sufficiente per l'installazione a valle.

Se vengono utilizzate linee di alimentazione più lunghe, l'effetto protettivo degli SPD viene ridotto.

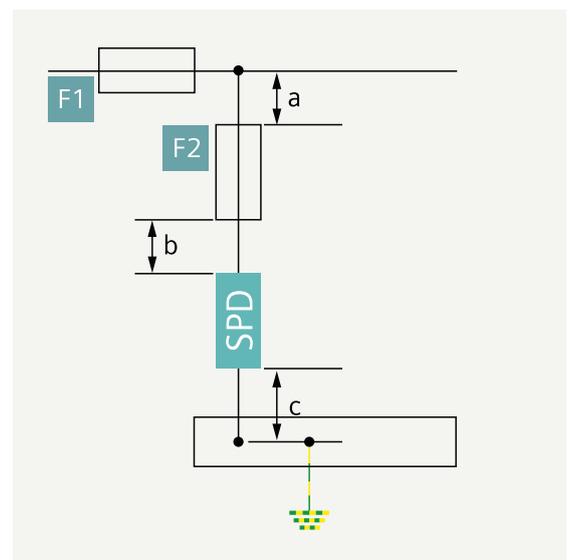
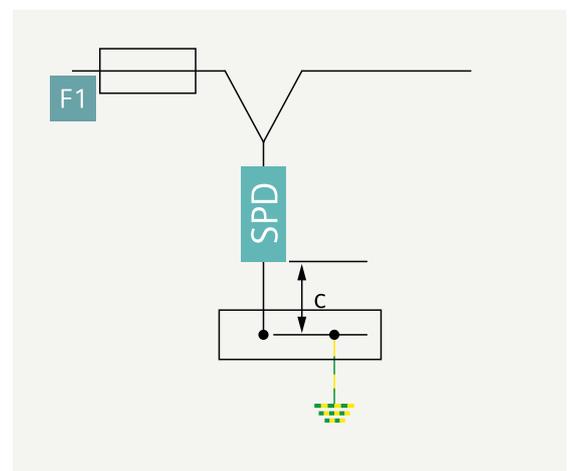


Figura 40: lunghezze da considerare nel collegamento in derivazione Figura



41: lunghezze da considerare nel collegamento a "V"

Se la lunghezza totale dei cavi di collegamento specificata nelle norme viene superata, è necessario adottare le seguenti misure per garantire la protezione dell'installazione a valle:

1. Utilizzo di un SPD con un livello di protezione U_p sufficientemente basso
2. Utilizzo di un secondo SPD coordinato energeticamente in prossimità dell'apparecchiatura da proteggere per adattare il livello di protezione U_p alla tensione nominale impulsiva dell'apparecchiatura da proteggere
3. Collegamento SPD tramite "cablaggio a V"

7.10 Collegamento degli SPD sezioni da rispettare

Le sezioni minime per i cavi tra conduttori attivi e SPD sono:

Tipo 1:

- ≥ 16 mm² (collegamento dell'SPD al PE);
- ≥ 6 mm² (collegamento ai dispositivi di protezione e ai conduttori attivi).

Tipo 2:

- ≥ 6 mm² (collegamento dell'SPD al PE);
- ≥ 2,5 mm² (collegamento ai dispositivi di protezione e ai conduttori attivi).

8. Impieghi speciali

8.1 SPD in corrente continua per applicazioni negli impianti fotovoltaici

L'inquadramento normativo

Il comitato tecnico europeo EN ha pubblicato una nuova Norma la EN 50539-11 dedicata agli scaricatori per la protezione degli impianti fotovoltaici dalle sovratensioni. La norma, pubblicata a livello europeo nel 2012 definisce chiaramente le caratteristiche principali ed i test a cui devono essere sottoposti gli SPD per poter essere utilizzati a protezione del lato in continua negli impianti fotovoltaici.

Il CEI (Comitato Elettrotecnico italiano) ha recentemente pubblicato una guida, la CEI 81-28, frutto di un lavoro congiunto tra i Comitati tecnici 64, 37, 81 e 82. Questa guida parte dalla consapevolezza che la necessità di realizzare una protezione contro i fulmini per gli impianti fotovoltaici deve essere verificata effettuando le corrette analisi del rischio ampiamente descritte nelle Norme CEI 81-10 parte 2 (CEI EN 62 305-2). Questa guida è l'applicazione pratica delle Norme CEI EN 62 305 (Protezione contro i fulmini) applicata agli impianti fotovoltaici.

Abbiamo quindi a disposizione un documento che oltre a fornire tutte le regole necessarie offre anche una serie di esempi pratici molto utili a chiarire eventuali dubbi installativi.

La guida CEI 81-28

La guida tratta una serie di esempi di impianti fotovoltaici: da quelli installati su edifici di tipo residenziale, a quelli installati a copertura di edifici industriali fino ai grandi impianti a terra.

Lo scopo della guida è appunto quello di definire quando e quali misure di protezione siano necessarie e come devono essere installate.

L'impianto è progettato unicamente per proteggere:

- L'inverter e le sue interfacce sui lati corrente continua e corrente alternata;
- I pannelli fotovoltaici;
- Le apparecchiature per il controllo ed il monitoraggio dell'impianto stesso.

Gli impianti fotovoltaici devono essere protetti sia sul lato corrente continua, sia sul lato corrente alternata.

Sul lato corrente continua si proteggono i pannelli, i quadri di campo o quadri stringa e l'inverter dai possibili danni dovuti a sovratensioni, mentre sul lato corrente alternata si protegge essenzialmente l'inverter dai possibili danni generati da sovratensioni o correnti da fulmine entranti attraverso la linea elettrica.

Anche ove siano presenti linee dati o di telecomunicazione collegate alle apparecchiature di monitoraggio e controllo dell'impianto stesso devono essere previsti appositi dispositivi di protezione.

L'importanza di proteggere adeguatamente un impianto fotovoltaico è essenzialmente la garanzia di prevenzione di danni di tipo economico non solo per il valore dei componenti installati, ma anche e soprattutto per il mancato reddito o mancato risparmio a seguito di un fermo di produzione.

Le tipologie di scaricatori da utilizzare

Per determinare concettualmente se in un impianto fotovoltaico è necessario installare degli scaricatori (SPD), di quale tipologia e classe di prova, si tengano presenti i seguenti parametri:

- La lunghezza in metri tra i componenti installati (pannelli, inverter e quadri di distribuzione) esposti alle sovratensioni sia di origine atmosferica che di manovra;
- La densità di fulminazione.

L'installazione di uno scaricatore è obbligatoria in presenza di un parafulmine, il quale ne definisce anche la tipologia (classe di prova) che necessariamente deve essere utilizzata. Con un impianto parafulmine dovrà essere previsto uno scaricatore di Tipo 1. Inoltre, la lunghezza tra i componenti determina il numero di scaricatori che devono essere installati: è raccomandato installare degli scaricatori aggiuntivi se tale lunghezza è maggiore di 10 m.

Gli scaricatori da utilizzare lato corrente continua devono essere in grado di lavorare a tensioni nominali fino a 1000 V c.c, mentre quelli lato corrente alternata devono essere realizzati per lavorare a tensioni nominali fino a 400 V c.a..

Le condizioni installative sono importanti per determinare le classi di prova che gli SPD devono avere per meglio assolvere alla funzione di protezione dalle sovratensioni. Vediamo di seguito degli esempi.

Consideriamo il caso:

- Di un impianto fotovoltaico con parafulmine:
 - Lato corrente continua, tra i pannelli fotovoltaici e l'inverter:
 - Con lunghezza < 10 m: inserire un SPD di Tipo 1 in prossimità dell'inverter;
 - Con lunghezza > 10 m: aggiungere un SPD di Tipo 1 in prossimità dei pannelli fotovoltaici;
 - Lato corrente alternata, tra il quadro di distribuzione e l'inverter:
 - Con lunghezza < 10 m: inserire un SPD di Tipo 1 nel quadro di distribuzione;
 - Con lunghezza > 10 m: aggiungere un SPD di Tipo 2 in prossimità dell'inverter oppure un solo scaricatore combinato Tipo 1 + Tipo 2 nel quadro di distribuzione;
- Di un impianto fotovoltaico senza parafulmine:
 - Lato corrente continua, tra i pannelli fotovoltaici e l'inverter:
 - Con lunghezza < 10 m: inserire un SPD di Tipo 2 in prossimità dell'inverter;
 - Con lunghezza > 10 m: aggiungere un SPD di Tipo 2 in prossimità dei pannelli fotovoltaici;
 - Lato corrente alternata, tra il quadro di distribuzione e l'inverter:
 - Con lunghezza < 10 m: inserire un SPD di Tipo 2 nel quadro di distribuzione;
 - Con lunghezza > 10 m: aggiungere un SPD di Tipo 2 in prossimità dell'inverter.

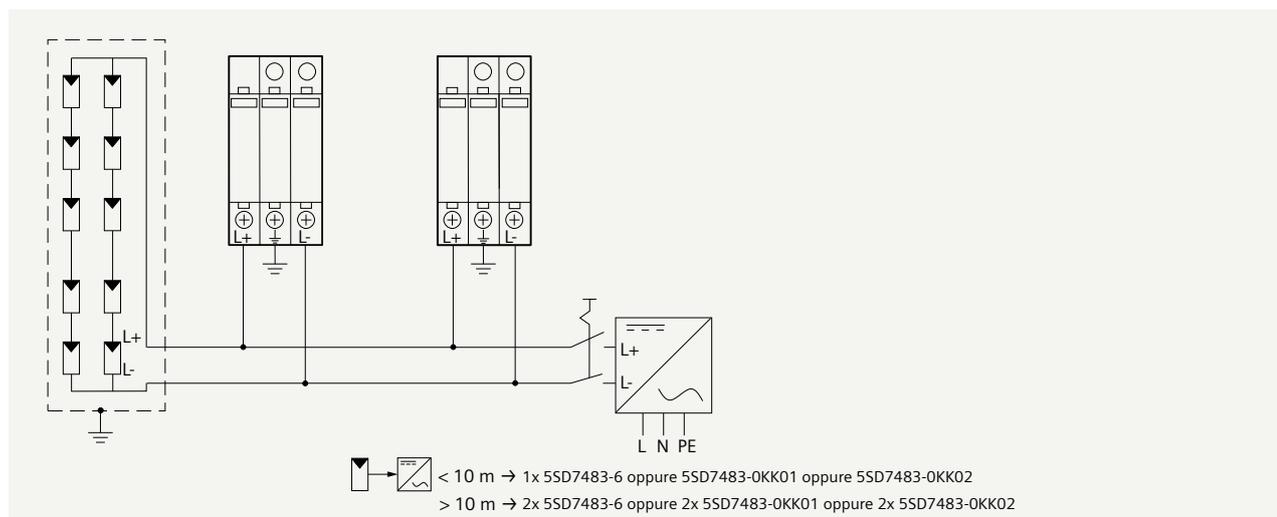


Figura 42: schema di inserimento di SPD in un impianto fotovoltaico

8.2 SPD per impianti eolici

Le scariche atmosferiche negli impianti a energia eolica causano continuamente danni alle pale e guasti dell'elettronica. Devono essere previsti particolari SPD che possono deviare tali scariche atmosferiche in modo sicuro e funzionale. Con l'ausilio di contatti di segnalazione è possibile monitorare lo stato di efficienza dell'SPD montato nei rotori al fine di valutare la necessità di interventi di controllo e manutenzione.

8.3 SPD - Norma CEI 64-8 Sezione 722 "Alimentazione dei veicoli elettrici"

Nell'ottava edizione (2021) della norma CEI 64-8 sezione 722 "Alimentazione dei veicoli elettrici", oltre ad annoverare i cortocircuiti e i guasti a terra tra le possibili fonti di danno ai veicoli elettrici e alle stazioni di ricarica, si **raccomanda** che il circuito di alimentazione sia protetto da un dispositivo limitatore di sovratensione (SPD). Infatti, durante la ricarica il veicolo è accoppiato galvanicamente al sistema di alimentazione e le sovratensioni possono essere indotte dalla stazione tramite questo collegamento fisico.

Il mercato della mobilità elettrica è in rapida crescita e in futuro coinvolgerà sempre più settori e in particolare le infrastrutture (aree di servizio e di sosta, centri commerciali, banche, ospedali, stazioni ferroviarie, ecc.), gli enti locali e chiaramente gli

utenti finali. Le stazioni di ricarica sono necessarie soprattutto nei luoghi in cui i veicoli parcheggiano per lungo tempo e l'introduzione dell'elettromobilità necessita di un'infrastruttura realizzata ad-hoc, che disponga di misure di protezione specifiche; per trarre i maggiori vantaggi possibili da questa tecnologia, è fondamentale prevenire le interruzioni del servizio. Già in fase di progettazione è quindi necessario prevedere ed implementare un sistema completo di protezioni contro i fulmini e le sovratensioni.

Le sovratensioni sono causate da scariche da fulmine (LEMP - impulso elettromagnetico da fulmine), operazioni di commutazione (SEMP - impulso elettromagnetico di commutazione) e scariche elettrostatiche (ESD). Si manifestano in una sola frazione di secondo con fronti di salita che in pochi microsecondi (μs) raggiungono valori elevati di tensione, prima di scendere di nuovo a valori nominali, in modo relativamente lento, per un periodo di tempo che si aggira intorno ai $100 \mu\text{s}$.

Sia i veicoli elettrici che le stazioni di ricarica hanno generalmente una tensione nominale di tenuta ad impulso fino a 2500 V , ma la tensione che si sviluppa in caso di fulmine può essere di molto superiore a tale valore; entrambi hanno installati dei componenti elettrici ed elettronici molto sensibili e delle misure di protezione consentono di salvaguardare onerosi investimenti e di evitare impegnativi interventi di ripristino.

Pertanto, seguendo le linee guida riportate nella norma CEI 64-8 sezioni 443, 534 e 722 e, ove applicabile, nella norma CEI EN 62 305 "Protezioni contro i fulmini", sezione 4 "Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture" si è dimostrato che tali accorgimenti sono in grado di ridurre efficacemente il rischio di guasti.

la Norma CEI EN 61 851-1:2012-05 "Sistema di ricarica conduttiva dei veicoli elettrici – Parte 1: Prescrizioni generali" specifica diversi sistemi di ricarica (CA e CC, rapida e lenta) in funzione della potenza e dell'autonomia reintegrata in tempo, ma il concetto di protezione da sovratensione

può essere applicato in tutti i contesti installativi. Esistono in commercio SPD per applicazioni in corrente alternata e continua in diverse classi di prova secondo CEI EN 61 643-11 "Limitatori di sovratensione connessi a sistemi di bassa tensione", che possono adeguatamente proteggere la stazione e il veicolo dai danni dovuti alle sovratensioni.

Alcuni esempi di installazione di un SPD sia all'interno che a monte di una colonnina di ricarica in corrente alterna.

Cosa installare all'interno di una stazione di ricarica?

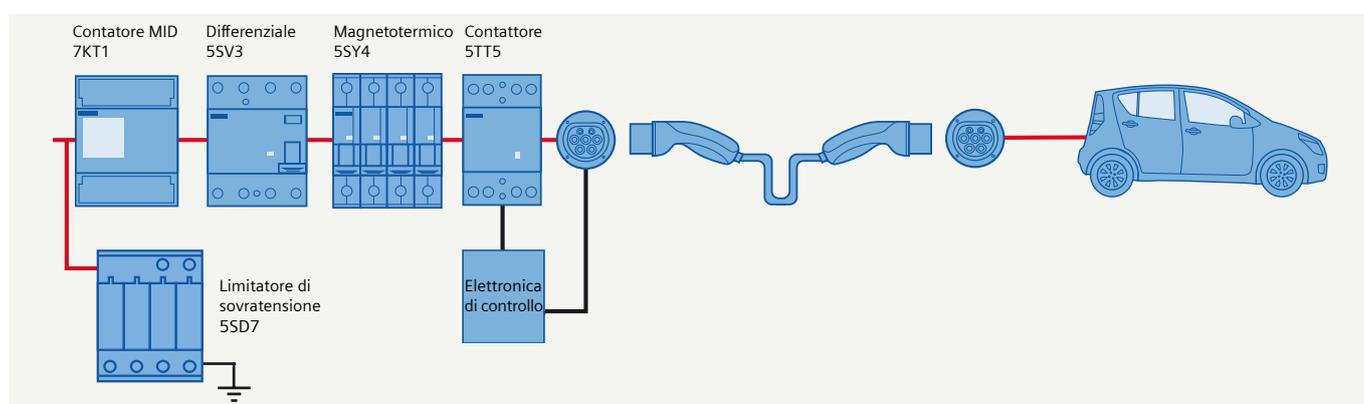


Figura 43: la protezione da sovratensioni in una colonnina di ricarica veicoli elettrici

Cosa installare a monte di una stazione di ricarica?

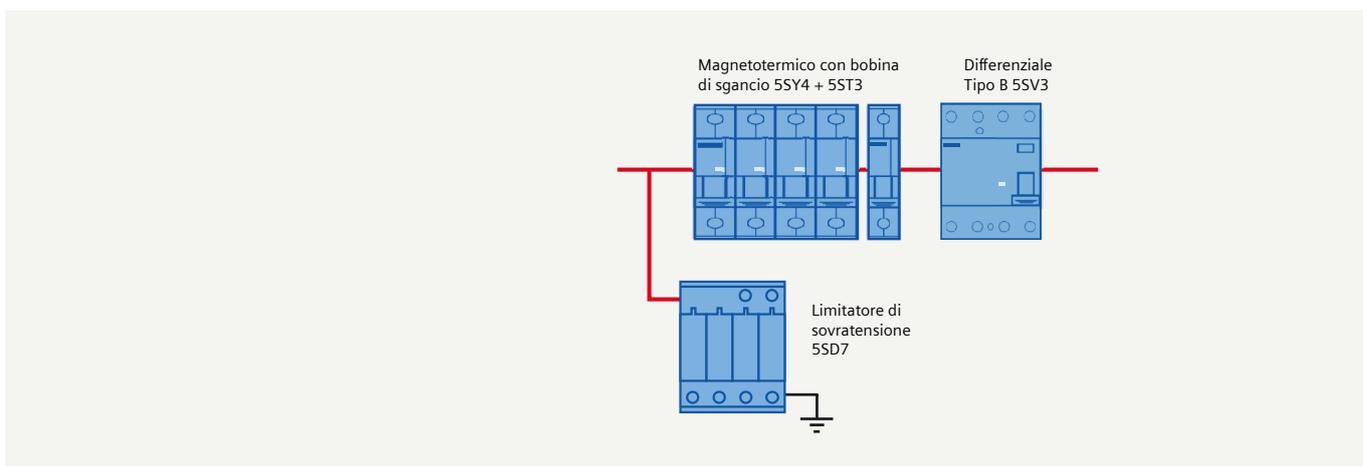


Figura 44: la protezione da sovratensioni in un quadro di distribuzione per colonnine di ricarica

Gli schemi riportati sono riferiti alla protezione delle linee di energia, ma è opportuno tener presente che le stazioni di carica sono dotate anche di linee dati e di comunicazione, sensibili anch'esse alle sovratensioni transitorie indotte o condotte. Tali sovratensioni possono essere limitate tramite SPD che fanno riferimento alla norma CEI EN 61 643-21:

"Dispositivi di protezione dagli impulsi collegati alle reti di telecomunicazione e di trasmissione dei segnali. Prescrizioni e metodi di prova".

La raccomandazione indicata nella sezione 722 della norma CEI 64-8 può essere estesa anche alle linee tecnologiche affinché la protezione risulti efficace a livello globale.

9. Caratteristiche di qualità e certificazioni

La qualità e la capacità di prestazione degli SPD è difficile da valutare per un cliente. Il corretto funzionamento può essere testato solo nei laboratori appropriati. Oltre all'aspetto esterno e al tatto, solo i dati tecnici specificati dal produttore possono quindi fornire orientamento.

Ciò rende ancora più importante per il produttore fare una dichiarazione affidabile sulla capacità prestazionale dell'SPD e che siano stati superati i test necessari nella rispettiva norma di prodotto della serie IEC 61 643.

Una prima dichiarazione di qualità è data dalla Dichiarazione di Conformità CE. Dimostra la conformità del prodotto alla Direttiva Bassa Tensione 2014/35/CE dell'Unione Europea. Per gli SPD, la conformità alle norme di prodotto della serie EN

61 643, che si basano sulla serie IEC 61 643, è un prerequisito fondamentale.

Tuttavia, la valutazione e la dichiarazione di conformità CE vengono effettuate dal produttore stesso. Non è un sigillo di approvazione di un istituto indipendente. Il marchio CE sul prodotto indica semplicemente che il produttore conferma la conformità alle normative pertinenti in relazione al suo prodotto.

Le certificazioni dei prodotti da parte di istituti di controllo indipendenti sono una vera prova di qualità. Possono anche confermare la conformità con lo standard di prodotto pertinente. Inoltre, possono documentare proprietà aggiuntive dei prodotti.

Esempi di istituti di test indipendenti per questa gamma di prodotti includono:



10. Panoramica prodotti

SPD di Tipo 1



Tensione nominale: 240/415 V c.a.
 Tensione massima continuativa: 350 V c.a.
 Per sistemi TN-C, TN-S e TT
 Corrente impulsiva di scarica 100 kA (N-PE)

SPD Combinati di Tipo 1 + Tipo 2



Tensione nominale: 240/415 V c.a.
 Tensione massima continuativa: 350 V c.a.
 Per sistemi TN-C, TN-S e TT
 Corrente impulsiva di scarica: 100 kA (N-PE)
 Corrente nominale di scarica: 100 kA (N-PE)

SPD Combinati di Tipo 1 / Tipo 2



Tensione nominale: 240/415 V c.a.
 Tensione massima continuativa: 335 V c.a.
 Per sistemi TN-C, TN-S e TT
 Corrente impulsiva di scarica: 50 kA (N-PE)
 Corrente nominale di scarica: fino a 50 kA (N-PE)
 Esecuzioni con o senza contatto di segnalazione fine vita cartuccia

SPD di Tipo 2



Tensione nominale: 240/415 V c.a.
 Tensione massima continuativa: 350 V c.a.
 Per sistemi TN-C, TN-S e TT
 Corrente nominale di scarica: 20 kA (N-PE)
 Corrente massima di scarica: fino a 40 kA (N-PE)
 Esecuzioni con o senza contatto di segnalazione fine vita cartuccia

SPD di Tipo 3



Unipolari da 1 u.m.
 Tensioni nominali: 24, 120 e 230 V c.a.
 Installabili in impianti in corrente continua
 Livello di protezione ≤ 1250 V

SPD Combinato di Tipo 1 / Tipo 2 con fusibile integrato



Unipolare da 2 u.m.
Tensione nominale: 230 V c.a.
I_{sc}: 50 kA
Livello di protezione \leq 1500 V
Corrente impulsiva di scarica: 25 kA

SPD di Tipo 1 / Tipo 2 per impianti eolici



Unipolare L-PE
Tensione nominale: 690 V c.a.
Tensione massima continuativa: 800 V c.a.
Per sistemi TN-C e IT
Non installabile su guida DIN
Corrente impulsiva di scarica: 35 kA
Esecuzioni con o senza contatto di segnalazione fine vita cartuccia

SPD per impianti fotovoltaici



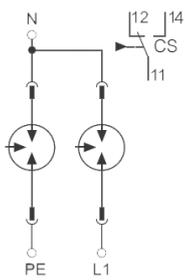
Tripolari da 1 u.m./polo
Tensioni nominali: 600 V / 1000 V c.c.
Tipologie: Tipo 1 / Tipo 2 e Tipo 2
Livello di protezione \leq 3700 V

SPD di Tipo 2 per sistemi di distribuzione IT con tensioni $U_c > 580$ V c.a.

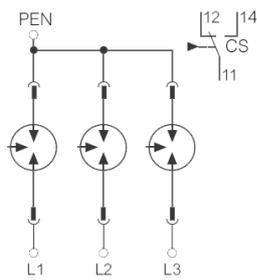


Tensione nominale: 400/690 V c.a., con tensione massima continuativa: 580 V c.a.
Tensione nominale: 554/960 V c.a., con tensione massima continuativa: 760 V c.a.
Corrente nominale di scarica: 15 kA (N-PE)
Esecuzioni con contatto di segnalazione fine vita cartuccia

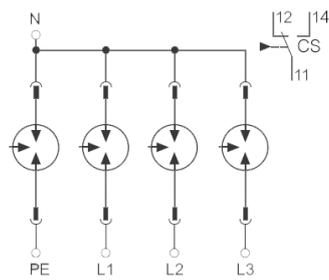
Schemi elettrici CS (RS) = contatto di segnalazione



5SD7412-1



5SD7413-1



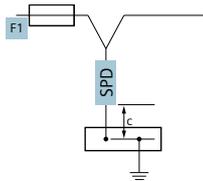
5SD7414-1

Schemi di collegamento CS (RS) = contatto di segnalazione

CEI 64-8, Sezione 534

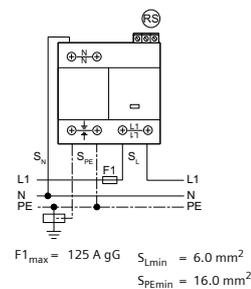
$$c \leq 0,5 \text{ m}$$

Collegamento passante a "V"



Sistema TN-S/TT

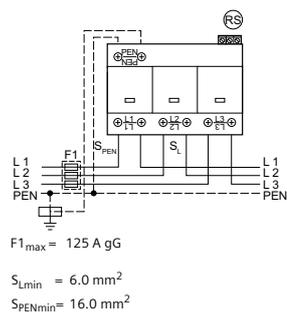
Collegamento passante a "V"



5SD7412-1

Sistema TN-C

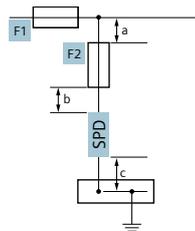
Collegamento passante a "V"



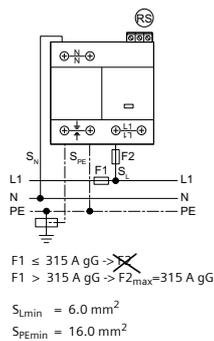
5SD7413-1

$$(a+b+c) \leq 0,5 \text{ m}$$

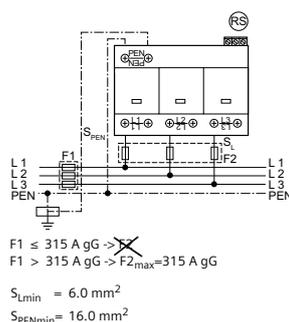
Collegamento in derivazione



Collegamento in derivazione

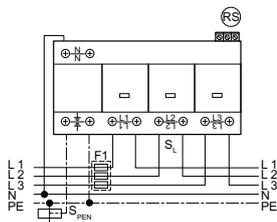


Collegamento in derivazione



Sistema TN-S/TT

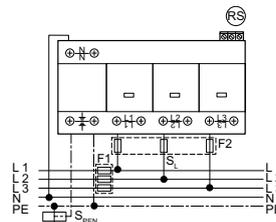
Collegamento passante a "V"



$F1_{max} = 125 \text{ A gG}$
 $S_{Lmin} = 6.0 \text{ mm}^2$
 $S_{PENmin} = 16.0 \text{ mm}^2$

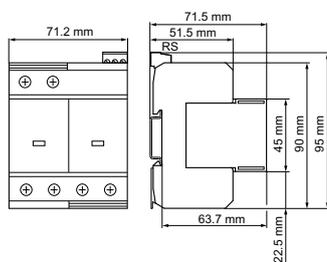
5SD7414-1

Collegamento in derivazione

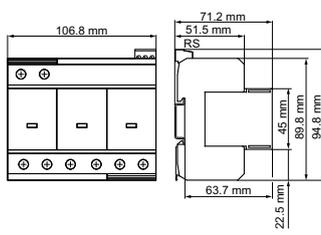


$F1 \leq 315 \text{ A gG} \rightarrow$ ~~X~~
 $F1 > 315 \text{ A gG} \rightarrow F2_{max}=315 \text{ A gG}$
 $S_{Lmin} = 6.0 \text{ mm}^2$
 $S_{PENmin} = 16.0 \text{ mm}^2$

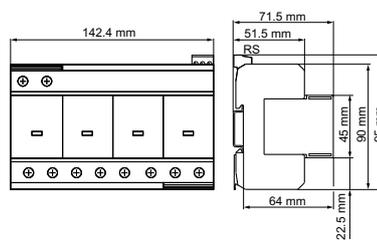
Disegni quotati CS (RS) = contatto di segnalazione



5SD7412-1



5SD7413-1



5SD7414-1

10.2 SPD combinati Tipo 1 + Tipo 2

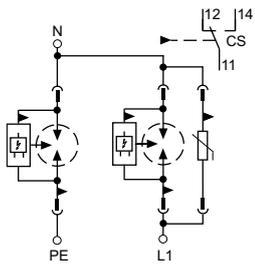
Dati di ordinazione

		per sistemi TN-C		per sistemi TN-S e TT	
Percorsi di protezione		L-PEN		L-N, L-PE e N-PE	
Tensione nominale U_n		240/415 V c.a.		240 V c.a.	
Tensione massima continuativa U_c		350 V c.a.		350 V c.a.	
					
					
Tipo di collegamento	u.m.				
Con segnalazione remota					
2P (1+1)	4	-		5SD7442-1	-
3P (3+0)	6	5SD7443-1		-	-
4P (3+1)	8			-	5SD7444-1
Cartucce di ricambio					
Tipo 1 L-N, L-PEN		5SD7448-1		5SD7448-1	5SD7448-1
Tipo 1 N-PE		-		5SD7418-0	5SD7418-0
Tipo 2 L-N, L-PEN		5SD7428-1		5SD7428-1	5SD7428-1

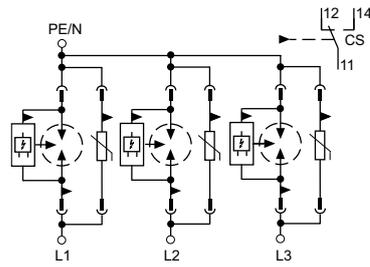
Dati tecnici

		5SD7442-1	5SD7443-1	5SD7444-1
Normative di riferimento				
Normative di riferimento		IEC 61643-11; CEI EN 61643-11		
Approvazioni		KEMA, UL/cUL		
Tensione				
Livello di Protezione U_p	L-N e L-PEN	$\leq 1,50$ kV		
	L-PE	$\leq 2,50$ kV	-	$\leq 2,50$ kV
	N-PE	$\leq 1,50$ kV	-	$\leq 1,50$ kV
Corrente				
Corrente impulsiva di scarica I_{imp} (10/350 μ s)	L-N e L-PEN	25 kA		
	N-PE	100 kA	-	100 kA
Corrente nominale di scarica I_n (8/20 μ s)	L-N e L-PEN	25 kA		
	N-PE	100 kA	-	100 kA
Capacità di estinzione della corrente di scarica susseguente I_n (AC)	L-N e L-PEN	25 kA		
	N-PE	100 A	-	100 kA
Funzionalità				
Tempo di intervento t_A	L-N e L-PEN	≤ 25 ns		
	L-N e N-PE	≤ 100 ns	-	≤ 100 ns
Morsetti				
Sezione conduttori	Cavo flessibile	2,5 ... 25 mm ²		
	Cavo rigido	2,5 ... 35 mm ²		
Dispositivo di protezione				
Max. fusibile di protezione, secondo IEC 61643-1	in derivazione (gL/gG)	315 A		
	collegamento a V (gL/gG)	125 A		
Resistenza al cortocircuito	con max. fusibile	25 kA		
Condizioni ambientali				
Grado di protezione		IP20, con conduttori connessi		
Temperatura d'esercizio		-40 ... +80 °C		
Segnalazione				
Segnalazione di funzionamento/intervento		Sì		

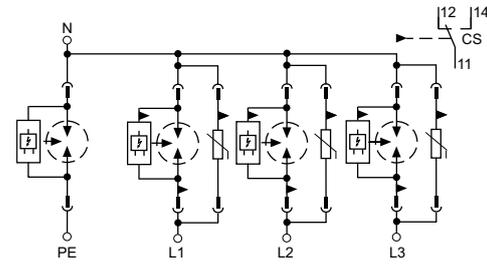
Schemi elettrici CS (RS) = contatto di segnalazione



5SD7442-1



5SD7443-1

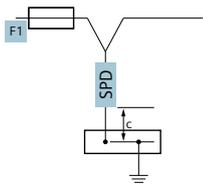


5SD7444-1

Schemi di collegamento CS (RS) = contatto di segnalazione

$c \leq 0,5 \text{ m}$

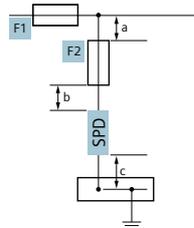
Collegamento passante a "V"



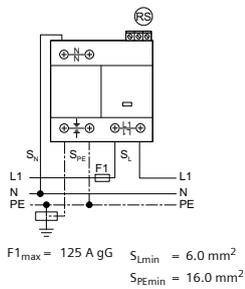
Sistema TN-S/TT

$(a+b+c) \leq 0,5 \text{ m}$

Collegamento in derivazione



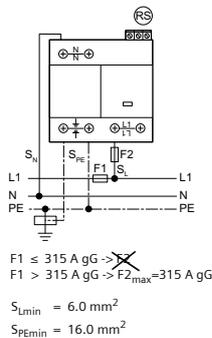
Collegamento passante a "V"



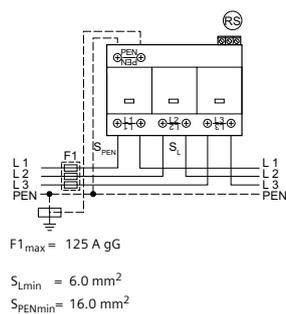
5SD7442-1

Sistema TN-C

Collegamento in derivazione

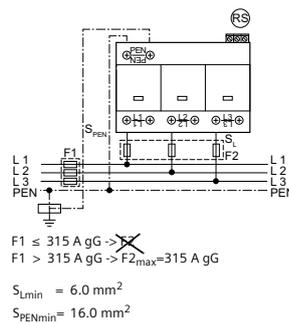


Collegamento passante a "V"



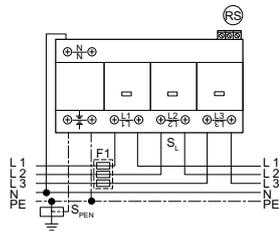
5SD7443-1

Collegamento in derivazione



Sistema TN-S/TT

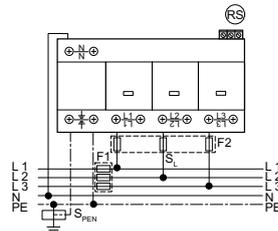
Collegamento passante a "V"



$F1_{max} = 125 \text{ A gG}$
 $S_{Lmin} = 6.0 \text{ mm}^2$
 $S_{PENmin} = 16.0 \text{ mm}^2$

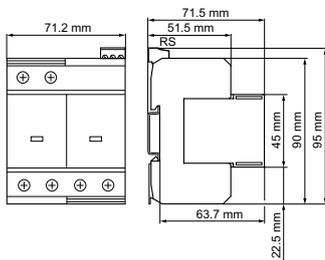
5SD7444-1

Collegamento in derivazione

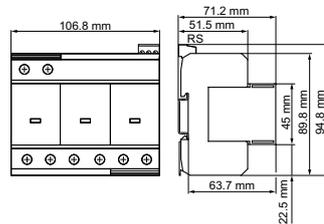


$F1 \leq 315 \text{ A gG} \rightarrow$ ~~$F1$~~
 $F1 > 315 \text{ A gG} \rightarrow F2_{max} = 315 \text{ A gG}$
 $S_{Lmin} = 6.0 \text{ mm}^2$
 $S_{PENmin} = 16.0 \text{ mm}^2$

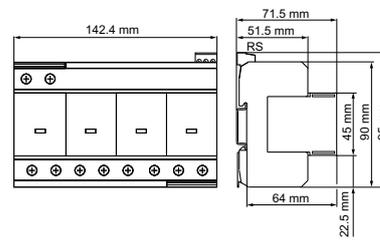
Disegni quotati CS (RS) = contatto di segnalazione



5SD7442-1



5SD7443-1



5SD7444-1

10.3 SPD combinati di Tipo 1 / Tipo 2

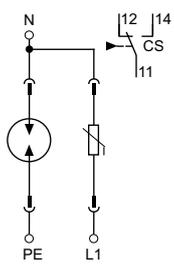
Dati di ordinazione

		per sistemi TN-C	per sistemi TN-S e TT	
Percorsi di protezione Tensione nominale U_n Tensione massima continuativa U_c	L-PEN	240/415 V c.a.	L-N, L-PE e N-PE	L-N, L-PE e N-PE
		335 V c.a.	240 V c.a.	240/415 V c.a.
		335 V c.a.	335 V c.a.	335 V c.a.
				
Tipo di collegamento		u.m.		
Con segnalazione remota				
3P (3+0)	3	5SD7413-3	-	-
4P (3+1)	4	-	-	5SD7414-3
Senza segnalazione remota				
2P (1+1)	2	-	5SD7412-2	-
3P (3+0)	3	5SD7413-2	-	-
4P (3+1)	4	-	-	5SD7414-2
Cartucce di ricambio				
Tipo 1/2 L-N, L-PEN		5SD7418-3	5SD7418-3	5SD7418-3
Tipo 1/2 N-PE		-	5SD7418-2	5SD7418-2

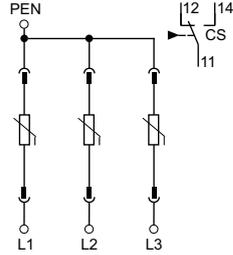
Dati tecnici

		5SD7412-2 5SD7412-3	5SD7413-2 5SD7413-3	5SD7414-2 5SD7414-3
Normative di riferimento				
Normative di riferimento		IEC 61643-11; CEI EN 61643-11		
Approvazioni		KEMA		
Tensione				
Livello di Protezione U_p	L-N e L-PEN	$\leq 1,20$ kV		
	L-PE			$\leq 2,0$ kV
	N-PE	$\leq 1,70$ kV	-	$\leq 1,70$ kV
Corrente				
Corrente impulsiva di scarica I_{imp} (10/350 μ s)	L-N e L-PEN	12,5 kA		
	N-PE	50 kA	-	50 kA
Corrente nominale di scarica I_n (8/20 μ s)	L-N e L-PEN	12,5 kA		
	N-PE	50 kA	-	
Capacità di estinzione della corrente di scarica susseguente I_{max} (c.a.)	L-N	12,5 kA	50 kA	
	N-PE	50 kA	-	50 kA
Funzionalità				
Tempo di intervento t_A	L-N e L-PEN	≤ 25 ns		
	L-N e N-PE	≤ 100 ns	-	≤ 100 ns
Morsetti				
Sezione conduttori	Cavo flessibile	1,5 ... 25 mm ²		
	Cavo rigido	1,5 ... 35 mm ²	-	
Dispositivo di protezione				
Max. fusibile di protezione, secondo IEC 61643-1	in derivazione (gL/gG)	160 A		
	collegamento a V (gL/gG)	80 A		
Resistenza al cortocircuito	con max. fusibile	25 kA		
Condizioni ambientali				
Grado di protezione		IP20, con conduttori connessi		
Temperatura d'esercizio		-40 ... +80 °C		
Segnalazione				
Segnalazione di funzionamento/intervento		Vedasi dati di ordinazione		

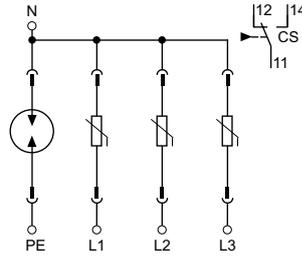
Schemi elettrici CS (RS) = contatto di segnalazione



5SD7412-2
5SD7412-3



5SD7413-2
5SD7413-3



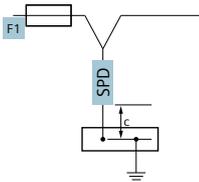
5SD7414-2
5SD7414-3

Schemi di collegamento CS (RS) = contatto di segnalazione

CEI 64-8, Sezione 534

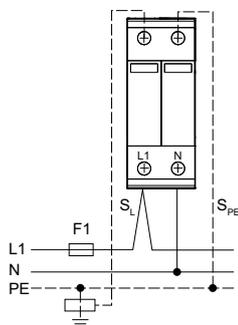
$c \leq 0,5 \text{ m}$

Collegamento passante a "V"



Sistema TN-S/TT

Collegamento passante a "V"

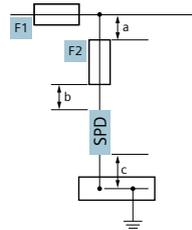


$F1_{\max} = 80 \text{ A gG}$ $S_{L\min} = 6.0 \text{ mm}^2$
 $S_{PE\min} = 16.0 \text{ mm}^2$

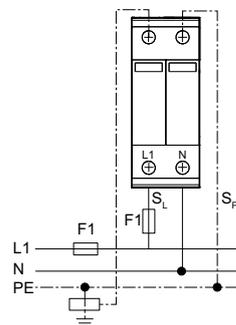
5SD7412-2
5SD7412-3

$(a+b+c) \leq 0,5 \text{ m}$

Collegamento in derivazione



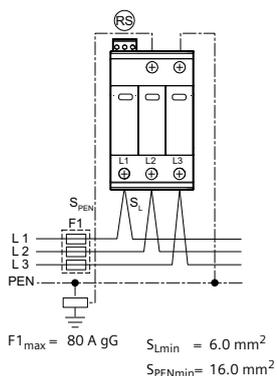
Collegamento in derivazione



$F1 \leq 160 \text{ A gG} \rightarrow$ ~~$F1$~~
 $F1 > 160 \text{ A gG} \rightarrow F2_{\max} = 160 \text{ A gG}$
 $S_{L\min} = 6.0 \text{ mm}^2$
 $S_{PE\min} = 16.0 \text{ mm}^2$

Sistema TN-C/IT

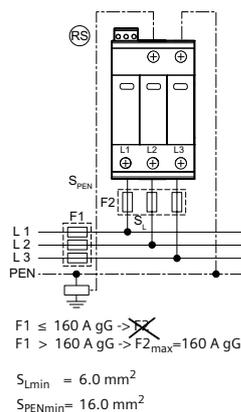
Collegamento passante a "V"



5SD7413-2

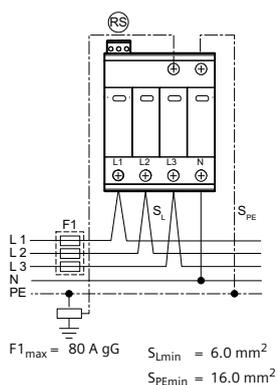
5SD7413-3

Collegamento in derivazione



Sistema TN-S/TT

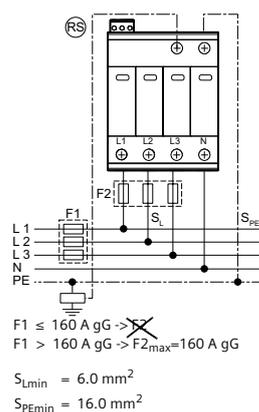
Collegamento passante a "V"



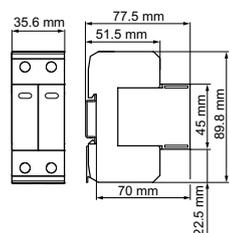
5SD7414-2

5SD7414-3

Collegamento in derivazione

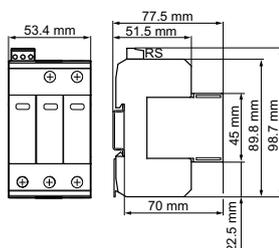


Disegni quotati CS (RS) = contatto di segnalazione



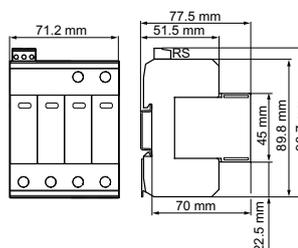
5SD7414-2

5SD7414-3



5SD7413-2

5SD7413-3



5SD7414-2

5SD7414-3

10.4 SPD di Tipo 2

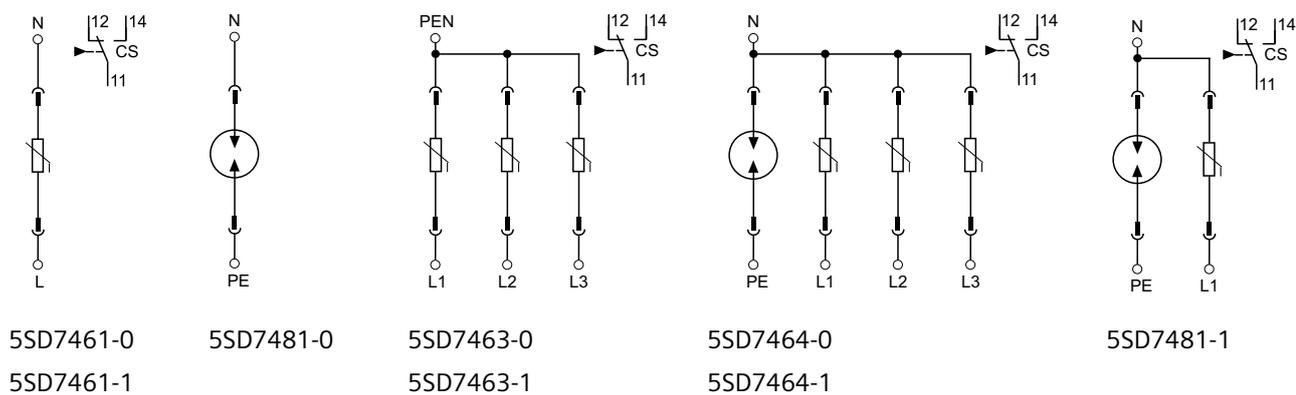
Dati di ordinazione

Percorsi di protezione Tensione nominale U_n Tensione massima continuativa U_c	per sistemi TN e TT		per sistemi TN-C e IT	per sistemi TN-C	per sistemi TN-S e TT
	N-PE 240/415 V c.a. 260 V c.a.	L-PEN e L-N 240/415 V c.a. 350 V c.a.	L-PEN e L-N 400/690 V c.a. 800 V c.a.	L-N, L-PE e N-PE 240 V c.a. 350 V c.a.	L-N, L-PE e N-PE 240/415 V c.a. 350 V c.a. (L-N, L-PE) 264 V c.a. (N-PE)
					
Tipo di collegamento	u.m.				
Con segnalazione remota					
1P (1+0)	1	-	5SD7461-1	-	-
	2	-	-	5SD7481-1	-
3P (3+0)	3	-	-	-	5SD7463-1
4P (3+1)	4	-	-	-	5SD7464-1
Senza segnalazione remota					
1P (1+0)	1	5SD7481-0	5SD7461-0	-	-
3P (3+0)	3	-	-	5SD7463-0	-
4P (3+1)	4	-	-	-	5SD7464-0
Cartucce di ricambio					
Tipo 2 L-N, L-PEN	-	5SD7468-1	5SD7488-2	5SD7468-1	5SD7468-1
Tipo 2 N-PE	5SD7488-0	-	5SD7488-4	-	5SD7488-0

Dati tecnici

		5SD7481-0	5SD7461-0 5SD7461-1	5SD7463-0 5SD7463-1	5SD7464-0 5SD7464-1	5SD7481-1
Normative di riferimento						
Normative di riferimento		CEI EN 61 643-11				
Approvazioni		KEMA	-			
Tensione						
Livello di Protezione U_p	L-N e L-PEN	-	$\leq 1,50$ kV	$\leq 1,60$ kV	≤ 5 kV	$\leq 1,60$ kV
	L-PE	-	$\leq 1,90$ kV	-	-	$\leq 1,90$ kV
	N-PE	$\leq 1,50$ kV	-	$\leq 1,50$ kV	-	$\leq 1,50$ kV
Corrente						
Corrente impulsiva di scarica I_{max} (8/20 μ s)	L-N	-	40 kA			30 kA
	N-PE	40 kA	-			40 kA
Corrente nominale di scarica I_n (8/20 μ s)	L-N e L-PEN	-	20 kA			15 kA
	N-PE	20 kA	-		20 kA	-
Funzionalità						
Tempo di intervento t_A	L-N e L-PEN	-	≤ 25 ns	≤ 100 ns	≤ 25 ns	≤ 100 ns
	L-N e N-PE	≤ 100 ns	-		≤ 100 ns	-
Morsetti						
Sezione conduttori	Cavo flessibile	1,5 ... 25 mm ²				
	Cavo rigido	1,5 ... 35 mm ²				
Dispositivo di protezione						
Max. fusibile di protezione, secondo IEC 61643-1	in derivazione (gL/gG)	-	125 A		125 A	100 A
	collegamento a V (gL/gG)	-	80 A			
Resistenza al cortocircuito	con max. fusibile	25 kA				
Condizioni ambientali						
Grado di protezione		IP20, con conduttori connessi				
Temperatura d'esercizio		-40 ... +80 °C				
Segnalazione						
Segnalazione di funzionamento/intervento		Vedasi dati di ordinazione				

Schemi elettrici CS (RS) = contatto di segnalazione

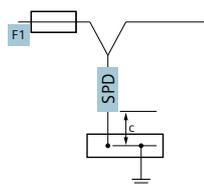


Schemi di collegamento CS (RS) = contatto di segnalazione

CEI 64-8, Sezione 534

$c \leq 0,5 \text{ m}$

Collegamento passante a "V"

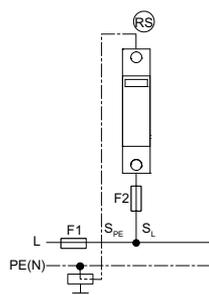
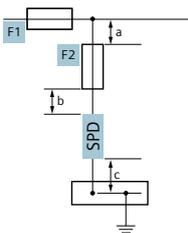


Sistema TN/TT

Collegamento derivazione

$(a+b+c) \leq 0,5 \text{ m}$

Collegamento in derivazione



$F1 \leq 125 \text{ A gG} \rightarrow$ ~~$F2_{max} = 125 \text{ A gG}$~~
 $F1 > 125 \text{ A gG} \rightarrow F2_{max} = 125 \text{ A gG}$

$S_{Lmin} = 2.5 \text{ mm}^2$

$S_{Nmin} = 2.5 \text{ mm}^2$

$S_{PEmin} = 6.0 \text{ mm}^2$

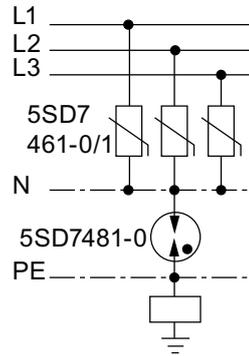
5SD7461-0

5SD7461-1

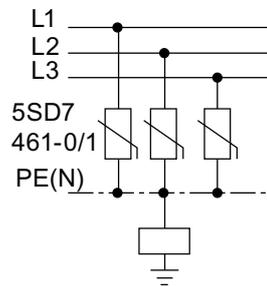
5SD7481-0

Collegamento trifase

Sistema TT (3+1)

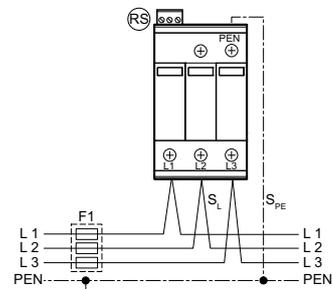


Sistema TN-C (3+0)



Sistema TN-C / IT

Collegamento passante a "V"



$F1 \leq 80 \text{ A gG}$

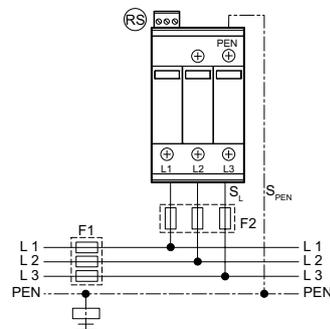
$S_{Lmin} = 2.5 \text{ mm}^2$

$S_{PENmin} = 6.0 \text{ mm}^2$

5SD7463-0

5SD7463-1

Collegamento in derivazione



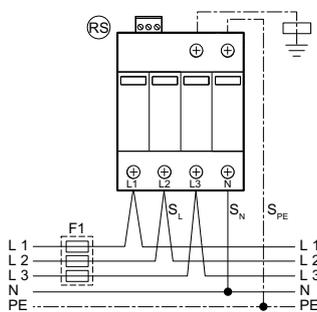
$F1 \leq 125 \text{ A gG} \rightarrow$ ~~$F1 > 125 \text{ A gG} \rightarrow F_{2max} = 125 \text{ A gG}$~~

$S_{Lmin} = 2.5 \text{ mm}^2$

$S_{PENmin} = 6.0 \text{ mm}^2$

Sistema TN-S / TT

Collegamento passante a "V"



$F1_{max} = 80 \text{ A gG}$

$S_{Lmin} = 2.5 \text{ mm}^2$

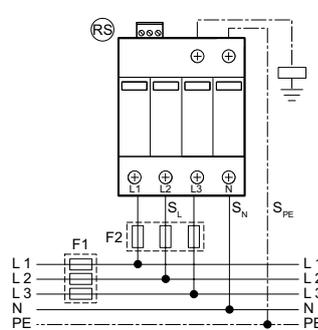
$S_{Nmin} = 2.5 \text{ mm}^2$

$S_{PEmin} = 6.0 \text{ mm}^2$

5SD7464-0

5SD7464-1

Collegamento in derivazione



$F1 \leq 125 \text{ A gG} \rightarrow$ ~~$F1 > 125 \text{ A gG} \rightarrow F_{2max} = 125 \text{ A gG}$~~

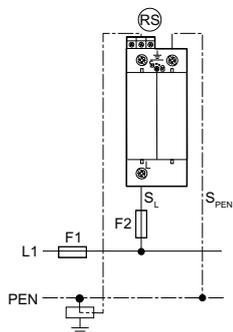
$S_{Lmin} = 2.5 \text{ mm}^2$

$S_{Nmin} = 2.5 \text{ mm}^2$

$S_{PEmin} = 6.0 \text{ mm}^2$

Sistema TN-C / IT

Collegamento in derivazione



$F1 > 100 \text{ A gG} \rightarrow F2_{\text{max}} = 100 \text{ A gG}$

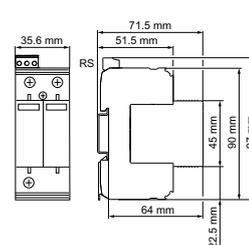
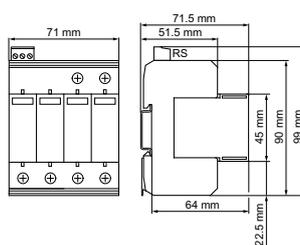
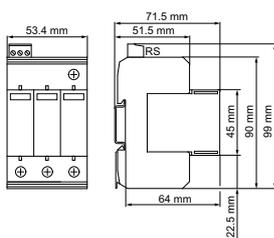
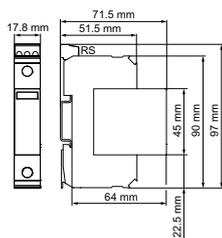
$F1 \leq 100 \text{ A gG} \rightarrow$ ~~X~~

$S_{L\text{min}} = 2.5 \text{ mm}^2$

$S_{PEN\text{min}} = 6.0 \text{ mm}^2$

5SD7481-1

Disegni quotati CS (RS) = contatto di segnalazione



5SD7461-0

5SD7463-0

5SD7464-0

5SD7481-1

5SD7461-1

5SD7463-1

5SD7464-1

5SD7481-0

10.5 Tipo 2 compatti

Dati di ordinazione

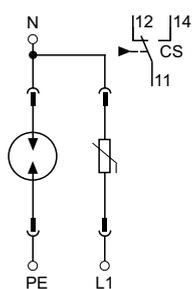
	per sistemi TN-S e TT	
	Percorsi di protezione	
	Tensione nominale U_n	
	Tensione massima continuativa U_c : L-N, L-PEN	
L-N e N-PE	240 V c.a.	
L-N e N-PE	240/415 V c.a.	
L-N, L-PEN	350 V c.a.	
L-N, L-PEN	350 V c.a.	
N-PE	264 V c.a.	
N-PE	264 V c.a.	

Tipo di collegamento	u.m.		
Con segnalazione remota			
2P (1+1)	1 1/3 (24 mm)	5SD7422-1	-
4P (3+1)	2 2/3 (48 mm)	-	5SD7424-1
Senza segnalazione remota			
2P (1+1)	1 1/3 (24 mm)	5SD7422-0	-
4P (3+1)	2 2/3 (48 mm)	-	5SD7424-0
Cartucce di ricambio			
Tipo 2 L-N		5SD7428-1	5SD7428-1
Tipo 2 N-PE		5SD7428-0	5SD7428-0

Dati tecnici

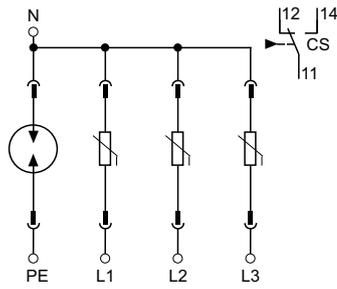
		5SD7422-0	5SD7424-0
		5SD7422-1	5SD7424-1
Normative di riferimento			
Normative di riferimento		IEC 61643-11; CEI EN 61643-11	
Approvazioni		KEMA, UL/cUL	
Tensione			
Livello di Protezione U_p	L-N e L-PEN	$\leq 1,50$ kV	
	L-PE	$\leq 1,90$ kV	
	N-PE	$\leq 1,50$ kV	
Corrente			
Corrente nominale di scarica I_n (8/20 μ s)	L-N e L-PEN	20 kA	
	N-PE	20 kA	
Max. corrente di scarica I_{max} (8/20 μ s)	L-N	40 kA	
	N-PE	40 kA	
Funzionalità			
Tempo di intervento t_A	L-N e L-PEN	≤ 25 ns	
	L-N e N-PE	≤ 100 ns	
Morsetti			
Sezione conduttori	Cavo flessibile	2,5 ... 16 mm ²	
	Cavo rigido	2,5 ... 25 mm ²	
Dispositivo di protezione			
Max. fusibile di protezione, secondo IEC 61643-1	in derivazione (gL/gG)	315 A	
	collegamento a V (gL/gG)	63 A	
Resistenza al cortocircuito	con max. fusibile	25 kA	
Condizioni ambientali			
Grado di protezione		IP20, con conduttori connessi	
Temperatura d'esercizio		-40 ... +80 °C	
Segnalazione			
Segnalazione di funzionamento/intervento		Vedasi dati di ordinazione	

Schemi elettrici CS (RS) = contatto di segnalazione



5SD7422-0

5SD7422-1



5SD7424-0

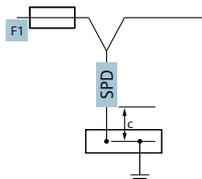
5SD7424-1

Schemi di collegamento CS (RS) = contatto di segnalazione

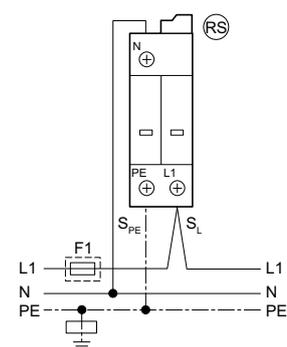
CEI 64-8, Sezione 534

$c \leq 0,5 \text{ m}$

Collegamento passante a "V"



Collegamento passante a "V"



$F1_{max} = 63 \text{ A gG}$

$S_{Lmin} = 2.5 \text{ mm}^2$

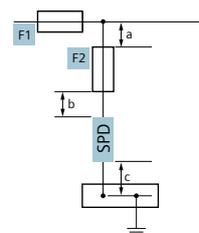
$S_{PEmin} = 6.0 \text{ mm}^2$

5SD7422-0

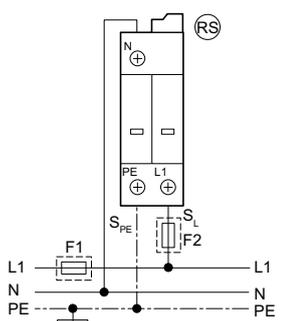
5SD7422-1

$(a+b+c) \leq 0,5 \text{ m}$

Collegamento in derivazione



Collegamento in derivazione

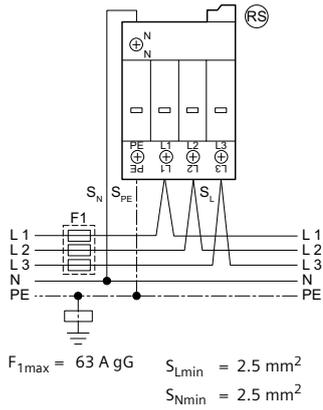


$F1 \leq 315 \text{ A gG} \rightarrow F2$
 $F1 > 315 \text{ A gG} \rightarrow F2_{max} = 315 \text{ A gG}$

$S_{Lmin} = 2.5 \text{ mm}^2$

$S_{PENmin} = 6.0 \text{ mm}^2$

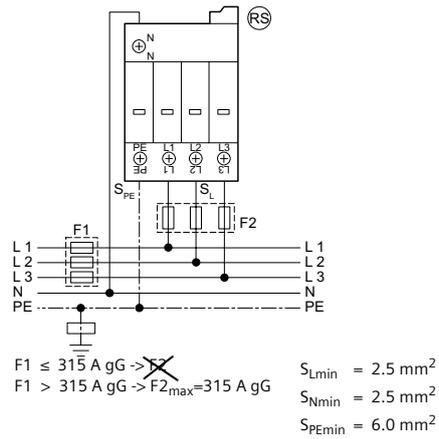
Collegamento passante a "V"



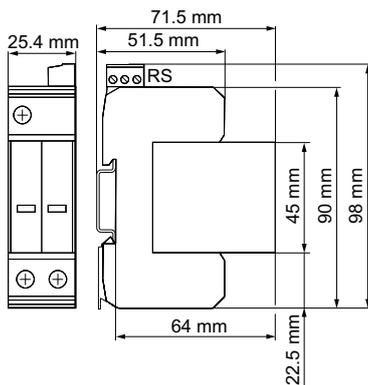
5SD7424-0

5SD7424-1

Collegamento in derivazione

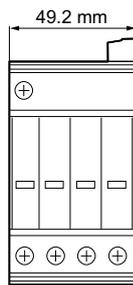


Disegni quotati CS (RS) = contatto di segnalazione



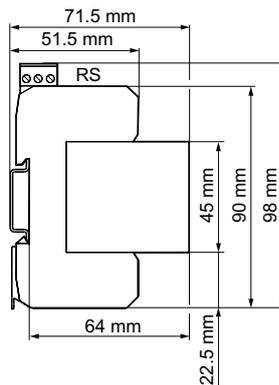
5SD7422-0

5SD7422-1



5SD7424-0

5SD7424-1



10.6 SPD di Tipo 3

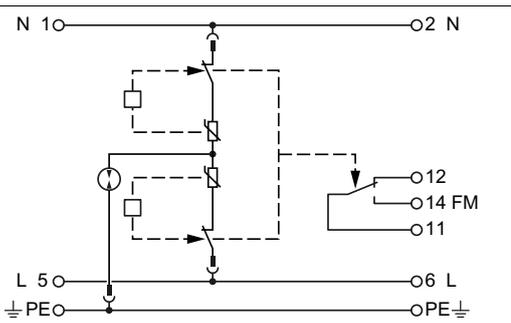
Dati di ordinazione

		per sistemi TN-C	per sistemi TN-S e TT	
Percorsi di protezione		L-N, L-PE, N-PE, (L+)-(L-) e (L+/L-)-PE	L-N, L-PE, N-PE, (L+)-(L-) e (L+/L-)-PE	L-N, L-PE, N-PE, (L+)-(L-) e (L+/L-)-PE
Tensione nominale U_n		24 V c.a.	120 V c.a.	230 V c.a.
Tensione massima continuativa U_c		34 V c.a.	150 V c.a.	264 V c.a.
				
Tipo di collegamento	u.m.			
Con segnalazione remota				
2P (1+0)	1	5SD7432-5	5SD7435-6	5SD7435-7
Cartucce di ricambio		Cartucce non estraibili per tutte le esecuzioni		

Dati tecnici

		5SD7432-5	5SD7432-6	5SD7432-7
Normative di riferimento				
Normative di riferimento		IEC 61643-11; CEI EN 61643-11		
Approvazioni		KEMA/UR	KEMA/UL	KEMA/UR
Tensione				
Livello di Protezione U_p	L-N e L-PE e N-PE	$\leq 200/\leq 600$ V	$\leq 750/\leq 850$ V	$\leq 1250/\leq 1400$ V
Corrente				
Corrente nominale I_n (a 30 °C)		26 A		
Corrente nominale di scarica I_n (8/20 μ s)		1 kA	5 kA	
Tensione a impulso combinato $U_{open collector}$		2 kV	6 kV	
Funzionalità				
Tempo di intervento t_A		≤ 100 ns		
Morsetti				
Sezione conduttori	Cavo flessibile	0,2 ... 2,5 mm ²		
	Cavo rigido	0,2 ... 4 mm ²		
Dispositivo di protezione				
Max. fusibile di protezione	(gG/B/C)	25 A		
Condizioni ambientali				
Grado di protezione		IP20, con conduttori connessi		
Temperatura d'esercizio		-40 ... +80 °C		
Segnalazione				
Segnalazione di funzionamento/intervento		Sì		

Schemi elettrici CS (RS) = contatto di segnalazione

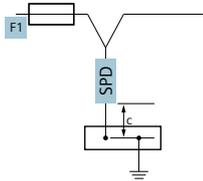


Schemi di collegamento CS (RS) = contatto di segnalazione

CEI 64-8, Sezione 534

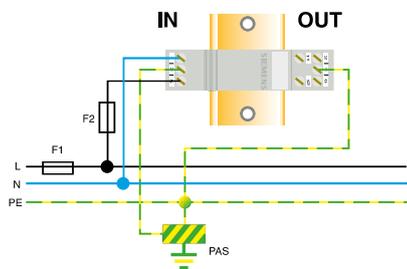
$c \leq 0,5 \text{ m}$

Collegamento passante a "V"



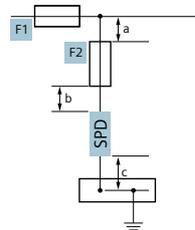
Sistema TN-S/TT monofase

Collegamento passante a "V"

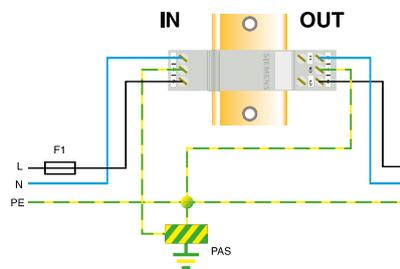


$(a+b+c) \leq 0,5 \text{ m}$

Collegamento in derivazione

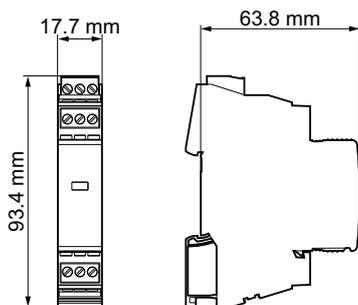


Collegamento in derivazione



Nel collegamento in derivazione se il fusibile $F1 \leq 25 \text{ A}$, $F2$ non è necessario mentre se $F1 > 25 \text{ A}$, $F2_{\text{max}} 25 \text{ A gG}$.

Disegni quotati CS (RS) = contatto di segnalazione



5SD7432-5

5SD7432-6

5SD7432-7

10.7 SPD di Tipo 1 / Tipo 2 con fusibile integrato

Dati di ordinazione

	per sistemi TN-C, TN-S e TT
Percorsi di protezione	L-N e N-PE
Tensione nominale U_n	230 V c.a.
Tensione massima continuativa U_c : L-N, L-PEN	255 V c.a.



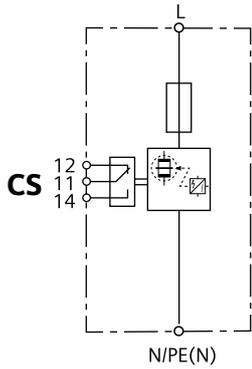
Tipo di collegamento	u.m.	
Con segnalazione remota		
1P (1+0)	2	5SD7441-1KF00
Sbarrette unipolari di collegamento		
Tripolare		5SD7490-6
Quadripolare		5SD7490-7

Dati tecnici

5SD7441-1KF00

Normative di riferimento		
Normative di riferimento		CEI EN 61 643-11
Approvazioni		KEMA
Tensione		
Livello di protezione U_p	L-N e L-N/PE	$\leq 1,50$ kV
Corrente		
Corrente impulsiva di scarica I_{imp} (10/350 μ s)	L-N e L-N/PE	25 kA
Corrente nominale di scarica I_n (8/20 μ s)	L-N e L-N/PE	25 kA
Capacità di estinzione della corrente di scarica susseguente I_{fi} (AC)	L-N e L-N/PE	50 kA
Funzionalità		
Tempo d'intervento T_a	L-N e L-N/PE	≤ 100 ns
Morsetti		
Sezione conduttori	cavo flessibile	25 mm ²
	cavo rigido	35 mm ²
Dispositivo di protezione		
Max. fusibile di protezione secondo CEI EN 61 643-11	in derivazione (gG)	Non necessario perché è integrato un fusibile coordinato di back-up nel dispositivo
Resistenza al cortocircuito I_{scrr}		50 kA
Condizioni ambientali		
Grado di protezione		IP20, con conduttori connessi
Temperatura d'esercizio		-40 ... + 80 °C
Segnalazione		
Segnalazione di funzionamento/intervento		Sì

Schemi elettrici CS (RS) = contatto di segnalazione

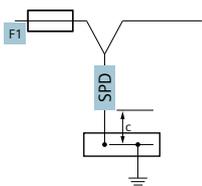


Schemi di collegamento CS (RS) = contatto di segnalazione

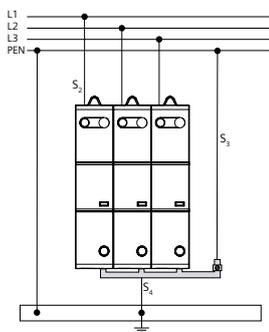
CEI 64-8, Sezione 534

$c \leq 0,5 \text{ m}$

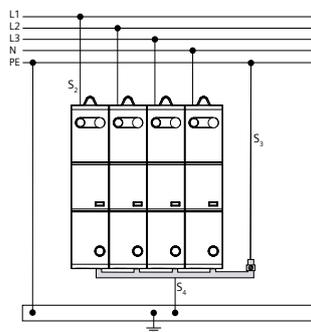
Collegamento passante a "V"



Sistema TN-C (3+0)

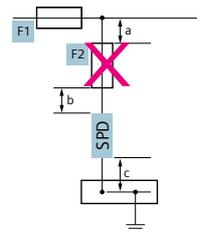


Sistema TN-S (4+0)

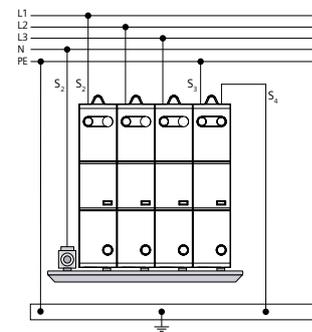


$(a+b+c) \leq 0,5 \text{ m}$

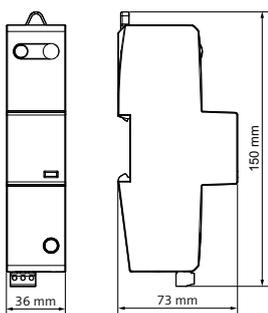
Collegamento in derivazione



Sistema TT (3+1)



Disegni quotati CS (RS) = contatto di segnalazione



5SD7441-1KF00

10.8 SPD combinato per impianti eolici di Tipo 1 / Tipo 2

Dati di ordinazione

		per sistemi TN-C e IT
Percorsi di protezione		L-PE
Tensione nominale U_n		690 V c.a.
Tensione massima continuativa U_c : L-N, L-PEN		800 V c.a.
		
Tipo di collegamento	u.m.	
Con segnalazione remota		
1P (1+0)	Non previsto per installazione su guida DIN	5SD7411-2

Dati tecnici

5SD7411-2

Normative di riferimento

Normative di riferimento	CEI EN 61 643-11
Approvazioni	-

Tensione

Livello di protezione U_p	L-N e L-PEN	$\leq 4,50$ kV
-----------------------------	-------------	----------------

Corrente

Corrente impulsiva di scarica I_{imp} (10/350 μ s)	L-N and L-PEN	35 kA
Corrente massima di scarica I_{max} (8/20 μ s)	L-N e L-N/PE	100 kA
Corrente nominale di scarica I_n (8/20 μ s)	L-N e L-N/PE	35 kA

Funzionalità

Tempo d'intervento T_a	L-N e L-PEN	≤ 100 ns
--------------------------	-------------	---------------

Morsetti

Sezione conduttori	cavo flessibile	16 ... 50 mm ²
	cavo rigido	16 ... 50 mm ²

Dispositivo di protezione

Max. fusibile di protezione secondo CEI EN 61 643-11	in derivazione (gG)	400 A
	collegamento a "V" (gG)	125 A
Resistenza al cortocircuito I_{scrr}		50 kA

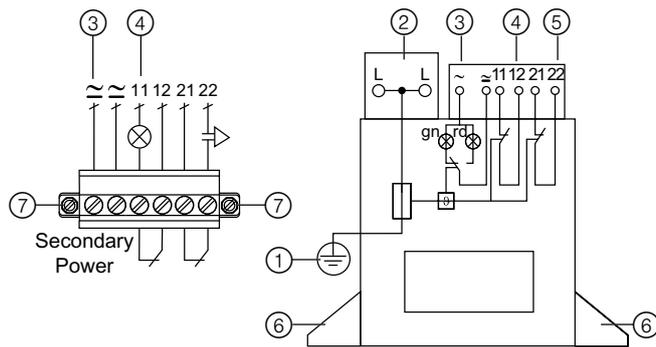
Condizioni ambientali

Grado di protezione	IP20, con conduttori connessi
Temperatura d'esercizio	-40 ... + 80 °C

Segnalazione

Segnalazione di funzionamento/intervento	Sì
--	----

Schemi elettrici



Legenda

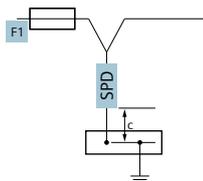
- ① morsetto di connessione della terra
- ② morsetti di connessione delle fasi
- ③ alimentazione aux. del circuito per la segnalazione remota
- ④ Contatto NC: segnalazione guasto
- ⑤ Contatto NC: segnalazione guasto
- ⑥ moduli di fissaggio
- ⑦ morsetto da serrare a fondo (0,5 Nm)

Schemi di collegamento

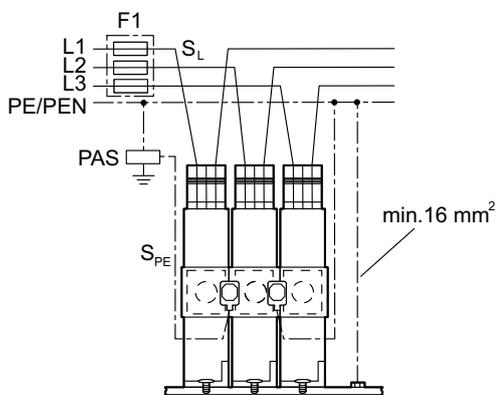
CEI 64-8, Sezione 534

$c \leq 0,5$ m

Collegamento passante a "V"



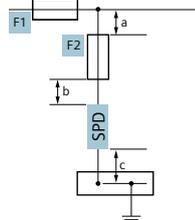
Collegamento passante a "V"



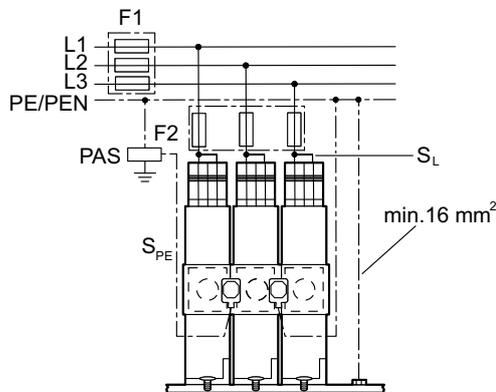
$F1_{max} = 125$ A gG

$(a+b+c) \leq 0,5$ m

Collegamento in derivazione

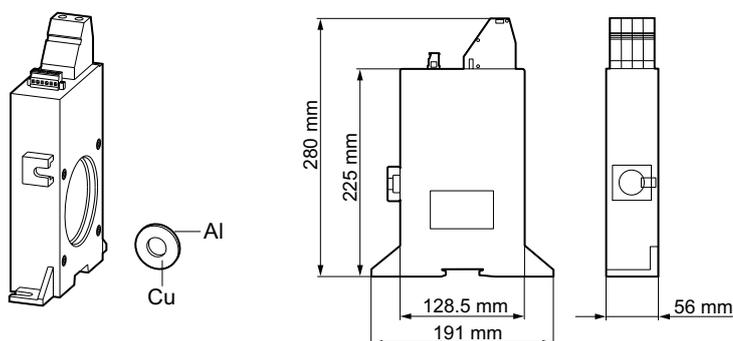


Collegamento in derivazione



$F1 \leq 400$ A gG -> ~~X~~
 $F1 > 400$ A gG -> $F2_{max} = 400$ A gG

Disegni quotati



5SD7411-2

10.9 SPD per impianti fotovoltaici combinati di Tipo 1 / Tipo 2 e Tipo 2

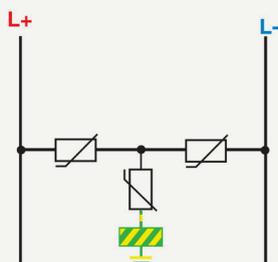
Dati di ordinazione

		per sistemi fotovoltaici		
Classe di prova		Tipo 1 / Tipo 2	Tipo 2	Tipo 2
Percorsi di protezione		(L+) – (L–)	(L+) – (L–); (L+) – PE; (L–) – PE	(L+) – (L–); (L+) – PE; (L–) – PE
Tensione nominale U_n		-	-	-
Tensione massima continuativa U_c		1000 V c.c.	1000 V c.c.	600 V c.c..
				
Tipo di collegamento	u.m.			
Con segnalazione remota				
3P (3+0)	6	5SD7483-6	5SD7483-0KK02	5SD7483-0KK01
Cartucce di ricambio				
Tipo 1 / Tipo 2		5SD7498-3	-	-
Tipo 2		-	5SD7498-4	5SD7498-5

Dati tecnici

		5SD7483-6	5SD7483-0KK01	5SD7483-0KK02
Normative di riferimento				
Normative di riferimento		CEI EN 61 643-31		
Approvazioni		KEMA		
Tensione				
Livello di protezione U_p		L-N e L-PEN	≤ 3,50 kV	3,70 kV
Corrente				
Corrente impulsiva di scarica I_{imp} (10/350 μs)		L-N e L-PEN	≤ 5 kA	
Corrente massima di scarica I_{max} (8/20 μs)			40 kA	
Corrente nominale di scarica I_n (8/20 μs)		L-N e L-PEN	15 kA	
Funzionalità				
Tempo d'intervento T_a		L-N e L-PEN	≤ 25 ns	
Morsetti				
Sezione conduttori		cavo flessibile	1,5 ... 25 mm ²	
		cavo rigido	1,5 ... 35 mm ²	
Dispositivo di protezione				
Max. fusibile di protezione secondo CEI EN 61 643-31		-		
Resistenza al cortocircuito		-		
Condizioni ambientali				
Grado di protezione		IP20, con conduttori connessi		
Temperatura d'esercizio		-40 ... + 80 °C		
Segnalazione				
Segnalazione di funzionamento/intervento		Segnalazione ottica di fine vita cartuccia		

Schemi elettrici CS (RS) = contatto di segnalazione



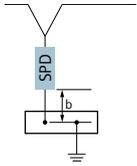
5SD7483-0KK01
5SD7483-0KK02
5SD7483-6

Schemi di collegamento CS (RS) = contatto di segnalazione

CEI 64-8, Sezione 534

$b \leq 0,5 \text{ m}$

Collegamento passante a "V"

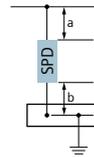


5SD7498-5
 $I_{SCPV} \leq 2000 \text{ A}$
 $U_{CPV} \leq 800 \text{ V}$

5SD7498-4
 $I_{SCPV} \leq 2000 \text{ A}$
 $U_{CPV} \leq 1170 \text{ V}$

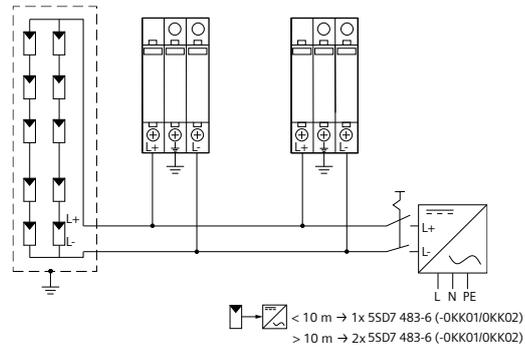
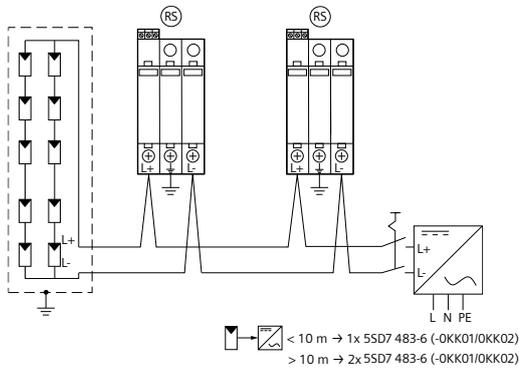
$(a+b) \leq 0,5 \text{ m}$

Collegamento in derivazione



5SD7498-5
 $I_{SCPV} \leq 2000 \text{ A}$
 $U_{CPV} \leq 800 \text{ V}$

5SD7498-4
 $I_{SCPV} \leq 2000 \text{ A}$
 $U_{CPV} \leq 1170 \text{ V}$

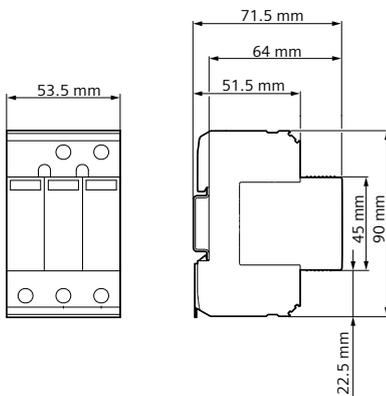


5SD7483-OKK01

5SD7483-OKK02

5SD7483-6

Disegni quotati CS (RS) = contatto di segnalazione



5SD7483-4KK01

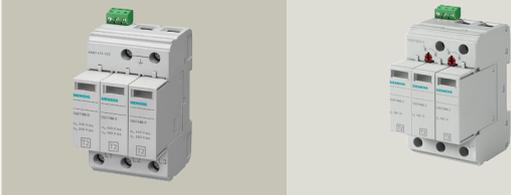
5SD7483-4KK02

5SD7483-6

10.10 SPD di Tipo 2 per sistemi di distribuzione IT, senza neutro, con tensione continuativa > 580 V c.a.

Dati di ordinazione

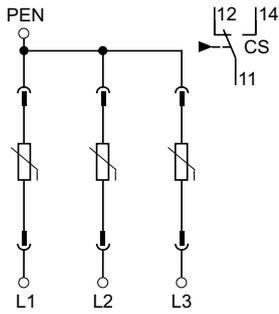
	per sistemi IT	
Percorsi di protezione	L-PEN e L-PE	L-PEN e L-PE
Tensione nominale U_n	400/690 V c.a.	554/960 V c.a.
Tensione massima continuativa U_c	580 V c.a.	760 V c.a.



Tipo di collegamento	u.m.		
Con segnalazione remota			
3P (3+0)	3	5SD7473-1	5SD7483-5
Cartucce di ricambio			
Tipo 2 L-N, L-PEN		5SD7498-1	5SD7488-2

Dati tecnici		5SD7473-1	5SD7483-5
Normative di riferimento			
Normative di riferimento		CEI EN 61 643-11	
Approvazioni		-	KEMA
Tensione			
Livello di protezione U_p	L-N e L-PEN	≤ 2,50 kV	2,90 kV
Corrente			
Corrente massima di scarica I_{max} (8/20 μs)	L-N e L-PEN	30 kA	
Corrente nominale di scarica I_n (8/20 μs)	L-N e L-PEN	15 kA	
Funzionalità			
Tempo d'intervento T_a	L-N e L-PEN	≤ 25 ns	
Morsetti			
Sezione conduttori	cavo flessibile cavo rigido	1,5 ... 25 mm ² 1,5 ... 35 mm ²	
Dispositivo di protezione			
Max. fusibile di protezione secondo CEI EN 61 643-11	in derivazione (gG) collegamento a "V" (gG) con max. fusibile	125 A 80 A 25 kA	100 A
Condizioni ambientali			
Grado di protezione		IP20, con conduttori connessi	
Temperatura d'esercizio		-40 ... + 80 °C	
Segnalazione			
Segnalazione di funzionamento/intervento		Sì	

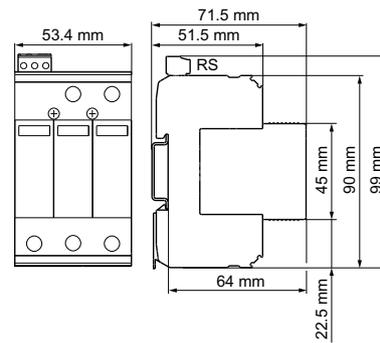
Schemi elettrici CS (RS) = contatto di segnalazione



5SD7473-1

5SD7483-5

Disegni quotati CS (RS) = contatto di segnalazione



5SD7473-1

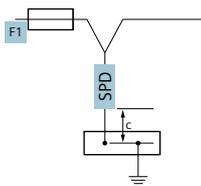
5SD7483-5

Schemi di collegamento CS (RS) = contatto di segnalazione

CEI 64-8, Sezione 534

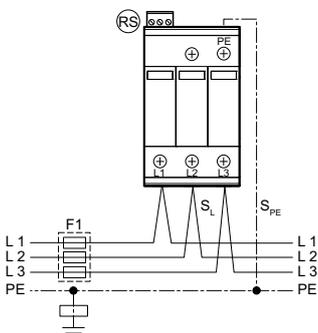
$c \leq 0,5 \text{ m}$

Collegamento passante a "V"



Sistema IT

Collegamento passante a "V"



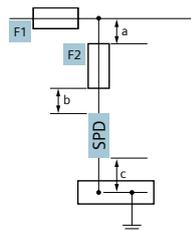
$F1 \leq 80 \text{ A gG}$

$S_{Lmin} = 2.5 \text{ mm}^2$

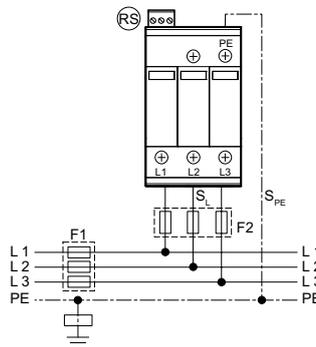
$S_{PENmin} = 6.0 \text{ mm}^2$

$(a+b+c) \leq 0,5 \text{ m}$

Collegamento in derivazione



Collegamento in derivazione



$F1 \leq 125 \text{ A gG} \rightarrow$ ~~X~~

$F1 > 125 \text{ A gG} \rightarrow F2_{max} = 125 \text{ A gG}$

$S_{Lmin} = 2.5 \text{ mm}^2$

$S_{PENmin} = 6.0 \text{ mm}^2$

5SD7473-1

5SD7483-5 (nel collegamento in derivazione se il fusibile $F1 \leq 100 \text{ A}$, $F2$ non è necessario mentre se $F1 > 100 \text{ A}$, $F2_{max} 100 \text{ A gG}$)

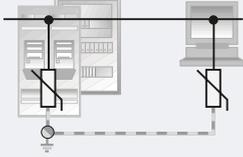
11. Consigli pratici sull'installazione di SPD

Premessa

Quanto indicato in questo capitolo è frutto dell'esperienza tecnica acquisita. Trattasi di esempi pratici per meglio comprendere l'installazione degli SPD in funzione delle prestazioni richieste negli impianti di bassa tensione e delle prescrizioni riportate nelle norme CEI EN 62 305, CEI 64-8 e relative guide tecniche.

Si considera che l'installazione degli SPD è obbligatoria quando le sovratensioni transitorie hanno ripercussione sulla vita umana, nelle strutture pubbliche, attività commerciali e industriali, nei luoghi MA.R.C.I. e negli ambienti residenziali e se non viene effettuata nessuna valutazione del rischio.

Scelta di scaricatori e limitatori di sovratensione in impianti di bassa tensione a 230/400 V c.a. 3F+N

Sistemi	Quadro generale trifase	Quadro secondario trifase	Linea/Utenza monofase
Edificio non a rischio			
senza parafulmine esterno distribuzione con cavi interrati		Protezione a due livelli  Tipo 2 Tipo 3	
Sistema TT/TN-S	5SD7464-0/-1 oppure 5SD7424-0/-1	Per lunghezze cavi > 10 m, prevedere: 5SD7464-0/-1 oppure 5SD7424-0/-1	5SD7432-7
	<i>Opzione con SPD unipolari:</i> 3x 5SD7461-0/-1 + 1x 5SD7481-0	Per lunghezze cavi > 10 m, prevedere: 3x 5SD7461-0/-1 + 1x 5SD7481-0	5SD7432-7
Sistema TN-C	5SD7463-0/-1	Per lunghezze cavi > 10 m, prevedere: 5SD7463-0/-1	5SD7432-7
	<i>Opzione con SPD unipolari:</i> 3x 5SD7461-0/-1	3x 5SD7461-0/-1	5SD7432-7

Parametri principali

SPD Tipo 2

I_n L-N/L-PE/N-PE: 20/20/20 kA

I_{max} L-N/L-PE/N-PE: 40/40/40 kA

U_p L-N/L-PE/N-PE: $\leq 1,6/\leq 1,9/\leq 1,5$ kV

U_c L-N/L-PE/N-PE: 350/350/260 V c.a.

T_a L-N/L-PE/N-PE: 25/25/100 ns

Protezione di back-up max: 100 A (collegamento in derivazione); 63 A (collegamento passante)

SPD Tipo 3

I_n L-N/N-PE: 5/5 kA

U_{uoc} L-N/N-PE: 6 kV

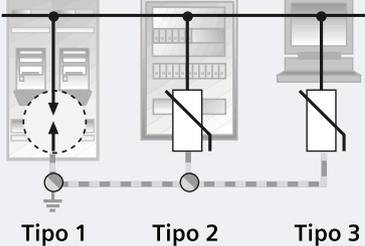
U_p L-N/N-PE: $\leq 1,25/\leq 1,4$ kV

U_c L-N/N-PE: 253/253 V c.a.

T_a L-N/N-PE: 100/100 ns

Max protezione di back-up: 25 A

Scelta di scaricatori e limitatori di sovratensione in impianti di bassa tensione a 230/400 V c.a. 3F+N.

Sistemi	Quadro generale trifase	Quadro secondario trifase	Linea/Utenza monofase
Edificio a rischio (LPL I)			
parafulmine esterno			
	<p style="text-align: center;">Protezione a tre livelli</p> 		
distribuzione attraverso cavi aerei			
			
antenne a potenziale di terra			
			
Sistema TT/TN-S	5SD7414-1	5SD7464-0/-1 oppure 5SD7424-0/1	5SD7432-7 (dato il basso livello di protezione U_p è utilizzabile anche il 5SD7422-0/-1)
Sistema TN-C	5SD7413-1	oppure 3x 5SD7461-0/-1 + 1x 5SD7481-0 5SD7463-0/-1 oppure 3x 5SD7461-0/-1	5SD7432-7 (dato il basso livello di protezione U_p è utilizzabile anche il 5SD7422-0/-1)

Parametri principali

SPD Tipo 1

I_{imp} L-N/L-PE/N-PE: 75/75/100 kA
 I_n L-N/L-PE/N-PE: 75/75/100 kA
 U_p L-N/L-PE/N-PE: $\leq 1,5/\leq 2,5/\leq 1,5$ kV
 U_c L-N/L-PE/N-PE: 350/350/350 V c.a.
 T_a L-N/L-PE/N-PE: 100/100/100 ns
 Protezione di back-up max: 315 A (collegamento in derivazione); 125 A (collegamento passante)

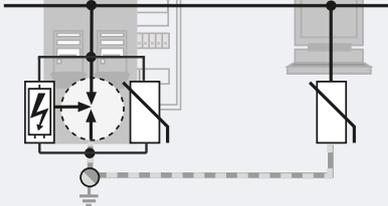
SPD Tipo 2

I_n L-N/L-PE/N-PE: 20/20/20 kA
 I_{max} L-N/L-PE/N-PE: 40/40/40 kA
 U_p L-N/L-PE/N-PE: $\leq 1,6/\leq 1,9/\leq 1,5$ kV
 U_c L-N/L-PE/N-PE: 350/350/260 V c.a.
 T_a L-N/L-PE/N-PE: 25/25/100 ns
 Protezione di back-up max: 100 A (collegamento in derivazione); 63 A (collegamento passante)

SPD Tipo 3

I_n L-N/N-PE: 5/5 kA
 U_{uoc} L-N/N-PE: 6 kV
 U_p L-N/N-PE: $\leq 1,25/\leq 1,4$ kV
 U_c L-N/N-PE: 253/253 V c.a.
 T_a L-N/N-PE: 100/100 ns
 Max protezione di back-up: 25 A

Scelta di scaricatori e limitatori di sovratensione in impianti di bassa tensione a 230/400 V c.a. 3F+N

Sistemi	Quadro generale trifase	Quadro secondario trifase	Linea/Utenza monofase
Edificio a rischio (LPL I)			
parafulmine esterno			
	<div style="text-align: center;">Protezione a tre livelli</div> 		
distribuzione attraverso cavi aerei			
			
antenne a potenziale di terra			
			
Sistema TT/TN-S	5SD7444-1	Per lunghezze cavi > 10 m, prevedere: 5SD7464-0/-1 oppure 5SD7424-0/-1 oppure 3x 5SD7461-0/-1 + 1x 5SD7481-0	5SD7432-7 (dato il basso livello di protezione U_p è utilizzabile anche il 5SD7422-0/-1)
Sistema TN-C	5SD7443-1	Per lunghezze cavi > 10 m, prevedere: 5SD7463-0/-1 oppure 3x 5SD7461-0/-1	5SD7432-7 (dato il basso livello di protezione U_p è utilizzabile anche il 5SD7422-0/-1)

Parametri principali

SPD combinati Tipo 1 + Tipo 2

I_{imp} L-N/L-PE/N-PE: 25/25/100 kA
 I_n L-N/L-PE/N-PE: 25/25/100 kA
 U_p L-N/L-PE/N-PE: $\leq 1,5/\leq 2,2/\leq 1,5$ kV
 U_c L-N/L-PE/N-PE: 350/350/350 V c.a.
 T_a L-N/L-PE/N-PE: 25/25/100 ns
 Protezione di back-up max: 315 A (collegamento in derivazione); 125 A (collegamento passante)

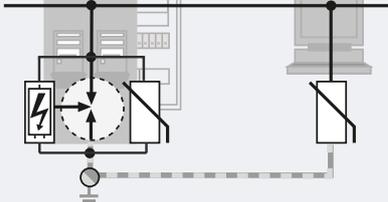
SPD Tipo 2

I_n L-N/L-PE/N-PE: 20/20/20 kA
 I_{max} L-N/L-PE/N-PE: 40/40/40 kA
 U_p L-N/L-PE/N-PE: $\leq 1,6/\leq 1,9/\leq 1,5$ kV
 U_c L-N/L-PE/N-PE: 350/350/260 V c.a.
 T_a L-N/L-PE/N-PE: 25/25/100 ns
 Protezione di back-up max: 100 A (collegamento in derivazione); 63 A (collegamento passante)

SPD Tipo 3

I_n L-N/N-PE: 5/5 kA
 U_{uoc} L-N/N-PE: 6 kV
 U_p L-N/N-PE: $\leq 1,25/\leq 1,4$ kV
 U_c L-N/N-PE: 253/253 V c.a.
 T_a L-N/N-PE: 100/100 ns
 Max protezione di back-up: 25 A

Scelta di scaricatori e limitatori di sovratensione in impianti di bassa tensione a 230/400 V c.a. 3F+N

Sistemi	Quadro generale trifase	Quadro secondario trifase	Linea/Utenza monofase
Edificio a rischio (LPL III e IV)			
parafulmine esterno 	Protezione a tre livelli		
distribuzione attraverso cavi aerei 			
antenne a potenziale di terra 	Tipo 1 / Tipo 2 Tipo 3		
Sistema TT/TN-S	5SD7414-2/-3	Per lunghezze cavi > 10 m, prevedere: 5SD7464-0/-1 oppure 5SD7424-0/-1 oppure 3x 5SD7461-0/-1 + 1x 5SD7481-0	5SD7432-7 (dato il basso livello di protezione U_p è utilizzabile anche il 5SD7422-0/-1)
	TT (3+1): 3x 5SD7441-1KF00 (L-N) + 1x 5SD7441-1KF00 (N-PE) TN-S (4+0): 4x 5SD7441-1KF00 (L-PE)	Per lunghezze cavi > 10 m, prevedere: 5SD7464-0/-1 oppure 5SD7424-0/-1 oppure 3x 5SD7461-0/-1 + 1x 5SD7481-0	5SD7432-7 (dato il basso livello di protezione U_p è utilizzabile anche il 5SD7422-0/-1)
Sistema TN-C	5SD7413-2/-3	Per lunghezze cavi > 10 m, prevedere: 5SD7463-0/-1 oppure 3x 5SD7461-0/-1	5SD7432-7 (dato il basso livello di protezione U_p è utilizzabile anche il 5SD7422-0/-1)
	3x 5SD7441-1KF00	Per lunghezze cavi > 10 m, prevedere: 5SD7463-0/-1 oppure 3x 5SD7461-0/-1	5SD7432-7 (dato il basso livello di protezione U_p è utilizzabile anche il 5SD7422-0/-1)

Parametri principali

SPD combinati Tipo 1 / Tipo 2

I_{imp} L-N/L-PE/N-PE: 12,5/12,5/50 kA

I_n L-N/L-PE/N-PE: 12,5/12,5/50 kA

U_p L-N/L-PE/N-PE: $\leq 1,2/\leq 2,0/\leq 1,7$ kV

U_c L-N/L-PE/N-PE: 335/335/335 V c.a.

T_a L-N/L-PE/N-PE: 100/100/100 ns

Protezione di back-up max: 160 A (collegamento in derivazione); 80 A (collegamento passante)

L'SPD con fusibile integrato 5SD7441-1KF00 sopporta una resistenza alla corrente di cortocircuito I_{sc} fino a 50 kA (valore identico anche per la corrente susseguente I_f); nel coordinamento non deve essere previsto un fusibile di back-up.

SPD Tipo 2

I_n L-N/L-PE/N-PE: 20/20/20 kA

I_{max} L-N/L-PE/N-PE: 40/40/40 kA

U_p L-N/L-PE/N-PE: $\leq 1,6/\leq 1,9/\leq 1,5$ kV

U_c L-N/L-PE/N-PE: 350/350/260 V c.a.

T_a L-N/L-PE/N-PE: 25/25/100 ns

Protezione di back-up max: 100 A (collegamento in derivazione); 63 A (collegamento passante)

SPD Tipo 3

I_n L-N/N-PE: 5/5 kA

U_{uoc} L-N/N-PE: 6 kV

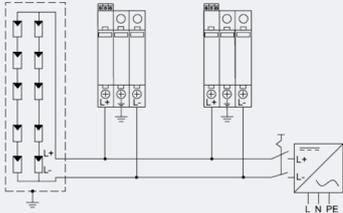
U_p L-N/N-PE: $\leq 1,25/\leq 1,4$ kV

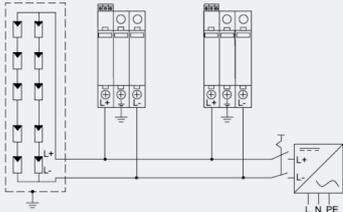
U_c L-N/N-PE: 253/253 V c.a.

T_a L-N/N-PE: 100/100 ns

Max protezione di back-up: 25 A

Scelta di scaricatori e limitatori di sovratensione negli impianti fotovoltaici

Tensione pannelli	Lato pannelli DC	Lato Inverter DC	Linea BT AC
Impianto non a rischio			
senza parafulmine esterno distribuzione con cavi interrati		Protezione a due livelli con SPD di Tipo 2	
			
Per tensioni fino a 600 V c.c.	5SD7483-0KK01	Per lunghezze cavi > 10 m, prevedere: 5SD7483-0KK01	3F+N : 5SD7464-0/-1 oppure 5SD7424-0/-1 1F+N : 5SD7422-0/-1
Per tensioni fino a 1000 V c.c.	5SD7483-0KK02	Per lunghezze cavi > 10 m, prevedere: 5SD7483-0KK02	3F+N : 5SD7464-0/-1 oppure 5SD7424-0/-1 1F+N : 5SD7422-0/-1

Impianto a rischio			
parafulmine esterno		Protezione a due livelli con SPD di Tipo 1 / Tipo 2	
			
distribuzione attraverso cavi aerei			
			
antenne a potenziale di terra			
			
Per tensioni fino a 1000 V c.c.	5SD7483-6	Per lunghezze cavi > 10 m, prevedere: 5SD7483-6	3F+N : 5SD7464-0/-1 oppure 5SD7424-0/-1 1F+N : 5SD7422-0/-1

Parametri principali

SPD combinati Tipo 1 / Tipo 2 PV

$$I_{imp} (L+)-(L-)/(L+)-(PE)/(L)-(PE): \leq 5/\leq 5/\leq 5 \text{ kA}$$

$$I_n (L+)-(L-)/(L+)-(PE)/(L)-(PE): 15/15/15 \text{ kA}$$

$$U_p (L+)-(L-)/(L+)-(PE)/(L)-(PE): \leq 3,5/\leq 3,5/\leq 3,5 \text{ kV}$$

$$U_c (L+)-(L-)/(L+)-(PE)/(L)-(PE): 1000/1000/1000 \text{ V c.c.}$$

$$T_a (L+)-(L-)/(L+)-(PE)/(L)-(PE): 25/25/25 \text{ ns}$$

Protezione di back-up max: non necessaria

SPD Tipo 2 PV

$$I_{in} (L+)-(L-)/(L+)-(PE)/(L)-(PE): \leq 15/\leq 15/\leq 15 \text{ kA}$$

$$I_{max} (L+)-(L-)/(L+)-(PE)/(L)-(PE): 40/40/40 \text{ kA}$$

$$U_p (L+)-(L-)/(L+)-(PE)/(L)-(PE): \leq 3,7/\leq 3,7/\leq 3,7 \text{ kV}$$

$$U_c (L+)-(L-)/(L+)-(PE)/(L)-(PE): \text{esecuzione a } 600 \text{ V c.c. e}$$

$$T_a (L+)-(L-)/(L+)-(PE)/(L)-(PE): 25/25/25 \text{ ns}$$

Protezione di back-up max: non necessaria

SPD Tipo 2

$$I_n \text{ L-N/L-PE/N-PE}: 20/20/20 \text{ kA}$$

$$I_{max} \text{ L-N/L-PE/N-PE}: 40/40/40 \text{ kA}$$

$$U_p \text{ L-N/L-PE/N-PE}: \leq 1,6/\leq 1,9/\leq 1,5 \text{ kV}$$

$$U_c \text{ L-N/L-PE/N-PE}: 350/350/260 \text{ V c.a.}$$

$$T_a \text{ L-N/L-PE/N-PE}: 25/25/100 \text{ ns}$$

Protezione di back-up max: 100 A (collegamento in derivazione); 63 A (collegamento passante)

Scelta di scaricatori e limitatori di sovratensione negli impianti con sistemi IT

Tensione pannello	A monte del trasformatore d'isolamento	A valle del trasformatore d'isolamento	Linea/utenza
Impianto non a rischio			
senza parafulmine esterno distribuzione con cavi interrati		Protezione a tre livelli con SPD di Tipo 2	
			
Tensione massima continuativa Uc 580 V c.a.	Generalmente le reti IT sono realizzate solo in sezioni particolari dell'impianto. Nell'ambito della distribuzione primaria le reti sono sempre TN-C, TN-S o TT e quindi gli SPD utilizzabili sono quelli indicati negli esempi precedenti.	3x 5SD7473-1	Per lunghezze cavi > 10 m, prevedere: 3x 5SD7473-1
Tensione massima continuativa Uc 760 V c.a.	c.s.	3x 5SD7483-5	Per lunghezze cavi > 10 m, prevedere: 3x 5SD7483-5
Impianto a rischio			
parafulmine esterno		Protezione a due livelli con SPD di Tipo 1 / Tipo 2	
			
distribuzione attraverso cavi aerei			
			
antenne a potenziale di terra			
			
Tensione massima continuativa Uc 580 V c.a.	Generalmente le reti IT sono realizzate solo in sezioni particolari dell'impianto. Nell'ambito della distribuzione primaria le reti sono sempre TN-C, TN-S o TT e quindi gli SPD utilizzabili sono quelli indicati negli esempi precedenti.	3x 5SD7473-1	Per lunghezze cavi > 10 m, prevedere: 3x 5SD7473-1
Tensione massima continuativa Uc 760 V c.a.	c.s.	3x 5SD7483-5	Per lunghezze cavi > 10 m, prevedere: 3x 5SD7483-5

Parametri principali

SPD Tipo 2 U_n 400/690 V c.a.

I_n L-PE: 15 kA

I_{max} L-PE: 30 kA

U_p L-PE: $\leq 2,5$ kV

U_c L-PE: 580 V c.a.

T_a L-PE: 25 ns

Protezione di back-up max: 100 A (collegamento in derivazione); 80 A (collegamento passante)

SPD Tipo 2 U_n 554/960 V c.a.

I_n L-PE: 15 kA

I_{max} L-PE: 30 kA

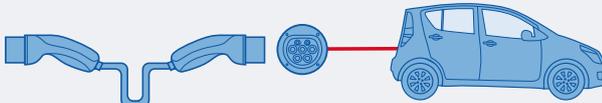
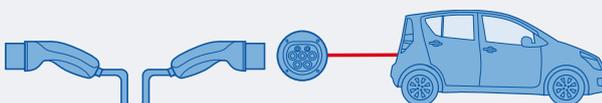
U_p L-PE: $\leq 2,9$ kV

U_c L-PE: 760 V c.a.

T_a L-PE: 25 ns

Protezione di back-up max: 100 A (collegamento in derivazione); 80 A (collegamento passante)

Scelta di scaricatori e limitatori di sovratensione nei sistemi di ricarica E-Car

Livello di protezione LPL	A monte della stazione di ricarica	All'interno di una stazione di ricarica
Impianto non a rischio		
senza parafulmine esterno distribuzione con cavi interrati 	<u>Protezione a due livelli</u> 	
-	5SD7464-0/-1	5SD7464-0/-1 oppure 5SD7424-0/-1 oppure 3x 5SD7461-0/-1 + 1x 5SD7481-0
Impianto a rischio		
parafulmine esterno 	<u>Protezione a due livelli</u> 	
distribuzione attraverso cavi aerei 		
antenne a potenziale di terra 		
LPL I	5SD7441-1	5SD7464-0/-1 oppure 5SD7424-0/-1 oppure 3x 5SD7461-0/-1 + 1x 5SD7481-0
LPL III e IV	5SD7414-2/-3	5SD7464-0/-1 oppure 5SD7424-0/-1 oppure 3x 5SD7461-0/-1 + 1x 5SD7481-0

Parametri principali

SPD combinati Tipo 1 + Tipo 2

 I_{imp} L-N/L-PE/N-PE: 25/25/100 kA

 I_n L-N/L-PE/N-PE: 25/25/100 kA

 U_p L-N/L-PE/N-PE: $\leq 1,5/\leq 2,2/\leq 1,5$ kV

 U_c L-N/L-PE/N-PE: 350/350/350 V c.a.

 T_a L-N/L-PE/N-PE: 25/25/100 ns

Protezione di back-up max: 315 A (collegamento in derivazione); 125 A (collegamento passante)

SPD combinati Tipo 1 / Tipo 2

 I_{imp} L-N/L-PE/N-PE: 12,5/12,5/50 kA

 I_n L-N/L-PE/N-PE: 12,5/12,5/50 kA

 U_p L-N/L-PE/N-PE: $\leq 1,2/\leq 2,0/\leq 1,7$ kV

 U_c L-N/L-PE/N-PE: 335/335/335 V c.a.

 T_a L-N/L-PE/N-PE: 100/100/100 ns

Protezione di back-up max: 160 A (collegamento in derivazione); 80 A (collegamento passante)

SPD Tipo 2

 I_n L-N/L-PE/N-PE: 20/20/20 kA

 I_{max} L-N/L-PE/N-PE: 40/40/40 kA

 U_p L-N/L-PE/N-PE: $\leq 1,6/\leq 1,9/\leq 1,5$ kV

 U_c L-N/L-PE/N-PE: 350/350/260 V c.a.

 T_a L-N/L-PE/N-PE: 25/25/100 ns

Protezione di back-up max: 100 A (collegamento in derivazione); 63 A (collegamento passante)

Scelta di scaricatori e limitatori di sovratensione nei sistemi di ricarica E-Car

Tensione nominale impianto	All'interno del quadro rotore
Struttura a rischio	
parafulmine esterno 	Protezione a due livelli con SPD di Tipo 1 / Tipo 2 
distribuzione attraverso cavi aerei 	
antenne a potenziale di terra 	
3x 690 V c.a.	3x 5SD7411-2

Parametri principali

SPD combinati Tipo 1 + Tipo 2

I_{imp} L-PE: 35 kA

I_n L-PE: 35 kA

U_p L-PE: $\leq 4,5$ kV

U_c L-PE: 800 V c.a.

T_a L-PE: 100 ns

Protezione di back-up max: 400 A (collegamento in derivazione); 125 A (collegamento passante)

Scelta di scaricatori e limitatori di sovratensione per la protezione dell'alimentazione di PLC/Inverter/Convertitori

Tensione di alimentazione	Alimentazione monofase	Alimentazione trifase
Protezione lato carico con SPD di Tipo 3		
È consigliato ridondare l'utilizzo di SPD al fine di migliorare la protezione dalle sovratensioni transitorie di apparecchiature elettroniche particolarmente sensibili		
		
230/400 V c.a.	5SD7432-7	3x 5SD7432-7
24 V c.a./c.c.	5SD7432-5	-

Parametri principali

SPD Tipo 3 230 V c.a.

I_n L-N/N-PE: 5/5 kA

U_{uoc} L-N/N-PE: 6 kV

U_p L-N/N-PE: $\leq 1,25/\leq 1,4$ kV

U_c L-N/N-PE: 253/253 V c.a.

T_a L-N/N-PE: 100/100 ns

Protezione di back-up max: 25 A

SPD Tipo 3 24 V c.a./c.c.

I_n L-N/N-PE: 1/1 kA

U_{uoc} L-N/N-PE: 2/2 kV

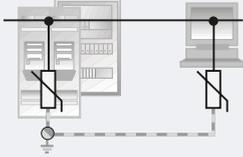
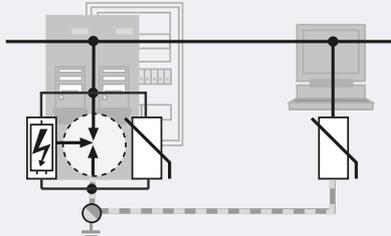
U_p L-N/N-PE: $\leq 0,2/\leq 0,6$ kV

U_c L-N/N-PE: 34/34 V c.a./c.c.

T_a L-N/N-PE: 100/100 ns

Protezione di back-up max: 25 A

Scelta di scaricatori e limitatori di sovratensione in un ambiente residenziale a 230 V c.a. 1F+N

Sistemi	Arrivo linea a valle del contatore	Centralino d'appartamento	Linea/Utenza monofase
Edificio non a rischio			
senza parafulmine esterno distribuzione con cavi interrati		Protezione a due livelli  Tipo 2 Tipo 3	
Sistema TT	-	5SD7422-0 oppure 5SD7432-7	Opzionale 5SD7432-7 (dato il basso livello di protezione U_p è utilizzabile anche il 5SD7422-0)
Edificio a rischio (LPL III e IV)			
parafulmine esterno distribuzione attraverso cavi aerei antenne a potenziale di terra		Protezione a tre livelli  Tipo 1 / Tipo 2 Tipo 3	
Sistema TT	5SD7412-2	5SD7422-0 oppure 5SD7432-7	Opzionale 5SD7432-7 (dato il basso livello di protezione U_p è utilizzabile anche il 5SD7422-0)

Parametri principali

SPD combinati Tipo 1 / Tipo 2

I_{imp} L-N/N-PE: 12,5/50 kA
 I_n L-N/N-PE: 12,5/50 kA
 U_p L-N/N-PE: $\leq 1,2/\leq 1,7$ kV
 U_c L-N/N-PE: 335/335 V c.a.
 T_a L-N/N-PE: 100/100 ns

SPD Tipo 2

I_n L-N/N-PE: 20/20 kA
 I_{max} L-N/N-PE: 40/40 kA
 U_p L-N/N-PE: $\leq 1,6/\leq 1,5$ kV
 U_c L-N/N-PE: 350/260 V c.a.
 T_a L-N/N-PE: 25/100 ns

SPD Tipo 3

I_n L-N/N-PE: 5/5 kA
 U_{uoc} L-N/N-PE: 6 kV
 U_p L-N/N-PE: $\leq 1,25/\leq 1,4$ kV
 U_c L-N/N-PE: 253/253 V c.a.
 T_a L-N/N-PE: 100/100 ns

12. SPD approvati secondo UL

12.1 UL 1449-4/-5 Definizione delle tipologie secondo UL

Questi requisiti riguardano i dispositivi di protezione contro le sovratensioni (SPD) chiusi e di tipo aperto progettati per la limitazione ripetuta delle sovratensioni transitorie come specificato nella norma su circuiti di alimentazione a 50 o 60 Hz non superiori a 1000 V e per applicazioni FV fino a 1500 V c.c. e designati come segue:

Tipo 1 - SPD collegati in modo permanente destinati all'installazione tra il secondario del trasformatore di servizio e il lato linea del servizio dispositivo di sovracorrente dell'apparecchiatura, nonché il lato carico, compresi i contenitori delle prese del misuratore di energia e gli SPD modulari destinati ad essere installati senza un dispositivo di protezione da sovracorrente esterno. Gli scaricatori di tipo 1 per l'uso negli impianti fotovoltaici possono essere collegati tra le stringhe del fotovoltaico e il quadro principale.

Tipo 2 - SPD collegati in modo permanente destinati all'installazione a valle del dispositivo di massima corrente delle apparecchiature di servizio; inclusi gli SPD situati nel pannello di derivazione e gli SPD modulari.

Tipo 3 - SPD del punto di utilizzo, installati a una lunghezza minima del conduttore di 10 metri (30 piedi) dal quadro di servizio elettrico al punto di utilizzo, ad esempio cavo collegato, plug-in diretto, tipo di presa e SPD installati presso l'apparecchiatura di utilizzo in fase di utilizzo protetto. Vedere la

marcatatura in tabella UL 85.4. La distanza (10 metri) è al netto dei conduttori provvisti o utilizzati per il fissaggio di SPD.

Tipo 4CA Component Assembly - Assieme di componenti costituiti da uno o più componenti di Tipo 5 insieme a un sezionatore (integrale o esterno) o un mezzo per soddisfare le prove di corrente limitata in tabella 45.4.

Component Assembly Tipo 1, 2, 3 - È costituito da un assieme di componenti di tipo 4 con protezione da cortocircuito interna o esterna.

Tipo 5 - Soppressori di sovratensione a componenti discreti, come MOV (varistori) che possono essere montati su un PWB (circuit stampato), collegati tramite i suoi conduttori o forniti all'interno di una custodia con mezzi di montaggio e terminazioni di cablaggio.

Salvo quanto indicato al punto 1.3, i prodotti oggetto della presente norma sono dimensionati e destinati al collegamento a circuiti o fonti di alimentazione aventi tensioni nominali come specificato nella tabella 45.1.

Un prodotto destinato al collegamento a un circuito CA o a una fonte di alimentazione diversa da quella specificata in 1.2 può essere esaminato e testato in conformità con l'intento dei requisiti della presente norma e, se ritenuto sostanzialmente equivalente, può essere ritenuto conforme a tale norma Standard.

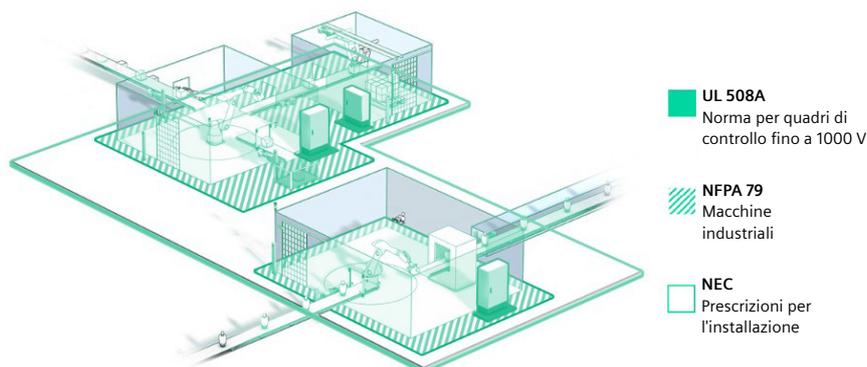


Figura 45: contesto normativo nordamericano

Campi di applicazione

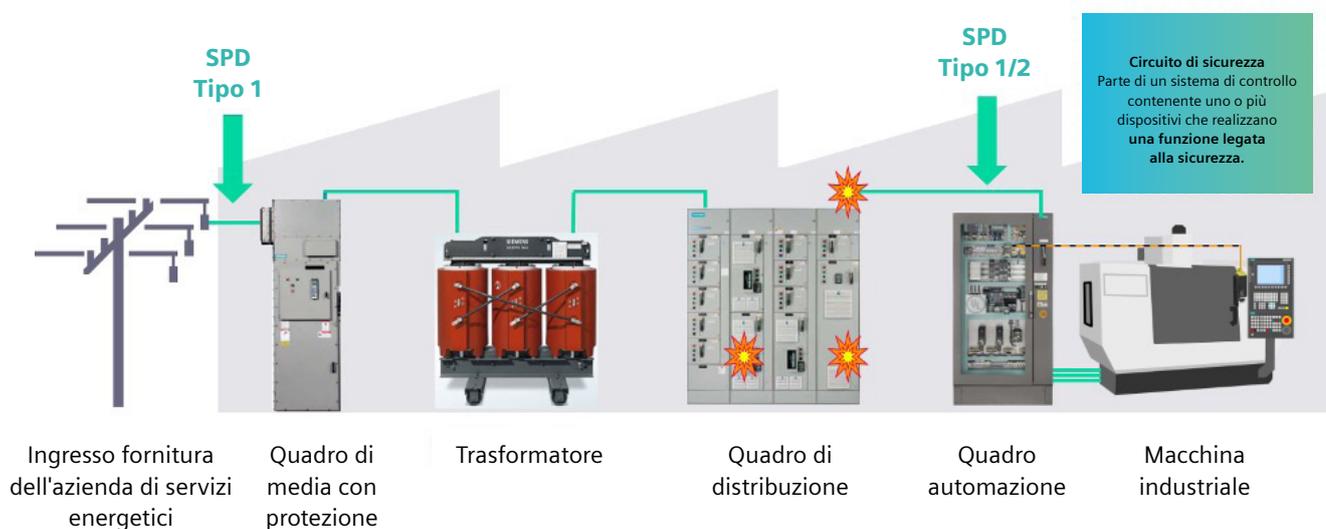


Figura 46: posizione degli SPD secondo le norme UL

12.2 Limitazioni d'utilizzo della serie 5SD74 nel mercato UL

Gli SPD serie 5SD74 per IEC sono Tipo 1, 2 oppure 3, per UL sono solo di tipo "4CA". Ciò vuol dire che sono componenti che vanno assemblati assieme ad altri, e hanno parecchie limitazioni nell'utilizzo; pertanto, possono essere utilizzati solo ai secondari dei circuiti di comando e controllo (es. al secondario di un trasformatore a 120 V c.a.), prevedendo una protezione da sovracorrente.

Eccezione: L'SPD Tipo 3 (IEC) 5SD7432-6 nel contesto UL può essere utilizzato come protezione da sovratensione di Tipo 2 (UL) delle prese monofase 120 V c.a. senza protezione da sovracorrente.

Nei prossimi paragrafi la guida tecnica tratta la serie di scaricatori approvati e certificati secondo le norme UL serie 5SD741.-1KU0. (KU = codice relativo a SPD UL Listed). Tuttavia tali SPD non possono essere installati nei quadri destinati a mercato IEC in quanto non dispongono del marchio CE.

12.3 SPD di Tipo 1 approvati UL (Listed)

Caratteristiche principali

- Scaricatori di sovratensione secondo norma UL 1449, 4ª edizione, collegato in modo permanente (SPD Open Type 1 Listed);
- soddisfano i requisiti di protezione da sovratensione NFPA 79 e NEC per i circuiti di sicurezza;
- resistenti alla corrente di corto circuito (SCCR) fino a 200 kA;
- non è necessaria alcuna protezione aggiuntiva da sovracorrente (fusibili);
- elevata capacità di scarica degli impulsi grazie ai potenti varistori all'ossido di zinco: I_{max} 50 kA;
- elevata affidabilità grazie al dispositivo interno di monitoraggio SPD "Thermo Dynamic Control";
- vibrazioni e urti testati secondo EN 60068-2;
- segnalazione remota per tutti i percorsi di protezione.

Dati di ordinazione

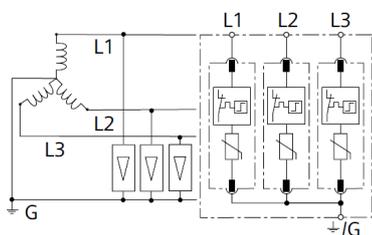
		480Y/277V (Wye)	600Y/347V (Wye)	480V (Delta)
Percorsi di protezione Tensione nominale U_n Corrente max. di scarica I_{max}		L-G/L-L, L-N/L-G/L-L/N-G 480Y/277V 50 kA	L-G/L-L, L-N/L-G/L-L/N-G 600Y/347V 50 kA	L-G/L-L 480 V 50 kA
				
Tipo di collegamento	u.m.			
Con segnalazione remota				
3P (3+0)	3	5SD7413-1KU02	5SD7413-1KU03	5SD7413-1KU04
4P (3+1)	4	5SD7414-1KU02	5SD7414-1KU03	-
Cartucce di ricambio				
Tipo 2 L-N, L-PEN				
Tipo 2 N-PE				

Dati tecnici

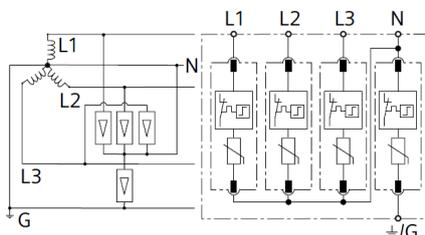
		5SD7413-1KU02	5SD7414-1KU02	5SD7413-1KU03	5SD7414-1KU03	5SD7413-1KU04
Normative di riferimento						
Normative di riferimento		UL 1449-4 (non disponibile il marchio CE)				
Approvazioni		ANSI/UL 1449 (open-type-1) & CSA-22.2 (type 4-1 component assembly)				
Tensione						
Livello di protezione U_p	L-G	1200 Vpk	1200 Vpk	1500 Vpk	1500 Vpk	1800 Vpk
	L-L	2500 Vpk	1800 Vpk	3000 Vpk	3000 Vpk	3000 Vpk
	L-G	-	2500 Vpk	-	2000 Vpk	-
	N-G	-	600 Vpk	-	600 Vpk	-
Corrente						
Corrente impulsiva di scarica I_{max} (8/20 μ s)		50 kA				
Corrente nominale di scarica I_n (8/20 μ s)		20 kA				
Morsetti						
Sezione conduttori	cavo flessibile	1,5 ... 25 mm ²				
	cavo rigido	1,5 ... 35 mm ²				
Dispositivo di protezione						
Max. fusibile di protezione		Non richiesto				
Resistenza al cortocircuito		200 kA				
Condizioni ambientali						
Grado di protezione		IP20, con conduttori connessi				
Temperatura d'esercizio		-40 ... + 80 °C				
Segnalazione cartuccia esaurita						
Indicazione ottica		sì				
Contatto di segnalazione		sì				

Schemi di collegamento

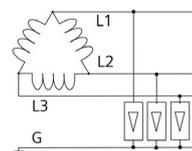
5SD7413-1KU02 (480 Y / 277 V)
5SD7413-1KU03 (600 Y / 347 V)



5SD7414-1KU02 (480 Y / 277 V)
5SD7414-1KU03 (600 Y / 347 V)

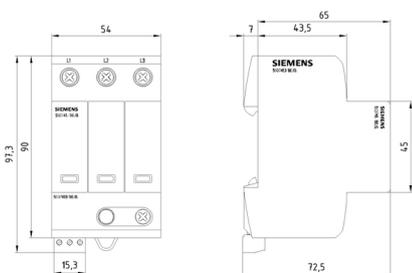


5SD7413-1KU04 (480 V DELTA)

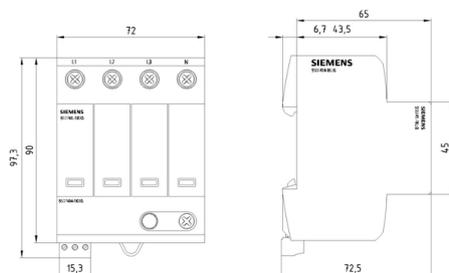


Dimensioni d'ingombro

5SD7413-1KU02 (480 Y / 277 V)
5SD7413-1KU03 (600 Y / 347 V)



5SD7414-1KU02 (480 Y / 277 V)
5SD7414-1KU03 (600 Y / 347 V)



5SD7413-1KU04 (480 V DELTA)

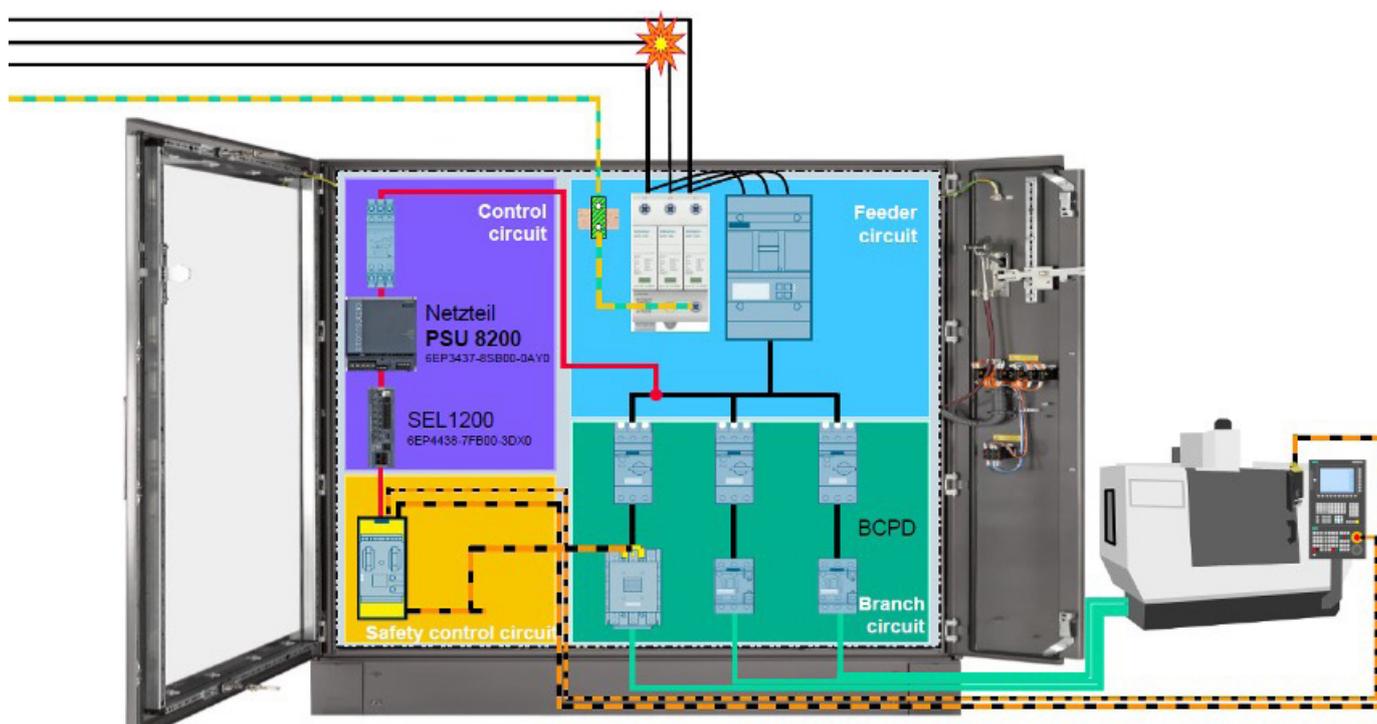
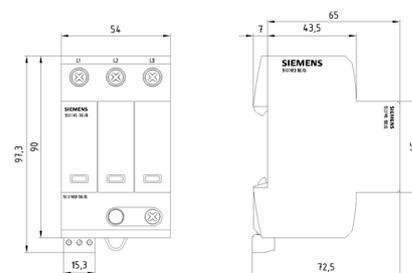


Figura 47: quadro di controllo protetto da SPD

12.4 Gli SPD prodotti e commercializzati da Siemens USA

Siemens USA produce e commercializza una gamma di SPD suddivisa in due serie, conformi alle normative UL 1449-4/-5.

Serie:

- TPS3
- TPS4 (novità, con aumento delle correnti impulsive di scarica)

Le due serie sono suddivise per campi di applicazione e per le diverse correnti impulsive di scarica; inoltre, sono disponibili diversi accessori che consentono una

facile installazione nei quadri e funzioni di conteggio degli eventi e di fine vita del dispositivo.

Per informazioni commerciali si prega di contattare la nostra rete di vendita mentre al seguente link sono disponibili i dati tecnici e gli esempi applicativi.

Link: <https://www.siemens.com/us/en/products/energy/low-voltage/surge-protection-devices.html>



Figura 48: SPD serie TPS3

13. Glossario

Scaricatori e limitatori di sovratensione

Definizione dei parametri tecnici

Tensione nominale di tenuta a impulso U_w

Tensione di tenuta a impulso assegnata dal costruttore a un apparecchiatura o a una parte di essa, per caratterizzare la capacità di tenuta del suo isolamento contro le sovratensioni.

Tensione nominale U_n

Corrisponde alla tensione nominale del sistema da proteggere. Nel caso di tensione alternata viene indicata in valore efficace.

Tensione max. continuativa (tensione di riferimento) U_c

È il valore efficace della tensione massima, che può essere applicata ai morsetti di collegamento dell'apparecchio di protezione da sovratensioni. Essa è la tensione massima, compresa nel campo definito non conduttore di uno scaricatore, la quale garantisce dopo l'innesco (intervento) il ripristino dell'isolamento.

Corrente impulsiva nominale di scarica I_n

È il valore di cresta di una corrente impulsiva della forma 8/20 μ s, alla quale lo scaricatore è riferito con un programma di prova ben definito.

Lo scaricatore per **reti di energia** deve scaricare la corrente impulsiva nominale di scarica, con la contemporanea applicazione della tensione max. continuativa U_c **per 20 volte**, senza che le altre caratteristiche peggiorino (I_{sn} secondo la norma VDE 0375-6).

Corrente impulsiva massima di scarica I_{max}

È il valore di picco massimo della corrente di prova della forma d'onda 8/20 μ s, con la quale non devono presentarsi danni meccanici allo scaricatore ($I_{sn max}$ secondo la norma DIN VDE 0675-6).

Corrente impulsiva di scarica I_{imp}

È una corrente impulsiva standardizzata della forma d'onda 10/350 μ s.

Essa rispecchia con i suoi parametri (valore di cresta, carica ed energia specifica) le sollecitazioni da correnti da scarica atmosferica.

Gli scaricatori costruiti per sollecitazioni con corrente impulsiva da scarica atmosferica devono essere in grado di scaricare diverse volte una corrente da fulmine senza danneggiarsi.

Corrente impulsiva complessiva di scarica

Il valore corrispondente alla portata complessiva di corrente impulsiva di apparecchi di protezione da sovratensioni multipolari e le combinazioni di apparecchi di protezione unipolari.

Livello di protezione U_p

Il livello di protezione di un apparecchio di protezione da sovratensioni è il valore di cresta momentaneo più alto della tensione ai morsetti di uno scaricatore, definito dalle prove singole standardizzate:

- tensione impulsiva di innesco 1,2/50 μ s (100%)
- tensione di innesco con una rapidità 1 kV/ μ s
- tensione residua con corrente impulsiva nominale di scarica.

Il livello di protezione caratterizza l'apparecchio di protezione da sovratensioni nella sua capacità di poter limitare le sovratensioni su un livello restante.

Inoltre viene determinato con il livello di protezione il luogo di montaggio di scaricatori adatti all'applicazione per reti di energia, in riferimento alla categoria di sovratensioni secondo CEI EN 60 439-1 (DIN VDE 0110-1:1997-04).

Caduta di tensione induttiva ΔU

È un valore in tensione che si presenta ai morsetti dell'SPD durante l'innesco. È dovuto alla lunghezza dei cavi di collegamento fra fase/neutro e terra. Si considera questo valore pari a circa 1 kV per metro di lunghezza e tende a peggiorare il livello di protezione U_p dell'SPD. È necessario che i cavi di collegamento tra fase e neutro e tra neutro e terra complessivamente non superino i 0,5 m di lunghezza.

Capacità di estinzione della corrente susseguente di rete I_e

È il valore efficace non influenzato (valore presunto) della corrente susseguente di rete che può essere interrotta autonomamente dall'apparecchio di protezione da sovratensioni con l'applicazione di U_c . Questa capacità viene testata nella prova di lavoro secondo DIN 0675-6/A1:1996-03.

Protezione da sovracorrenti sul lato rete/fusibile di protezione dello scaricatore

È un dispositivo di protezione da sovracorrenti (per esempio fusibile oppure interruttore magnetotermico) che viene installato, sul lato di alimentazione, all'esterno dello scaricatore, con lo scopo di interrompere la corrente di cortocircuito a frequenza industriale (50 Hz), quando viene superata la capacità di estinzione dell'apparecchio di protezione da sovratensioni.

Impulso combinato U_{oc}

L'impulso combinato viene prodotto da un generatore ibrido (1,2/50 μ s, 8/20 μ s) con un'impedenza fittizia interna di 2 Ω . La tensione a vuoto di questo generatore viene chiamata U_{oc} . L' U_{oc} viene indicata preferibilmente con scaricatori di Tipo 3.

Scaricatori N-PE

Sono apparecchi di protezione previsti esclusivamente per l'installazione tra il conduttore N e PE.

Corrente di guasto I_g

Valore di picco minimo della corrente di un fulmine, in grado di provocare danno a una linea.

Tensione residua U_{res}

Valore di picco della tensione che si manifesta tra i terminali di un SPD, a seguito del passaggio di una corrente di scarica.

Corrente di cortocircuito presunta di una rete di alimentazione I_p

Corrente che potrebbe fluire in un dato punto di un circuito, quando esso venga cortocircuitato in quel punto mediante un collegamento di impedenza trascurabile.

Valore nominale di interruzione della corrente susseguente

Corrente di cortocircuito presunta che un SPD è in grado di interrompere da solo.

Livello di protezione effettivo $U_{p/ff}$

Valore di picco della tensione misurata tra i conduttori dell'impianto BT e la barra di equipotenzializzazione (EBB), in presenza dell'SPD, durante il passaggio della corrente nominale di scarica o della corrente a impulso nell'SPD. Esso dipende dal livello di protezione dell'SPD e dalle cadute induttive nei collegamenti e negli eventuali dispositivi di protezione da sovracorrente.

Direzione commerciale
Siemens S.p.A.
Via Vipiteno, 4 - 20128 Milano

Organizzazione di vendita - Elenco Filiali

Direzione commerciale

n Siemens S.p.A.
Via Vipiteno, 4 - 20128 Milano

Organizzazione di vendita - Elenco Filiali

n **Macro Area Lombardia**

Provincie: Bergamo - Brescia - Cremona -
Lecco - Lodi - Piacenza - Sondrio - Como
-
Milano - Novara - Pavia - Varese - Verbania
Via Vipiteno, 4 - 20128 Milano

n **Macro Area Nord Ovest**

Regioni: Liguria, Piemonte (escluso
Novara e Verbania), Sardegna, Valle
D'Aosta

Genova

Via Enrico Melen, 83 - Cap 16152
Tel. 010-3434.764 - Fax 010-3434.689

Torino

Via del Drosso, 49 - Cap 10135
Tel. 011-6173.273 - Fax 011-6173.202

n **Macro Area Nord Est**

Regioni: Friuli Venezia Giulia, Trentino
Alto Adige, Veneto + Mantova

Padova

Via Prima Strada, 35 - Cap 35129
Tel. 049-8533.338 - Fax 049-8533.346

n **Macro Area Centro Nord**

Regioni: Emilia Romagna, Repubblica di
San Marino, Toscana + Ancona,
Pesaro-Urbino

Bologna

Via Trattati Comunitari Europei, 9
40127 Bologna (BO)
Tel. 051-6384.604 - Fax 051-6384.630

Firenze

Via Don Lorenzo Perosi, 4
50018 Scandicci (FI)
Tel. 055-7595.602 - Fax 055-7595.615

n **Macro Area Centro Sud**

Regioni: Abruzzo, Basilicata, Calabria,
Campania, Lazio, Molise, Puglia, Sicilia,
Umbria + Ascoli Piceno, Macerata,
Fermo + Malta

Filiale di Pescara

Via Albegna 3 - Cap 65128

Roma

Via Laurentina, 455 - Cap 00142
Tel. 06-59692.262 - Fax 06-59692.200

Bari

Via G. Lindemann 5/n
Zona Industriale Bari (BA)
Cap 70132
Tel.080-5387.410 - Fax 080-5387.404

Napoli

Via F. Imparato, 198 - Cap 80146
Tel. 081-2435.391 - Fax 081-2435.337

Siracusa

V.le S. Panagia, 141/e - Cap 96100
Tel. 0931-1962.435 - Fax 0931-1962.434

Siemens S.p.A.

Smart Infrastructure

Electrical Products

Via Vipiteno, 4
20128 Milano
Con riserva di modifiche
N di ordinazione 2370XE1A9241

Customer Support

Hot line, Service e Servizio ricambi
Tel. 02 243 68994
Fax 02 243 62100
e-mail: support.italy.automation@siemens.com

Le informazioni riportate in questo catalogo contengono descrizioni o caratteristiche che potrebbero variare con l'evolversi dei prodotti o non essere sempre appropriate, nella forma descritta, per il caso applicativo concreto. Le caratteristiche richieste saranno da considerare impegnative solo se espressamente concordate in fase di definizione del contratto. Con riserva di disponibilità di fornitura e modifiche tecniche. Tutte le denominazioni dei prodotti possono essere marchi oppure denominazioni di prodotti della Siemens AG o di altre ditte fornitrici, il cui utilizzo da parte di terzi per propri scopi può violare il diritto dei proprietari.

www.siemens.it/EP