



Basi sulle protezioni contro i fulmini e le sovratensioni

Dalla generazione delle sovratensioni
al più ampio concetto di protezione

Vicini ai nostri clienti e ai nostri partner in tutto il mondo

Phoenix Contact è un'azienda leader, operativa a livello internazionale, con sede in Germania. Il Gruppo offre componenti, sistemi e soluzioni all'avanguardia per il settore elettrotecnico, elettronico e dell'automazione. Una rete globale in oltre 100 paesi con 15.000 dipendenti garantisce la necessaria vicinanza ai clienti.

Con un'ampia gamma di prodotti innovativi, offriamo ai nostri clienti soluzioni orientate al futuro per le più svariate applicazioni industriali, in particolare per i settori dell'energia, dell'infrastruttura, dei processi e dell'automazione.





Basi sulle protezioni contro i fulmini e le sovratensioni

Vogliamo essere al vostro fianco con soluzioni convincenti, ma anche con consigli e con un'assistenza professionale. Ad esempio, fornendo informazioni di base relativamente alle tecnologie e al concetto di elettrotecnica. Questa brochure fornisce una sintesi sulla protezione contro i fulmini e le sovratensioni degli impianti elettrici. Scoprite in breve le informazioni più importanti e trovate le soluzioni più adatte agli svariati campi applicativi in questo settore. Oppure approfondite le vostre conoscenze sul contesto e sulle correlazioni, note solitamente solo agli esperti.

Vi auguriamo - nel vero senso della parola - una lettura all'insegna della tensione!

Soluzioni all'avanguardia

Phoenix Contact dà molto valore alla competenza e alla qualità nei settori dello sviluppo e della produzione. Tutte le tecnologie fondamentali sono di casa, da Phoenix Contact: dall'engineering alla costruzione utensili, dalla lavorazione di metalli e materie plastiche alle fasi di sviluppo e produzione in campo elettronico. Sin dal 1983, Phoenix Contact sviluppa e produce sistemi di protezione contro le sovratensioni ed è oggi fornitore leader in questo settore. L'azienda offre soluzioni innovative per ogni settore e campo applicativo, tra cui:

- Alimentatori
- Sistemi di misura, controllo e regolazione
- Sistemi di trasmissione dati
- Impianti ricetrasmittenti

In questo campo, Phoenix Contact vanta una pluriennale esperienza e una profonda competenza nei settori dello sviluppo e della produzione. Ne è un esempio il laboratorio per scariche atmosferiche e sovracorrenti realizzato all'interno dell'azienda, il più efficiente e accreditato laboratorio a livello mondiale. È la sede ideale per test precisi e costantemente ottimizzati, per una ricerca di base orientata alle applicazioni, per la realizzazione di soluzioni in grado di trasformare le attuali conoscenze scientifiche in applicazioni pratiche.

In breve: prodotti d'alta qualità, sempre all'avanguardia.

Domande e risposte

Sicuramente sono molte le domande a cui volete dare una risposta: dalla domanda fondamentale su come si formano le sovratensioni ai dettagli tecnici sui sistemi di rete o sui singoli componenti di un sistema di protezione completo, fino al dispositivo terminale. Ecco alcune informazioni di base:

**Cosa si intende per sovratensione?
Come si crea?**

→ Capitolo 1, pagina 6

**Quali danni possono causare
le sovratensioni?**

→ Capitolo 1.5, pagina 9

**Come funziona la protezione contro
le sovratensioni?**

→ Capitolo 2.1, pagina 10

**Quali sono le norme che regolano la
protezione contro le sovratensioni?**

→ Capitolo 2.2, pagina 11

Cosa si intende per sistema di protezione completo contro le sovratensioni?

→ Capitolo 2.3 e seguenti, pagina 13

Come si può certificare la qualità dei dispositivi di protezione contro le sovratensioni?

→ Capitolo 3.3, pagina 18

→ Capitolo 4, pagina 22

In quali applicazioni la protezione contro le sovratensioni diventa particolarmente importante?

→ Capitolo 6, pagina 28

Spiegazione dei termini

→ Capitolo 7, pagina 64



Indice

1. Sovratensioni	6
1.1 Fenomeno della sovratensione	6
1.2 Cause	7
1.3 Tipi di accoppiamento	8
1.4 Modalità	8
1.5 Effetti e danni	9
2. Protezione contro le sovratensioni: cosa bisogna osservare?	10
2.1 Come funziona la protezione contro le sovratensioni	10
2.2 Norme in materia di protezione contro le sovratensioni e le scariche atmosferiche	11
2.3 Misure e dispositivi di protezione fondamentali	13
2.4 Zone di protezione contro i fulmini	14
2.5 Il principio del circuito di protezione	15
3. Classificazione e controllo dei dispositivi di protezione contro le sovratensioni	16
3.1 Requisiti secondo la norma IEC 61643	16
3.2 Parametri importanti per i dispositivi di protezione contro le sovratensioni	17
3.3 Manutenzione e controllo secondo IEC 62305	18
3.4 Tecnologie per test sugli impulsi e sovracorrenti	20
4. Qualità dei dispositivi di protezione contro le sovratensioni	22
4.1 Dichiarazione di conformità CE	22
4.2 Organismi di certificazione indipendenti	23
4.3 Competenza nella protezione contro le sovratensioni	24
5. Sistema di misurazione della corrente atmosferica	26
5.1 Monitoraggio intelligente	26
5.2 Registrazione della corrente atmosferica	27
6. Campi di impiego	28
6.1 Protezione dei sistemi in corrente alternata	28
6.2 Protezione dei sistemi in corrente continua con fonti di tensione lineari	41
6.3 Protezione dei sistemi in corrente continua negli impianti fotovoltaici	43
6.4 Protezione dei circuiti di trasmissione dei segnali con tecnica MCR	48
6.5 Protezione dei circuiti di trasmissione dei segnali nei sistemi informatici	60
6.6 Protezione dei circuiti di trasmissione dei segnali nei sistemi di telecomunicazione	62
6.7 Protezione dei circuiti di trasmissione dei segnali negli impianti ritrasmettenti	63
7. Glossario	64
8. Bibliografia	67

1 Sovratensioni

Negli impianti elettrici e nei sistemi elettronici si possono generare vari tipi di sovratensioni, che si distinguono soprattutto per durata ed ampiezza. Secondo la causa che l'ha generata, una sovratensione può durare da poche centinaia di microsecondi ad alcune ore o giorni. L'ampiezza può variare da pochi millivolt fino a decine di migliaia di volt. Una particolare causa delle sovratensioni è data dalle scariche elettriche dei fulmini. Le scariche dirette e indirette possono generare, da un lato, sovratensioni di ampiezza notevole, dall'altro, lunghi flussi di corrente con un forte impatto negativo.

1.1 Fenomeno della sovratensione

Ogni dispositivo elettrico è caratterizzato da una resistenza di isolamento specifica nei confronti delle tensioni impulsive. Se il livello di una sovratensione supera questa resistenza, si possono verificare disturbi o danni. Le sovratensioni con ampiezza di alcuni Kilovolt, di norma sono sovratensioni cosiddette transitorie, ossia di durata relativamente breve, compresa tra pochi e alcune centinaia di microsecondi.

L'ampiezza notevole e la breve durata implicano picchi di tensione e brusche variazioni, il cui effetto può essere contrastato solo da una protezione contro le sovratensioni.

Il gestore di un impianto elettrico può proteggersi dal pericolo di eventuali danni materiali con una polizza assicurativa, tuttavia i tempi di fermo dell'impianto fino al momento della riparazione costituiscono un problema.

Questo periodo di fermo, spesso, non è coperto dalla polizza assicurativa e può diventare rapidamente molto oneroso, soprattutto rispetto ai costi di un sistema di protezione contro le sovratensioni e le scariche atmosferiche.

1.2 Cause

La durata e l'ampiezza tipiche di una sovratensione variano in funzione della causa.

Scariche atmosferiche

Le scariche atmosferiche (lightning electromagnetic pulse, LEMP), tra tutte le cause di sovratensione, presentano il maggiore potenziale distruttivo. Causano sovratensioni transitorie che possono propagarsi a lunga distanza e sono spesso associate a correnti impulsive di notevole ampiezza. Già gli effetti indiretti di una fulminazione possono generare una sovratensione di diversi Kilovolt e correnti impulsive di decine di migliaia di ampere. Nonostante la brevissima durata - da pochi ad alcune centinaia di microsecondi - un evento simile può causare l'arresto totale o persino il guasto irreversibile dell'impianto coinvolto.

Procedure di commutazione

La procedure di commutazione generano impulsi elettromagnetici (switching electromagnetic pulse, SEMP), che provocano a loro volta sovratensioni che si possono propagare sui conduttori elettrici. I flussi di corrente molto forti e di breve durata generati da



Fig. 1: Le scariche di fulmine hanno un altissimo potenziale distruttivo

un cortocircuito o dal collegamento di utenze con correnti d'inserzione elevate, possono indurre sovratensioni transitorie.

Scariche elettrostatiche

Le scariche elettrostatiche (electrostatic discharge, ESD) insorgono quando dei corpi con potenziale elettrostatico differente si avvicinano e si verifica uno scambio di carica. Negli impianti elettrici e nei sistemi elettronici, la carica elettrostatica di un corpo può raggiungere un livello così elevato da causare una scarica su un corpo con

un potenziale differente. L'improvviso scambio di carica causa una tensione impulsiva di breve durata. Questo rappresenta un pericolo, soprattutto per i componenti elettronici sensibili.



Fig. 2: I motori elettrici ad alta potenza inducono sovratensioni con elevate correnti d'inserzione

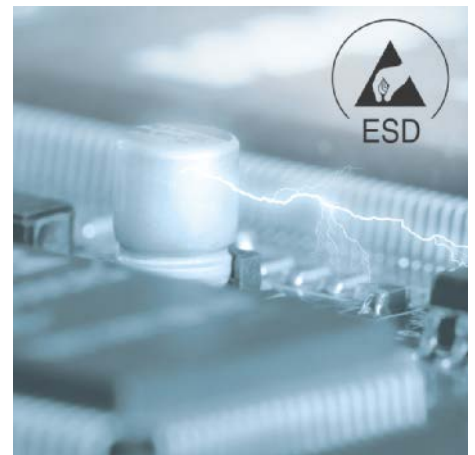


Fig. 3: Le scariche elettrostatiche mettono a rischio soprattutto i componenti elettronici sensibili

1.3 Tipi di accoppiamento

Le sovratensioni possono raggiungere un circuito elettrico in diversi modi. Normalmente, si tratta di una sovrapposizione di singole modalità di accoppiamento.

Accoppiamento galvanico

Due circuiti elettrici elettricamente collegati tra loro si possono influenzare reciprocamente. Una variazione di tensione o di corrente in un circuito provoca una reazione in un altro circuito.

Accoppiamento induttivo

Un flusso di corrente in rapida ascesa attraverso un conduttore, genera un campo magnetico che varia rapidamente d'intensità intorno al conduttore.

Se nello stesso campo magnetico si trova un altro conduttore, in seguito alla variazione d'intensità del campo, per la legge dell'induzione si genera su di esso una differenza di potenziale.

Accoppiamento capacitivo

Tra due punti con diverso potenziale si genera un campo elettrico. I portatori di carica dei corpi che si trovano all'interno del campo, si orientano in funzione della direzione e dell'intensità del campo, secondo il principio fisico dell'influenza reciproca. Anche all'interno del corpo si genera così una differenza di potenziale, ossia una differenza di tensione.

1.4 Modalità

Sovratensione trasversale (sovratensione simmetrica, sovratensione di modo differenziale)

Sovratensioni simmetriche mettono a rischio, in primo luogo, i dispositivi che si trovano tra due potenziali attivi. Possono causare danni se viene superata la tensione di tenuta agli impulsi del dispositivo.

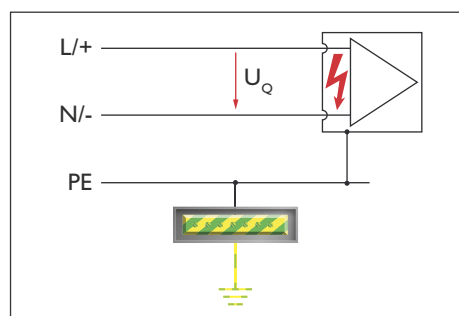


Fig. 4: Tensione trasversale

Sovratensione longitudinale (sovratensione asimmetrica, sovratensione di modo comune)

Le tensioni asimmetriche mettono a rischio, in primo luogo, i dispositivi che si trovano tra i potenziali attivi (conduttori di fase e neutro) e il potenziale di terra. Possono causare danni, se la resistenza di isolamento del dispositivo viene superata.

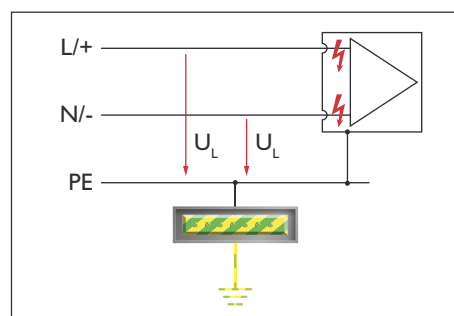


Fig. 5: Tensione longitudinale

1.5 Effetti e danni

L'associazione tedesca degli assicuratori (GDV) pubblica regolarmente statistiche che illustrano lo sviluppo dell'ammontare dei danni in funzione delle varie cause. Secondo questi studi, i fulmini e le sovratensioni, dopo gli incendi e le tempeste, sono le principali cause di danno. Nel 2012 la percentuale dei danni assicurati era pari al 18%. In altre parole, un danno su cinque coperto da assicurazione è causato da sovratensione.

I danni o i malfunzionamenti dei dispositivi sono provocati da sovratensioni più spesso di quanto si possa immaginare. Secondo le statistiche della GDV, le sovratensioni sono addirittura la causa principale dei danni alle apparecchiature. E queste cifre si riferiscono esclusivamente ai danni che provocano un incendio.

Dalla fig. 6 si evince che i danni causati da sovratensioni e scariche atmosferiche segnalati alla GDV nel 2013 sono diminuiti di circa il 20% rispetto all'anno precedente. Le prestazioni

finanziarie delle assicurazioni, tuttavia, sono diminuite solo del 10%. Da un confronto con i valori del 2010, risulta un aumento dei costi di circa il 20%. Secondo le compagnie di assicurazione, una delle cause è imputabile al fatto che, in casa, si utilizzano sempre più apparecchiature elettroniche sensibili. Di media, ogni singolo caso di danni da scariche atmosferiche e/o sovratensioni nel 2013 si aggira intorno agli 800 €. Si tratta del valore più elevato dall'inizio della statistica.

Negli impianti industriali le conseguenze di un guasto, ad esempio i tempi di fermo o la perdita di dati, possono essere molto più gravi. Il guasto di un dispositivo industriale o di un macchinario causa spesso dei costi che superano di gran lunga quelli della riparazione.

Per esempio, il guasto di un'antenna per la telefonia mobile comporta per il gestore una spesa di diversi euro al secondo. Calcolato su un giorno intero, si raggiungono cifre di oltre 100.000 €.

Per questa ragione, un sistema efficace di protezione contro le sovratensioni per gli impianti industriali e commerciali è imprescindibile. Non si tratta solo di proteggere le persone contro gli incendi, ma anche di limitare il rischio finanziario.

Un altro aspetto a favore della necessità di una protezione contro i fulmini e le sovratensioni, è l'aumento della probabilità statistica di fulminazione. Diversi studi dimostrano che il riscaldamento globale favorisce la formazione dei temporali. Questo sviluppo non si limita alle regioni già a rischio di fulminazione, ma coinvolge tutte le aree del pianeta.

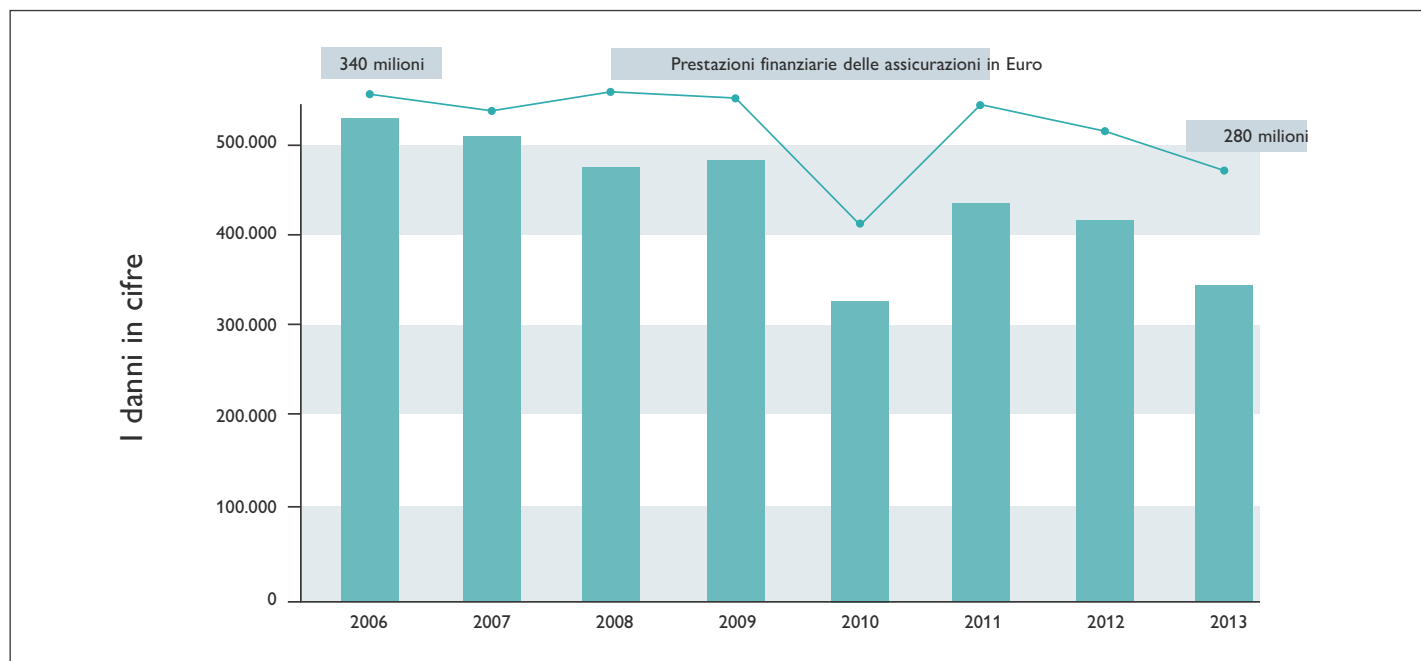


Fig. 6: Danni causati dalla fulminazione e dalle sovratensioni e prestazioni finanziarie delle assicurazioni

2

Protezione contro le sovratensioni: cosa bisogna osservare?

Una protezione efficace contro le sovratensioni non va semplicemente installata. Deve essere adattata alle esigenze specifiche dell'impianto e alle condizioni ambientali locali. Per questa ragione, progetto e concetto vanno studiati a fondo. Sono molti i dettagli da considerare: dal rispetto delle norme e delle prescrizioni fino alla realizzazione di un progetto di zone di protezione contro i fulmini.

2.1 Come funziona la protezione contro le sovratensioni

La protezione contro le sovratensioni ha lo scopo di garantire che le sovratensioni non danneggino l'impianto, le apparecchiature o i dispositivi terminali.

Per questa ragione i dispositivi di protezione contro le sovratensioni (surge protective device, SPD) devono assolvere due funzioni fondamentali:

- Limitare la sovratensione e la sua ampiezza, in modo da impedire il superamento della resistenza di

isolamento dei dispositivi.

- Scaricare le correnti impulsive associate alle sovratensioni.

Il funzionamento di un sistema di protezione contro le sovratensioni può essere facilmente illustrato sulla base dello schema dell'alimentazione elettrica di un'apparecchiatura (fig. 7).

Come descritto nel capitolo 1.4, una sovratensione può insorgere tra due conduttori attivi sotto forma di

tensione trasversale (fig. 8), oppure tra due conduttori attivi e il conduttore di terra/potenziale di terra sotto forma di tensione longitudinale (fig. 9).

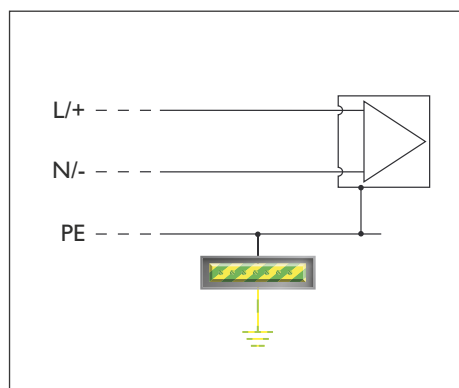


Fig. 7: Schema dell'alimentazione elettrica di un'apparecchiatura

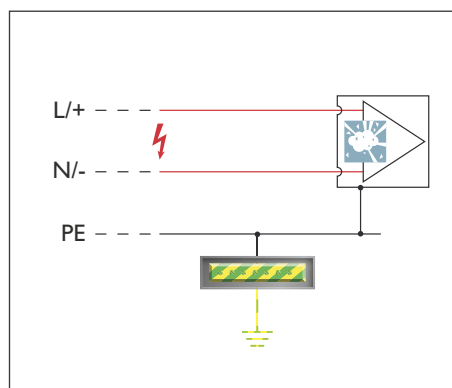


Fig. 8: Effetti di una sovratensione sotto forma di tensione trasversale

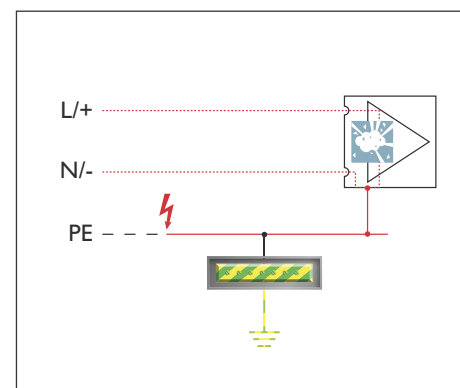


Fig. 9: Effetti di una sovratensione sotto forma di tensione longitudinale

Per questo i dispositivi di protezione contro le sovratensioni vengono installati in parallelo con l'apparecchiatura, tra i conduttori attivi (fig. 10) e tra i conduttori attivi e il conduttore di terra (fig. 11).

Un dispositivo di protezione contro le sovratensioni funziona in modo analogo a un interruttore, che si chiude per la breve durata della sovratensione. In questo modo si genera un breve cortocircuito e le correnti impulsive possono fluire verso terra o verso la rete di alimentazione. Viene così limitata la differenza di tensione (fig. 12 e fig. 13). Questo breve cortocircuito dura tanto quanto il fenomeno di sovratensione, vale a dire solitamente pochi millisecondi. In questo modo l'apparecchiatura viene protetta e può continuare a funzionare indisturbata.

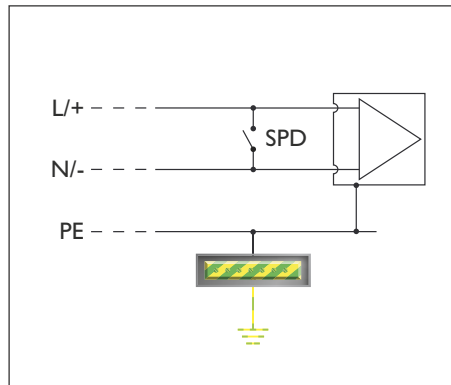


Fig. 10: SPD tra i conduttori attivi

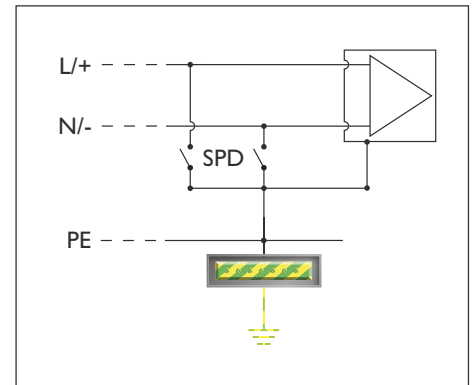


Fig. 11: SPD tra i conduttori attivi e il conduttore di terra

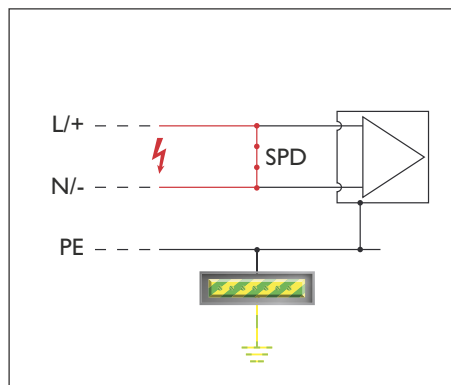


Fig. 12: SPD tra conduttori attivi nel caso di una tensione trasversale

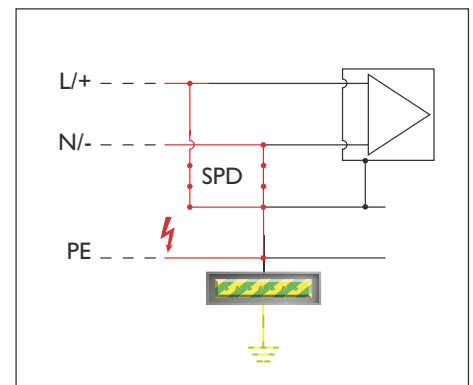


Fig. 13: SPD tra i conduttori attivi e il conduttore di terra nel caso di una tensione longitudinale

2.2 Norme in materia di protezione contro le sovratensioni e le scariche atmosferiche

Le norme nazionali e internazionali forniscono informazioni utili per la progettazione di un sistema di protezione contro le sovratensioni e le scariche atmosferiche, come pure sul dimensionamento dei singoli dispositivi di protezione. Si distinguono le seguenti misure di protezione:

- Misure di protezione contro i fulmini: sono indicate nella normativa IEC 62305 [1] [2] [3] [4] (CEI EN 62305 [1] [2] [3] [4]) relativa alla protezione contro i fulmini. Una parte fondamentale è l'analisi dei rischi,

che analizza la necessità, l'entità e l'economicità di un sistema di protezione.

- Misure di protezione contro i fattori d'influenza atmosferici o le azioni di commutazione: gli argomenti sono trattati nella norma IEC 60364-4-44 [5] (CEI 64-8-4-44).

Oltre alle norme indicate, devono essere osservate anche le disposizioni di legge nazionali e locali, che spesso impongono l'uso di sistemi di protezione contro le sovratensioni. Nei capitoli seguenti non viene fatto riferimento

alle regolamentazioni nazionali. I riferimenti normativi rimandano, per quanto possibile, ai documenti IEC internazionali.

2.2.1 Protezione contro i fulmini secondo la norma IEC 62305 (CEI EN 62305)

Parte 1: Caratteristiche delle fulminazioni

Nella parte 1 di questa normativa [1] sono descritte le caratteristiche tipiche, la probabilità di occorrenza e il potenziale distruttivo delle fulminazioni.

Parte 2: Analisi dei rischi

L'analisi dei rischi secondo la parte 2 di questa norma [2] descrive un procedimento che consente di analizzare, in primo luogo, la necessità di una protezione dai fulmini per un fabbricato. Le varie cause dei danni, come la fulminazione diretta di un edificio, vengono analizzate tanto a fondo quanto l'entità dei danni conseguenti.

- Perdita di vite umane
- Perdita di servizi tecnici per il settore pubblico
- Perdita di beni culturali insostituibili
- Perdite economiche

Vengono stimati i vantaggi economici,

sulla base di un confronto tra i costi annuali complessivi per l'installazione di un sistema di protezione contro i fulmini e i costi dei danni potenziali che si potrebbero verificare se tale sistema non fosse implementato. Base per la considerazione dei costi sono le spese di progettazione, installazione e manutenzione del sistema di protezione contro i fulmini.

Parti 3 e 4: Prescrizioni e suggerimenti per la progettazione

Se dall'analisi dei rischi risulta che la protezione contro i fulmini è necessaria ed economicamente conveniente, il tipo e l'entità delle misure concrete di protezione possono essere pianificati facendo riferimento alle parti 3 [3] e 4 [4] di questa norma. Determinante per il tipo e l'entità degli interventi è il cosiddetto livello di pericolo risultante dall'analisi dei rischi.

Nei fabbricati che richiedono un elevato grado di sicurezza, tutti i fulmini devono essere intercettati e scaricati. Negli impianti in cui un rischio residuo più elevato è accettabile, è ammissibile

che i fulmini di ampiezza ridotta non vengano "catturati". La fig. 14 illustra, in funzione del livello di pericolo, i valori di ampiezza più piccoli dei fulmini che possono ancora essere intercettati e i valori di ampiezza maggiori dei fulmini che possono essere scaricati in modo sicuro. Questo fenomeno è espresso con le classi di protezione contro i fulmini, che vanno da I a IV.

Le classi descrivono anche la probabilità di captazione in caso di fulminazione. La classe maggiore indica un grado di probabilità di captazione del 99%.

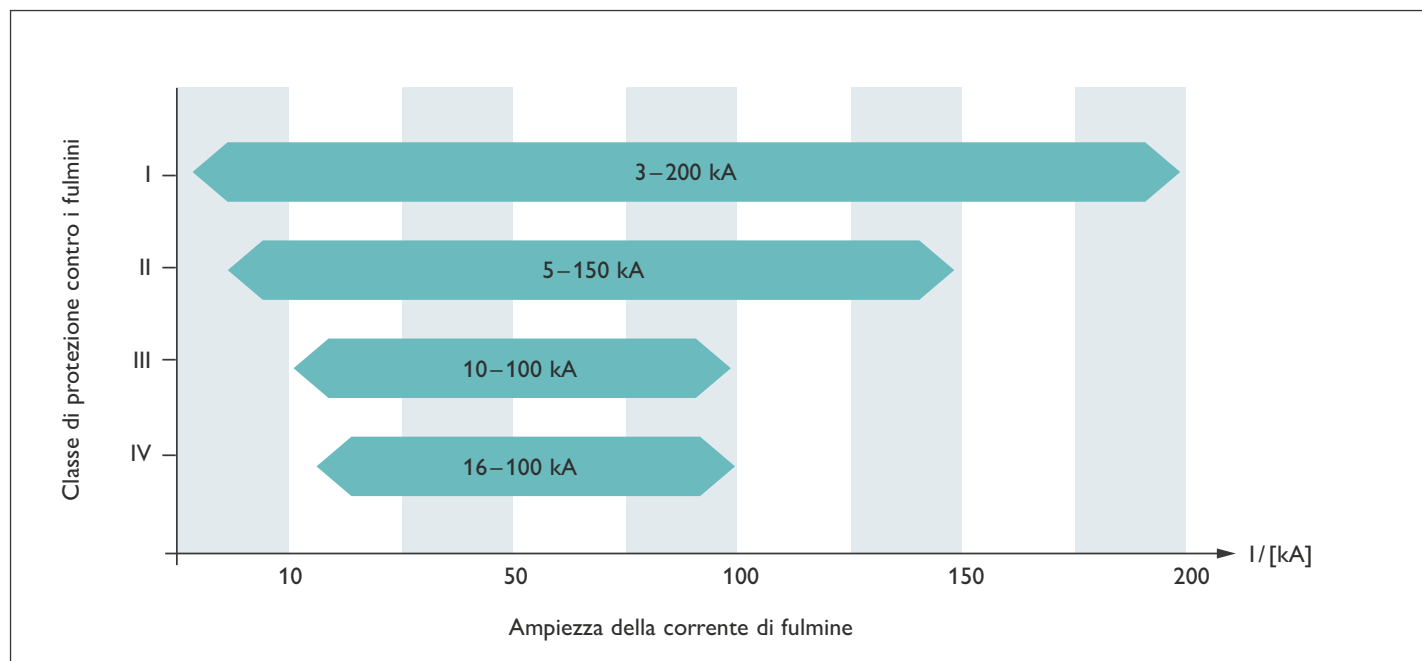


Fig. 14: Classi di protezione contro i fulmini secondo la norma IEC 62305-1 [1] con valori minimi e massimi dell'ampiezza della corrente di fulmine

2.2.2 Protezione contro le sovratensioni secondo IEC 60364-4-44 (CEI 64-8-4-44)

La norma IEC 60364-4-44 [5] descrive, tra l'altro, i requisiti dei sistemi di protezione per gli impianti elettrici contro le sovratensioni transitorie causate dalle scariche atmosferiche.

Il campo applicativo della normativa include le sovratensioni transitorie che vengono trasmesse dal sistema di alimentazione elettrica. Questo include, oltre alle sovratensioni generate dai processi di commutazione, anche la fulminazione diretta di una linea di alimentazione. Non vengono invece considerate le scariche dirette sui fabbricati o nelle immediate vicinanze, cui fa invece riferimento la normativa

IEC 62305 [1-4]. Esulano dal campo di applicazione della normativa gli impianti seguenti:

- fabbricati a rischio di esplosione
 - fabbricati il cui danneggiamento potrebbe causare danni ambientali (come impianti chimici o impianti nucleari).
- I dispositivi di protezione contro le sovratensioni vanno installati secondo la norma IEC 60364-4-44, se eventuali sovratensioni transitorie possono influire:
- sulla vita delle persone, come negli impianti di sicurezza utilizzati in campo medico;
 - su impianti pubblici e culturali, come centri di comunicazione o musei, con conseguente interruzione dei servizi di pubblica utilità;

- su attività industriali o commerciali, come hotel, banche, centri industriali, commerciali e agricoli.

In tutti gli altri casi, è necessario eseguire un'analisi dei rischi secondo la normativa internazionale.

Esistono nazioni in cui la normativa impone l'uso di sistemi di protezione contro le sovratensioni; in tal caso, la valutazione del rischio non è necessaria.

2.3 Misure e dispositivi di protezione fondamentali

La protezione completa di un fabbricato contro i danni da fulminazione e sovratensioni richiede misure e dispositivi di protezione compatibili e coordinati. Segue una suddivisione di massima:

- Protezione contro i fulmini esterna
- Protezione contro i fulmini interna
- Messa a terra ed equipotenzializzazione
- Sistema coordinato di SPD

2.3.1 Protezione contro i fulmini esterna

La protezione contro i fulmini esterna (fig. 15) ha il compito di intercettare i fulmini che si avvicinano all'oggetto da proteggere e di deviare la corrente dal punto di fulminazione per scaricarla a terra. Si deve evitare la formazione di scintille pericolose. I danni causati da effetti termici, magnetici o elettrici devono essere esclusi con una

progettazione e un dimensionamento adeguati. La protezione contro i fulmini esterna è un sistema formato da tre elementi: il captatore, le calate e l'impianto di messa a terra.

Per la progettazione e la costruzione dei sistemi di protezione contro i fulmini esterni, è vincolante la parte 3 della norma IEC 62305 [3]. Fondamentali sono la determinazione e la definizione della classe di protezione contro i fulmini, che si basano sull'analisi dei rischi. In mancanza di prescrizioni e specifiche sulla protezione contro i fulmini esterna, si raccomanda la classe di protezione III.

È altrettanto importante determinare la posizione dei captatori nell'edificio. Per questo esistono tre procedure:

- metodo della sfera rotolante
- metodo dell'angolo di protezione
- metodo della maglia

Per l'isolamento del sistema di protezione contro i fulmini esterno si

deve rispettare una distanza minima tra i cavi elettrici e gli elementi metallici, la cosiddetta distanza di separazione.



Fig. 15 Protezione contro i fulmini esterna sull'esempio di una casa unifamiliare

2.3.2 Protezione contro i fulmini interna

La protezione contro i fulmini interna ha lo scopo di impedire la formazione di scintille pericolose all'interno dell'impianto. Le scintille possono essere generate da sovratensioni legate ai fulmini nel sistema di protezione esterno o in altri componenti conduttori del fabbricato.

Il sistema di protezione interno consiste in un sistema di equipotenzializzazione e nell'isolamento elettrico dal sistema di protezione esterno, mediante distanze sufficienti o materiali adeguati.

La protezione contro i fulmini equipotenziale ha lo scopo di ridurre le differenze di potenziale pericolose. In sostanza, il sistema di protezione contro i fulmini viene collegato a una serie di elementi metallici, ai sistemi interni e ai sistemi elettrici ed elettronici all'interno dell'impianto. Il collegamento avviene tramite conduttori equipotenziali, dispositivi di protezione contro le sovratensioni e spinterometri di sezionamento.

2.3.3 Messa a terra e ed equipotenzializzazione

L'impianto di messa a terra ha il compito di scaricare a terra la corrente atmosferica intercettata. In questo contesto, per un deviazione efficace della corrente del fulmine, è determinante la geometria dell'impianto di messa a terra e non la resistenza della messa a terra. Anche un'efficace equipotenzializzazione è importante. L'equipotenzializzazione collega tra loro via cavo tutti i conduttori elettrici. I conduttori attivi sono collegati all'equipotenzializzazione tramite dispositivi di protezione contro le sovratensioni.

2.3.4 Sistema coordinato di SPD

Per sistema coordinato di SPD si intende un sistema a più livelli di dispositivi di protezione contro le sovratensioni compatibili.

Per la realizzazione di un sistema SPD efficiente, si raccomanda di rispettare le seguenti condizioni:

- Suddivisione del fabbricato nelle cosiddette zone di protezione contro i fulmini.
- Coinvolgimento di tutti i conduttori che attraversano i confini di zona con SPD adeguati nell'equipotenzializzazione locale.
- Coordinamento di vari tipi di SPD: i dispositivi devono rispondere in modo coordinato, per impedire il sovraccarico dei singoli SPD.
- Impiego di cavi corti per il collegamento degli SPD tra conduttori attivi ed equipotenzializzazione.
- Posa separata di conduttori protetti e non protetti.
- Nella protezione contro le sovratensioni dei circuiti di trasmissione dei segnali, si raccomanda di collegare a terra i dispositivi solo tramite i singoli SPD.

2.4 Zone di protezione contro i fulmini

I punti d'installazione dei dispositivi di protezione contro le sovratensioni all'interno di un fabbricato sono definiti dal cosiddetto concetto delle zone di protezione contro i fulmini, parte 4 della norma IEC 62305 [4].

Questa prevede la suddivisione di un fabbricato in zone di protezione contro i fulmini (lightning protection zone, LPZ), con potenziale di pericolo in diminuzione dall'esterno all'interno. Nelle zone esterne si possono utilizzare solo apparecchiature non sensibili, mentre in quelle interne sono ammessi anche equipaggiamenti elettrici sensibili.

Segue una descrizione dettagliata delle singole zone.

LPZ 0_A

Zona non protetta all'esterno di un edificio, in cui è possibile la fulminazione diretta. Pericoli e danni possono derivare dall'accoppiamento diretto delle correnti atmosferiche nei cavi e il campo magnetico non smorzato della scarica atmosferica.

LPZ 0_B

Zona all'esterno dell'edificio protetta dalla fulminazione diretta, ad esempio tramite un captatore. Pericoli e danni possono derivare dal campo magnetico non smorzato della scarica atmosferica e dalle correnti impulsive prodotte sui cavi.

LPZ 1

Zona all'interno dell'edificio in cui sono prevedibili correnti impulsive e/o sovratensioni ad alta energia e forti campi elettromagnetici.

LPZ 2

Zona all'interno di un edificio in cui sono prevedibili correnti impulsive e/o sovratensioni e campi elettromagnetici fortemente attenuati.

LPZ 3

Zona all'interno dell'edificio in cui sono prevedibili solo correnti impulsive e/o sovratensioni estremamente basse o nulle e campi elettromagnetici deboli o nulli.

Su tutti i conduttori che attraversano i confini di zona è necessario installare dispositivi coordinati di protezione contro le sovratensioni (fig. 16), la cui capacità di dispersione dipende dalla classe target di protezione contro i fulmini, definita dalle norme di legge, dai regolamenti ufficiali delle compagnie di assicurazione o da un'analisi dei rischi. Per la scelta dei dispositivi di protezione contro le sovratensioni si deve presumere, come stabilito dalla normativa, che il 50% della corrente atmosferica debba essere deviata a terra. Il restante 50% della corrente atmosferica attraversa l'equipotenzializzazione principale e raggiunge l'impianto elettrico, da dove deve essere deviato dal sistema SPD.

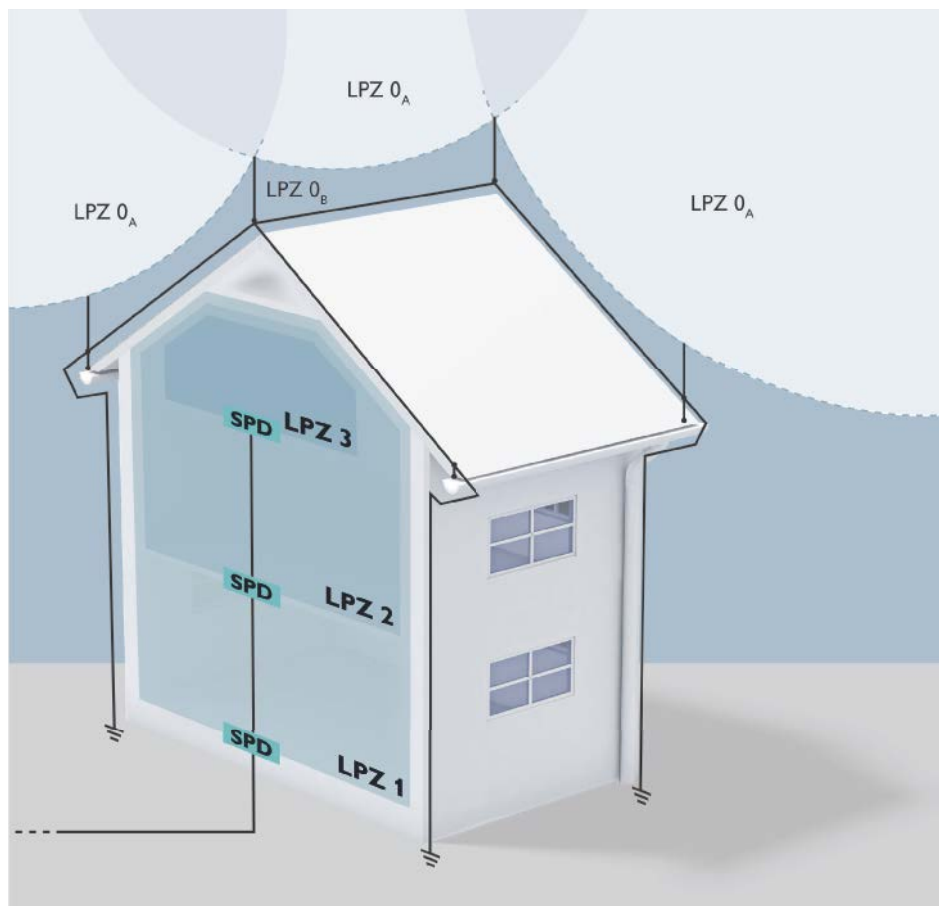


Fig. 16: Concetto di zone di protezione contro i fulmini con SPD coordinati nelle zone di transizione

2.5 Il principio del circuito di protezione

Il cosiddetto circuito di protezione (fig. 17) fornisce una chiara rappresentazione del concetto di protezione contro i fulmini. In pratica si traccia mentalmente un circuito intorno all'oggetto da proteggere. In corrispondenza dei punti in cui i conduttori incontrano questo circuito, si devono installare i dispositivi di protezione contro le sovratensioni. Questo protegge l'area all'interno del circuito di protezione. Gli accoppiamenti delle sovratensioni nei cavi vengono attenuati, in modo da garantire una protezione efficace.

Il circuito di protezione deve includere tutte le linee di trasmissione elettriche ed elettroniche dei seguenti settori:

- Linee di alimentazione
- Sistemi di misura, controllo e regolazione
- Sistemi informatici
- Impianti ricetrasmittenti

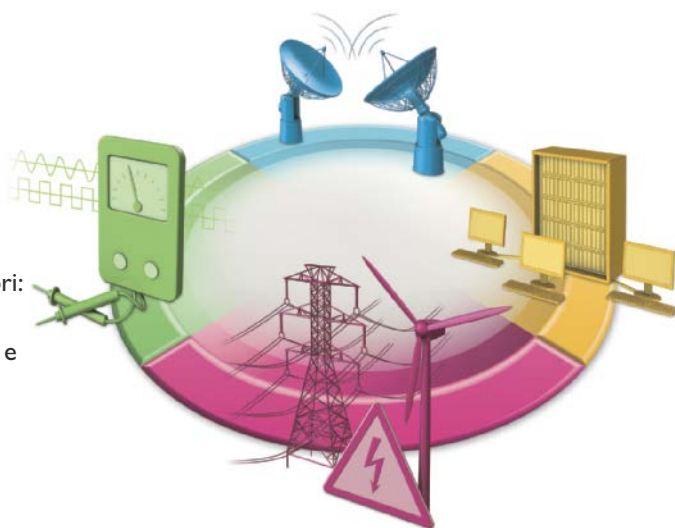


Fig. 17: Circuito di protezione

3

Classificazione e controllo dei dispositivi di protezione contro le sovratensioni

I dispositivi di protezione contro le sovratensioni devono assolvere funzioni precise e avere determinati parametri, per essere considerati idonei ai sistemi di protezione specifici. A tal fine, vengono sviluppati, omologati e classificati secondo una serie di norme di prodotto internazionali. Anche durante l'uso, i dispositivi devono essere sottoposti a controlli periodici del funzionamento a garanzia della funzione di protezione, come richiesto anche per altri componenti degli impianti elettrici e dei sistemi elettronici rilevanti ai fini della sicurezza.

3.1 Requisiti secondo la norma IEC 61643 (CEI EN 61643)

I dispositivi di protezione contro le sovratensioni (SPD), secondo la classe di protezione e il luogo d'impiego cui sono destinati, vengono classificati in base ai valori di prestazione nella norma di prodotto IEC 61643. Nella norma sono indicate le definizioni, i requisiti generali e i metodi di prova per i dispositivi di protezione contro le sovratensioni. La serie di normative include tra l'altro:

- IEC 61643-11: Dispositivi di protezione contro le sovratensioni per l'impiego negli impianti a bassa tensione – Requisiti e metodi di prova [6]
- IEC 61643-21: Dispositivi di protezione contro le sovratensioni per l'impiego nelle reti di telecomunicazione ed elaborazione dei segnali - Requisiti di prestazione e metodi di prova [7]

- IEC 61643-31: Dispositivi di protezione contro le sovratensioni per l'impiego negli impianti a bassa tensione – Requisiti e metodi di prova per i dispositivi di protezione contro le sovratensioni per l'utilizzo negli impianti fotovoltaici [8]

Questa serie di norme deve essere integrata, in futuro, con la parte seguente:

- IEC 61643-41: Dispositivi di protezione contro le sovratensioni per l'impiego negli impianti a bassa tensione in corrente continua – Requisiti e metodi di prova



Fig. 18: IEC 61643 – La norma di prodotto per i dispositivi di protezione contro le sovratensioni

3.2 Parametri importanti per i dispositivi di protezione contro le sovratensioni

Tensione nominale (U_N)

Valore nominale della tensione dei circuiti elettrici e di segnale, riferito all'impiego previsto dell'SPD.

La tensione nominale indicata per un SPD corrisponde alla tensione di sistema del tipico luogo d'impiego dell'SPD, per un tradizionale sistema a corrente alternata, ad esempio 230/400 V AC. L'SPD consente anche di proteggere tensioni di sistema più basse. In caso di tensioni di sistema più elevate, occorre stabilire per ogni caso specifico se sia possibile o meno utilizzare l'SPD o se ci siano delle restrizioni.

Corrente di carico nominale (I_L)

Massimo valore effettivo della corrente nominale ammessa sul carico ohmico collegato all'uscita protetta dell'SPD.

Questo valore massimo è definito dai componenti sotto tensione d'esercizio all'interno dell'SPD, che devono essere in grado di sopportare il carico termico della corrente permanente.

Resistenza ai cortocircuiti (I_{SCCR})

Massima corrente di corto circuito non influenzata della rete elettrica, sulla cui base viene dimensionato l'SPD unitamente al dispositivo di protezione da sovracorrente inserito a monte.

La resistenza ai cortocircuiti indica fino a quale valore di corrente prospettica di cortocircuito può essere utilizzato l'SPD sul luogo d'installazione. I controlli specifici necessari per definire questo valore vanno eseguiti insieme al dispositivo di protezione contro le sovratensioni inserito a monte (overcurrent protective device, OCPD). Nei dispositivi di protezione contro le sovratensioni per impianti fotovoltaici, il valore I_{SCPv} corrisponde alla massima corrente di corto circuito in corrente continua di un impianto, oltre la quale non è consentito utilizzare l'SPD.

Massima tensione permanente (U_C)

Massimo valore effettivo di tensione permanente, che può essere applicato alle interfacce dell'SPD.

La massima tensione permanente deve essere superiore alla tensione nominale di almeno il 10%. Nei sistemi con forti variazioni di tensione, si devono installare SPD con una differenza maggiore tra U_C e U_N .

Livello di protezione (U_P)

Massima tensione ammessa sui morsetti di collegamento dell'SPD durante il carico con un impulso con una determinata pendenza della tensione e un carico con una corrente impulsiva di scarica di una determinata ampiezza e forma d'onda.

Questo valore caratterizza l'effetto di protezione contro le sovratensioni dell'SPD. Nel caso di una corrente impulsiva o una sovratensione entro i parametri di prestazione dell'SPD, la tensione sui collegamenti protetti dell'SPD viene sicuramente limitata a questo valore massimo.

Corrente impulsiva di scarica (I_{imp})

Valore di cresta della corrente che attraversa l'SPD con forma d'onda (10/350 μ s).

La forma d'onda (10/350 μ s) di una corrente impulsiva viene utilizzata per simulare l'andamento della corrente delle fulminazioni dirette. Il valore della corrente impulsiva di scarica viene utilizzato nelle procedure di prova speciali di un SPD, che ne attestano la portata in riferimento alle correnti atmosferiche ad alta energia. Secondo la classe di protezione attribuita ad un sistema contro i fulmini, gli SPD devono soddisfare dei valori minimi riferiti a questo valore di cresta.

Corrente impulsiva di scarica nominale (I_n)

Valore di cresta della corrente che attraversa l'SPD con forma d'onda (8/20 μ s).

La forma d'onda (8/20 μ s) di una corrente impulsiva definisce gli effetti di una fulminazione indiretta o di un'azione di commutazione. Il valore della corrente impulsiva di scarica nominale viene utilizzato per diverse procedure di prova su un SPD, tra cui la determinazione del livello di protezione. Secondo la classe di protezione attribuita ad un sistema contro i fulmini, gli SPD devono soddisfare dei valori minimi riferiti a questo valore di cresta.

Tensione a vuoto (U_{OC})

Tensione a vuoto del generatore ibrido in corrispondenza dei punti di collegamento dell'SPD.

Un generatore ibrido genera un cosiddetto impulso combinato, ossia fornisce, a vuoto, un impulso di tensione con una determinata forma d'onda, di norma (1,2/50 μ s), e nel corto circuito un impulso di corrente con una determinata forma d'onda, di norma (8/20 μ s). L'impulso combinato determina gli effetti delle sovratensioni indotte. Secondo la classe di protezione attribuita ad un sistema contro i fulmini, gli SPD devono soddisfare dei valori minimi riferiti a questo valore.

Impulsi di tensione e di corrente impulsiva previsti dalle normative

La funzione dell'SPD in termini di limitazione di tensione viene controllata, tra l'altro, tramite correnti impulsive con forma d'onda (8/20 µs) (fig. 19), vale a dire con un tempo di risposta di 8 µs e un tempo di dimezzamento di 20 µs. Questa forma d'onda definisce la risposta dinamica dell'SPD. Per gli SPD "a commutazione di tensione", come gli spinterometri o gli scaricatori di sovratensione a plasma di gas, questa reazione viene verificata anche con una

tensione impulsiva molto veloce con forma d'onda (1,2/50 µs) (fig. 20). Gli SPD progettati per la protezione contro le fulminazioni dirette, vengono anche controllati con un carico di correnti impulsive con forma d'onda (10/350 µs) (fig. 21). L'ampiezza varia secondo la corrente impulsiva di scarica definita dal costruttore per il dispositivo. Questa forma d'onda contiene, a parità di ampiezza, una carica elettrica di gran lunga superiore rispetto alla forma d'onda (8/20 µs). Pertanto l'SPD

deve sopportare un carico di energia decisamente maggiore.

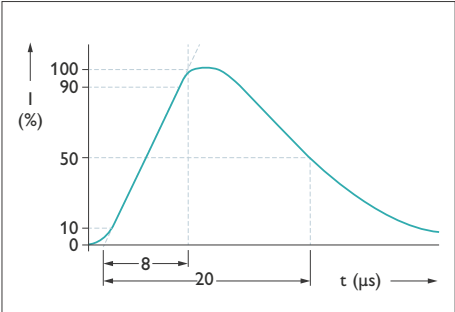


Fig. 19: Andamento di un impulso di corrente impulsiva (8/20 µs)

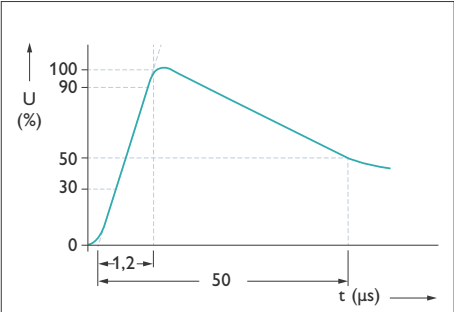


Fig. 20: Andamento di un impulso di tensione impulsiva (1,2/50 µs)

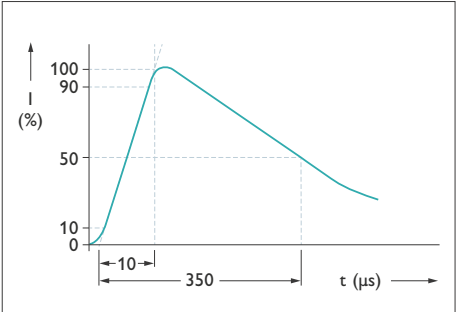


Fig. 21: Andamento di un impulso di corrente impulsiva (10/350 µs)

3.3 Manutenzione e controllo secondo IEC 62305 (CEI EN 62305)

Per garantire una maggiore affidabilità dell'impianto elettrico, i gestori devono eseguire regolarmente gli interventi di ispezione e manutenzione previsti (tabella 1). Quest'obbligo è imposto, secondo la tipologia d'impianto, dagli organi di sorveglianza o dalle associazioni di categoria. La periodicità del controllo e della manutenzione degli impianti di

protezione contro i fulmini - protezione esterna ed interna - è prevista anche dalla norma sulla protezione contro i fulmini IEC 62305-3 [3], allegato E.7. Per il controllo a regola d'arte dei sistemi di protezione contro i fulmini sono necessarie conoscenze specifiche. Per questo, il controllo va affidato al personale tecnico specificatamente

addestrato. Il controllo deve includere anche gli SPD in quanto la normativa impone una documentazione dettagliata della manutenzione, è quindi importante osservare soprattutto i tre punti seguenti:

Classe di protezione contro i fulmini	Controllo visivo (anni)	Controllo completo (anni)	Controllo completo in situazioni critiche (anni)
I e II	1	2	1
III e IV	2	4	1

Tabella 1: Intervalli di controllo secondo IEC 62305-3 [3]

- I "controlli completi in situazioni critiche" si riferiscono ai fabbricati contenenti sistemi sensibili ovvero agli impianti con un elevato numero di persone.
- I fabbricati protetti contro le esplosioni devono essere sottoposti a un controllo visivo ogni 6 mesi. Il test elettrico degli impianti va eseguito una volta l'anno.
- Per gli impianti con severi requisiti in termini di sicurezza tecnica, il legislatore può imporre una verifica completa. Questo può essere necessario se si verifica una fulminazione entro un certo raggio intorno all'impianto.

3.3.1 Controllo elettrico

Sorge spontanea una domanda: cosa s'intende per controllo completo? Con un semplice controllo visivo non è possibile determinare con sicurezza il perfetto funzionamento di un SPD. Un controllo elettrico, invece, può attestare chiaramente l'efficienza dell'SPD.

Per il controllo elettrico degli SPD basato sulla simulazione di una reale sovratensione, la tensione di prova va stabilita in modo che l'SPD "lavori", ossia risulti conduttivo. I risultati della misurazione vengono confrontati con i valori di riferimento e valutati.

3.3.2 Dispositivo di prova CHECKMASTER 2

Il CHECKMASTER 2 (fig. 22) è un dispositivo di prova portatile per alte tensioni, semplice e resistente, sviluppato da Phoenix Contact per i dispositivi di protezione contro le sovratensioni ad innesto. Eseguce un controllo elettrico automatico degli SPD ad innesto.

Vantaggi

Il dispositivo di prova modulare e intelligente è equipaggiato con uno schermo di comando, uno scanner per codice a barre, un sistema di controllo a memoria programmabile e un alimentatore ad alta tensione con comando a distanza e a limitazione di corrente. Gli adattatori di prova consentono di collegare semplicemente il CHECKMASTER 2 a diversi dispositivi di protezione contro le sovratensioni. Questi adattatori di prova possono essere sostituiti senza l'impiego di attrezzi e senza bisogno di disattivare il dispositivo di prova.

Il CHECKMASTER 2 non si limita a identificare i dispositivi di protezione contro le sovratensioni difettosi. È anche in grado di riconoscere dispositivi di protezione contro le sovratensioni danneggiati, i cui parametri elettrici rientrano appena nel margine di tolleranza.

Per consentire anche il controllo dei dispositivi di protezione contro le sovratensioni delle generazioni future, è possibile eseguire aggiornamenti software con l'interfaccia USB. Gli aggiornamenti sono disponibili per il

database dei componenti, il firmware e le lingue di comando.

Il protocollo di prova memorizzato con i risultati, i luoghi d'installazione e i valori alfanumerici, è a prova di interruzione di rete e può essere salvato su una penna USB tramite l'apposita interfaccia. Il protocollo può essere elaborato con le applicazioni standard del pacchetto Office (Word, Excel, ecc.).

CHECKMASTER 2

Il CHECKMASTER 2 consente un controllo pratico e completamente automatico dei dispositivi di protezione contro le sovratensioni a innesto. I dispositivi di protezione contro le sovratensioni difettosi e sottoposti a sovraccarico vengono identificati con sicurezza e possono essere preventivamente sostituiti. Tutti i risultati di prova vengono documentati secondo la normativa.



Fig. 22: Dispositivo di prova per alta tensione CHECKMASTER 2

3.4 Tecnologie per test sugli impulsi e sovracorrenti

I dispositivi di protezione contro le sovratensioni sono tanto più efficaci, quanto più adeguati ai requisiti e alle caratteristiche del campo di applicazione. Per questo lo sviluppo dei dispositivi di protezione contro le sovratensioni richiede procedure di laboratorio complesse, in cui vengono simulate fedelmente le condizioni d'uso, in particolare le condizioni elettriche e i fenomeni associati alle sovratensioni.

Simulazione realistica dei fenomeni di sovratensione

Per la classificazione degli SPD di qualsiasi tipo nell'ambito di una verifica tecnica, è necessario ricostruire la reazione al cortocircuito nei sistemi di alimentazione elettrica a bassa tensione. A tal fine si utilizza un trasformatore di corrente alternata con una reazione al cortocircuito modificabile. Questa simulazione va associata ad un generatore di corrente impulsiva, che genera correnti impulsive normalmente causate da eventi transitori di sovratensione. Solo con una verifica eseguita a regola d'arte, è possibile definire l'efficacia dei dispositivi di protezione e la relativa interazione

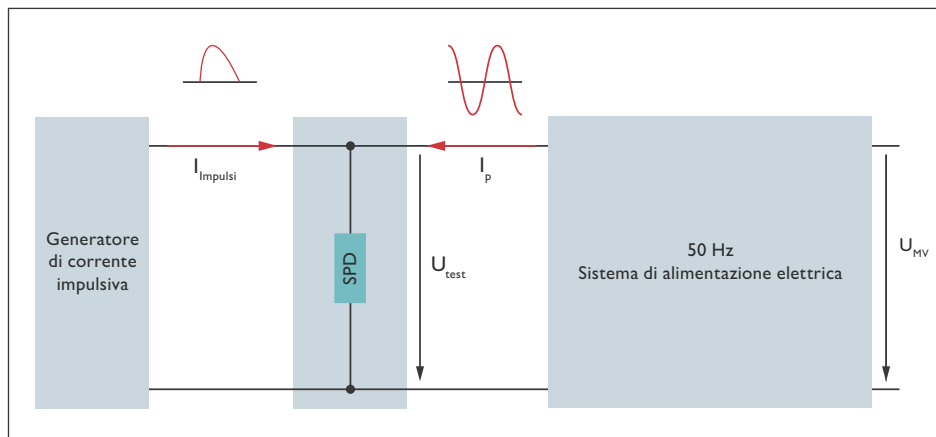


Fig. 24: Impianto di prova a 50 Hz con sovracorrente per la simulazione di sistemi di alimentazione elettrica a bassa tensione

con diversi sistemi di alimentazione elettrica. La norma IEC 61643-11 [6] descrive una procedura di prova, definita test sull'autonomia operativa. In questa prova il dispositivo di protezione contro le sovratensioni viene alimentato con correnti impulsive e, nello stesso tempo, viene collegato a un sistema di alimentazione elettrica parametrizzato. La struttura di base di un simile impianto di prova - costituito in sostanza da un generatore di corrente

impulsiva, un dispositivo di protezione contro le sovratensioni e un sistema di alimentazione di corrente a frequenza industriale - è rappresentata in fig. 24.

Simulazione di correnti impulsive di scarica

I generatori di corrente impulsive (fig. 27) sono componenti importanti del laboratorio per sovracorrenti: consentono di definire la capacità di dispersione, di testare i componenti



Fig. 23: Resistenze e induttività sul lato di alta e bassa tensione del trasformatore di prova



Fig. 25: Punti di prova dell'impianto di prova con sovracorrente



Fig. 26: Impianto di prova completamente automatico per la determinazione della reazione al sovraccarico e al guasto dei dispositivi di protezione contro le sovratensioni secondo IEC 61643-11 [6]



Fig. 27: Generatore di corrente impulsiva di scarica

della protezione contro i fulmini esterna e di verificare il funzionamento dei sistemi di protezione contro le sovratensioni. Simulano correnti impulsive di scarica con ampiezze fino a 100 kA e forma d'onda (10/350 μ s), oltre alle correnti impulsive, ad esempio di sovratensioni di manovra, con ampiezza pari o superiore a 200 kA e forma d'onda (8/20 μ s).

Controlli completamente automatici

I requisiti per i dispositivi di protezione contro le sovratensioni secondo la norma IEC 61643-11 [6] impongono controlli (fig. 26) per la valutazione della reazione in caso di sovratensione e di guasto. Un controllo importante che simula l'invecchiamento del dispositivo di protezione contro le sovratensioni in seguito alle correnti di dispersione in aumento, è la cosiddetta prova di stabilità termica. Il test può durare anche diverse ore. La normativa IEC 61643-21 [7] descrive anche altre procedure di prova per gli SPD - in tutto simili per durata e risorse - per l'impiego nei circuiti di trasmissione dei segnali.

Accreditamento secondo la norma DIN EN ISO/IEC 17025

Non conta solo l'equipaggiamento tecnico del laboratorio di prova: altrettanto importanti sono la competenza tecnica del personale, l'efficacia di un sistema gestionale per la garanzia di qualità e l'indipendenza/obiettività dei criteri di prova. I requisiti essenziali in termini di competenza dei laboratori di prova e di calibratura sono

descritti nella norma DIN EN ISO/IEC 17025. L'applicazione e il rispetto di questi standard possono essere controllati e confermati, ad esempio, dall'organismo di accreditamento tedesco (DAkkS).

Prove di laboratorio all'avanguardia

- Ogni fenomeno di sovratensione può essere simulato. Phoenix Contact è in grado di riprodurre fedelmente tutti i sistemi di alimentazione di corrente a bassa tensione, presso il proprio impianto di prova a 50 Hz con sovracorrenti. L'impianto genera correnti di corto circuito elevate, fino a 50.000 A. Inoltre, i parametri di prova possono essere classificati e impostati, in modo da sviluppare le condizioni ideali per sistemi di protezione contro le sovratensioni su misura.
- Risultati di prova facilmente riproducibili, sistemi di prova efficienti. Il laboratorio di Phoenix Contact è completamente automatizzato ed è perfetto per un monitoraggio costante della qualità.
- Massima qualità certificata da organi indipendenti. Il laboratorio di Phoenix Contact per lo studio di correnti impulsive e di sovracorrenti è accreditato secondo la norma DIN EN ISO/IEC 17025.

4

Qualità dei dispositivi di protezione contro le sovratensioni

Per il cliente è difficile valutare la qualità e l'efficienza dei dispositivi di protezione contro le sovratensioni. Il corretto funzionamento può essere verificato solo nei laboratori specializzati. Oltre all'estetica e alle qualità tattili, sono le specifiche tecniche del costruttore i fattori decisivi per la scelta. Fondamentali sono inoltre i dati del fabbricante sull'efficienza dell'SPD e l'esistenza delle prove eseguite secondo la normativa della serie IEC 61643.

4.1 Dichiarazione di conformità CE

Il primo marchio di qualità è la dichiarazione di conformità CE, che conferma il rispetto della direttiva sulla bassa tensione 2014/35/UE dell'Unione Europea. Per i dispositivi di protezione contro le sovratensioni si applicano soprattutto i requisiti di prova della serie di normative EN 61643, basate a loro volta sulla serie IEC 61643, come base di analisi.

Nota bene: la valutazione/dichiarazione di conformità CE spetta al fabbricante. Ciò significa che non è un sigillo di qualità di un organismo indipendente, né la certificazione di analisi o valutazione

del prodotto da parti terze. Il marchio CE indica solo che il fabbricante dichiara di aver rispettato le norme relative al prodotto. Il mancato rispetto delle normative in materia o l'abuso del marchio CE comportano azioni giudiziarie che possono sfociare nel divieto di commercializzazione da parte dell'ente di vigilanza del mercato europeo.



Logo CE ufficiale per la marcatura dei prodotti

4.2 Organismi di certificazione indipendenti

Un vero attestato di qualità è costituito dalle certificazioni del prodotto rilasciate da organismi di controllo indipendenti, che attestano il rispetto dei requisiti di prova imposti dalle normative. Inoltre, possono documentare altre caratteristiche del prodotto, come la resistenza a shock e vibrazioni o il rispetto dei requisiti di sicurezza di alcuni mercati nazionali.

Talvolta i requisiti normativi degli SPD presuppongono controlli complessi, che possono essere effettuati soltanto presso laboratori di prova riconosciuti a livello mondiale. Per l'acquisto di articoli di produttori e distributori di SPD nella fascia di prezzo più bassa, è importante verificare i dati sull'efficienza dei dispositivi. Questo avvalorava ancora di più la certificazione indipendente degli SPD,

che ne conferma le prestazioni tecniche.

KEMA, VDE, ÖVE ed altri ancora

Questi marchi di prova di istituti indipendenti attestano, ad esempio, il rispetto degli attuali requisiti di prova della serie di normative IEC 61643.

UL, CSA, EAC ed altro ancora

Queste certificazioni sono esempi di requisiti di alcuni mercati nazionali.

UL e CSA sono standard nazionali che stabiliscono i requisiti di sicurezza per il mercato nordamericano o per aree sotto l'influenza americana. EAC, invece, è un marchio amministrativo per i prodotti dell'area economica euro-asiatica. Corrisponde alla dichiarazione di conformità CE e può essere richiesto in alternativa.

GL, ATEX, IECEx ed altro ancora

Queste omologazioni attestano la resistenza del prodotto in determinate condizioni ambientali.

GL conferma la resistenza dei prodotti ai fattori d'influenza tipici delle zone vicine al mare, in condizioni di shock, vibrazioni, umidità dell'aria o elevate concentrazioni di sale.

ATEX e IECEx confermano invece l'idoneità del prodotto all'uso in aree a rischio di esplosione, come spesso accade nell'industria di processo.



Fig. 28: Certificazioni del prodotto di organi di controllo indipendenti

Qualità certificata da organi indipendenti

Phoenix Contact affida la certificazione di gran parte dei prodotti nel campo della protezione contro le sovratensioni a istituti di prova indipendenti. La certificazione indipendente documenta la conformità con le normative e la qualità del prodotto nei confronti dell'utente.

4.3 Competenza nella protezione contro le sovratensioni

Comprendere i campi applicativi

La costante evoluzione delle tecnologie e degli impianti elettrici comporta lo sviluppo di soluzioni tecniche sempre più innovative, che pongono requisiti sempre più severi per la protezione contro le sovratensioni. Un esempio è la tecnologia per l'utilizzo delle energie rinnovabili (fotovoltaico ed energia eolica). Per questo è importante comprendere a fondo il sistema da proteggere e l'ambiente circostante, per poter sviluppare sistemi di protezione su misura.

Ricerca e sviluppo

Alla base dell'evoluzione tecnologica c'è un impegno costante nella ricerca e nello sviluppo delle tecnologie. In particolare è importante:

- Stabilire precisi requisiti per i dispositivi di protezione contro le sovratensioni (obiettivi di protezione).
- Studiare nuovi materiali idonei alle realtà applicative.
- Sviluppare e conoscere a fondo le

tecnologie di base innovative.

- Elaborare processi di sviluppo.
- Sviluppare nuovi sistemi di protezione con caratteristiche su misura per le apparecchiature.

Controllo e qualificazione

Gli impianti di prova in grado di simulare le condizioni reali sono fondamentali per lo sviluppo di sistemi e dispositivi di protezione contro le sovratensioni. Questo vale anche per i test effettuati in laboratorio.

Produzione e garanzia di qualità

La produzione di dispositivi di protezione contro le sovratensioni d'alta qualità, in linea con il mercato attuale, richiede, già in fase di sviluppo, il rispetto di determinati requisiti di processi e procedure. Questo presuppone una perfetta sintonia tra le attività di sviluppo del prodotto e le tecniche di processo.

In questo contesto, assumono ancora più importanza i provvedimenti volti a garantire la massima qualità, soprattutto i controlli campione nella produzione in serie. Per i dispositivi di protezione contro le sovratensioni, ad esempio, si raccomandano le prove distruttive, che testano le caratteristiche del prodotto fino e oltre il limite di prestazione. Questo consente di identificare per tempo possibili differenze nei processi di produzione e quindi nel livello di qualità del prodotto.



Fig. 29: Fedele al caso applicativo

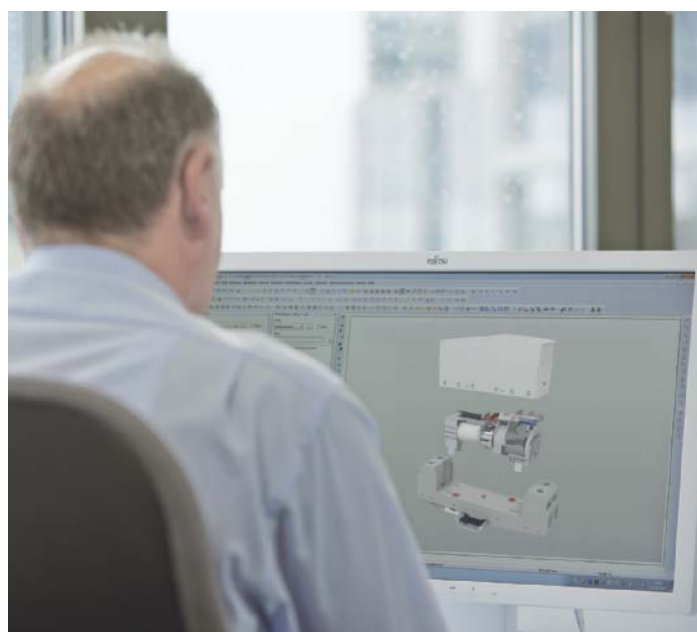


Fig. 30: Sviluppo basato sulla ricerca

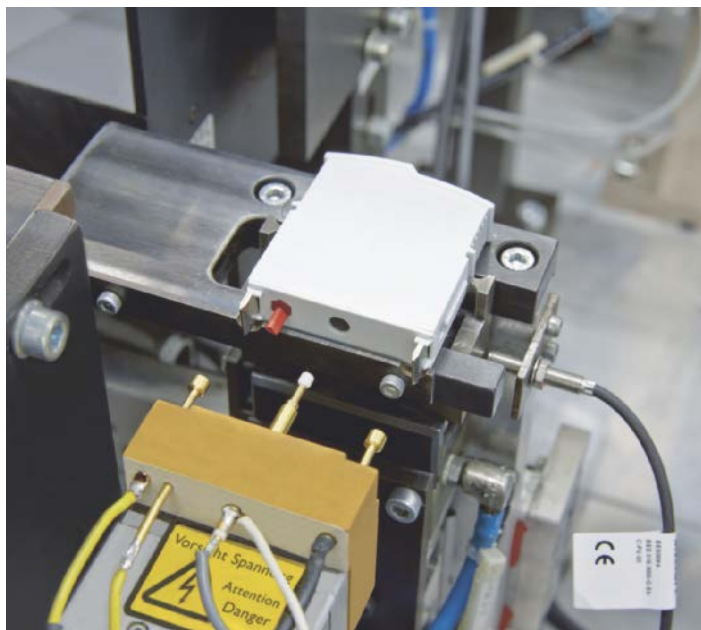


Fig. 31: Garanzia di qualità nel processo produttivo



Fig. 32: Condizioni di prova fedeli alla realtà

Partner con esperienza e know-how

Le soluzioni di Phoenix Contact nell'ambito della protezione contro le sovratensioni offrono innumerevoli vantaggi:

- Ricerca di base e sviluppo di nuove tecnologie e materiali nel campo della protezione contro le sovratensioni, tutto da un unico produttore.
- Sviluppo del prodotto in rete tramite la collaborazione con istituti tecnici e università, nonché la cooperazione attiva con noti organismi e gruppi di lavoro nazionali e internazionali.
- Gestione di un laboratorio interno per lo studio delle correnti impulsive e di amperaggio superiore, accreditato secondo la norma ISO/IEC 17025, che consente di classificare i dispositivi di protezione secondo gli standard vigenti nell'ambito della protezione contro i fulmini e le sovratensioni.
- Perfetta sintonia tra sviluppo del prodotto, dei processi e delle procedure, che consente di rispettare tutti gli aspetti della produzione, necessari per garantire prodotti d'alta qualità sin dall'inizio della fase produttiva.
- Controlli qualità standardizzati, eseguiti sotto forma di controllo campione automatico in fase di processo e a lotti nell'ambito di una prova distruttiva, che garantiscono prodotti al massimo livello di qualità e sicurezza.

5

Sistema di misurazione della corrente atmosferica

I fulmini causano tremendi danni a edifici e impianti. Minacciano soprattutto gli edifici esposti, come parchi eolici offshore, torri radio, impianti per il tempo libero o edifici alti. Una sorveglianza costante condotta da persone fisiche è quasi impossibile negli impianti di grandi dimensioni o particolarmente esposti, pertanto i danni vengono constatati sempre troppo tardi.

Il sistema di misurazione delle correnti atmosferiche LM-S rileva e analizza le fulminazioni in tempo reale. Fornisce informazioni online sull'intensità della fulminazione, sulla base dei parametri di azione delle scariche atmosferiche. Grazie all'unione dei parametri operativi dell'impianto e dei dati misurati, il sistema offre una buona base decisionale per gli interventi di controllo e manutenzione.

5.1 Monitoraggio intelligente

Le fulminazioni possono danneggiare molto gravemente edifici e impianti. Possono causare danni ingenti, spesso anche indiretti.

Il danno dipende in primo luogo dalla carica del fulmine. Ma anche la realizzazione del sistema di protezione contro i fulmini e le sovratensioni influisce sull'entità dei danni.

Gli impianti a maggior rischio sono quelli esposti o di grandi dimensioni, come gli impianti a energia eolica, quelli per la produzione di energia, le aree industriali estese e gli impianti ferroviari. In questo tipo di impianti è generalmente molto difficile, se non impossibile, realizzare misure complete di protezione contro i fulmini. Pertanto, le perdite o

i danni a un impianto vengono spesso constatati solo attraverso i danni indiretti.

Oggi si utilizzano sempre più spesso sistemi di monitoraggio intelligenti, che monitorano costantemente lo stato dell'impianto. Gli eventi speciali e i parametri anomali vengono trasmessi direttamente a un'unità di analisi centrale. Questo consente di reagire rapidamente ad eventuali guasti e danni, evitando così tempi di fermo prolungati.



Fig. 33: Lightning Monitoring System

5.2 Registrazione della corrente atmosferica

Il sistema di misura della corrente atmosferica LM-S (fig. 33) consente di misurare la corrente di un fulmine: quando un fulmine colpisce un'asta di captazione, si genera un campo magnetico intorno alla calata. Secondo il cosiddetto effetto Faraday, tale campo magnetico può modificare la polarizzazione delle onde luminose. Il sistema LM-S sfrutta questo effetto per misurare la corrente atmosferica. A tal fine, viene polarizzato un segnale luminoso a monte del tratto di misura del sensore. Il campo magnetico fa girare il piano di polarizzazione del segnale luminoso entro il tratto di misura. Con l'ausilio del filtro di polarizzazione, è possibile definire la rotazione del piano di polarizzazione della luce e quindi determinare l'intensità del campo magnetico che ha agito sul tratto di misurazione. I parametri caratteristici

dell'evento di fulminazione - ampiezza, pendenza della corrente atmosferica, energia specifica e carica - possono essere misurati dall'unità di analisi e memorizzati con data e ora dell'evento.

Le misurazioni di una fulminazione negli edifici o negli impianti a energia eolica, consentono di studiare la relazione tra i parametri di un fulmine e il relativo potenziale distruttivo.

Anche nell'ambito di una valutazione dei danni, i dati sulle fulminazioni vengono forniti dai sistemi d'informazione specifici. Questi sistemi possono determinare il punto d'impatto di un fulmine con una precisione di 200 m. Tuttavia, per stabilire se e in che punto un fulmine abbia colpito un edificio o un impianto, è necessario un sistema di misurazione delle correnti atmosferiche come l'LM-S.

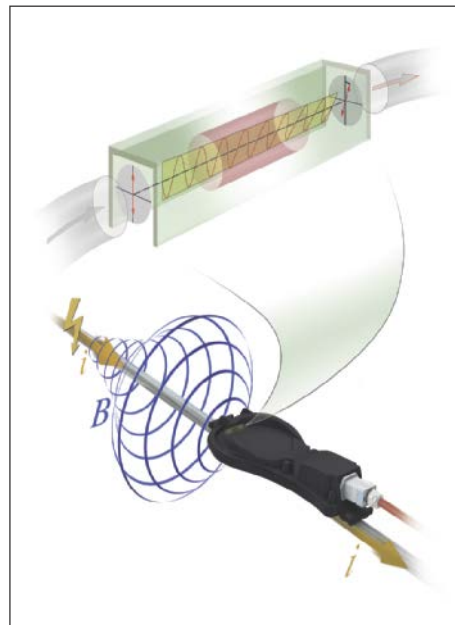


Fig. 34: Principio di funzionamento dell'effetto Faraday



Sistema di misurazione delle correnti atmosferiche LM-S

Il sistema Lightning Monitoring System registra le fulminazioni nel sistema di protezione contro i fulmini di un edificio o di un impianto. Tutti i dati misurati sono disponibili per una richiesta a distanza tramite varie interfacce, come la web-interface integrata o Modbus. I parametri misurati della scarica atmosferica sono:

- Ampiezza I_{peak}
- Gradiente di/dt
- Carica Q
- Energia specifica W/R



Fig. 35: Applicazione del sistema LM-S sul Burj-Khalifa

6 Campi di impiego

La serie di normative IEC 61643 suddivide i campi applicativi in cui trovano impiego i dispositivi di protezione contro le sovratensioni nei seguenti settori: impianti a bassa tensione, reti di telecomunicazione/trasmissione di segnali e impianti fotovoltaici. In generale, ogni settore presenta requisiti di sistema specifici. Di conseguenza, variano anche le soluzioni e/o le misure d'intervento. Vale la pena di osservare queste applicazioni in dettaglio.

6.1 Protezione dei sistemi in corrente alternata

6.1.1 Tipi di SPD e tecnologie

Il concetto di zone di protezione contro i fulmini prevede la necessità di installare dispositivi di protezione contro le sovratensioni su tutti i conduttori che attraversano i confini di zona. I relativi valori di prestazione variano in funzione della classe di protezione target.

Secondo la zona di transizione, sono necessari tipi di SPD diversi (tabella 2). I requisiti dei tipi di SPD sono definiti nella norma per i dispositivi di protezione contro le sovratensioni per l'uso negli impianti a bassa tensione IEC 61643-11 [6].

Ne deriva un concetto di protezione a più livelli (fig. 36).

Zona di transizione	Tipo di SPD	Denominazione
LPZ 0 _A → LPZ 1	Tipo 1	Scaricatori di corrente atmosferica/scaricatori combinati
LPZ 0 _B → LPZ 1	Tipo 2	Scaricatori di sovratensioni
LPZ 1 → LPZ 2	Tipo 2	Scaricatori di sovratensioni
LPZ 2 → LPZ 3	Tipo 3	Protezione dei dispositivi

Tabella 2: Zona di protezione transitoria contro i fulmini e tipo di SPD

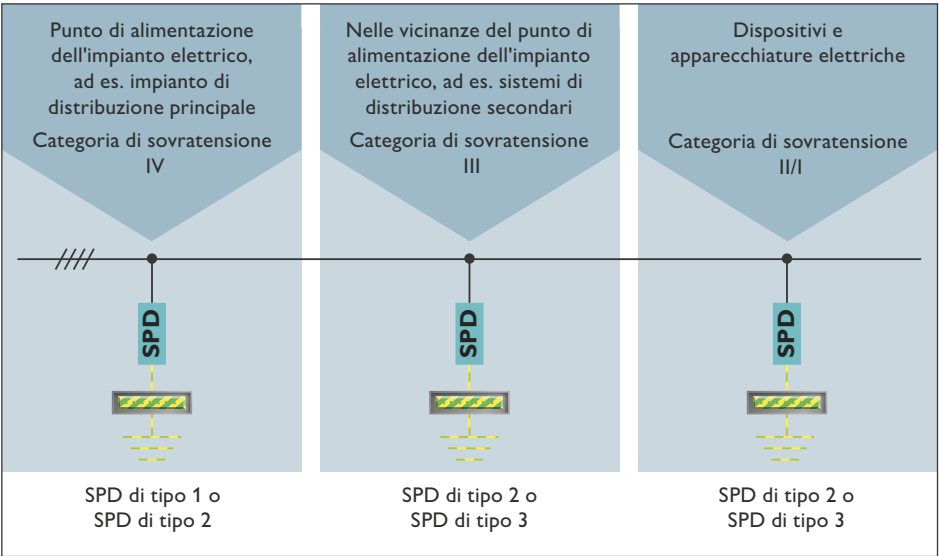


Fig. 36: Concetto di protezione a più livelli

La caratteristica a più livelli limita il grado di pericolosità da zona a zona. Le ampiezze e le energie specifiche delle sovratensioni o correnti impulsive previste tendono a diminuire. Si riduce così anche il valore di tensione, al quale i singoli SPD devono limitare le sovratensioni. Questo obiettivo si raggiunge con un basso livello di protezione degli SPD, in base alla resistenza di isolamento delle apparecchiature da proteggere nelle immediate vicinanze. La resistenza di isolamento è indicata, secondo la norma IEC 60664-1 [9], nelle categorie di sovratensione e varia da I a IV (tabella 3).

6.1.2 Tipo 1: scaricatori di corrente atmosferica/scaricatori combinati

I dispositivi di protezione contro le sovratensioni di tipo 1 devono soddisfare elevati requisiti in termini di ampiezza e di energia specifica delle correnti impulsive, poiché devono proteggere anche dalle fulminazioni dirette. Nei tipici ambienti d'installazione della distribuzione principale, anche la resistenza ai cortocircuiti deve essere elevata. Per soddisfare questo requisito serve una tecnologia efficiente, come quella dei nuovi spinterometri.

Tecnologia dei nuovi spinterometri

Il principio di funzionamento di uno spinterometro è semplice: due elettrodi sono disposti uno di fronte all'altro a una certa distanza. La presenza di un mezzo divisorio, come l'aria, rende il sistema isolante (fig. 37). Se tra i due elettrodi si genera una tensione che, a tale distanza, supera la rigidità elettrica dell'aria (ca. 3 kV/mm) ad esempio a causa di una sovratensione, si forma un arco elettrico. Rispetto allo stato di isolamento con una resistenza di qualche gigaohm, l'impedenza dell'arco è molto più bassa, pertanto lo è anche la caduta di tensione attraverso lo spinterometro.

Tensione nominale del sistema di alimentazione elettrica		Tensione conduttore-conduttore neutro deviata dalla tensione alternata o continua	Tensione impulsiva di dimensionamento			
Trifase	Monofase		Categoria di sovratensione			
			I	II	III	IV
V	V	V	V	V	V	V
		50	330	500	800	1500
		100	500	800	1500	2500
	120 – 240	150	800	1500	2500	4000
230/400 277/480		300	1500	2500	4000	6000
400/690		600	2500	4000	6000	8000
1000		1000	4000	6000	8000	12000

Tabella 3: Categorie di sovratensione in funzione della tensione nominale

Questa è una caratteristica ottimale per la dispersione delle correnti atmosferiche: più bassa è la cosiddetta tensione residua dello spinterometro, minore è la quantità di energia da controllare. Per via della brusca variazione di impedenza e quindi della differenza di tensione sullo spinterometro, la caratteristica non-lineare viene detta "a commutazione di tensione". Un grande vantaggio offerto dalla bassa tensione residua è il carico ridotto degli equipaggiamenti elettrici protetti con tensioni superiori alla tensione nominale specificata o massima tensione permanente. Per la durata relativamente lunga delle correnti atmosferiche, la tensione residua di uno spinterometro è molto bassa, ossia nell'ordine di grandezza della massima tensione permanente del dispositivo da proteggere. Gli SPD di tipo 1 con componenti limitatori di tensione hanno spesso un voltaggio maggiore di diverse centinaia di volt: un carico molto più grande per gli equipaggiamenti elettrici protetti.

Solitamente i moderni spinterometri sono protetti da robuste custodie di acciaio, pertanto, durante il processo di scarica, i gas ionizzati prodotti dall'arco elettrico non vengono dispersi

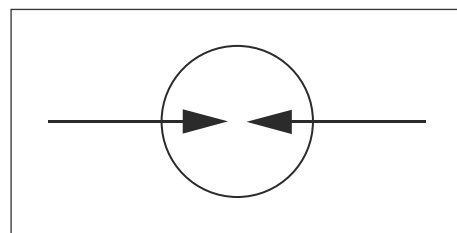


Fig. 37: Simboli grafici di uno spinterometro incapsulato

nell'ambiente. Inoltre, gli spinterometri sono spesso triggerati e dispongono di un circuito supplementare che agevola l'accensione. Questo limita la tensione residua ad un valore molto basso - di gran lunga inferiore alla tensione che risulterebbe soltanto dalla rigidità elettrica dell'aria. Sebbene le condizioni d'installazione degli SPD di tipo 1 non lo richiedano, i livelli di protezione dei moderni spinterometri triggerati corrispondono spesso al livello della categoria di sovratensione I, ossia la più bassa (riferita alla tensione nominale del sistema).

Capacità di estinzione della corrente susseguente

Una speciale caratteristica degli spinterometri è la cosiddetta capacità di estinzione della corrente susseguente I_{fi} . Se uno spinterometro viene innescato da una sovratensione, questa viene interpretata dalla rete di alimentazione come un breve cortocircuito attivato dalla corrente. Pertanto, dopo la scarica, lo spinterometro deve essere in grado di sopprimere o interrompere la corrente principale in piena autonomia, senza far scattare il dispositivo di protezione da sovracorrente inserito a monte. La capacità di estinzione della corrente susseguente indica il valore della corrente prospettica di corto circuito sul luogo d'installazione, entro il quale la funzione è garantita. I moderni spinterometri devono dunque assolvere due funzioni:

- scaricare le correnti atmosferiche cariche di energia
- sopprimere le correnti susseguenti delle potenti reti di alimentazione

In caso di fulminazione, l'impedenza dello spinterometro, nella migliore delle ipotesi, è molto bassa, in modo da ridurre al minimo l'apporto di energia e

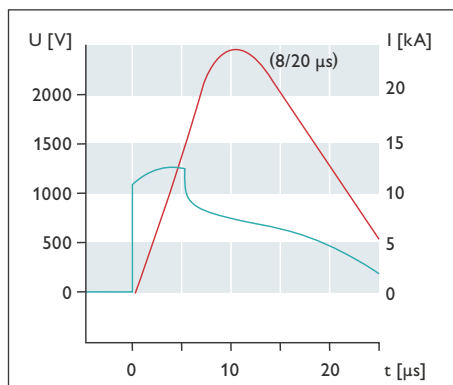


Fig. 38: Curva tipica della tensione residua di uno spinterometro triggerato con carico da impulso (8/20 μs)

l'usura. In caso di correnti susseguenti, invece, l'impedenza dovrebbe essere elevata, per garantire un'estinzione rapida.

Per resistere alle correnti atmosferiche con ampiezza fino a 50 kA sulle reti di alimentazione con correnti prospettiche di cortocircuito fino a 100 kA, i moderni spinterometri sono realizzati in modo complesso, con una serie di componenti singoli funzionali (fig. 39).

Tecnologia degli spinterometri privi di correnti susseguenti di rete

Per un impianto sufficientemente affidabile, la limitazione delle correnti susseguenti di rete è fondamentale:

- I dispositivi di protezione da sovracorrente inseriti a monte non generano inutili correnti susseguenti di rete
- L'impianto non è sottoposto ad ulteriori flussi di corrente elevati
- L'usura dello spinterometro è ridotta al minimo

Per la prima volta, grazie alla tecnologia Safe Energy Control (paragrafo 6.1.10), Phoenix Contact ha potuto sviluppare e lanciare sul mercato uno spinterometro completamente privo di corrente susseguente di rete.

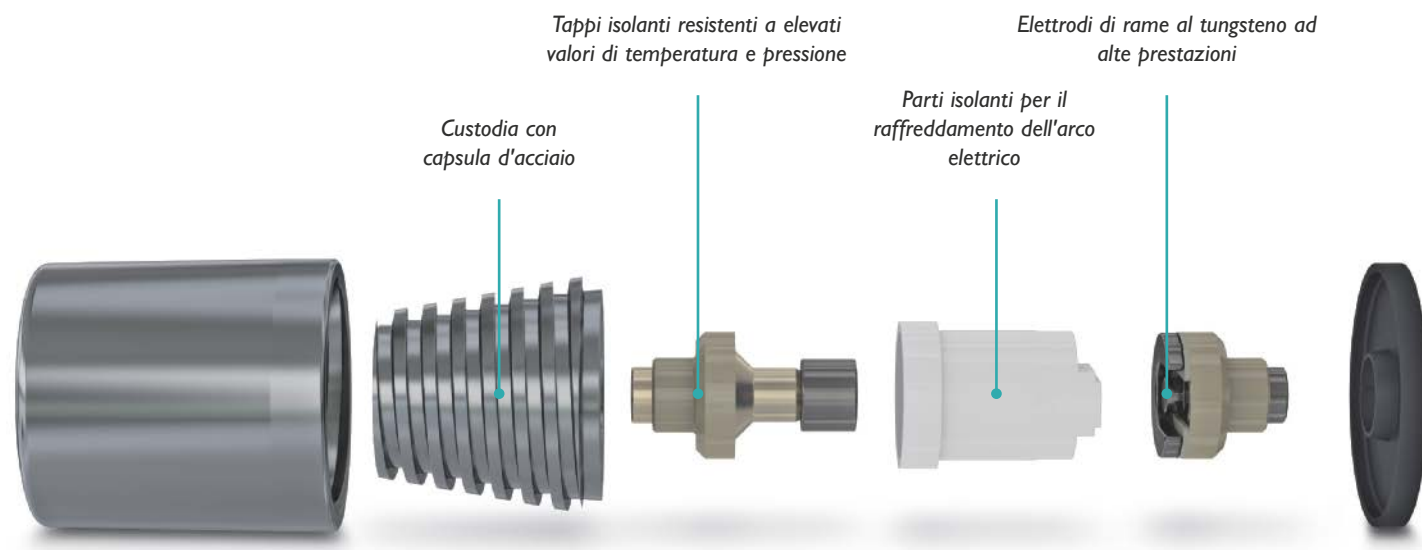


Fig. 39: Singoli componenti di un moderno spinterometro incapsulato

6.1.3 Tipo 2: scaricatori di sovratensione

I dispositivi di protezione contro le sovratensioni di tipo 2 sono solitamente installati negli impianti di distribuzione secondari o nei quadri elettrici. Questi SPD devono scaricare le sovratensioni indotte dalle fulminazioni indirette o dalle azioni di commutazione, ma non quelle delle fulminazioni dirette. Per questa ragione l'apporto di energia da controllare è decisamente inferiore. Tuttavia, le sovratensioni indotte dalle azioni di commutazione sono spesso molto dinamiche. In questo caso serve uno scaricatore basato su una tecnologia con risposta rapida, come la tecnologia dei varistori.

Tecnologia dei varistori

I varistori (variable resistor o metal oxide varistor, MOV) (fig. 40) sono componenti semiconduttori costituiti da una massa ceramica di grani di ossido di metallo. Presentano una curva caratteristica corrente-tensione non lineare (fig. 41). Nel range delle basse tensioni, la resistenza di un varistore è molto elevata, mentre in quello delle alte tensioni si riduce drasticamente, tanto che le correnti elevate possono essere scaricate senza problemi.

Per questa ragione la caratteristica dei varistori viene anche definita "a limitazione di tensione". Con un tempo di risposta tipico nell'ordine dei nanosecondi, i varistori sono ideali anche per la limitazione dei fenomeni di sovratensione particolarmente dinamici.

Varistori adatti alla corrente atmosferica

Le ceramiche dei varistori ad alte prestazioni possono perfino avere una capacità di dispersione di 12,5 kA (10/350 μ s) con un ingombro accettabile. Per questo i varistori sono adatti anche come SPD di tipo 1 per ambienti a basso grado di pericolo.

Per un'elevata capacità di dispersione, da 25 kA a 50 kA (10/350 μ s), di norma bisogna lavorare con diversi varistori collegati in parallelo. I fabbricanti dei sistemi di protezione contro le sovratensioni che non dispongono della tecnologia dei nuovi spinterometri, si avvalgono spesso dei varistori come SPD di tipo 1 per soddisfare i requisiti della classe di protezione I. Questo sistema, però, presenta alcune limitazioni. Se la linea caratteristica di ciascuno dei varistori collegati in parallelo non corrisponde alla perfezione (un requisito quasi impossibile da soddisfare), le singole linee durante un processo di scarica vengono sottoposti a carichi

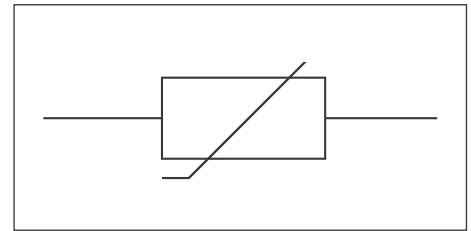


Fig. 40: Simboli grafici di un varistore

differenti. Di conseguenza, invecchiano in modo differente. Col tempo la differenza di carico diventa ancora più estrema. Questo provoca il sovraccarico di un varistore e quindi un guasto dell'intero SPD.

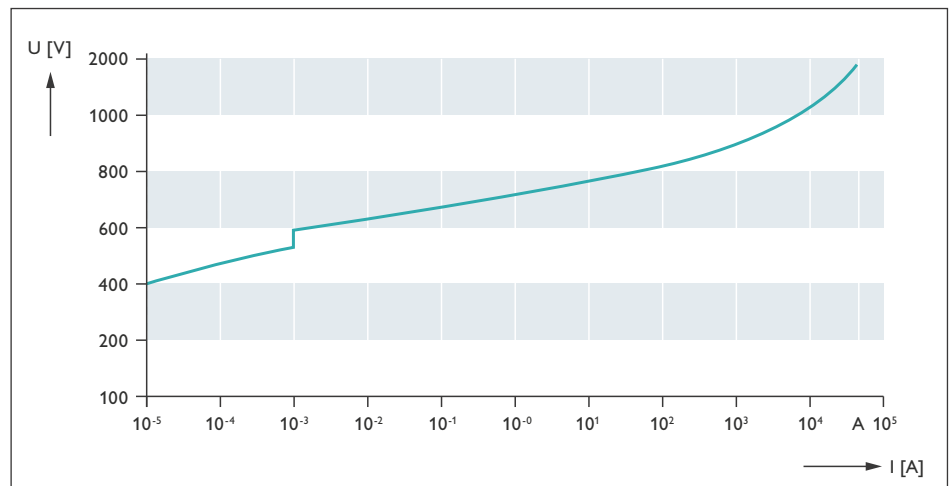


Fig. 41: Linea caratteristica corrente-tensione di un varistore con tensione di dimensionamento di 320 V AC (min. o max. tolleranza a monte o a valle del punto mA)

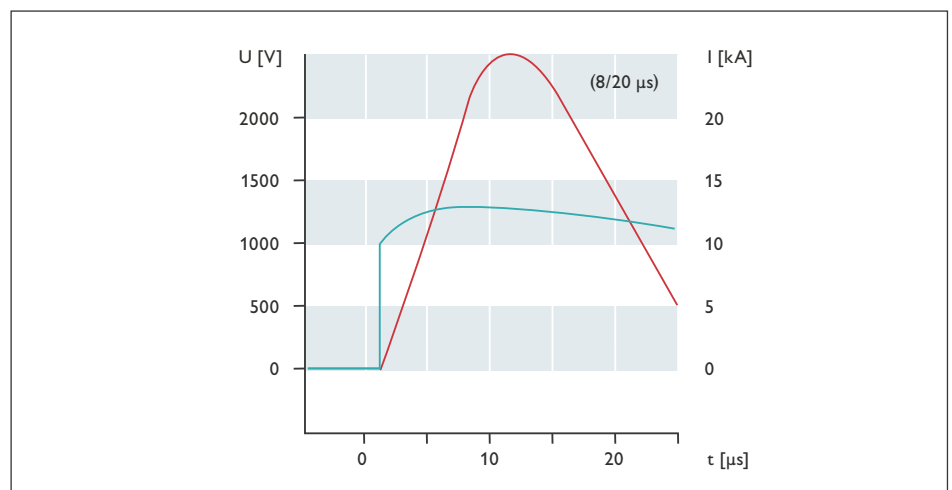


Fig. 42: Tensione residua di un varistore con tensione di dimensionamento di 350 V AC con un carico di 25 kA (8/20 μ s)

6.1.4 Tipo 3: protezione dei dispositivi

I dispositivi di protezione contro le sovratensioni di tipo 3 solitamente sono installati immediatamente a monte dei dispositivi terminali. Poiché gli ambienti d'installazione sono molteplici, gli SPD di tipo 3 sono disponibili in diverse versioni. Oltre al tradizionale montaggio su guida DIN, esistono opzioni diverse, come l'installazione nelle prese elettriche o il montaggio diretto su un circuito stampato del dispositivo terminale. Dal punto di vista tecnologico, gli SPD di tipo 3 sono spesso realizzati in modo simile a quelli di tipo 2 basati sui varistori, tuttavia i requisiti in termini di capacità di dispersione sono inferiori rispetto al tipo 2.

Spesso può essere opportuno collegare la protezione della linea di alimentazione con quella di altre interfacce dei dispositivi terminali, come le linee di trasmissione dati o di comunicazione. A tal fine esistono dispositivi combinati, che proteggono dalle sovratensioni tutti i conduttori (di alimentazione).

6.1.5 Coordinamento di vari tipi di SPD

Il concetto di zone di protezione contro i fulmini prevede la necessità di installare dispositivi di protezione contro le sovratensioni su tutti i conduttori che attraversano i confini di zona. I relativi valori di prestazione variano in funzione della classe di protezione target.

Secondo la zona di transizione, sono necessari tipi diversi (tabella 2). I requisiti per i singoli tipi di SPD sono definiti nella norma di prodotto per i dispositivi di protezione contro le sovratensioni IEC 61643-11 [6].

Ne deriva un concetto di protezione a più livelli (fig. 43):

Se si inizia con le zone di protezione interne, è necessario coordinare tra loro un SPD di tipo 3 e un SPD di tipo 2 inserito a monte. È importante garantire che l'SPD di tipo 3 non venga sovraccaricato a livello energetico. Poiché nella zona di protezione contro i fulmini 2 si prevedono solo sovratensioni di ampiezza ridotta, è possibile raggiungere un coordinamento anche solo tramite la reazione dell'SPD. L'SPD di tipo 3 e i relativi componenti devono

essere realizzati in modo da reagire solo a valori di tensione maggiori rispetto agli SPD di tipo 2.

In corrispondenza delle zone di protezione esterne, invece, deve essere garantito il coordinamento tra gli SPD di tipo 2 e gli SPD di tipo 1 inseriti a monte. Poiché anche qui si prevedono correnti atmosferiche totali o parziali, che possono essere disperse solo da un SPD di tipo 1, la risposta selettiva degli SPD diventa particolarmente importante. In caso contrario, esiste il rischio di sovraccarico dell'SPD di tipo 2.

Poiché per gli SPD di tipo 1 si utilizzano tecnologie molto diverse, non è possibile stabilire condizioni di coordinamento di validità generale. In questo contesto, gli SPD di tipo 1 basati sugli spinterometri risultano particolarmente vantaggiosi. La loro tensione residua, limitata all'ordine di poche centinaia di volt per quasi l'intera durata della corrente atmosferica, garantisce il rilevamento quasi completo del flusso di corrente.

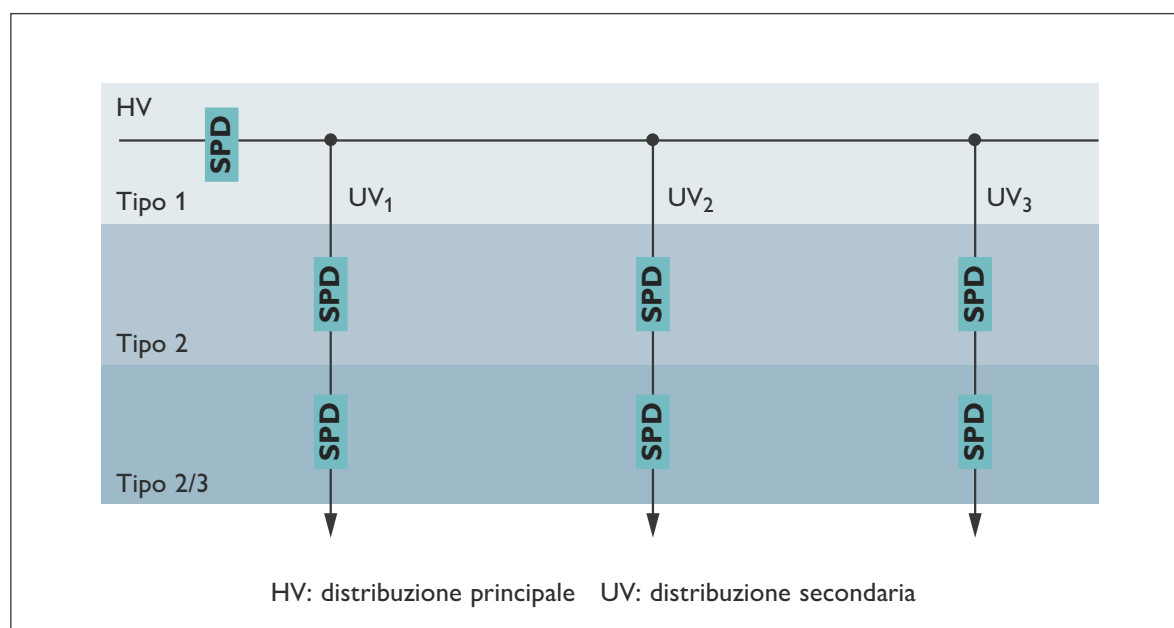


Fig. 43: Concetto di protezione a più livelli con diversi tipi di SPD in sequenza

6.1.6 Sistemi di rete a norma IEC 60364 (CEI 64-8)

La realizzazione di un concetto di protezione contro le sovratensioni per sistemi a corrente alternata dipende, tra l'altro, dai sistemi di rete inseriti a monte. Questi sistemi si differenziano per la messa a terra del trasformatore di alimentazione, dell'impianto di utenza e del collegamento tra i due.

La direttiva IEC 60364-1 [10], che disciplina la realizzazione dei sistemi di fornitura elettrica a bassa tensione, prevede le seguenti configurazioni di sistema:

Sistema TN-S

In questo sistema di rete viene collegato direttamente un punto del trasformatore di alimentazione, solitamente il punto neutro. Il conduttore neutro (N) e il conduttore di terra (PE) vengono collegati all'impianto di utenza, ciascuno in un conduttore separato. Una linea di alimentazione trifase è composta da cinque conduttori: L1, L2, L3, N e PE (fig. 44).

Sistema TN-C

In questo sistema di rete il punto neutro del trasformatore di alimentazione viene collegato direttamente a terra. Il conduttore neutro e il conduttore di protezione vengono collegati all'impianto di utenza in un unico conduttore (PEN). Una linea di alimentazione trifase è composta da quattro conduttori: L1, L2, L3 e PEN (fig. 45).

Sistema TT

In questo sistema di rete, il punto del trasformatore collegato a terra viene realizzato solo come conduttore neutro nell'impianto. I corpi dell'impianto elettrico sono collegati ad un sistema di messa a terra locale, separato dal punto di massa del trasformatore. Il conduttore neutro e il conduttore di terra locale vengono posati ciascuno in un conduttore separato. Una linea

di alimentazione trifase è composta da cinque conduttori: L1, L2, L3, N e PE locale (fig. 46).

Sistema IT

In questo sistema di rete il punto neutro del trasformatore di alimentazione viene collegato a terra con un'impedenza elevata o non viene collegato affatto. I corpi dell'impianto elettrico sono collegati ad un sistema di messa a terra locale. Se un conduttore neutro viene fatto passare dal punto neutro del trasformatore di alimentazione, questo viene separato dal conduttore di terra locale. Una linea di alimentazione trifase è composta da quattro o cinque conduttori: L1, L2, L3, ev. N e PE locale (fig. 47).

Una particolarità del sistema IT è la possibilità che si verifichi un errore di isolamento verso terra di durata limitata. La dispersione a terra di una fase deve essere rilevata e segnalata solo da un controllo d'isolamento, in modo da consentire un intervento tempestivo. Solo una seconda dispersione a terra causa un corto circuito tra due fasi e l'intervento del dispositivo di protezione da sovracorrente. I dispositivi di protezione contro le sovratensioni per l'impiego nei sistemi IT devono essere in grado di sopportare la tolleranza/tensione concatenata del sistema. Questo è garantito dalla normativa, che impone l'installazione, tra fase e PE del sistema IT, solo di SPD la cui massima tensione permanente corrisponda come minimo alla tolleranza/tensione concatenata.

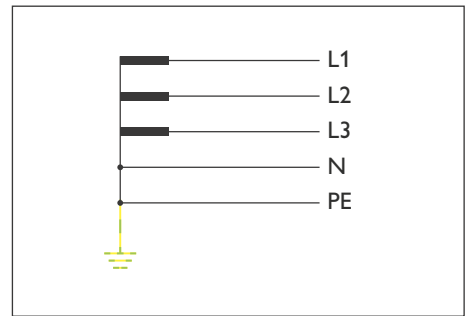


Fig. 44: Sistema TN-S

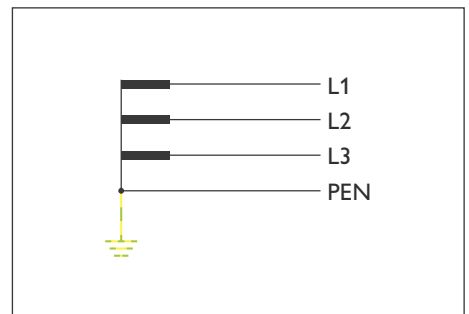


Fig. 45: Sistema TN-C

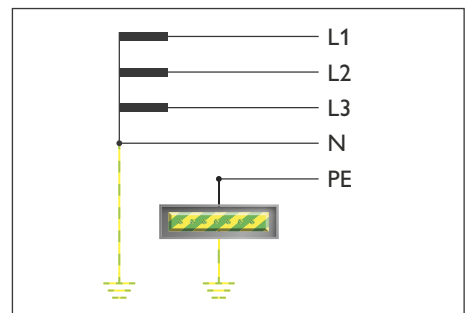


Fig. 46: Sistema TT

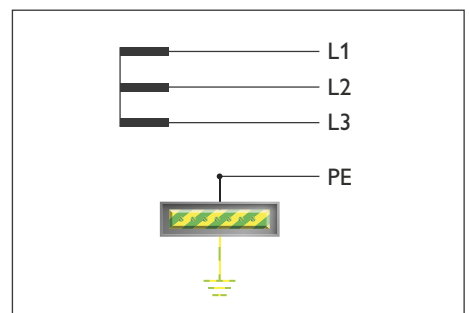


Fig. 47: Sistema IT

6.1.7 Sistemi di rete americani

Specialmente nelle aree dell'America settentrionale e centrale si utilizzano reti diverse. Le più importanti:

- sistema Wye
- sistema Delta
- sistema Split-Phase

Sistema Wye

Questi sistemi normalmente corrispondono ai sistemi TN: il punto neutro del trasformatore di alimentazione è collegato direttamente a terra e da lì il conduttore di terra (grounding conductor, GND) viene collegato all'impianto di utenza. Esistono anche sistemi Wye isolati, ma non sono molto diffusi. Un possibile conduttore neutro, di norma, viene intercettato solo all'interno dell'impianto di utenza. Questo corrisponde a un sistema TN-C-S. Una linea di alimentazione trifase è composta da quattro o cinque conduttori: L1, L2, L3, ev. N e GND (fig. 48).

Sistema Delta

In questo sistema il collegamento a terra si esegue con una delle fasi (corner-grounded) oppure con una presa centrale tra due fasi (high-leg). Il GND viene condotto dal punto di messa a terra nell'impianto di utenza. Esistono anche sistemi Delta isolati, ma non sono molto diffusi.

Se necessario, il conduttore neutro viene intercettato solo nell'impianto utilizzatore. Una linea di alimentazione

trifase è composta da quattro o cinque conduttori: L1, L2, L3, ev. N e GND (fig. 49).

Sistema Split-Phase

In questo sistema bifase molto diffuso, il collegamento a terra viene realizzato con una presa centrale sull'avvolgimento del trasformatore, da cui viene condotto un conduttore neutro. Una linea di alimentazione bifase è composta da quattro conduttori: L1, L2, N e GND (fig. 50).

6.1.8 Schema di collegamento

I dispositivi di protezione contro le sovratensioni sono parte dell'equipotenzializzazione di un fabbricato. In caso di sovratensione, collegano i conduttori attivi degli impianti elettrici alla messa a terra.

Secondo il sistema di rete dell'impianto di utenza, si usano diversi SPD, che vengono combinati tra loro a formare vari schemi di collegamento (connection type, CT). Nella direttiva sulla protezione dalle sovratensioni IEC 60364-5- 53 [11] vengono presi in considerazione soprattutto gli schemi seguenti:

- Schema di collegamento CT1: una combinazione di SPD che prevede una linea di protezione tra ogni conduttore attivo (conduttore esterno e conduttore neutro, se presente) e conduttore PE. Questo schema di collegamento viene spesso chiamato collegamento $x+0$, dove x indica il numero dei conduttori attivi (fig. 51).

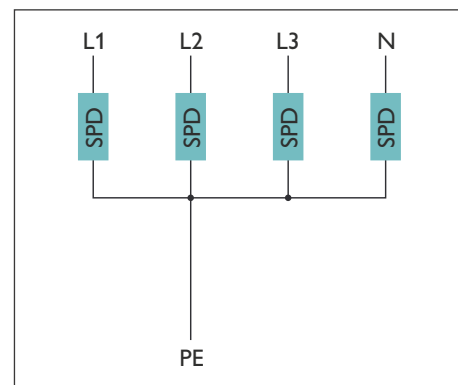


Fig. 51: Schema di collegamento CT1 o collegamento 4+0

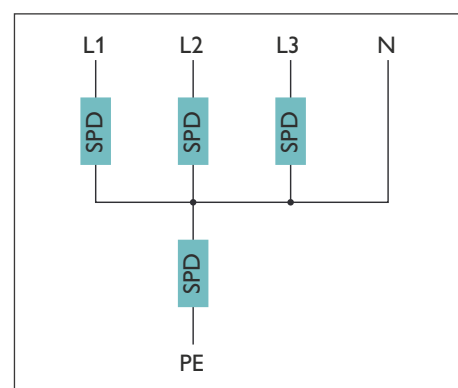


Fig. 52: Schema di collegamento CT2 o collegamento 3+1

- Schema di collegamento CT2: una combinazione di SPD che prevede una linea di protezione tra ogni conduttore esterno e conduttore neutro e un percorso di protezione tra conduttore neutro e conduttore PE. Questo schema di collegamento viene spesso chiamato collegamento $x+1$, dove x indica il numero dei

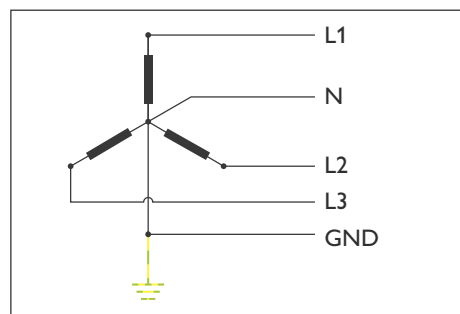


Fig. 48: Sistema Wye

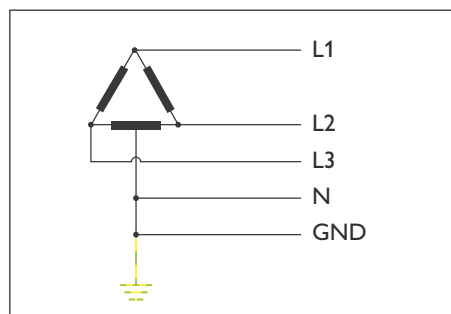


Abb. 49: Sistema Delta (high-leg)

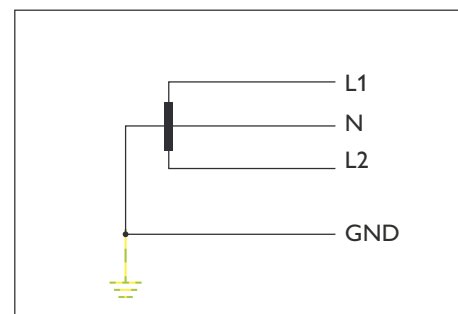


Fig. 50: Sistema Split-Phase

conduttori esterni (fig. 52).

Il possibile utilizzo dello schema di collegamento nei singoli sistemi di rete è indicato in tabella 4. Per l'impiego degli SPD tra conduttore neutro e di terra nei sistemi IT, va tenuto presente che la resistenza ai cortocircuiti e l'eventuale capacità di estinzione della corrente susseguente dell'SPD deve corrispondere come minimo alla corrente di corto circuito stimata sul luogo d'installazione in caso di doppia dispersione a terra.

Schema di collegamento CT2

Per i sistemi TN e TT, Phoenix Contact offre soprattutto sistemi SPD con schema di collegamento CT2. I vantaggi di questo schema di collegamento sono i seguenti:

- Impiego universale in tutti i paesi del mondo
- Basso livello di protezione tra conduttore esterno e conduttore neutro
- Nessuna corrente di dispersione verso il conduttore di terra grazie all'uso di spinterometri tra conduttore neutro e conduttore di terra

6.1.9 Collegamento e protezione dalle sovratensioni degli SPD

In presenza di sovratensioni transitorie, può verificarsi una caduta di tensione induttiva sui conduttori elettrici. In particolare con il collegamento della protezione dalla sovratensione, questa caduta di tensione supplementare può indebolire la protezione delle linee di collegamento. Per questo è consigliabile posare i cavi di collegamento degli SPD seguendo il percorso più breve possibile, evitando raggi di curvatura stretti.

- Il collegamento degli SPD può essere eseguito in due modi:
- Cablaggio a diramazione (stub wiring), fig. 53
 - Cablaggio a V (V-shaped wiring, Kelvin connection), fig. 54

In entrambi i casi, secondo la norma IEC 60364 parte 5, capitolo 53, sezione 534 [11], la somma delle lunghezze a, b e c non dovrebbe superare 0,5 m. In caso di cablaggio a V, questo requisito è facile da soddisfare, visto che c è l'unica lunghezza rilevante. Questo consente anche di ridurre al minimo il livello di protezione complessivo, costituito da livello di protezione dell'SPD e caduta di tensione lungo i cavi di collegamento.

Con il cablaggio a diramazione, l'SPD può/deve essere protetto, secondo il valore nominale del dispositivo di protezione da sovracorrente F1, con un secondo dispositivo di protezione F2 con valore nominale di corrente inferiore. Questo cablaggio consente, in linea di principio, l'impiego negli impianti con qualsiasi corrente nominale, purché la corrente prospettica di corto circuito sul luogo d'installazione dell'SPD non superi la resistenza al corto circuito.

Il cablaggio a V, invece, può essere impiegato solo fino a un valore nominale del dispositivo di protezione contro le sovratensioni F1 installato a monte ovvero fino a una corrente nominale dell'impianto, che non superi la portata di corrente permanente dei cavi e dei morsetti di collegamento dell'SPD.

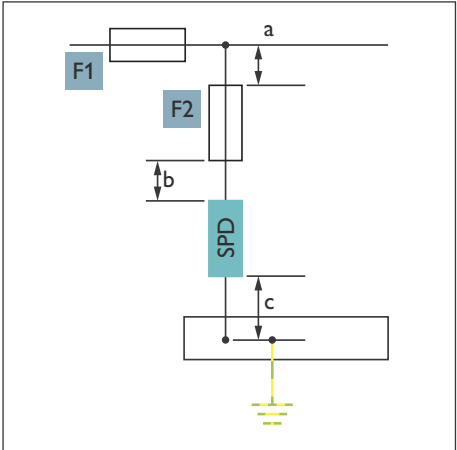


Fig. 53: Cablaggio a diramazione

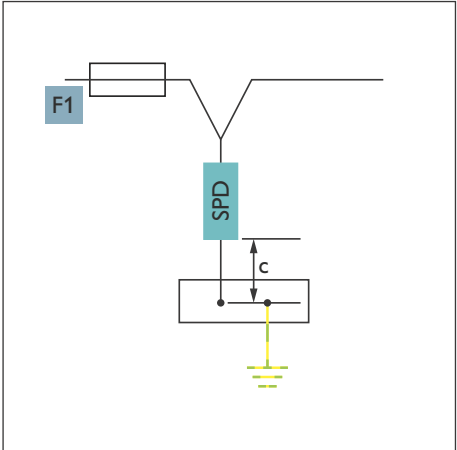


Fig. 54: Cablaggio a V

Sistema di rete sul luogo d'installazione dell'SPD	Schema di connessione	
	CT1	CT2
Sistema TN	✓	✓
Sistema TT	Solo a valle di un dispositivo di protezione differenziale	✓
Sistema IT con conduttore neutro integrato	✓	✓
Sistema IT senza conduttore neutro integrato	✓	Non applicabile

Tabella 4: Schemi di collegamento e sistemi di rete

L'impianto elettrico presuppone il rispetto dei requisiti normativi in materia di collegamento e protezione da sovracorrente dei dispositivi di protezione contro le sovratensioni, volti a garantire la sicurezza operativa dell'impianto. Inoltre, per il corretto funzionamento della protezione dalle sovratensioni, devono essere rispettate alcune condizioni in termini di collegamento e protezione.

I requisiti sono indicati nelle varie parti della normativa IEC 60364 (CEI 64-8) relativa alla costruzione degli impianti a bassa tensione - da un lato la parte 5, capitolo 53, sezione 534 [11] per la scelta e la realizzazione dei dispositivi di protezione dalle sovratensioni, dall'altro la parte 4, capitolo 43 [12] sulle misure di protezione da sovracorrente e infine nella norma del prodotto per i dispositivi di protezione dalle sovratensioni IEC 61643-11 [6].

Sezioni di collegamento

Dai requisiti complessivi risultano le seguenti condizioni per il dimensionamento delle linee di collegamento degli SPD (in riferimento ai cavi di rame con isolamento in PVC):

- I diametri minimi per le linee di collegamento degli SPD risultano, in primo luogo, dai requisiti per l'installazione dei dispositivi di protezione contro le sovratensioni, secondo il collegamento dei conduttori attivi o della barra principale di messa a terra (HES/del conduttore di terra (PE(N))), oltre che secondo il tipo di SPD:
- Diametro di collegamento dei conduttori attivi per gli SPD di tipo 1: minimo 6 mm².
- Diametro di collegamento dei conduttori attivi per SPD di tipo 2: minimo 2,5 mm².

- Diametro di collegamento alla barra di messa a terra principale o al conduttore di terra per gli SPD di tipo 1: minimo 16 mm².
- Diametro di collegamento alla barra di messa a terra principale o al conduttore di terra per gli SPD di tipo 2: minimo 6 mm².
- A partire da un determinato valore nominale della protezione da sovracorrente installata a monte, i diametri minimi risultano dalla resistenza al corto circuito delle linee di collegamento.
- Se le linee di collegamento degli SPD sono sotto tensione d'esercizio, a partire da un certo valore di corrente, il diametro minimo può essere determinato dal carico di corrente permanente dei conduttori.

Protezione da sovracorrente

Per la realizzazione della protezione da sovracorrente degli SPD, è necessario definire prima le priorità:

- Priorità dell'alimentazione dell'impianto: cablaggio a diramazione con dispositivo di protezione da sovracorrente F2 a parte.
- Priorità della protezione dalle sovratensioni dell'impianto: cablaggio a V o di diramazione senza dispositivo di protezione da sovracorrente F2 a parte.

Nel primo caso, il dispositivo di protezione contro le sovratensioni F2 a parte garantisce la reazione in caso di guasto all'SPD, ad esempio in seguito a cortocircuito. Il dispositivo di protezione contro le sovratensioni F1 installato a monte non scatta: in tal modo l'alimentazione delle apparecchiature da proteggere non viene interrotta. In questo caso, le apparecchiature non sono più protette dai successivi fenomeni di sovratensione.

Nel secondo caso, il dispositivo di protezione da sovracorrente F1 inserito a monte provvede anche alla protezione da sovracorrente in caso di guasto all'SPD. In tal caso si deve prevedere

l'arresto dell'alimentazione, in modo da prevenire qualsiasi danno in seguito ai successivi fenomeni di sovratensione.

Per il dimensionamento della protezione da sovracorrente, si devono osservare alcuni punti:

- La selettività del dispositivo di protezione da sovracorrente nei confronti dei dispositivi di protezione inseriti a monte.
- L'ultimo dispositivo di protezione da sovracorrente a monte dell'SPD non deve superare il massimo valore nominale del dispositivo di protezione inserito a monte, indicato dal costruttore dell'SPD.
- Il dispositivo di protezione contro le sovratensioni inserito a monte deve essere adeguato alle ampiezze delle correnti impulsive e atmosferiche previste dalla classe di protezione dai fulmini. In particolare per quanto concerne le correnti atmosferiche forti, eventuali fusibili sottodimensionati possono rappresentare un pericolo, in quanto possono essere irrimediabilmente danneggiati da un elevato apporto di energia di breve durata.

Il rispetto della selettività ha la massima priorità. Per il semplice caso in cui i due dispositivi di protezione da sovracorrente siano fusibili gG, si applica la seguente regola: fino a un valore nominale di 1250 A, $F2 \times 1,6$ deve essere $\leq F1$. Se uno o entrambi i dispositivi di protezione da sovracorrente sono interruttori automatici o interruttori di potenza, le loro caratteristiche di disinserzione devono essere comparabili tra loro o con quella del fusibile e coordinate, in modo che le curve si tocchino e non si sovrappongano (fig. 55 e fig. 56). Inoltre, nell'ambito delle correnti di corto circuito, devono avere una distanza temporale tale da consentire l'intervento e la disattivazione del dispositivo di protezione da sovracorrente inserito a monte.

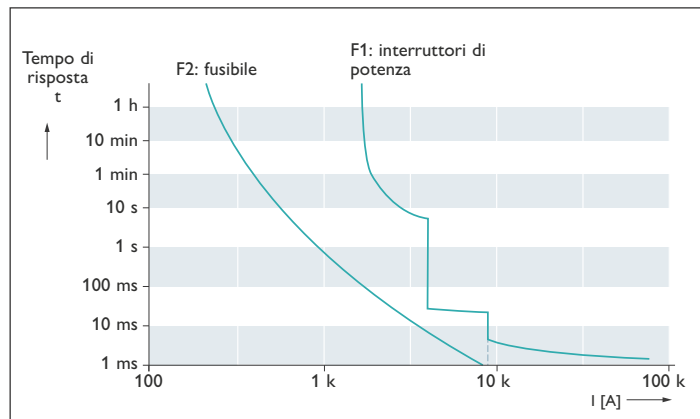


Fig. 55: Curve di disinserimento di un interruttore di potenza (F1) e di un fusibile selettivo gG (F2)

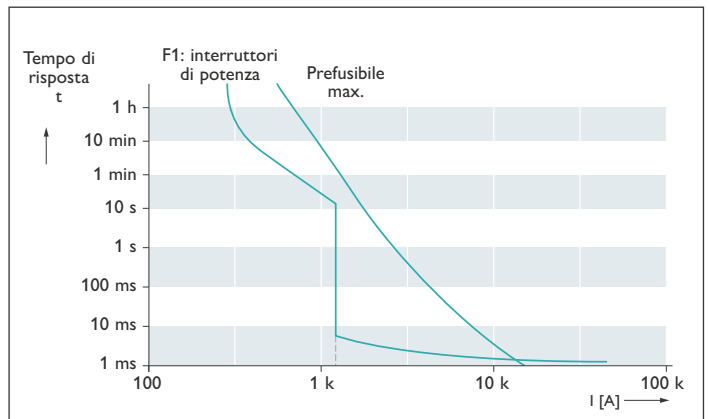


Fig. 56: Caratteristica di disinserimento di un interruttore di potenza (F1), adatto come protezione da sovracorrente inserita a monte di un SPD con prefusibile massimo da 315 A gG

Lo stesso vale anche per il caso in cui un interruttore automatico o interruttore di potenza F1 debba fungere da protezione da sovracorrente per l'SPD, senza dispositivo di protezione F2 a parte. In questo caso, la caratteristica di disinserimento dell'interruttore deve corrispondere a quella della massima protezione da sovracorrente indicata dal costruttore per l'SPD e non la deve superare nel range delle correnti di corto circuito.

Non è possibile trarre conclusioni di validità generale ovvero solo per correnti nominali ridotte di interruttori a confronto con le correnti nominali dei prefusibili massimi con caratteristica gG specificati per gli SPD. Se ad esempio è indicato un prefusibile di massimo 315 A gG, si può utilizzare solo un interruttore automatico da 125 A con caratteristica C come prefusibile per l'SPD. Gli interruttori con corrente nominale maggiore o caratteristica diversa devono essere osservati singolarmente ed eventualmente controllati (fig. 56).

SPD con protezione da sovracorrente integrata

Una soluzione particolarmente semplice per l'installazione degli SPD nell'ambito della protezione contro

le sovracorrenti, è data dai prodotti con fusibili già integrati, come il FLASHTRAB SEC HYBRID.



Fig. 57: FLT-SEC-H-T1-1C-264/25-FM

FLASHTRAB SEC HYBRID

Grazie al fusibile integrato, non sono necessari fusibili esterni, con conseguente riduzione di spazio e costi. La protezione aumenta, poiché la differenza di tensione indotta dal fusibile è già inclusa nel livello di protezione dell'SPD. I cavi di collegamento corti richiesti per gli SPD sono facilmente realizzabili (fig. 57).

6.1.10 Safe Energy Control Technology (SEC)

Phoenix Contact propone una serie di SPD coordinati, adatti a realizzare sistemi di protezione a più livelli. I dispositivi di protezione dalle sovratensioni con la tecnologia Safe Energy Control (SEC) uniscono massima efficienza e lunga durata, garantendo così la protezione degli equipaggiamenti elettrici e riducendo i costi di manutenzione. L'installazione degli SPD con tecnologia SEC è semplice, vantaggiosa e dal design compatto. I singoli tipi di SPD si ritrovano nelle famiglie di prodotti indicate in tabella 5.

Senza corrente susseguente

Un progetto globale di protezione contro le sovratensioni necessita di un efficiente scaricatore di corrente atmosferica/scaricatore combinato di tipo 1(2). Gli spinterometri tradizionali di tipo 1 caricano l'impianto con correnti susseguenti elevate, che possono causare anche l'intervento della protezione da sovracorrente inserita a monte. Gli scaricatori di corrente atmosferica/

Tipo di SPD	Famiglia di prodotti
Tipo 1	FLASHTRAB SEC (FLT-SEC)
Tipo 2	VALVETRAB SEC (VAL-SEC)
Tipo 3	PLUGTRAB SEC (PLT-SEC)

Tabella 5: Serie di prodotti con tecnologia Safe Energy Control

scaricatori combinati con tecnologia SEC sono i primi ad avere una tecnologia basata sull'impiego di spinterometri privi di correnti susseguenti di rete. Evitare correnti susseguenti di rete rappresenta un vantaggio per l'intero impianto. Questo implica la riduzione al minimo del carico - limitato al processo di scarica -, non solo per l'equipaggiamento elettrico, ma anche per l'intero sistema di alimentazione, incluso l'SPD. Il mancato intervento degli organi di

protezione inseriti a monte garantisce la massima affidabilità dell'impianto.

Soluzione senza prefusibile per qualsiasi applicazione

Gli efficienti scaricatori di corrente atmosferica/scaricatori combinati e i dispositivi contro le sovratensioni con tecnologia Safe Energy Control sono la soluzione ideale per tutte le applicazioni comuni, senza un prefusibile separato. Per le applicazioni in cui la protezione dell'impianto ha la massima priorità, è possibile impiegare SPD di tipo 1 e di tipo 2 con fusibili principali da 315 A gG (o interruttore magnetotermico modulare fino a 125 A curva C) senza protezione da sovracorrente aggiuntiva. Per le altre applicazioni sono disponibili prodotti con fusibile integrato resistente alle correnti impulsive, come il FLASHTRAB SEC HYBRID. Gli SPD di tipo 3 della famiglia PLUGTRAB SEC possono essere utilizzati nel cablaggio di diramazione senza prefusibile, anche grazie al sistema di disconnessione termica integrato.

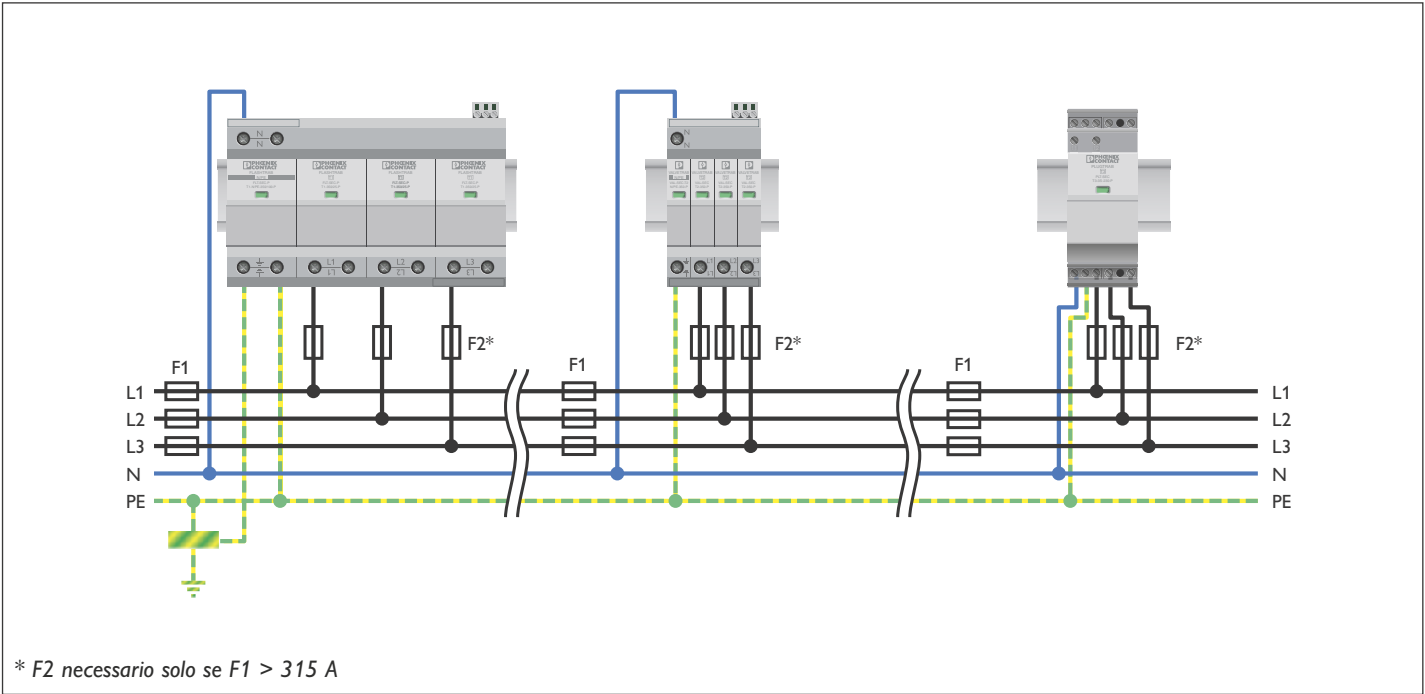


Fig. 58: Esempio di collegamento di dispositivi di protezione contro le sovratensioni in un sistema TN-S

Compatto e universale

La gamma SEC comprende lo spinterometro di tipo 1 più compatto per tensione nominale da 440V (FLASHTRAB SEC PLUS 440) e quello più stretto di tipo 2 (VALVETRAB SEC). FLASHTRAB SEC T1+T2 è l'unica combinazione coordinata tra spinterometro di tipo 1 e varistori di tipo 2 in uno spazio ristretto. Tutti i prodotti della serie SEC sono realizzati ad innesto, il che semplifica notevolmente gli interventi di manutenzione.

6.1.11 Sistemi di protezione a più livelli

Con gli SPD della gamma SEC è possibile realizzare semplicemente sistemi di protezione a più livelli per gli impianti tradizionali. I parametri come la massima tensione permanente, il livello di protezione e la capacità di dispersione sono perfettamente coordinati.

Impianti di produzione industriali con sistema di protezione contro i fulmini esterno

Sulla linea di alimentazione in bassa tensione all'ingresso dell'edificio, la zona di protezione transitoria $0_A \rightarrow 1$ è protetta da un SPD di tipo 1 della serie FLASHTRAB SEC. Secondo il sistema di rete, lo schema di collegamento da selezionare e il livello di tensione dell'alimentazione, esistono diversi tipi e varianti di collegamento degli SPD. Se per esempio si tratta di un sistema trifase 230/400-V-AC-TN-C, si può utilizzare il tipo FLT-SEC-P-T1-3C-350/25-FM (fig. 60).

In alternativa, è disponibile anche la combinazione di scaricatori FLASHTRAB SEC T1+T2 (fig. 61). Questa combinazione coordinata di un SPD di tipo 1 a spinterometro e di un SPD di tipo 2 a varistore, offre diversi vantaggi nell'impiego diretto nella distribuzione principale.

Negli altri sistemi di distribuzione secondari per le sale macchine e gli uffici dell'impianto di produzione, la zona di protezione transitoria $1 \rightarrow 2$ è protetta da un SPD di tipo 2 della serie VALVETRAB SEC.

Un'alimentazione con sistema TN-C, come nell'esempio specifico, viene trasformata già nella distribuzione principale in un sistema TN-S, in modo che il resto dell'impianto venga realizzato con conduttori di neutro e di terra posati a parte. Come SPD di tipo 2 è disponibile anche il modello VAL-SEC-T2-3S-350-FM (fig. 62). Nei quadri elettrici delle macchine e in ufficio, direttamente a monte dei dispositivi terminali sensibili, la zona di protezione transitoria $2 \rightarrow 3$ è protetta da SPD di tipo 3 della serie PLUGTRAB SEC. Per un dispositivo terminale con tensione nominale a 230 V, è disponibile il PLT-SEC-T3-230-FM (fig. 63).

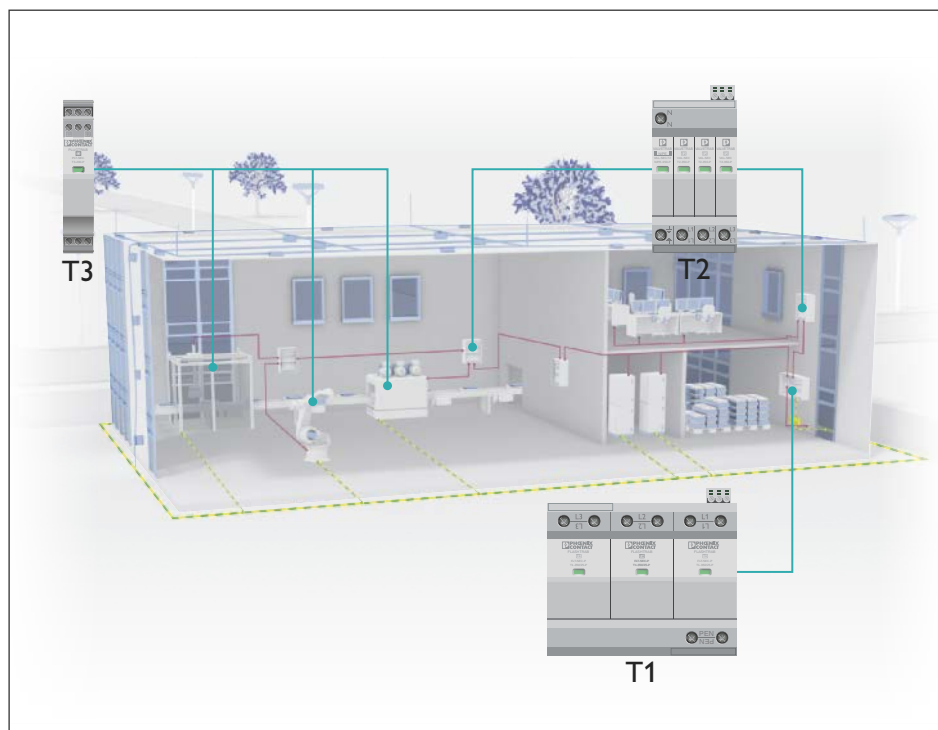


Fig. 59: Sistema di protezione a più livelli sull'esempio di un impianto di produzione industriale

FLASHTRAB SEC

Gli SPD di tipo 1 della serie FLASHTRAB SEC si avvalgono della tecnologia a spinterometri privi di correnti susseguenti di rete. Garantiscono così la massima affidabilità dell'impianto, in quanto gli

organi di protezione da sovracorrente a monte non intervengono durante il processo di scarica e si distinguono per la lunga durata.



Fig. 60: FLT-SEC-P-T1-3C-350/25-FM

FLASHTRAB SEC T1+T2

La combinazione di scaricatori FLASHTRAB SEC T1+T2, unica sul mercato, protegge l'equipaggiamento elettrico sensibile in modo ottimale tramite:

- Spinterometri SEC efficienti per la dispersione delle fulminazioni dirette

- Scaricatori a varistore per la limitazione delle sovratensioni dinamiche
- Ripartizione ottimale dell'energia tra SPD di tipo 1 e tipo 2



Fig. 61: FLT-SEC-T1+T2-3C-350/25-FM

VALVETRAB SEC

Il VALVETRAB SEC T2 colpisce non solo per la sua forma compatta – solo 12 mm a polo – ma soprattutto per il dispositivo di separazione termico interno ad alte prestazioni. L'SPD può essere utilizzato anche senza prefusibile fino a 315 A gG

(o interruttore magnetotermico modulare curva C fino a 125 A). È anche possibile impiegare l'SPD nelle reti con correnti prospettiche di corto circuito sul luogo d'installazione fino a 50 kA.



Fig. 62: VAL-SEC-T2-3S-350-FM

PLUGTRAB SEC

Il PLUGTRAB SEC T3 è equipaggiato con fusibili integrati resistenti alla corrente impulsiva. Può proteggere i dispositivi terminali che funzionano sia a corrente alternata, sia a corrente continua. Il disconnettore termico integrato consente il collegamento

con cablaggio in diramazione senza prefusibile aggiuntivo indipendentemente dalla corrente nominale e dalla protezione del circuito elettrico.



Fig. 63: PLT-SEC-T3-230-FM

6.2 Protezione dei sistemi in corrente continua con fonti di tensione lineari

Il funzionamento degli impianti a corrente continua può variare notevolmente in seguito alle differenze nella caratteristica della sorgente. Per questo non è facile scegliere i dispositivi di protezione contro le sovratensioni, se non si conoscono a fondo le caratteristiche di ogni impianto. Questo vale soprattutto per gli impianti con correnti di corto circuito limitate o basse.

I sistemi di alimentazione elettrica a tensione continua con caratteristica della fonte lineare vengono utilizzati principalmente per:

- Utente con bassa tensione di alimentazione a corrente continua, ad esempio i sistemi di controllo a memoria programmabile o gli impianti di telecomunicazione.
- Utente mobili, come i carrelli elevatori a forche o i sistemi di alimentazione a bordo.
- Batterie degli impianti UPS
- Centri di calcolo
- Veicoli su rotaia

Seguono alcune tipiche fonti di corrente di impianti di alimentazione a tensione continua con caratteristica della fonte lineare:

- Raddrizzatori controllati e non controllati con o senza livellamento
- Alimentatori regolati
- Alimentatori caricatori
- Set di batterie

Scelta dei dispositivi di protezione contro le sovratensioni

La scelta degli SPD per gli impianti a corrente continua, di norma, è molto più complessa rispetto agli impianti di alimentazione a tensione alternata.

Negli impianti a corrente alternata, spesso c'è una sola fonte di corrente, mentre in quelli a corrente continua ci sono più fonti di corrente con diverse modalità di funzionamento. Questo vale soprattutto per gli impianti a corrente continua alimentati a batteria.

Nella maggior parte degli impianti a corrente alternata, la corrente di corto circuito minima è abbastanza elevata da far scattare i dispositivi di protezione da sovracorrente a monte entro pochi millisecondi. Questo consente di selezionare semplicemente i fusibili in grado di proteggere il sistema in modo affidabile in caso di errore e di sopportare anche correnti impulsive. Negli impianti a corrente continua con correnti di corto circuito basse o limitate, per soddisfare i requisiti di sicurezza fondamentali è molto importante conoscere anche la corrente

prospettica di corto circuito minima sul luogo d'installazione dell'SPD. Il mancato intervento dei fusibili in seguito a carichi di corrente impulsiva va dunque considerato come subordinato.

I criteri di dimensionamento fondamentali per la scelta degli SPD e dei dispositivi di protezione da sovracorrente per gli impianti a corrente continua sono:

- Tensione nominale delle fonti di alimentazione a corrente continua
- Numero, tipo e modalità di funzionamento delle fonti di alimentazione a corrente continua
- Corrente prospettica di cortocircuito massima e minima sul luogo d'installazione dell'SPD



Fig. 64: VALVETRAB SEC DC

VALVETRAB SEC DC

Con la famiglia di prodotti VALVETRAB-SEC-DC (fig. 64), Phoenix Contact propone SPD di tipo 2 per la protezione dei sistemi a tensione continua, che si distinguono per il design compatto. Con una larghezza di soli 12 mm per polo, questi SPD dispongono di un dispositivo di separazione efficiente, in grado di isolare in sicurezza correnti DC fino a 200 A. Questo consente, tra l'altro, di utilizzare nell'applicazione SPD senza prefusibili. Il livello di protezione primario fa sì che i componenti sensibili a valle siano protetti in modo ottimale.

Circuiti di protezione per sistemi a corrente continua collegati e non collegati a terra

I circuiti per SPD più diffusi nei sistemi a corrente continua sono subordinati allo schema di collegamento CT1 (fig. 51) e sono realizzati nella versione unipolare o bipolare.

Un collegamento 2+0 è necessario anche per i sistemi TN, se il luogo d'installazione degli SPD è più lontano rispetto al punto di messa a terra del sistema (fig. 67).

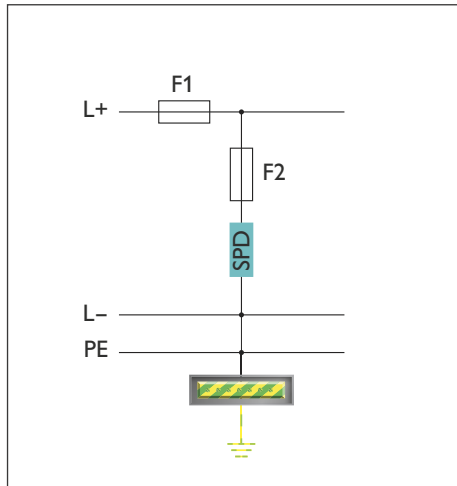


Fig. 65: Collegamento 1+0 per sistemi TN collegati al punto di messa a terra

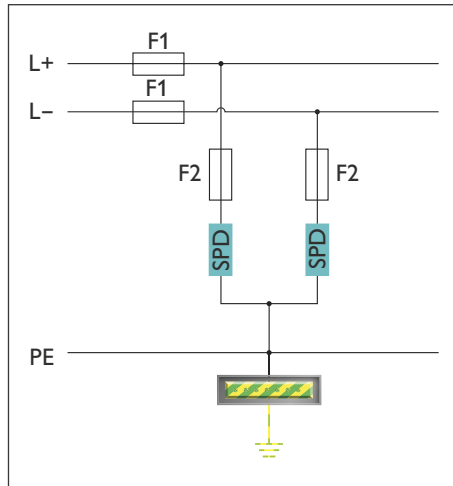


Fig. 66: Collegamento 2+0 per sistemi IT

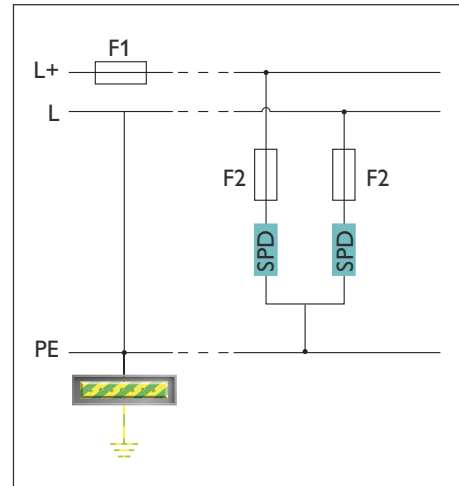


Fig. 67: Collegamento 2+0 per sistemi TN più lontani dal punto di messa a terra



Abb. 68: Centro di calcolo con un sistema di fornitura elettrica a corrente continua con caratteristica della fonte di alimentazione lineare

6.3 Protezione dei sistemi in corrente continua negli impianti fotovoltaici

L'impiego delle energie rinnovabili è aumentato molto negli ultimi anni. Oltre agli impianti a energia eolica, alle centrali idroelettriche o agli impianti a biomassa, gli impianti fotovoltaici per la produzione di corrente (impianti PV) forniscono una buona percentuale di energia rinnovabile. Gli impianti PV vengono realizzati, ad esempio, come impianti su tetto per le case unifamiliari e gli edifici industriali, o come impianti a terra. Per via dell'esposizione, questi impianti sono a rischio di danni da fulminazione. Per evitare gravi danneggiamenti con conseguente perdita di affidabilità dell'impianto, in fase di progettazione è importante adottare le necessarie misure di protezione contro i fulmini e le sovratensioni. Le normative e direttive in materia di impianti fotovoltaici agevolano la progettazione dei sistemi di protezione contro i fulmini e le sovratensioni per questi impianti.

Requisiti degli SPD per l'utilizzo negli impianti PV

La caratteristica delle fonti PV pone particolari requisiti per gli SPD nel campo della protezione DC degli impianti PV. Rispetto ai tradizionali sistemi di fornitura elettrica a bassa tensione, gli impianti PV si distinguono soprattutto per le seguenti caratteristiche:

- Elevate tensioni di sistema DC fino a 1500 V.
- Caratteristica della fonte corrispondente a una fonte di corrente non lineare.
- Corrente d'esercizio nel punto di lavoro ottimale (MPP), inferiore di pochi punti percentuali alla corrente di corto circuito.
- Dipendenza della corrente di corto circuito dalle condizioni ambientali, come esposizione ai raggi solari e temperatura.

La tendenza al guasto dei dispositivi e componenti DC in seguito a sovraccarico comporta conseguenze importanti: poiché la corrente di corto circuito non è definita, un coordinamento dei dispositivi di protezione contro le sovratensioni e dei fusibili con gli SPD in questi impianti risulta difficile. Inoltre, la caratteristica non lineare della fonte nei processi di commutazione pone requisiti severi in termini di efficienza di interruttori, fusibili e altri dispositivi di separazione.

Per questo sono stati definiti particolari requisiti per gli SPD, per l'impiego negli impianti PV e per la relativa certificazione tecnica, requisiti che sono stati pubblicati per la prima volta nella normativa europea EN 50539-11. Particolare attenzione è dedicata alla reazione degli SPD in caso di sovraccarico e di guasto nell'ambito della protezione degli impianti DC.

Vengono descritte le possibilità per la riproduzione in laboratorio della caratteristica della fonte degli impianti PV. La norma IEC 61643-31 [8] tratta questi argomenti nell'ambito della normativa internazionale.

Questi standard costituiscono la base per la qualifica degli SPD per l'impiego DC negli impianti PV in termini di efficienza e, in particolare, di sicurezza in caso di guasto.

Selezione e installazione degli SPD per la protezione degli impianti PV

Una protezione efficace contro le correnti atmosferiche e le sovratensioni è importante sia per il lato DC che per quello AC degli impianti PV. Per metterla in atto, è importante rispettare le normative generali per i sistemi fotovoltaici (IEC 60364-7-712, CEI 64-8-7-712 e CEI 82-25-9.2) relative alla scelta e al montaggio degli SPD per la protezione DC degli impianti. Si applicano le specifiche tecniche a livello europeo CLC/TS 50539-12 e successive modifiche nonché CLC/TS 61643-32, mentre a livello internazionale si applicano le norme IEC 61643-32 [18].

6.3.1 Impianti PV sugli edifici

Nella progettazione e installazione degli SPD per la protezione degli impianti PV, è importante distinguere tra impianti sui fabbricati (edifici) e impianti a terra.

Negli impianti sui fabbricati, l'impianto PV è parte della struttura degli edifici ed è collegato all'impianto elettrico. Per il dimensionamento corretto e l'installazione degli SPD in questi impianti, sono importanti i seguenti aspetti:

- Parametri del sistema di alimentazione, come forma della rete, tensione nominale e corrente di corto circuito
- Classe di protezione target contro le scariche atmosferiche (LPL)
- Presenza di un impianto esterno per la protezione contro i fulmini e numero di calate del sistema di protezione

esterno

- Rispetto della distanza di separazione
- Luogo di installazione dell'inverter
- Lunghezze dei cavi tra i dispositivi da proteggere

Sulla base del profilo dell'impianto PV da proteggere, caratterizzato dagli aspetti sopra descritti, la normativa IEC 61643-32 [18] riporta raccomandazioni sui luoghi d'installazione degli SPD e descrive i requisiti per la loro efficacia.

Viene fatta una netta distinzione tra impianto per edifici con e senza sistema esterno per la protezione contro i fulmini. Di norma, negli impianti sui fabbricati senza sistema di protezione esterno contro i fulmini, per la protezione dell'impianto PV è sufficiente un SPD di tipo 2 con una capacità di dispersione di almeno 5 kA (8/20 μ s) per ogni linea.

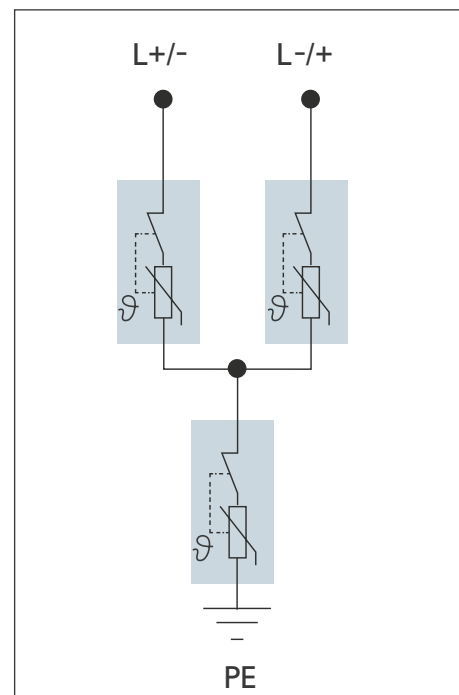


Fig. 70: Collegamento a Y di tre varistori con punti di isolamento termico

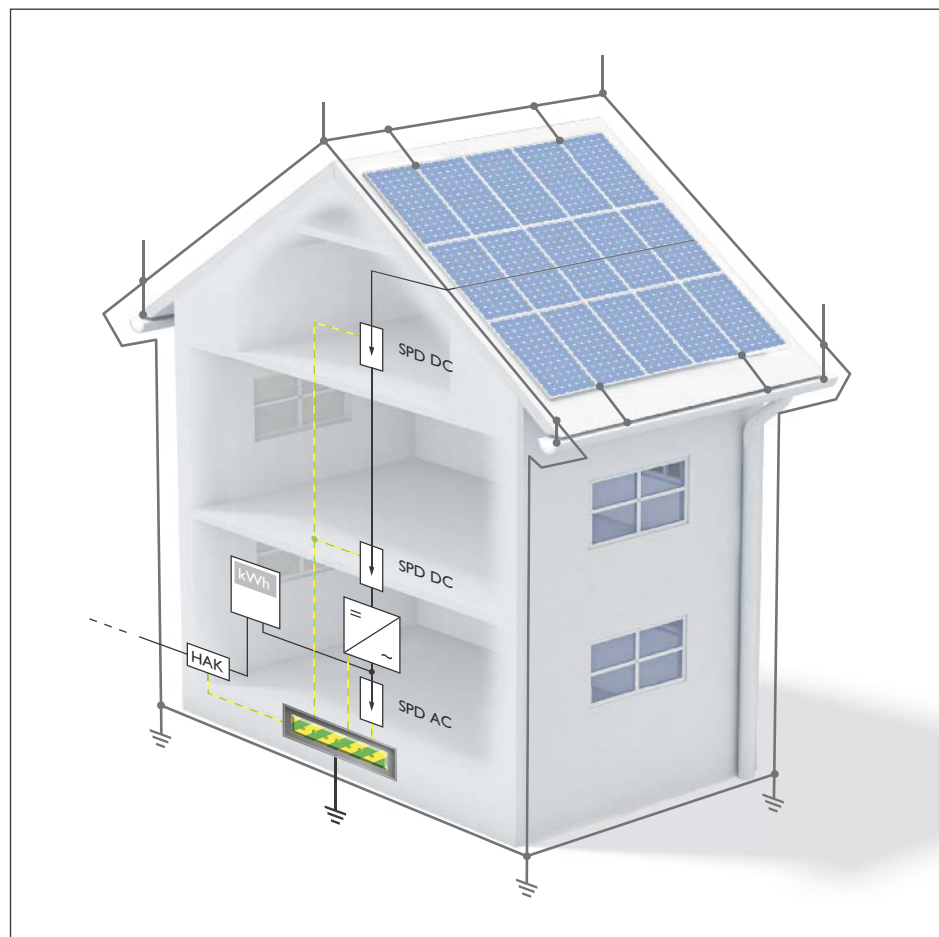


Fig. 69: Impianto su tetto di una casa unifamiliare

Vantaggi del collegamento a Y

Tutti i dispositivi di protezione contro le sovratensioni di Phoenix Contact per la protezione sul lato DC degli impianti PV si basano sul cosiddetto collegamento a Y. In questo collegamento a prova di errori, tra tutti i potenziali, sono sempre collegati in serie due varistori con dispositivi di separazione coordinati. Questo garantisce che, anche in caso di guasto di uno dei varistori, il flusso di corrente possa essere interrotto dall'altro, a garanzia della massima sicurezza.

Questo vale per la protezione sui lati AC e DC, purché non ci siano normative locali che impongono requisiti più severi, come ad esempio l'uso di SPD di tipo 1 per la protezione del lato AC dell'impianto (vedi Guida Tecnica CEI 81-28).

Negli edifici con impianti PV e con sistema esterno per la protezione contro i fulmini, in cui viene rispettata la distanza di separazione da tutti i componenti conduttori dell'edificio e dell'impianto elettrico, per la protezione dell'impianto sul lato AC è necessario un

SPD di tipo 1. Anche in questo caso, per la protezione dell'impianto sul lato DC è sufficiente un SPD di tipo 2 con una capacità di dispersione di almeno 5 kA (8/20 μ s) per ogni linea.

Nel caso in cui la distanza di separazione non venisse rispettata, la protezione dell'impianto sul lato DC richiede l'uso di un SPD di tipo 1. La norma IEC 61643-32 [18] definisce la capacità di dispersione per gli SPD in funzione della classe di protezione dai fulmini, oltre alla tecnologia SPD da utilizzare.

La distinzione in funzione della tecnologia SPD si basa sul fatto che l'SPD influisce direttamente sulla distribuzione della corrente atmosferica nell'impianto, pertanto - secondo la nuova tecnologia - deve scaricare correnti impulsive di diversa intensità. La norma IEC 61643-32 [18] distingue tra SPD a varistori e SPD a commutazione di tensione basati su spinterometri o scaricatori di sovratensione a plasma di gas (gas discharge tube, GDT). Le combinazioni di questi elementi base sono definite come segue: il

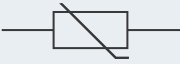
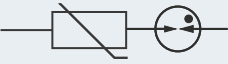
SPD di limitazione della tensione		 MOV  MOV + GDT in serie							
Classe di protezione contro i fulmini LPL	Massima corrente impulsiva di scarica (10/350 μ s)	Numero di calate esterne							
		<4				≥ 4			
		per ogni linea di protezione		I_{tot}		per ogni linea di protezione		I_{tot}	
		$I_{8/20}$	$I_{10/350}$	$I_{8/20}$	$I_{10/350}$	$I_{8/20}$	$I_{10/350}$	$I_{8/20}$	$I_{10/350}$
I o sconosciuto	200 kA	17 kA	10 kA	34 kA	20 kA	10 kA	5 kA	20 kA	10 kA
II	150 kA	12,5 kA	7,5 kA	25 kA	15 kA	7,5 kA	3,75 kA	15 kA	7,5 kA
III o IV	100 kA	8,5 kA	5 kA	17 kA	10 kA	5 kA	2,5 kA	10 kA	5 kA

Tabella 6: Valori per SPD a limitazione di tensione nell'applicazione PV sull'edificio in caso di mancato rispetto della distanza di separazione

SPD a commutazione di tensione		 GDT  MOV + GDT in parallelo			
Classe di protezione contro i fulmini LPL	Massima corrente impulsiva di scarica (10/350 μ s)	Numero di calate esterne			
		<4		≥ 4	
		per ogni linea di protezione $I_{10/350}$	I_{tot}	per ogni linea di protezione $I_{10/350}$	I_{tot}
I o sconosciuto	200 kA	25 kA	50 kA	12,5 kA	25 kA
II	150 kA	18,5 kA	37,5 kA	9 kA	18 kA
III o IV	100 kA	12,5 kA	25 kA	6,25 kA	12,5 kA

Tabella 7: Valori per SPD a commutazione di tensione nell'applicazione PV su un edificio in caso di mancato rispetto della distanza di separazione

collegamento in serie tra varistore e GDT è considerato un sistema a limitazione di tensione, mentre il collegamento in parallelo è considerato un sistema a commutazione di tensione. Per una protezione efficace dell'impianto, la norma IEC 61643-32 [18] fornisce indicazioni sul numero di SPD da montare e sul luogo d'installazione ottimale. Per proteggere l'inverter, si raccomanda di installare gli SPD il più vicino possibile allo stesso.

Se la lunghezza dei cavi tra i moduli PV e l'inverter supera i 10 m, è opportuno installare un dispositivo di protezione supplementare sull'alta estremità del cavo, in corrispondenza dei moduli PV, per garantire una protezione efficace.

Negli impianti dotati di un sistema esterno per la protezione contro i fulmini, in cui non viene rispettata la distanza di separazione, è necessario collegare al sistema di protezione anche i telai di metallo e i sistemi portanti dei moduli PV. A prescindere dalla lunghezza dei cavi, in questo caso occorre installare un SPD di tipo 1 in ogni luogo d'installazione. Il motivo è che tutti i cavi dell'impianto PV vengono considerati come linee parallele rispetto ai cavi di equipotenzializzazione e a quelli dell'edificio e, collegati agli SPD, devono sopportare le correnti atmosferiche.

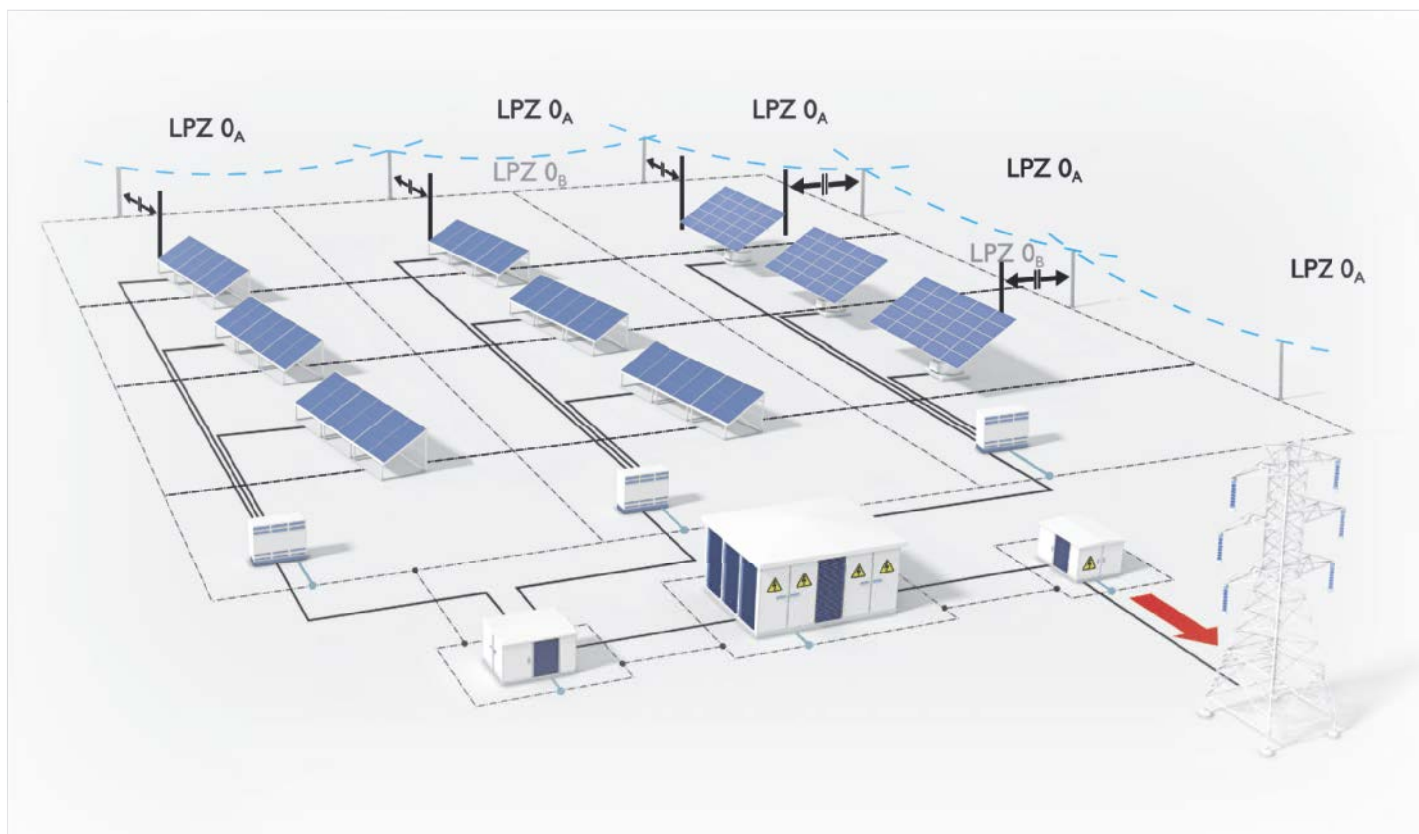


Fig. 71: Impianto di terra con sistema di protezione dai fulmini esterno

6.3.2 Impianti a terra

Per la corretta progettazione dei sistemi di protezione contro i fulmini e le sovratensioni per gli impianti PV a terra, occorre considerare aspetti diversi in base ai fabbricati.

- Larghezza delle maglie del sistema di equipotenzializzazione
- Esecuzione del sistema di messa a terra
- Tipi di inverter impiegati (inverter centrali o di stringa)

Gli impianti a terra sono caratterizzati da

un fitto sistema di equipotenzializzazione a maglie, che in caso di pioggia è dotato di una serie di fili di massa interrati. I telai dei moduli sono anch'essi collegati al sistema di compensazione del potenziale. I cavi tra moduli PV e punto di alimentazione possono essere lunghi anche diverse centinaia di metri.

In caso di fulminazione nel sistema di protezione esterno, le correnti atmosferiche vengono collegate al sistema di compensazione del potenziale. Per questo gli impianti di terra con inverter centrali devono essere protetti

sul lato DC con SPD di tipo 1, la cui efficienza è indicata in tabella 8.

Per gli impianti di terra con inverter di stringa installati vicino ai moduli PV, vale quanto segue:

per la protezione sul lato AC occorre scegliere SPD con capacità di dispersione simile ai valori indicati in tabella 8. Anche in questo caso, per la protezione sul lato DC è sufficiente un SPD di tipo 2 con una capacità di dispersione di almeno 5 kA (8/20 µs) per ogni linea.

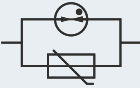
Classe di protezione contro i fulmini LPL Massima corrente impulsiva di scarica (10/350 µs)		SPD sul lato DC I _{imp} in kA (10/350 µs), I _n in kA (8/20 µs)					
		SPD di limitazione della tensione		SPD a commutazione di tensione			
							
		MOV		MOV + GDT in serie		GDT	MOV + GDT in parallelo
		I _{10/350}		I _{8/20}		I _{10/350}	
		per ogni linea di protezione	I _{tot}	per ogni linea di protezione	I _{tot}	per ogni linea di protezione	I _{tot}
III o IV	100 kA	5 kA	10 kA	15 kA	30 kA	10 kA	20 kA

Tabella 8: Parametri della corrente atmosferica (I_{10/350}) e I_n (I_{8/20}) per SPD sul lato DC negli impianti di terra PV con inverter centrale

VALVETRAB-MB-...-DC-PV

I costi di un impianto PV possono essere abbassati considerevolmente tramite una tensione di sistema DC elevata fino a 1500 V. Sono necessari meno quadri stringa per il generatore ed è possibile ridurre i costi del materiale anche nella posa dei cavi. Con la famiglia di prodotti VAL-MB, Phoenix Contact propone SPD efficienti per tensioni fino a 1500 V DC. Questi si contraddistinguono

per l'ottima capacità di dispersione totale I_{tot} di 12,5 kA (10/350 µs) e soddisfano tutti i requisiti normativi e le condizioni della direttiva d'installazione per l'utilizzo nelle classi di protezione contro i fulmini III e IV.



Fig. 72: VAL-MB-T1/T2 1500DC-PV/2+V-FM

6.4 Protezione dei circuiti di trasmissione dei segnali per tecnologie di misura, controllo e regolazione

Nelle tecnologie di misura, comando e regolazione (MCR), la trasmissione indisturbata dei segnali riveste un ruolo importante. Il funzionamento indisturbato del sistema domotico e la produzione/tecnologia di processo presuppongono un elevato grado di affidabilità e qualità dei segnali trasmessi. Questi, tuttavia, sono esposti a sempre più fattori d'influenza esterni di natura elettrica. Questo vale soprattutto per i segnali più deboli, forniti dai sensori. Se i valori misurati sono tensioni o correnti ridotte, che devono essere protette, trasmesse e valutate con attenzione, aumentano i disturbi elettromagnetici e ad alta frequenza cui sono esposte. Le cause sono le seguenti:

- Un numero crescente di componenti a comando elettrico in tutte le classi di prestazione, in particolare i motori azionati da convertitori di frequenza e altri attuatori.
- Una sempre maggiore miniaturizzazione e compattezza dei componenti elettronici.
- Un numero sempre maggiore di dispositivi wireless per la comunicazione e il controllo.
- Sistemi digitali che lavorano con frequenze di trasmissione sempre maggiori.

Questi elementi di disturbo o altri errori non corretti, così come eventuali difetti di progettazione, possono pregiudicare la regolare trasmissione dei segnali.

Anche le sovratensioni, ad esempio causate dai fulmini, possono compromettere il funzionamento e l'affidabilità dei componenti elettronici dei sistemi di misurazione, controllo e regolazione. I danni e i disturbi causati dalle sovratensioni nei sistemi MCR possono essere evitati con l'impiego di SPD progettati su misura.

Secondo il potenziale di pericolo e il livello di protezione richiesto, si

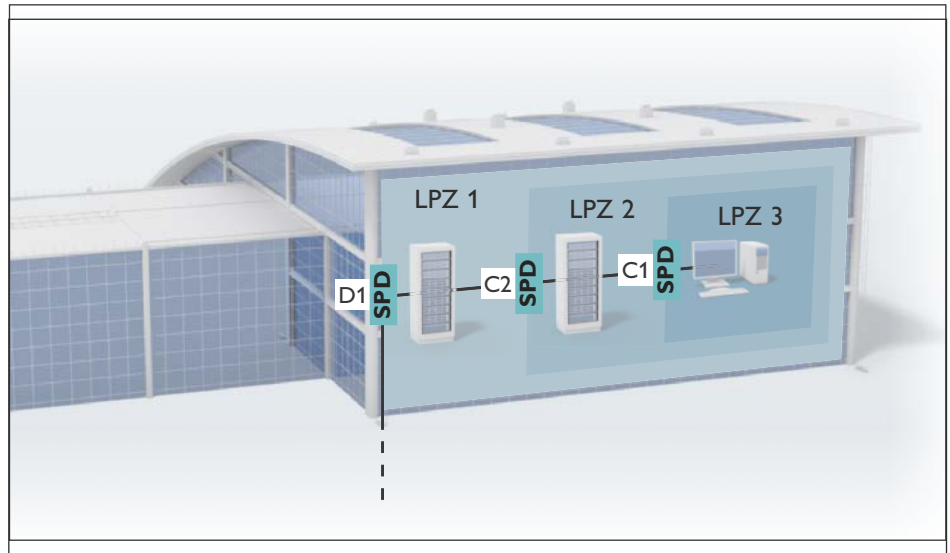


Fig. 73: Zone di protezione contro i fulmini e classificazione dei dispositivi di protezione per impianti MCR e IT secondo IEC 61643 22 [16]

utilizzano SPD con circuiti di protezione combinati o con singoli elementi. Questi vengono installati direttamente a monte degli ingressi di segnale. I collegamenti degli SPD da utilizzare sono adeguati ai vari tipi di segnale.

6.4.1 Funzionamento dei dispositivi di protezione contro le sovratensioni

Nelle tecnologie MCR esistono diverse applicazioni e forme di segnali. Questo richiede circuiti di protezione ottimizzati per le più svariate applicazioni. Tipici elementi per questi impianti di protezione sono gli scaricatori di sovratensioni a plasma di gas (GDT) e i diodi soppressori (Transient Voltage

Suppressordiode, TVS-Diode). I varistori vengono utilizzati di rado a causa della tendenza all'invecchiamento (aumento della corrente di dispersione in seguito a forte carico) e delle dimensioni maggiori.

Gli scaricatori di sovratensione a gas (GDT) sono costituiti da una serie di elettrodi disposti in tubo di vetro o ceramica. Tra gli elettrodi si trova un gas nobile, ad esempio argon o neon. Al raggiungimento della tensione di accensione, il componente passa allo stato di bassa resistenza a causa della scarica di gas. La tensione di accensione non è una costante, ma varia in funzione della velocità di salita della sovratensione. Dopo l'innesco della linea di scarica, si stabilisce solitamente una tensione d'arco compresa tra 10 e 30 V, misurabile

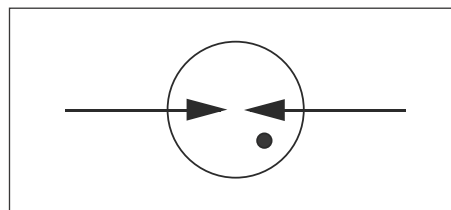


Fig. 74: Simboli grafici di uno scaricatore a plasma di gas

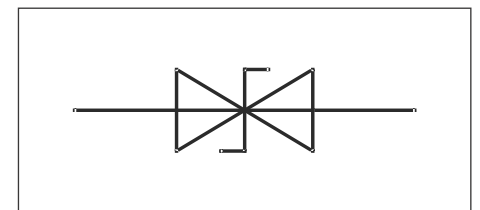


Fig. 75: Simboli grafici di un diodo soppressore

sull'SPD come calo di tensione. I GDT possiedono una capacità di dispersione della corrente impulsiva di diverse migliaia di ampere ($8/20 \mu s$). Con valori a partire da diverse centinaia di Volt, il livello di protezione è relativamente alto.

I diodi soppressori diventano conduttori, se viene superata una soglia di tensione o una tensione di blocco U_R . Con una tensione di scarica U_{BR} leggermente superiore, attraverso il diodo soppressore circola una corrente di 1 mA. A questo punto il diodo soppressore inizia a limitare la sovratensione. La massima tensione di limitazione è la tensione dell'impulso di corrente che viene fatta cadere nel diodo soppressore. I vantaggi dei diodi TVS sono la velocità di reazione e l'ottima limitazione della tensione. La capacità di dispersione della corrente impulsiva è molto inferiore a quella dei GDT. I moderni dispositivi di protezione utilizzano GDT e diodi TVS perfettamente coordinati per sfruttare tutti i vantaggi in modo ottimale. Così il GDT offre una capacità di dispersione elevata e il diodo TVS un livello di protezione basso e una reazione rapida. Questi vantaggi richiedono un coordinamento con elementi di accoppiamento tra GDT e diodo TVS. Il funzionamento di un circuito a due livelli è illustrato in fig. 76. In presenza di una sovratensione transitoria tra i fili di segnale, il diodo TVS assume

un livello ohmico più basso dopo un breve tempo di reazione. Si genera così un flusso di corrente sul diodo e gli elementi di disaccoppiamento ubicati nella linea di segnale R_{tot} . La caduta di tensione sul diodo viene limitata al valore del cosiddetto "maximum clamping voltage" o sui morsetti di uscita dell'SPD sul valore del livello di protezione U_P . Se il flusso di corrente attraverso l'SPD è ottimale, il livello di protezione U_P è solo poco più alto del "maximum clamping voltage". Per la dispersione delle correnti impulsive che superano la portata massima della corrente impulsiva del diodo TVS, il GDT deve scaricare la parte di corrente impulsiva che altrimenti causerebbe un sovraccarico del diodo TVS. La corrente viene commutata in modo improvviso, dopo che la tensione sul GDT raggiunge la tensione di accensione U_Z . Con il flusso di corrente si riduce la tensione in discesa sulla linea di scarica fino al valore della tensione d'arco (secondo il tipo 10 V–30 V). Nel circuito di protezione osservato (fig. 76), la commutazione viene influenzata dalla resistenza degli elementi di disaccoppiamento, il che risulta evidente dall'osservazione seguente. La caduta di tensione U_G sul GDT, che definisce l'accensione, risulta dalla caduta di tensione lungo gli elementi di disaccoppiamento (osservazione ohmica) e la caduta di tensione U_S sul diodo TVS. Dal

rapporto pressoché lineare delle cadute di tensione citate risulta evidente che, dalla variazione del valore di resistenza degli elementi di disaccoppiamento, la caduta di tensione sul GDT come pure l'intervento e il rendimento nel diodo TVS possono essere controllati in modo mirato. A questi vantaggi legati all'aumento di R_{tot} , si oppone un aumento della potenza dissipata negli elementi di disaccoppiamento (resistenze). Dal riscaldamento interno imposto dal rispetto delle temperature massime, risulta un limite superiore per la corrente di dimensionamento dell'SPD.

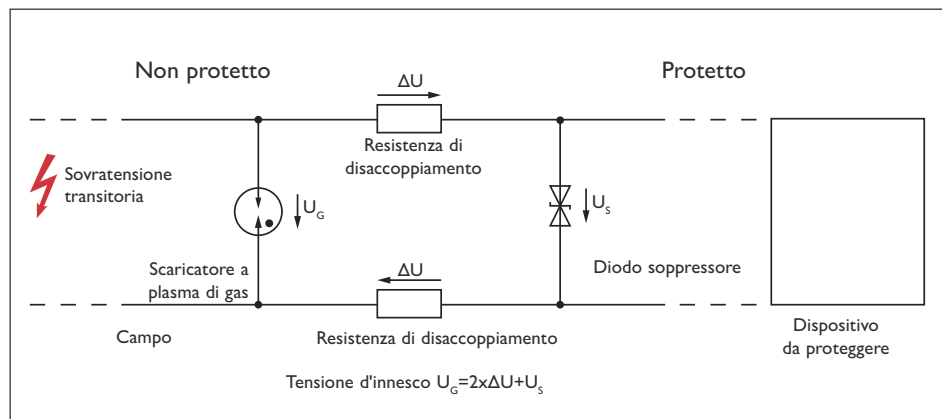


Fig. 76: Circuito di protezione a due livelli

Circuiti di base

Per le tecnologie MCR sono disponibili circuiti di protezione su misura per ogni applicazione. Fondamentalmente si distinguono i segnali realizzati sotto forma di circuito chiuso autonomo (loop) e i segnali con un potenziale di riferimento comune o con un conduttore di ritorno comune. Per motivi di insensibilità ai disturbi, i circuiti chiusi autonomi (loop) sono spesso isolati dal potenziale di terra. Un'applicazione diffusa di questo tipo è il loop di corrente da 4 a 20 mA per la trasmissione dei valori misurati. Per continuare a garantire l'isolamento nell'applicazione, gli SPD vengono opportunamente dimensionati. Gli scaricatori di sovratensione a plasma di gas garantiscono l'isolamento tra i fili di segnale e il potenziale di terra. In caso di sovratensione, il GDT scarica

efficacemente a terra la sovratensione transitoria e provvede a limitare la tensione, in modo che la resistenza d'isolamento del dispositivo terminale non venga superata. I valori tipici per la resistenza di isolamento dei dispositivi terminali sono di circa 1,5 kV. Oltre alla protezione della resistenza di isolamento, nelle applicazioni MCR è molto importante la protezione tra i fili di segnale, che impedisce il superamento della resistenza alla tensione. Solitamente i dispositivi terminali sono molto più sensibili alle differenze di potenziale di questo tipo, poiché vengono coinvolti direttamente gli elementi semiconduttori sensibili. Spesso la resistenza elettrica dei dispositivi è inferiore a 100 V. Il livello di protezione nell'SPD consiste in un diodo TVS a risposta rapida, che fornisce un livello di protezione piuttosto basso.

Nei casi in cui le resistenze

di disaccoppiamento nella linea longitudinale non siano ammesse, è necessaria la variante senza disaccoppiamento. È il caso dei circuiti di misura a due conduttore Pt 100, in cui le resistenze possono falsare il risultato della misurazione. Questo tipo di circuito di protezione trova impiego anche nei collegamenti degli attuatori con correnti nominali elevate. Dal mancato disaccoppiamento risulta una portata della corrente impulsiva inferiore tra i fili di segnale.

Le applicazioni con potenziale di riferimento comune richiedono un circuito di protezione particolare, poiché i componenti semiconduttori sensibili dei dispositivi terminali possono essere danneggiati anche dalle sovratensioni transitorie tra le linee di segnale e il potenziale di riferimento. Per questa ragione, in questo caso i diodi TVS sono

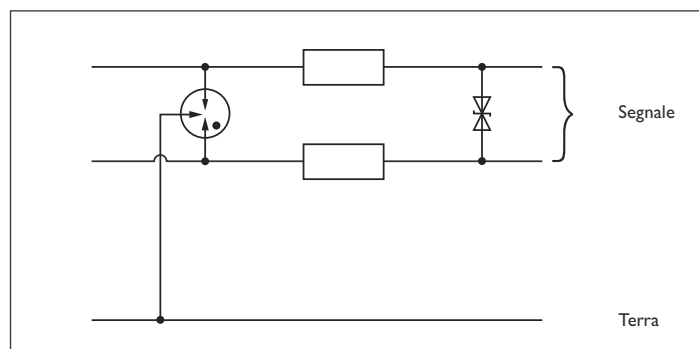


Fig. 77: Circuito di base per circuiti di segnale isolati

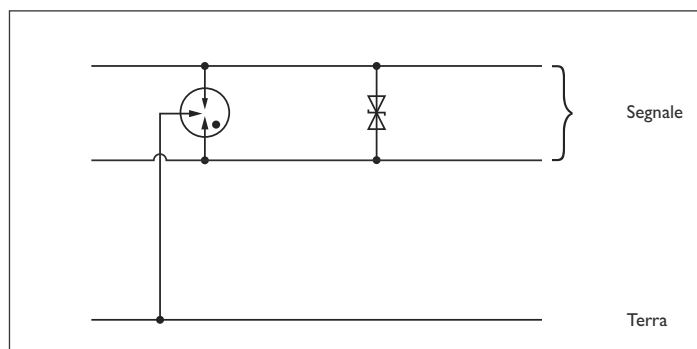


Fig. 78: Circuito di base per circuiti di segnale isolati (senza resistenze di accoppiamento)

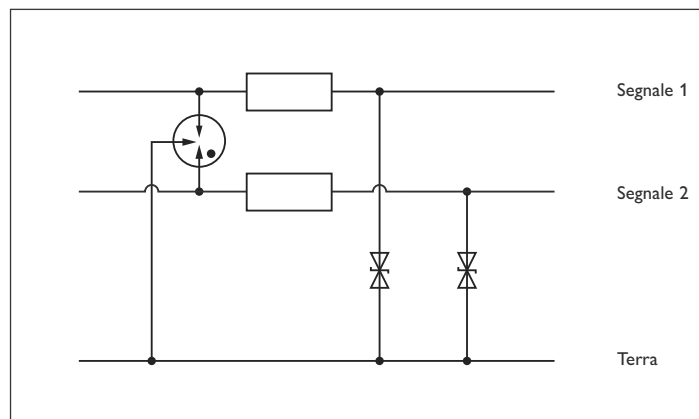


Fig. 79: Circuito di base per applicazioni con potenziale di riferimento comune con collegamento a terra diretto

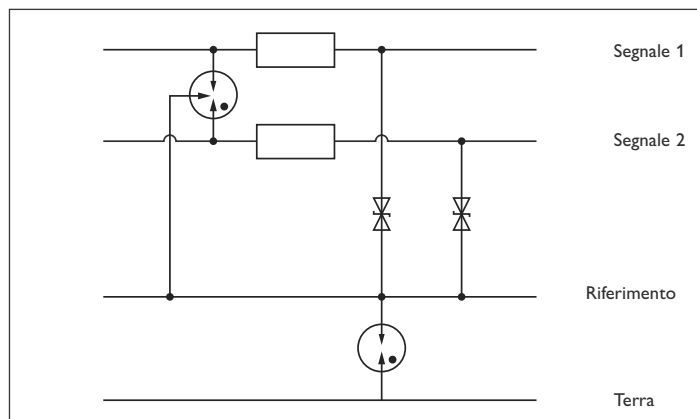


Fig. 80: Circuito di base per applicazioni con potenziale di riferimento comune con collegamento a terra indiretto

collegati tra ogni filo e il potenziale di riferimento. Nei casi in cui il potenziale di riferimento è collegato a terra, è possibile utilizzare l'SPD come illustrato in fig. 79. In alcuni casi il collegamento diretto del potenziale di riferimento comune (come la massa) e il potenziale di terra non è consigliabile o non è consentito. Per questo caso applicativo, le varianti di circuito vengono utilizzate con un GDT supplementare tra potenziale di riferimento e terra (fig. 80). Questo viene definito collegamento a terra indiretto.

6.4.2 Concetto delle zone di protezione nelle applicazioni MCR

Sulla base di una valutazione dei rischi, si stabilisce la necessità dell'uso di una protezione contro le sovratensioni. Gli SPD vengono selezionati in base a una classe di prova, imposta dalla zona di protezione transitoria (fig. 81). Per ottenere una protezione ottimale, gli SPD devono essere posizionati in corrispondenza dei confini di zona. Tutti i cavi in entrata o in uscita dall'edificio devono essere collegati tramite gli SPD al sistema comune di equipotenzializzazione. Il concetto di zona va applicato soprattutto in presenza di un impianto esterno per la protezione contro i fulmini. Per esempio, il primo livello di protezione (j, h) serve all'ingresso dell'edificio per proteggere l'impianto da danni irreparabili. Gli SPD

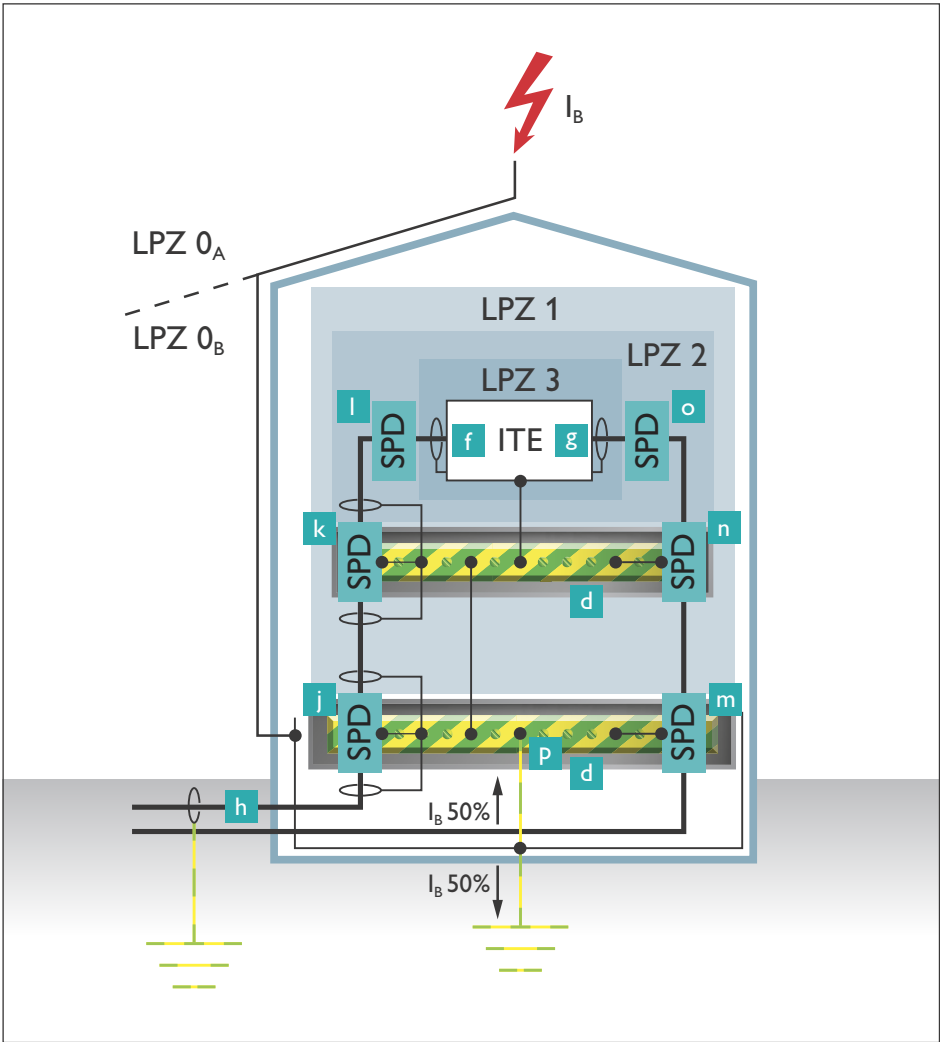


Fig. 81: Concetto di zona a norma IEC 61643-22 [16]

utilizzati devono essere adeguati al pericolo stimato. I seguenti SPD (k,n e m,o) devono essere soltanto in grado di ridurre le tensioni di disturbo e le correnti impulsive a un livello accettabile per i dispositivi terminali. Diversamente dall'installazione degli SPD per i sistemi di alimentazione di corrente, per i segnali MCR non è necessario installare un SPD in ogni zona di protezione transitoria (norma IEC 61643-22, [16]). In pratica, viene sfruttata questa possibilità di separare i cavi di segnale dal campo solo su alcune zone di protezione transitoria. Così la complessità dell'installazione è ridotta al minimo. Diversi stadi di protezione sono dunque combinati con un SPD MCR. Questo modulo di protezione può

essere inserito a monte del dispositivo da proteggere (come gli ingressi di un controllore). Rispetto agli SPD per i sistemi di fornitura elettrica a norma IEC 61643-11, nel caso specifico non si fa distinzione tra T1, T2, T3, ma si classificano gli SPD in base alla capacità di dispersione. D1 per impulsi di fulmine sul confine di zona LPZ 0/1, C2 per impulsi di interferenza su LPZ 1/2 e C1 su LPZ 2/3. Lo schema (tabella 9) estrapolato dalla norma CLC/ TS 61643-22 [16] indica in quale punto è opportuno utilizzare un determinato tipo di SPD.

Zona di protezione transitoria	0 _A → 1	1 → 2	2 → 3
Tipo di SPD a norma IEC-61643-21	D1	C2	C1
Tipo di SPD a norma IEC-61643-11	1	2	3

Tabella 9: Zone di protezione transitorie e tipi di SPD corrispondenti

Protezione contro le sovratensioni per loop di corrente

La trasmissione dei valori misurati si esegue spesso sul campo con procedure standardizzate. In particolare il segnale compreso tra 4 e 20 mA viene spesso utilizzato per i cavi più lunghi. Il valore misurato sul sensore viene convertito in un valore di corrente che corre tra i due dispositivi di trasmissione. La resistenza ohmica del cavo non influisce sulla corrente del sistema di trasmissione dei valori misurati. Spesso nei loop di corrente si utilizzano due fili di segnale, che non necessitano di un altro potenziale di riferimento e che sono isolati dal potenziale di terra. Per proteggere una simile applicazione dalle correnti transitorie, è necessario un SPD su entrambi i terminali. Ciascun SPD è realizzato con un circuito di protezione a più livelli. Sia le tensioni trasversali transitorie tra i fili di segnale, sia le tensioni longitudinali verso terra vengono dunque limitate sui due terminali in modo efficace (fig. 82).

Protezione contro le sovratensioni per segnali digitali

Nelle tecnologie di controllo si utilizzano spesso gruppi con un elevato numero di ingressi e uscite di segnale (digital in/digital out). Inoltre, esiste un potenziale di riferimento comune che spesso viene utilizzato come conduttore

di ritorno comune sul campo. Il circuito di protezione adatto per questo tipo di applicazione è configurato con due livelli di protezione tra ogni filo e il potenziale di riferimento comune. Tra due fili di segnale "adiacenti" esiste sempre una protezione realizzata con il collegamento in serie di due diodi soppressori. Inoltre, esiste una protezione verso terra realizzata con un GDT, in modo che nel complesso vengano limitate tutte le correnti transitorie (fig. 83).

Protezione contro le sovratensioni per misurazioni di temperatura

Se si misura la temperatura con una resistenza, come il Pt 100, è necessario tenere in considerazione la frazione ohmica del resto dei cavi ed anche delle resistenze di disaccoppiamento dei dispositivi di protezione contro le sovratensioni. In caso di misurazione a due fili, il valore della resistenza può alterare il risultato di misura dell'SPD. Se la somma delle resistenze di disaccoppiamento è pari a 4 Ohm, con una misurazione a 0 °C si registra un errore del 4 %, poiché al posto di 100 Ohm si rilevano 104 Ohm. Per questo motivo esistono i circuiti di protezione a due livelli come variante senza resistenze di disaccoppiamento, per ridurre al minimo l'influenza degli SPD in questa applicazione (fig. 84).

Protezione contro le sovratensioni nelle zone a rischio di esplosione

In seguito alle procedure adottate nell'industria chimica e petrolchimica, si è sempre più spesso in presenza di atmosfere esplosive, provocate dalla fuoriuscita di gas, vapori o polveri. Anche nei mulini, nei silo, negli stabilimenti di produzione di zucchero e mangimi, si possono generare atmosfere esplosive dovute a polveri. Di conseguenza, le apparecchiature elettriche installate all'interno delle aree a rischio di esplosione devono soddisfare requisiti particolari. Questo vale anche per gli SPD da utilizzare per queste applicazioni.

Le zone a rischio di esplosione sono suddivise in zone normalizzate. Per le zone a rischio di polvere e di esplosione, esiste una suddivisione indicata nella norma IEC/EN 60079-11 [17]. La suddivisione in zone si esegue in base alla frequenza di formazione dell'atmosfera esplosiva.

Nel campo delle tecnologie MCR si utilizza spesso il tipo di protezione contro l'innesco Ex i a sicurezza intrinseca. Il tipo di protezione contro l'accensione a sicurezza intrinseca si riferisce, a differenza di altri tipi di protezione contro l'innesco, ad esempio maggiore sicurezza, non solo ai singoli dispositivi, ma all'intero circuito elettrico. Un circuito elettrico si definisce a

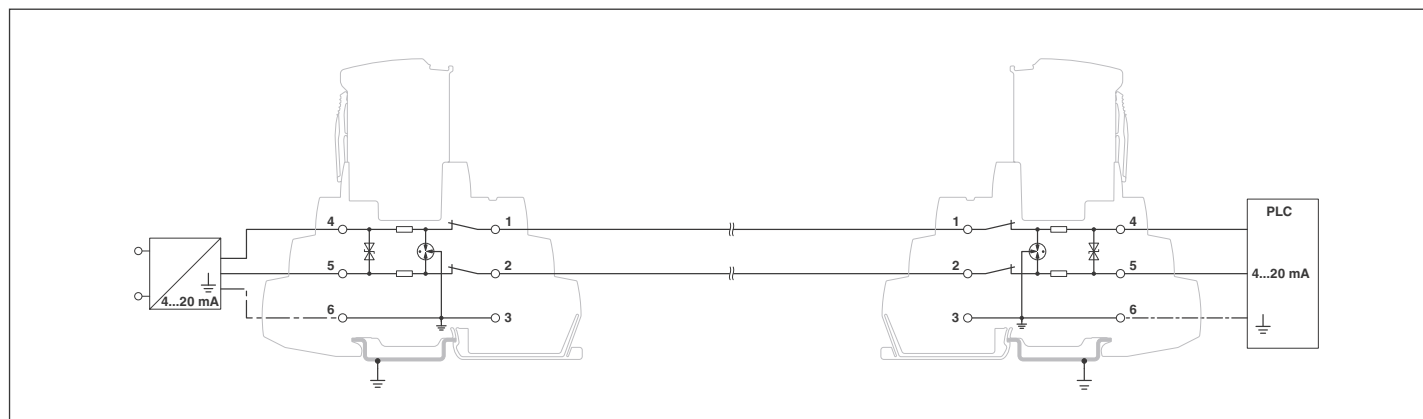


Fig. 82: Esempio di trasmissione di un segnale di misura (4...20 mA) con protezione contro le sovratensioni

sicurezza intrinseca, se corrente e tensione sono limitati al punto che una scintilla o un effetto termico non possa causare l'innesco di un'atmosfera esplosiva. Per mantenere l'energia delle scintille al di sotto dell'energia di innesco del gas circostante, si limita la tensione. Un effetto termico, ad esempio una superficie troppo calda, si previene con la limitazione di corrente. L'energia può essere immagazzinata anche in capacità o induttività all'interno del circuito elettrico a sicurezza intrinseca. Questo va tenuto in considerazione anche nell'osservazione del circuito elettrico a sicurezza intrinseca. Il livello di protezione ia, ib o ic definisce se nel circuito di protezione sia presente un errore 2, errore 1 o nessun errore. Nella sicurezza intrinseca viene eseguito un controllo errori per

escludere il pericolo di esplosione. Nell'ambito della protezione contro le sovratensioni, per i circuiti a sicurezza intrinseca è importante ricordare che esiste un'omologazione Ex i specifica. Inoltre l'SPD deve essere in grado di disperdere in sicurezza almeno 10 impulsi di una corrente impulsiva di 10 kA (8/20 μ s). Le misure di protezione contro le esplosioni e la protezione contro l'innesco a sicurezza intrinseca sono descritte in dettaglio nella norma IEC/EN 60079-11 [17].

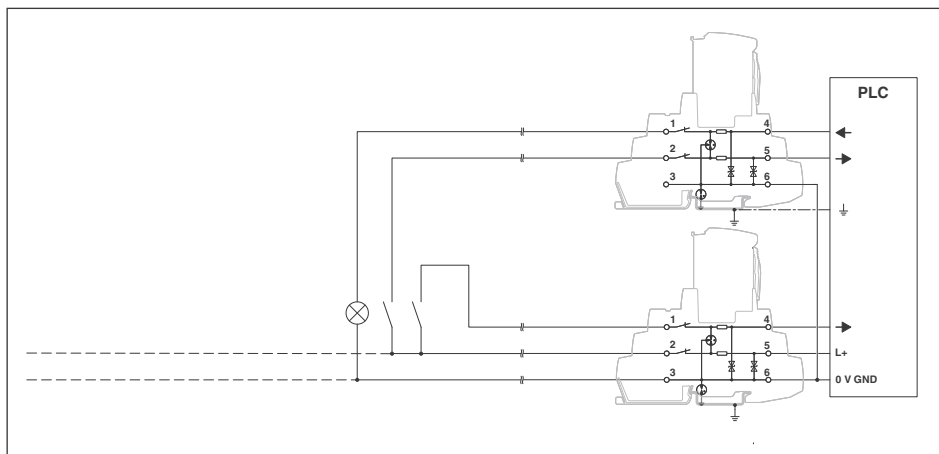


Fig. 83: Esempio di ingressi e uscite digitali di un controllore

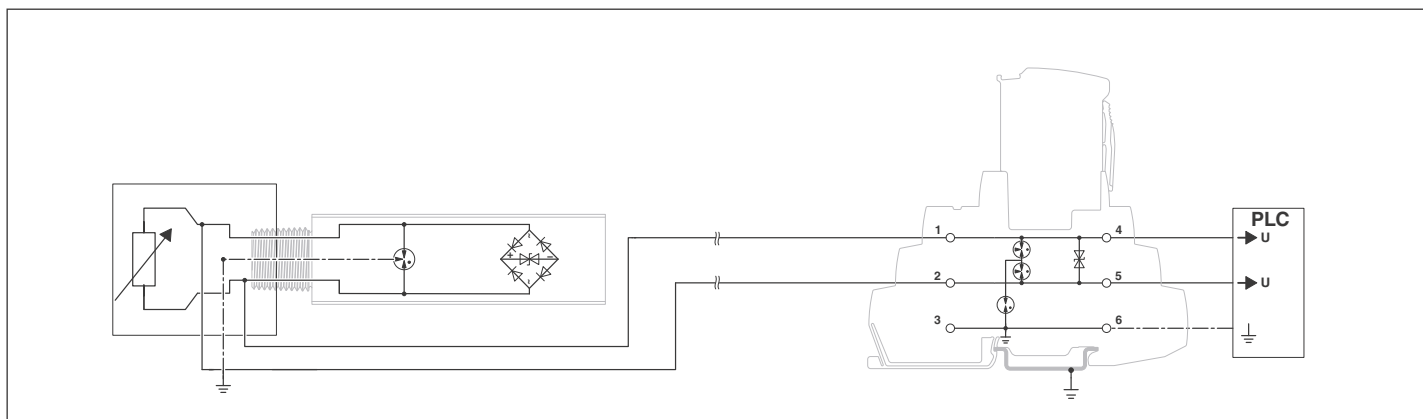


Fig. 84: Esempio di misurazione della temperatura a due fili protetta (Pt 100)

Zona 0

Zona in cui l'atmosfera gassosa esplosiva è presente costantemente, a lungo o frequentemente. Di norma tali condizioni si ritrovano all'interno di serbatoi, tubazioni, apparecchiature e taniche.

Zona 1

Zona in cui si prevede la presenza occasionale di atmosfera gassosa a rischio di esplosione in condizioni di esercizio normale. Rientrano in questa zona l'ambiente più vicino alla zona 0 e gli ambienti nelle immediate vicinanze dei dispositivi di riempimento e svuotamento.

Zona 2

Zona in cui, in condizioni d'esercizio normali, la presenza di atmosfera gassosa esplosiva pericolosa non è prevista, ovvero lo è solo raramente e per brevi periodi. Fanno parte della zona 2 i magazzini impiegati esclusivamente per lo stoccaggio, le zone intorno a raccordi rimovibili di tubazioni e di norma l'area immediatamente circostante la zona 1.

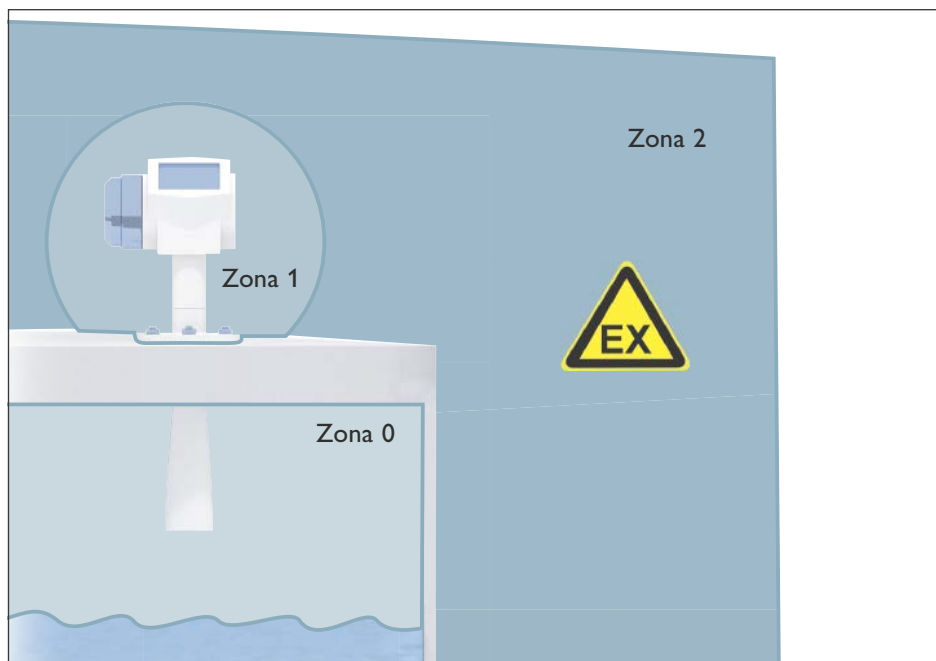


Fig. 85: Suddivisione in zone sull'esempio di un serbatoio per liquidi con sensore di livello

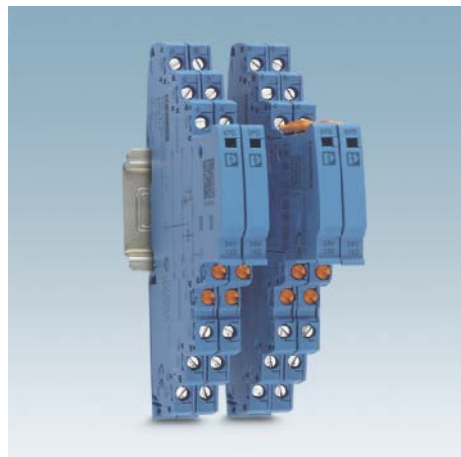


Fig. 86: TERMITRAB complete per la protezione di circuiti elettrici a sicurezza intrinseca

Dispositivi di protezione certificati per aree a rischio di esplosione

Con le famiglie di prodotti TERMITRAB complete, PLUGTRAB IQ, e SURGETRAB, Phoenix Contact offre soluzioni omologate ATEX secondo la direttiva 94/9/CE e adatte ai circuiti a sicurezza intrinseca fino alla zona Ex 1.

Tutti gli SPD di Phoenix Contact per circuiti a sicurezza intrinseca offrono la massima sicurezza, in quanto rientrano nella categoria "Ex ia". Nella categoria "ia", la tensione U_m e U_i del circuito elettrico a sicurezza intrinseca in un dispositivo elettrico, anche nell'ipotesi di due errori indipendenti, non deve essere in grado di causare un innesco.

6.4.3 Selezione degli SPD per impianti MCR

Nel campo delle tecnologie MCR la varietà di dispositivi di protezione contro le sovratensioni è immensa. I criteri di selezione spaziano dalla caratteristica di installazione dell'SPD ai vantaggi del prodotto, fino ai parametri tecnici dell'applicazione.

Caratteristiche di installazione

a) Tipo di montaggio

Di norma gli SPD vengono installati su guida DIN. Per l'installazione degli SPD sul dispositivo di campo, talvolta è più semplice avvitare l'SPD direttamente sulla testa del sensore.

b) Tecnologia di connessione

Molti SPD sono predisposti per la connessione a vite. Nelle tecnologie MCR, in cui si collegano molti fili, è apprezzata anche la tecnologia di connessione rapida Push-in, che non richiede l'utilizzo di utensili.

c) Larghezza

Il numero dei segnali da proteggere in un'applicazione MCR è molto elevato. Per questo un SPD compatto può contribuire a ridurre le dimensioni del quadro elettrico.

Caratteristiche del prodotto

d) Segnalazione e trasmissione a distanza

Gli SPD sovraccarichi non proteggono più e devono essere sostituiti. Sulla base dell'indicatore di stato sull'SPD, è possibile rilevare un dispositivo guasto. Con l'opzione della segnalazione a distanza, è possibile trasmettere lo stato alla sala di controllo e far sì che l'SPD guasto venga subito sostituito. La segnalazione a distanza migliora la qualità dell'intero sistema di protezione contro le sovratensioni.

e) Innestabilità

Gli SPD ad innesto possono essere sostituiti senza bisogno di intervenire sull'installazione. Con il sistema ad innesto, il segnale non subisce interruzioni e non ne viene pregiudicato il funzionamento.

f) Sezionatore a coltello

Gli SPD con sezionatore a coltello offrono la possibilità di aprire la linea di segnale sull'SPD. Questo consente di eseguire il cablaggio dell'SPD in campo, separatamente rispetto al cablaggio del lato elettronico. Inoltre, è possibile eseguire facilmente gli interventi di manutenzione, come le misurazioni dell'isolamento, ad esempio per identificare un errore nel cablaggio in campo.

Parametri dell'applicazione

g) Tipo di interfaccia

In generale si distinguono due tipi di interfacce: con e senza conduttore di riferimento. I segnali con conduttore di riferimento, ad esempio gli ingressi di segnale digitali, necessitano di un elemento di protezione bassa e uno di protezione alta tra filo di segnale e filo di riferimento. I segnali senza conduttore di riferimento, ad esempio i loop di corrente da 4 a 20 mA, richiedono un elemento di protezione alta tra i due fili di segnale - poiché qui è installata

l'elettronica sensibile - e una protezione bassa verso il potenziale di terra. Gli SPD vanno scelti in base ai circuiti di protezione.

h) Tensione nominale

La tensione nominale dell'applicazione influisce notevolmente sulla resistenza alla tensione impulsiva del dispositivo terminale. In generale, più bassa è la tensione nominale dell'applicazione, più basso dovrebbe essere il livello di protezione dell'SPD. La massima tensione dell'applicazione non deve superare la massima tensione permanente U_c dell'SPD, altrimenti si verifica un sovraccarico.

i) Corrente di dimensionamento

La corrente di dimensionamento dell'SPD per le tecnologie MCR è limitata dalla tipologia del circuito di protezione. Poiché le correnti di dimensionamento nelle tecnologie MCR di norma sono basse, in molti casi è sufficiente una corrente di dimensionamento ridotta dell'SPD. Nelle applicazioni con corrente di dimensionamento elevata, occorre variare il circuito di protezione. In generale, la corrente nominale dell'applicazione non deve superare la corrente di dimensionamento dell'SPD.

j) Numero dei fili di segnale

In linea di principio, per ogni coppia di

Configuratore online per la protezione contro le sovratensioni per tecnologie di misura, controllo e regolazione

L'analisi singola di tutti i criteri di valutazione è piuttosto lunga. Con il configuratore online, Phoenix Contact offre la possibilità di selezionare in modo semplice l'SPD più idoneo per una determinata applicazione MCR. Il configuratore considera l'idoneità tecnica dell'SPD. È possibile aggiungere semplicemente le caratteristiche del prodotto desiderate e rimuovere le caratteristiche superflue. Un modo semplice per selezionare il prodotto.



Codice web: #1389

fili di segnale si può utilizzare un SPD a parte. Per aumentare la densità di componenti, è opportuno scegliere SPD che proteggono più fili di segnale, ad esempio due ingressi digitali con un conduttore di riferimento comune.

k) Applicazione HF o interfaccia dati >1 MBit/s

Molti circuiti di protezione contro le sovratensioni presentano una caratteristica di passo ridotto. Per applicazioni ad alta frequenza sono dunque necessari circuiti di protezione che non attenuano il segnale in modo significativo.

l) Misurazione dipendente dalla resistenza

Nei circuiti di protezione tradizionali per le tecnologie MCR si utilizzano resistenze di disaccoppiamento nella linea del segnale, che servono per il coordinamento tra elementi con

differenti livelli di protezione. Per misurazioni dipendenti dalla resistenza sono disponibili circuiti che non influiscono sull'impedenza della linea del segnale.

m) Applicazione Ex

Nelle applicazioni con atmosfera esplosiva i dispositivi elettrici devono soddisfare requisiti severi. Per queste applicazioni sono richiesti SPD con proprietà e omologazioni specifiche.

n) Tipologia del circuito di protezione

Solitamente si utilizzano circuiti di protezione a più livelli, che includono elementi con differenti livelli di protezione. Questi circuiti fungono da protezione contro i fulmini e le sovratensioni e sono d'impiego universale. I circuiti a un livello presentano una struttura semplice e proteggono solo dai fulmini o solo dalle sovratensioni.

6.4.4 Protezione contro le sovratensioni ultracompatte TERMITRAB complete

Nelle tecnologie MCR spesso sono necessari SPD con elevata densità di componenti, ad esempio perché nell'industria di processo si devono proteggere molti segnali in un armadio di comando. Grazie all'uso di SPD compatti come TERMITRAB complete, è possibile ridurre considerevolmente l'ingombro e dunque realizzare impianti più piccoli.

Segnalazione di stato e trasmissione a distanza

I dispositivi contro le sovratensioni possono subire un guasto per sovraccarico. Per un sistema di protezione contro le sovratensioni efficiente e duraturo, è importante identificare gli SPD sovraccarichi e procedere con la sostituzione. TERMITRAB complete dispone di un indicatore di stato meccanico installato

sul modulo, che segnala la separazione di un componente di protezione dalla linea di segnale. Questo indicatore di stato funziona senza energia ausiliaria aggiuntiva. Lo stato dei moduli TERMITRAB complete può essere trasmesso alla sala di controllo grazie ai moduli di segnalazione a distanza disponibili opzionalmente. In questo modo, le informazioni su un sistema di protezione contro le sovratensioni funzionante sono sempre disponibili. Un modulo di segnalazione a distanza monitorizza lo stato di un massimo di 40 moduli TERMITRAB complete adiacenti, senza bisogno di operazioni di cablaggio o programmazione. Se un elemento di protezione viene disconnesso in caso di sovraccarico, il dispositivo di separazione chiude il canale di controllo e invia un messaggio di errore cumulativo.

Una gamma di prodotti su misura

TERMITRAB complete comprende una gamma di prodotti su misura con diverse funzionalità. Dai semplici morsetti con

Caratteristiche di installazione	Parametri dell'applicazione
Tipo di montaggio	Tipo di interfaccia
Tecnologia di connessione	Tensione nominale
Larghezza	Corrente di dimensionamento
	Numero dei fili di segnale
Caratteristiche del prodotto	Applicazione HF o interfaccia dati > 1 MBit/s)
Segnalazione e trasmissione a distanza	Misurazione dipendente dalla resistenza
Innestabilità	Applicazione Ex
Sezionatore a coltello	Tipo di circuito di protezione

Tabella 10: Criteri di selezione riferiti agli SPD per impianti MCR

un componente di protezione contro le sovratensioni fino agli SPD ad innesto a più livelli con indicatore di stato e sezionatore a coltello integrato. Questa varietà consente di realizzare un sistema su misura per esigenze specifiche, con le proprietà desiderate. La scelta di un circuito adeguato e delle funzionalità opzionali si esegue in pochi step tramite un configuratore online.



Fig. 87: Protezione contro le sovratensioni per tutte le applicazioni TERMITRAB complete

TERMITRAB complete - Ultracompatti

La famiglia di prodotti TERMITRAB complete TTC comprende la protezione contro le sovratensioni per tecnologia MCR più compatta al mondo, con una larghezza di soli 3,5 mm. Per un risparmio di spazio e

costi.

- 3,5 mm di larghezza
- Tecnologia di connessione Push-in
- Circuito di protezione a più livelli
- Segnali digitali e analogici

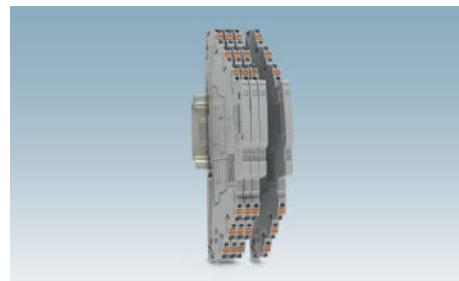


Fig. 88: TTC-3

TERMITRAB complete – Compatti e ad innesto

Anche nelle varianti ad innesto, TERMITRAB complete offre le soluzioni più compatte sul mercato, con una larghezza di soli 6 mm.

- 6 mm di larghezza
- Ad innesto e testabili
- Indicatore di stato integrato
- Con sezionatore a coltello opzionale
- Connessione Push-in o a vite
- Circuito di protezione a più livelli



Abb. 89: Varianti ad innesto TTC-6

TERMITRAB complete – monoblocco

Se non è richiesta la connessione ad innesto e la testabilità dei dispositivi, le varianti monoblocco della famiglia TERMITRAB complete sono la soluzione ideale.

- 6 mm di larghezza
- Indicatore di stato e sezionatore a coltello opzionali
- Connessione Push-in o a vite
- Circuito di protezione a più livelli



Fig. 90: Varianti TTC-6 monoblocco

TERMITRAB complete – a singolo livello

Gli unici elementi di protezione a un livello sul mercato con indicatore di stato integrato e possibilità di segnalazione a distanza.

- 6 mm di larghezza
- Indicatore di stato integrato
- Connessione Push-in o a vite
- Circuito di protezione a un livello



Fig. 91: Varianti a singolo livello TTC-6

TERMITRAB complete – Segnalazione a distanza

Modulo di segnalazione remota per il monitoraggio di un massimo di 40 dispositivi di protezione della famiglia TERMITRAB complete.

- 2 moduli da 6 mm di larghezza
- Indicatore di stato integrato
- Connessione Push-in o a vite
- Contatto di trasmissione a distanza senza potenziale
- Non occorre cablare o programmare gli SPD

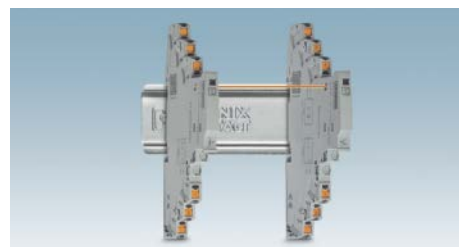


Fig. 92: Set di segnalazione a distanza TTC-6

6.4.5 Protezione contro le sovratensioni con riconoscimento preventivo

Soprattutto se si utilizzano i dispositivi di protezione in luoghi difficilmente accessibili, è consigliabile il monitoraggio degli elementi di protezione con una funzione di segnalazione a distanza. Il rilevamento costante e l'analisi dello stato degli indicatori consentono di sviluppare una strategia di manutenzione preventiva e orientata alle condizioni reali. Per quanto concerne gli elementi del circuito di protezione come diodi TVS e GDT, per il rilevamento dello stato e l'analisi dei processi si adottano i metodi descritti di seguito, basati su principi fisici e statistici e sulle rispettive correlazioni.

- Una valutazione "diretta" dello stato dei componenti con un "processo di valutazione fisica diretta" è possibile se esiste una correlazione diretta tra le grandezze misurate e lo stato del dispositivo da rilevare. Una simile correlazione esiste ad esempio tra lo sviluppo della corrente di dispersione del diodo TVS e il relativo grado di danneggiamento.
- I processi di analisi statistici possono essere applicati se si possiede una conoscenza approfondita del processo del carico e del malfunzionamento dell'elemento osservato. In questo caso, registrando il grado di sollecitazione

e confrontandolo con i limiti di carico indicati nella normativa IEC 61643-21 [7], è possibile trarre conclusioni statistiche sullo stato. Uno strumento è ad esempio il rilevamento ottico dello scarico di gas legato ad un flusso di corrente attraverso il GDT.

Per la realizzazione tecnica del rilevamento e l'analisi dello stato in un circuito di protezione a 2 livelli, si utilizza il rilevamento ottico del flusso di corrente attraverso il GDT ed il rilevamento della corrente di dispersione attraverso il diodo TVS. Con il rilevamento di queste grandezze e l'ausilio di alcuni algoritmi, è possibile trarre conclusioni sulla sollecitazione degli elementi costruttivi e sulle modifiche fisiche dei componenti. Queste informazioni sono rappresentate sotto forma di messaggio di stato. Per rendere queste informazioni accessibili da una sala di controllo, è consigliabile un sistema di trasmissione a distanza. A tal fine si utilizza spesso un contatto a potenziale zero sul dispositivo di protezione, che può essere analizzato da un PLC. Il risultato può essere poi trasmesso con vari sistemi (bus o wireless) alla sala di controllo. Nel sistema di dispositivi di protezione PLUGTRAB PT-IQ (fig. 93) è stata implementata la possibilità di rilevamento e analisi dello stato. Un sistema di monitoraggio intelligente trasmette lo stato dell'SPD. La spina di protezione è dotata di spie LED nei colori verde, giallo e rosso. Il giallo

indica che il dispositivo di protezione si avvicina al limite di capacità. Con questa segnalazione la funzione di protezione è ancora garantita al 100%. Questa segnalazione di preallarme consente solo di pianificare per tempo la sostituzione, che va eseguita al più tardi quando l'indicatore diventa rosso.

Per ridurre al minimo il cablaggio dei prodotti, la guida DIN viene utilizzata per installare un bus di segnale e di alimentazione. I moduli di protezione ricevono la tensione di alimentazione e segnalano il loro stato al modulo di alimentazione e di segnalazione a distanza centrale (PT-IQ-PTB), che visualizza il segnale e lo mette a disposizione come segnale a distanza tramite un contatto a potenziale zero. Con questo contatto a potenziale zero è possibile segnalare lo stato dell'SPD tramite i vari sistemi di trasmissione (sistemi bus o wireless).



Fig. 93: Sistema di dispositivi di protezione PT-IQ con indicatore di stato

PLUGTRAB PT-IQ

Con questo sistema di monitoraggio intelligente, l'utente conosce sempre e ovunque le condizioni dell'impianto. L'indicatore a tre livelli, inoltre, consente una strategia di manutenzione preventiva. I dispositivi sono disponibili con morsetti a vite o con connessione Push-in. Con il bus di segnale e di alimentazione installato sulla guida DIN si riduce al minimo il cablaggio dei prodotti. Inoltre, esistono varianti per l'impiego nei circuiti elettrici Ex i.

6.4.6 Protezione contro le sovratensioni sul dispositivo in campo

Per proteggere i dispositivi in campo, sono disponibili vari tipi di SPD, che possono essere facilmente installati sugli oggetti da proteggere. Per i cavi si utilizza un raccordo a vite e l'SPD viene collegato in parallelo. Se non ci sono più raccordi a vite liberi sul dispositivo di campo, si può usare una variante di SPD con cablaggio passante.

SURGETRAB

Questa serie di articoli è concepita specificatamente per l'impiego in campo. Le diverse varianti sono ottimizzate per i requisiti dei circuiti di misurazione e gli attuatori. I raccordi a vite con filettatura metrica, 1/2" e/o 3/4" consentono l'uso nei sistemi di dispositivi di campo in tutto il mondo.



Fig. 94: SURGETRAB con cablaggio passante sul dispositivo di campo



Fig. 95: SURGETRAB con cablaggio in parallelo sul dispositivo di campo

6.4.7 Protezione contro i fulmini equipotenziale per condotte

La lunga durata è un presupposto fondamentale per l'economicità delle condotte. Per la protezione dalla ruggine vengono impiegati sistemi attivi anticorrosione. Per l'esercizio

regolare, questi richiedono l'isolamento dei tubi metallici dal potenziale di terra. Per proteggere l'isolamento di tubazioni (coating) e flange isolanti contro eventuali danni da sovratensioni, vengono utilizzati degli spinterometri di sezionamento. In caso di sovratensione, ad esempio causata da un fulmine, lo spinterometro di sezionamento diventa

a bassa impedenza. La corrente impulsiva di scarica viene convogliata a terra sul percorso previsto. Questo garantisce la protezione equipotenziale contro i fulmini.



Fig. 96: Tipico campo applicativo: stazione di compressione del gas



Fig. 97: Esempio d'installazione su una flangia isolata

6.5 Protezione dei circuiti di trasmissione dei segnali nei sistemi informatici

Al giorno d'oggi, in ogni settore della società, la comunicazione avviene mediante reti di dati.

Le interfacce operano con bassi livelli di segnale ad alte frequenze. Questo le rende particolarmente sensibili alle sovratensioni, il che può causare danni irreparabili ai componenti elettronici degli impianti IT. Oltre alla protezione su misura per questi impianti, in questo settore gli SPD devono garantire una trasmissione perfetta dei segnali, altrimenti la trasmissione dati risulta disturbata. In questo contesto, il tasso di trasmissione dati crescente diventa un fattore sempre più importante. Per questa ragione, lo sviluppo di SPD innovativi per gli impianti IT tiene conto soprattutto della capacità di trasmissione dei segnali. Questa viene valutata sulla base degli standard ISO/IEC 11801 o EN 50173.

Inoltre, in questo campo di applicazione sono possibili diverse tecnologie di connessione. Perciò i dispositivi di protezione devono soddisfare le specifiche elettriche ed essere anche adeguati alle interfacce da proteggere. Le varianti SPD si distinguono spesso per la forma costruttiva e la tecnologia di connessione.

I circuiti di protezione consistono spesso nell'unione di diodi soppressori a risposta rapida e bassa capacità con scaricatori di sovratensione a plasma di gas ad alte prestazioni. Se necessario dal punto di vista del sistema di commutazione, le resistenze ohmiche disaccoppiano i due livelli di protezione.

6.5.1 Interfaccia Ethernet e Token-Ring

L'architettura e la struttura di rete e il tipo di trasmissione dati tra le stazioni della rete dati, vengono chiamati topologia.

Nelle reti locali hanno preso piede le topologie bus, ad anello e a stella, che possono anche essere combinate tra loro. Per la trasmissione delle informazioni nelle reti di dati, si utilizzano le fibre ottiche o i conduttori ritorti (twisted pair).

Requisiti per la trasmissione dati

Le interfacce Ethernet e Token Ring sono utilizzate da diversi anni. I sistemi Ethernet si sono affermati per la loro velocità di trasmissione e per il connettore compatto. Il processo di trasmissione del sistema Ethernet è definito nella norma IEEE 802.3. La velocità di trasmissione raggiunge i

10 GBit/sec.

In base alle categorie di potenza (cat. 5 – cat. 7) viene definita la velocità di trasmissione (Tabella 11).

I sistemi più moderni con una frequenza di trasmissione maggiore, lavorano secondo la cat. 6 e cat. 7, in futuro cat. 8.1 o cat. 8.2.

I dispositivi di protezione con attacco RJ45, in cui sono protette tutte le otto linee di segnale, sono universali, ossia adatti per le interfacce Ethernet, PROFINET e Token-Ring.

Power over Ethernet (PoE)

Power over Ethernet (PoE) è un processo in cui viene trasmessa anche l'energia ausiliaria per i dispositivi collegati con il cavo dati Ethernet.

L'energia ausiliaria si trova sulle coppie di fili non utilizzati (modo B, fig. 100) o viene fornita come alimentazione phantom (modo A, fig. 99) tra le coppie di fili per la trasmissione dei segnali. Secondo IEEE 802.3af con questo processo è possibile trasmettere una potenza di massimo 13,5 W. Lo standard seguente IEEE 802.3at consente con PoE+ già 25,5 W. È in discussione il PoE++, con cui è possibile raggiungere valori di trasmissione ancora maggiori.

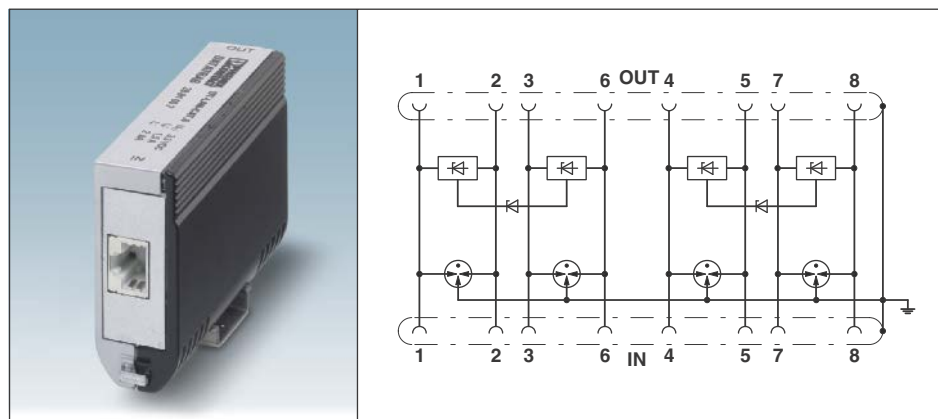


Fig. 98: DT-LAN-Cat.6+ - SPD per sistemi informatici

DT-LAN-Cat.6+

Il dispositivo di protezione DT-LAN-CAT.6+ protegge l'equipaggiamento elettrico sensibile in modo ottimale, in quanto si avvale di componenti di protezione a reazione rapida, sia per le linee di trasmissione dati, sia per il sistema PoE.

	Campo d'impiego	Categoria	MBit/s	Cavo	Collegamento
100 Base TX (Fast Ethernet)	LAN, cablaggio strutturato degli edifici	5	100	2 - 4 coppie twisted pair	RJ45, coppie: 1-2, 3-6, o 4-5, 7-8
1000 Base T (Gigabit Ethernet)	LAN, cablaggio strutturato degli edifici	5e, 6	1000	4 coppie Twisted Pair	RJ45, coppie: 1-2, 3-6, + 4-5, 7-8
10 GBase T (Gigabit Ethernet)	LAN, cablaggio strutturato degli edifici	6a	10.000	4 coppie Twisted Pair	RJ45, coppie: 1-2, 3-6, + 4-5, 7-8
10 GBase T (Gigabit Ethernet)	LAN, cablaggio strutturato degli edifici	7	10.000	4 coppie Twisted Pair	RJ45, coppie: 1-2, 3-6, + 4-5, 7-8

Tabella 11: Velocità di trasmissione e categorie di potenza a confronto

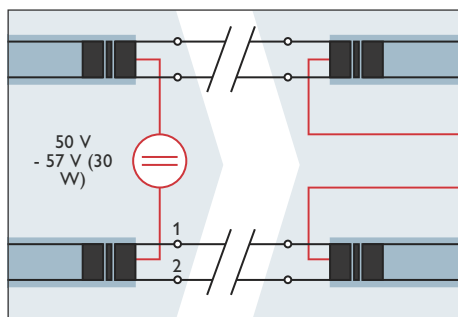


Fig. 99: Trasmissione dell'energia ausiliaria tramite alimentazione phantom (modo A)

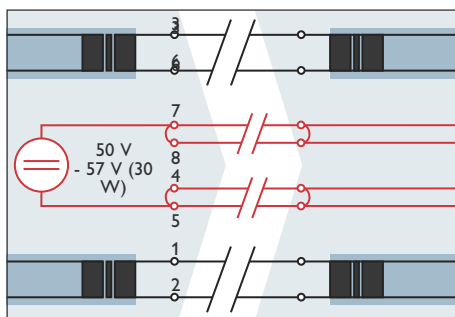


Fig. 100: Trasmissione dell'energia ausiliaria tramite coppie libere di fili (modo B)

6.5.2 Interfacce seriali

Le interfacce seriali servono per lo scambio dati tra i computer e i dispositivi periferici. In caso di trasmissione dati seriale, i bit vengono trasmessi attraverso un conduttore uno dopo l'altro (in serie). In particolare si utilizzano le seguenti interfacce:

Interfacce RS 485 e PROFIBUS

L'interfaccia seriale RS 485 trova impiego nell'Intel Bitbus ed è simile alla RS 422. Questa trasmissione dati simmetrica solitamente lavora con una coppia di fili per la trasmissione dei segnali. Sono disponibili varianti con due coppie di fili e un potenziale di riferimento.

Negli impianti più vecchi, la tensione di segnale di questa interfaccia rispetto al potenziale di riferimento è di -7 V e +12 V. I sistemi più recenti includono

una variante con livello TTL a +/- 5 V.

Dallo sviluppo dell'interfaccia RS 485 deriva l'interfaccia Profibus, che sfrutta le caratteristiche fisiche dell'RS 485, ma con tassi di trasmissione fino a 12 Mbit/s. Questa interfaccia trova impiego anche nei dispositivi di registrazione dati macchina e dati temporali.

Come dispositivi di protezione si utilizzano spesso adattatori D-SUB per il montaggio su guida DIN o sui relativi moduli con morsetti a vite.

Interfaccia V.24

L'interfaccia seriale V.24 o RS 232 lavora con una trasmissione di segnali asimmetrica. Un segnale di trasmissione e uno di ricezione hanno un potenziale di riferimento comune (ground). Inoltre, è possibile trasferire fino a cinque segnali di comando. Ne risultano al massimo

otto segnali attivi, incluso il potenziale di riferimento. Di norma, l'allacciamento si esegue con D-SUB 25, D-SUB 9 o morsetti a vite.

Interfaccia V.11

L'interfaccia seriale V.11 o RS-422 lavora sulla base di una trasmissione di segnali simmetrica. La distanza di trasmissione può raggiungere i 1000 m. Il segnale di trasmissione e ricezione viene trasmesso con una coppia di fili. In più è presente un potenziale di riferimento comune, che garantisce determinati rapporti di tensione nelle interfacce collegate.

Interfaccia TTY

La TTY è un'interfaccia seriale simmetrica che lavora con due coppie di fili. Con una tensione di segnale massima di 24 V, viene analizzato un segnale di corrente. 10 – 30 mA valgono come 1 logico e 0 – 1 mA come 0 logico. Tassi di trasmissione classici sono 9,6 kBit/s o 19,2 kBit/s.

6.6 Protezione dei circuiti di trasmissione dei segnali nei sistemi di telecomunicazione

Al giorno d'oggi, i dispositivi terminali di telecomunicazione sono parte integrante dell'elettronica da ufficio. Soprattutto negli uffici, oggi è impossibile rinunciare all'affidabilità illimitata di sistemi di comunicazione sempre più moderni e veloci. Con l'impiego mirato di dispositivi di protezione contro le sovratensioni adeguati, è possibile impedire il guasto improvviso e inaspettato di importanti sistemi di telecomunicazione. Per la trasmissione dati DSL ed anche per le interfacce di segnale analogiche, sono disponibili dispositivi di protezione adeguati.

Il circuito di protezione consiste principalmente in una combinazione di diodi e scaricatori di sovratensioni a plasma di gas ad alte prestazioni. Gli scaricatori di sovratensioni a plasma di gas sono realizzati come scaricatori a tre elettrodi. L'elettrodo centrale protegge dalla tensione longitudinale sul potenziale di terra. Se necessario dal punto di vista del sistema di commutazione, le resistenze ohmiche disaccoppiano i due livelli di protezione. Per proteggere dalle tensioni della rete di alimentazione elettrica (power cross), gli scaricatori a tre elettrodi sono dotati di una protezione termica.

6.6.1 Interfacce note nella telecomunicazione

Interfaccia xDSL

Le interfacce DSL (digital subscriber line) forniscono collegamenti internet con velocità da 1 Mbit/s (ADSL) a 100 Mbit/s (VDSL). La frequenza di trasmissione è compresa tra 2,2 MHz e 17,7 MHz. La tensione nominale per il circuito di protezione dei dispositivi di protezione idonei varia a seconda della presenza di un'alimentazione di tensione continua. I valori tipici per la tensione nominale delle applicazioni sono:

- Senza tensione di alimentazione: <24 VDC
- Con tensione di alimentazione: ≥110 VDC

In un confronto internazionale, la frequenza di trasmissione nell'ambito DSL varia di regione in regione di alcune centinaia di kHz. Pertanto, nella scelta dei dispositivi di protezione, occorre considerare la frequenza limite.

Interfaccia analogica di telecomunicazione

La telecomunicazione analogica oggi è presente solo nei puri allacciamenti telefonici. I dispositivi di protezione idonei dovrebbero avere

tensioni nominali di 180 V. Solitamente, i dispositivi di protezione DSL (fig. 101) possono essere utilizzati anche per la telecomunicazione analogica.

6.6.2 Tecnologia di connessione

Come tecnologia di connessione si utilizza da alcuni anni la tecnica LSA-PLUS. Si tratta di un morsetto a perforazione di isolante, che, con uno speciale utensile (il cosiddetto strumento di cablaggio), comprime i singoli fili di un cavo, inclusa la guaina isolante. Su queste barre LSA-PLUS è possibile innestare semplicemente i moduli di protezione, senza la necessità di utensili. Per la protezione sono disponibili elementi di protezione bassa (con GDT) o connettori modulari mini con differenti livelli di protezione combinati. (Fig. 102).



Fig. 102: COMTRAB: modulare, compatto e semplice

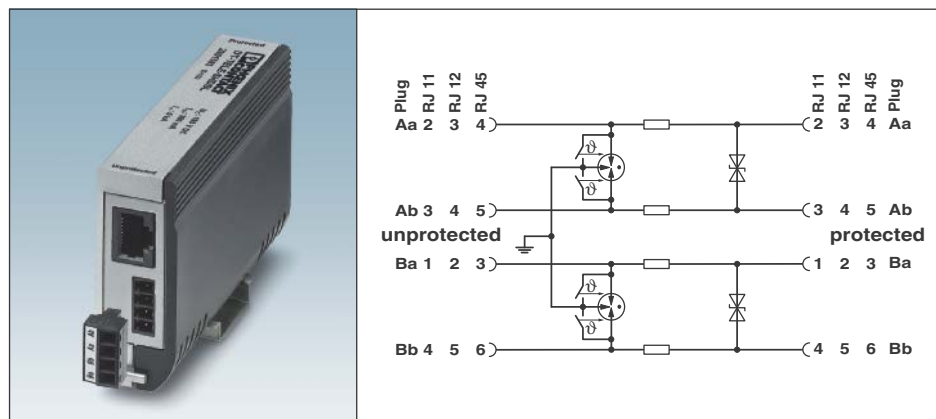


Fig. 101: DT-TELE-RJ45 - SPD per impianti di telecomunicazione

DT-TELE-RJ45

Il dispositivo di protezione DT-TELE-RJ45 protegge i collegamenti rapidi VDSL grazie all'attenuazione molto bassa. Grazie alla tecnologia di collegamento universale (RJ45, RJ12, RJ11 e connessione a vite ad innesto), il prodotto è adatto per ogni applicazione.

6.7 Protezione dei circuiti di trasmissione dei segnali negli impianti ricetrasmittenti

Gli impianti ricetrasmittenti sono di norma particolarmente esposti al pericolo di sovratensione.

I cavi delle antenne, che si estendono per diversi edifici e quindi sono molto lunghi, e le stesse antenne sono direttamente esposti alle scariche atmosferiche. Per questo motivo si utilizzano conduttori con struttura coassiale con ottime caratteristiche EMC. Lo schermo del cavo dell'antenna può essere collegato a terra o meno, secondo le condizioni di sistema. Tuttavia, ciò non permette di scongiurare completamente il pericolo di un accoppiamento della sovratensione nei cavi delle antenne. Lungo questa linea le sovratensioni possono raggiungere le interfacce sensibili degli impianti ricetrasmittenti.

Le elevate frequenze della radiotrasmissione richiedono dispositivi di protezione con capacità propria ridotta ovvero con attenuazione d'inserzione ridotta e buon adattamento d'impedenza. Tuttavia è necessaria una buona protezione con elevata capacità di dispersione. Per questa ragione la maggior parte dei dispositivi di protezione è equipaggiata con scaricatori di sovratensione a plasma di gas o con tecnologia Lambda/4.

Tecnologia LAMBDA/4

La tecnologia Lambda/4 sfrutta un corto circuito tra conduttore interno e schermo. La lunghezza del cavo tra il corto circuito e il conduttore interno è idonea alla frequenza ammessa senza attenuazione. Un grande vantaggio di questa tecnologia è dato dal raggiungimento di un ottimo livello di protezione (basso), in quanto il dispositivo di protezione nel range di frequenza delle sovratensioni lavora come corto circuito. Tuttavia si deve considerare che sul cavo cui è collegato il dispositivo di protezione Lambda/4 non è consentito utilizzare un alimentatore a corrente continua. Gli scaricatori HF ottimizzati Lambda/4 possono trasmettere segnali a banda relativamente larga (ad esempio 0,8 – 2,25 GHz). La fig. 103 illustra la tipica forma di un dispositivo di protezione con tecnologia Lambda/4.

I campi applicativi più diffusi per gli SPD nell'ambito delle telecomunicazioni sono:

Connettore antenna per televisori e apparecchi radiofonici

I dispositivi di protezione per televisori e apparecchi radiofonici, solitamente vengono montati tra l'attacco dell'antenna a parete e il cavo dell'antenna in partenza. Per i ricevitori

Sat esistono dispositivi di protezione multicanale per il montaggio a parete. I collegamenti per i cavi a banda larga e per l'antenna, solitamente hanno connettori TV e connettori RF a norma DIN 45325. Per il collegamento dei ricevitori Sat si utilizzano connettori F.

Videocomunicazione

Il campo d'impiego della videocomunicazione spazia dal controllo degli edifici ai luoghi/istituti pubblici e ai centri sportivi/per il tempo libero. La costante affidabilità di questi sistemi di monitoraggio richiede dispositivi di protezione dalle sovratensioni adeguati. Come dispositivi di protezione, si utilizzano fondamentalmente adattatori coassiali con connettori BNC o TNC.

Impianti per ponte radio e impianti di telefonia mobile

Il ponte radio è una tecnica per la trasmissione wireless di informazioni. Le onde radio generate vengono trasmesse con una frequenza portante compresa tra 1 e 40 GHz, raggruppate su antenne direzionali. Le antenne tipiche sono specchi parabolici, antenne a conchiglia e antenne a tromba. Le frequenze di rete dei segnali utili in questo settore sono comprese tra 0,8 GHz e 2,7 GHz. I sistemi di collegamento utilizzati sono i connettori N, SMA o 7/16.

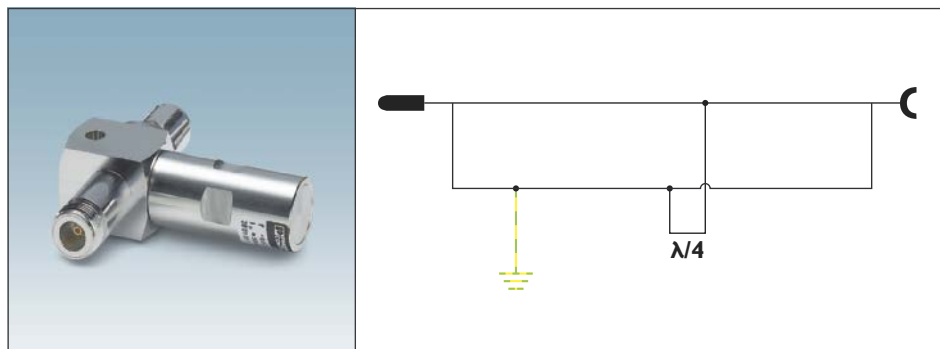


Fig. 103: CN-LAMBDA/4 - Dispositivo di protezione con tecnologia Lambda/4

CN-LAMBDA/4

Con il dispositivo di protezione CN-LAMBDA/4-2.25 è possibile proteggere efficacemente i più disparati sistemi di trasmissione nell'ambito dei GHz. Questo risultato è reso possibile dalla tecnica LAMBDA/4.

7

Glossario

ATEX

ATEX è un sinonimo molto usato per la direttiva ATEX dell'Unione Europea. La definizione ATEX deriva dall'abbreviazione francese di "atmosphères explosive".

Segnali digitali

I segnali digitali sono segnali che assumono solo lo stato "high" o "low". Solitamente, questi segnali si riferiscono a un potenziale di riferimento comune o a un conduttore di ritorno comune.

Sistema di protezione dai fulmini

Sistema costituito da captatori ad asta, calate e sistemi di messa a terra, oltre che da un sistema equipotenziale e un sistema SPD coordinato all'interno del fabbricato, per la protezione dai danni causati dalle sovratensioni e dalle correnti impulsive delle scariche di fulmine.

Classe di protezione contro le scariche atmosferiche

La normativa prevede una suddivisione dei sistemi di protezione contro i fulmini in classi da I a IV. Le classi fanno riferimento a una serie di parametri di corrente atmosferica basati sulla probabilità, con cui non possono essere superati i valori misurati massimi e minimi in caso di fulmini di origine naturale e che consentono di scaricare in sicurezza la corrente di fulmine. La classe di protezione I corrisponde ai massimi valori misurati e al massimo grado di probabilità di captazione. I valori diminuiscono gradualmente fino alla classe IV.

Zona di protezione contro i fulmini.

Zona in cui l'atmosfera elettromagnetica è definita in base al pericolo di fulminazione. Tutti i cavi (di

alimentazione) che attraversano i limiti di zona devono essere equipaggiati con SPD adeguati per la protezione equipotenziale contro i fulmini. I limiti di una zona di protezione contro i fulmini non sono necessariamente di natura fisica (pareti, pavimento o soffitto).

Attenuazione d'inserzione

Il valore di attenuazione viene definito come rapporto delle tensioni che compaiono direttamente dietro il punto di inserzione, prima e dopo l'inserzione del dispositivo di protezione da testare. Il valore è espresso in decibel.

EMC

EMC significa compatibilità elettromagnetica, ossia la capacità di un dispositivo, un impianto o un sistema, di lavorare in modo affidabile in campo elettromagnetico, senza causare disturbi elettromagnetici, inaccettabili per i dispositivi, gli impianti e i sistemi impiegati in questo ambiente.

Capacità di estinzione della corrente susseguente (I_{fi})

La capacità di estinzione della corrente susseguente indica il valore effettivo della corrente prospettica di corto circuito sul luogo d'installazione di un SPD a commutazione di tensione, entro il quale l'SPD ritorna ad alta impedenza, in condizioni di massima tensione permanente U_C , dopo la reazione a causa di una corrente impulsiva, senza l'intervento di un dispositivo di protezione da sovracorrente inserito a monte.

Gas discharge tube, GDT

Scaricatore di sovratensioni a plasma di gas

Massima tensione permanente (U_C)

Massimo valore effettivo di tensione, che può essere applicato alla linea di protezione dell'SPD. La massima corrente permanente deve essere superiore alla tensione nominale di almeno il 10%. Nei sistemi con grandi variazioni di tensione, si devono installare SPD con una differenza maggiore tra U_C e U_N .

Corrente impulsiva di scarica (I_{imp})

Valore di cresta della corrente che attraversa l'SPD con forma d'onda (10/350 μ s). La forma d'onda (10/350 μ s) di una corrente impulsiva definisce gli effetti di una fulminazione diretta. Il valore della corrente impulsiva di scarica viene utilizzato nelle procedure di prova speciali di un SPD, che ne attestano la portata in riferimento alle correnti atmosferiche ad alta energia. Secondo la classe di protezione attribuita ad un sistema contro i fulmini, gli SPD devono soddisfare dei valori minimi riferiti a questo valore.

Resistenza di isolamento

Resistenza dell'isolamento dei circuiti elettrici di un'apparecchiatura nei confronti delle massime tensioni sopportate e delle massime tensioni impulsive con ampiezza superiore alla massima tensione permanente.

Tensione a vuoto (U_{oc})

La tensione a vuoto del generatore ibrido in corrispondenza dei punti di collegamento dell'SPD. Un generatore ibrido genera un cosiddetto impulso combinato, ossia fornisce, a vuoto, un impulso di tensione con una determinata forma d'onda, di norma (1,2/50 μ s), e nel corto circuito un impulso con una determinata forma d'onda, di norma

(8/20 μ s). L'impulso combinato determina gli effetti delle sovratensioni indotte. Secondo la classe di protezione attribuita ad un sistema contro i fulmini, gli SPD devono soddisfare dei valori minimi riferiti a questo valore.

Resistenza ai cortocircuiti (I_{SCCR})

Massima corrente di corto circuito non influenzata della rete elettrica, sulla cui base viene dimensionato l'SPD unitamente al dispositivo di protezione da sovracorrente inserito a monte. La resistenza ai cortocircuiti indica fino a quale valore di corrente prospettica di cortocircuito può essere utilizzato l'SPD sul luogo d'installazione. I controlli specifici necessari per definire questo valore vanno eseguiti insieme al dispositivo di protezione contro le sovratensioni inserito a monte (overcurrent protective device, OCPD). In caso di dispositivi di protezione contro le sovratensioni specifici per gli impianti fotovoltaici, il valore I_{SCPV} corrisponde alla massima corrente di corto circuito in corrente continua di un impianto, oltre la quale non è consentito utilizzare l'SPD.

Lightning protection zone, LPZ

Zona di protezione contro i fulmini.

Corrente impulsiva di scarica nominale (I_n)

Valore di cresta della corrente che attraversa l'SPD con forma d'onda (8/20 μ s). La forma d'onda (8/20 μ s) di una corrente impulsiva definisce gli effetti di una fulminazione indiretta o di un'azione di commutazione. Il valore della corrente impulsiva di scarica nominale viene utilizzato per diverse procedure di prova su un SPD, tra cui la determinazione del livello di protezione. Secondo la classe di protezione attribuita a un sistema contro i fulmini, gli SPD devono soddisfare dei valori minimi riferiti a questo valore.

Corrente di carico nominale (I_L)

Massimo valore effettivo della corrente nominale, ammesso sul carico ohmico collegato all'uscita protetta dell'SPD. Questo valore massimo è definito dai componenti sotto tensione d'esercizio all'interno dell'SPD, che devono essere in grado di sopportare il carico termico della corrente permanente.

Tensione nominale (U_N)

Valore nominale della tensione dei circuiti elettrici e di segnale, riferito all'impiego previsto per l'SPD. La tensione nominale indicata per un SPD corrisponde alla tensione di sistema del tipico luogo d'impiego dell'SPD, per un tradizionale sistema a corrente alternata, ad esempio 230/400 V AC. L'SPD consente anche di proteggere tensioni di sistema più basse. In caso di tensioni di sistema più elevate, occorre stabilire per ogni caso specifico se sia possibile o meno utilizzare l'SPD o se ci siano delle restrizioni.

Overcurrent protective device, OCPD

Dispositivo di protezione da sovracorrente.

Power over Ethernet (PoE)

Power over Ethernet è un processo in cui viene trasmessa anche l'energia ausiliaria per i dispositivi collegati con il cavo dati Ethernet.

Tecnologia Safe Energy Control, tecnologia SEC

Tecnologia per SPD per la protezione delle linee di alimentazione. Gli SPD con tecnologia SEC si contraddistinguono come sistemi:

- senza corrente susseguente
- senza prefusibile per qualsiasi applicazione
- compatti e universali

Livello di protezione (U_p)

Massima tensione ammessa sui morsetti di collegamento dell'SPD durante il carico

con un impulso con una determinata pendenza della tensione e un carico con una corrente impulsiva di scarica di una determinata ampiezza e forma d'onda. Questo valore caratterizza l'effetto di protezione contro le sovratensioni dell'SPD. Nel caso di un fenomeno di sovratensione entro i parametri di prestazione dell'SPD, la tensione sui collegamenti protetti dell'SPD viene sicuramente limitata a questo valore massimo.

Tensione impulsiva

Una tensione a impulsi, caratterizzata da un forte incremento entro un breve lasso di tempo. Una tipica forma d'onda è (1,2/50 μ s), con cui viene controllato il comportamento dell'SPD o la resistenza alla tensione impulsiva delle apparecchiature.

Corrente impulsiva

Corrente a impulsi, caratterizzata da un forte incremento entro un breve lasso di tempo. Tipiche forme d'onda sono (8/20 μ s), con cui viene controllato il comportamento dell'SPD, e (10/350 μ s) e con cui viene testata la resistenza alla corrente atmosferica degli SPD.

Surge protective device, SPD

Dispositivo di protezione contro le sovratensioni.

TVS

TVS è l'acronimo di Transient Voltage Suppressor.

Categoria di sovratensione

Suddivisione delle apparecchiature in categorie da I a IV, secondo la resistenza alla tensione impulsiva. La categoria di sovratensione I corrisponde al valore più basso e comprende dispositivi (terminali) particolarmente sensibili. I valori aumentano fino alla categoria IV. I valori delle singole categorie dipendono anche dal livello di tensione del sistema di alimentazione elettrica.

8

Bibliografia

- [1] International Electrotechnical Commission. IEC 62305-1 - Protezione contro i fulmini - Parte 1: Principi generali. CEI EN 62305-1, 2010.
- [2] International Electrotechnical Commission. IEC 62305-2 - Protezione contro i fulmini - Parte 2: Analisi del rischio. CEI EN 62305-2, 2010.
- [3] International Electrotechnical Commission. IEC 62305-3 - Protezione contro i fulmini - Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone. CEI EN 62305-3, 2010.
- [4] International Electrotechnical Commission. IEC 62305-4 - Protezione contro i fulmini - Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture. CEI EN 62305-4, 2010.
- [5] International Electrotechnical Commission. IEC 60364-4-44 - Impianti elettrici utilizzatori - Parte 4-44: Prescrizioni per la sicurezza - Protezione contro le sovratensioni. CEI 64-8-4-44, 2012 e successive varianti.
- [6] International Electrotechnical Commission. IEC 61643-11 - Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione - Prescrizioni e prove. CEI EN 61643-11, 2014 e successive varianti.
- [7] International Electrotechnical Commission. IEC 61643-21 - Dispositivi di protezione dagli impulsi collegati alle reti di telecomunicazione e di trasmissione dei segnali - Prescrizioni di prestazione e metodi di prova. CEI EN 61643-22, 2003 e successive varianti.
- [8] International Electrotechnical Commission. IEC 61643-31 - Dispositivi di protezione contro le sovratensioni per l'impiego negli impianti a bassa tensione – Requisiti e metodi di prova per i dispositivi di protezione contro le sovratensioni per l'impiego negli impianti fotovoltaici - Prescrizioni e prove, 2015.
- [9] International Electrotechnical Commission. IEC 60664-1 - Coordinamento dell'isolamento per le apparecchiature nei sistemi a bassa tensione - Parte 1: Principi, prescrizioni e prove. CEI EN 60664-1, 2008.
- [10] International Electrotechnical Commission. IEC 60364-1 - Impianti elettrici utilizzatori - Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali. CEI 64-8-1, 2012.
- [11] International Electrotechnical Commission. IEC 60364-5-53 - Impianti elettrici utilizzatori - Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici; capitolo 53: Dispositivi di protezione, di sezionamento e di comando. CEI 64-8-5-53, 2012 e successive varianti.
- [12] International Electrotechnical Commission. IEC 60364-4-43 - Impianti elettrici utilizzatori - Parte 4-43: Prescrizioni per la sicurezza - Protezione delle condutture contro le sovratensioni. CEI 64-8-4-43, 2012 e successive varianti.
- [13] European Committee for Electrotechnical Standardization. CLC/TS 50539-12 - Limitatori di sovratensioni per applicazioni specifiche inclusa la c.c. - Principi di scelta e applicazione - SPD connessi ad impianti fotovoltaici; 2013.
- [14] PHOENIX CONTACT GmbH & Co. KG. Protezione contro le sovratensioni TRABTECH - Manuale per il progettista esperto in elettronica. 2015.
- [15] International Electrotechnical Commission. IEC 61643-12 - Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione - Scelta e principi di applicazione. CEI 37-11, 2014.
- [16] International Electrotechnical Commission. IEC 61643-22 - Limitatori di sovratensioni connessi alle reti di telecomunicazione e di trasmissione dei segnali - Scelta e principi applicativi. CEI CLC/TS 61643-22, 2016.
- [17] International Electrotechnical Commission. IEC 60079-11 - Aree a rischio di esplosione - Parte 11: Protezione dei dispositivi a sicurezza intrinseca „i“, 2012.
- [18] International Electrotechnical Commission. IEC 61643-31 - Dispositivi di protezione contro le sovratensioni per l'impiego negli impianti a bassa tensione – Requisiti e metodi di prova per i dispositivi di protezione contro le sovratensioni per l'impiego negli impianti fotovoltaici - Scelta e applicazione, 2015.

Il tuo partner locale

Phoenix Contact è un'azienda leader a livello mondiale, operativa su scala internazionale, con sede in Germania. Offriamo prodotti e soluzioni lungimiranti per l'elettrificazione, il collegamento in rete e l'automazione completi di tutti i settori dell'economia e delle infrastrutture. Una rete globale garantisce una presenza costante accanto al cliente.

Trova il tuo partner locale su
phoenixcontact.com

