

8. Scelta, installazione e montaggio dei dispositivi di protezione dalle sovratensioni (SPD)

8.1 Impianti di alimentazione (nell'ambito del concetto di protezione da fulminazione a zone secondo CEI EN 62305-4)

La realizzazione di un sistema di protezione contro i fulmini e da sovratensioni per impianti elettrici rappresenta l'attuale stato della tecnica ed è il presupposto infrastrutturale indispensabile per un funzionamento privo di disturbi e problemi dei sistemi elettrici ed elettronici complessi. I requisiti posti agli SPD per la realizzazione di un tale sistema di protezione contro i fulmini e le sovratensioni nell'ambito del concetto di protezione a zone secondo CEI EN 62305-4 sono stabiliti nella norma IEC 60364 5-534.

Gli SPD, impiegati nell'ambito delle installazioni fisse degli edifici, vengono divisi in dispositivi di protezione da sovratensioni di Tipo 1, 2 e 3, secondo i requisiti e le sollecitazioni tipiche dei luoghi di installazione prescelti e provati secondo CEI EN 61643 (CEI 37-8).

I requisiti più elevati rispetto alla capacità di scarica vengono posti agli SPD di Tipo 1. Questi vengono impiegati nell'ambito dei sistemi di protezione

da fulmine e protezione da sovratensioni ai passaggi dalla zona di protezione da fulminazione 0_A alla zona 1 e oltre, secondo la figura 8.1.1. Questi dispositivi di protezione devono essere in grado di condurre le correnti parziali da fulmine con forma d'onda 10/350 μ s più volte e senza distruzione. Questi SPD di Tipo 1 vengono denominati scaricatori di corrente da fulmine. Il compito di questi dispositivi di protezione, è quello di evitare penetrazioni di correnti parziali da fulmine nell'impianto elettrico di una struttura.

Al passaggio dalla zona di protezione da fulminazione 0_B alla zona 1 e oltre oppure dalla zona di protezione da fulminazione 1 alla zona 2 e oltre, vengono impiegati gli SPD del Tipo 2 per la protezione da sovratensioni. La loro capacità di scarica è di alcune decine di kA (8/20 μ s).

L'ultimo anello nel sistema di protezione da fulmini e protezione da sovratensioni per gli impianti di alimentazione elettrica è rappresentato dalla protezione degli apparecchi utilizzatori (passaggio dalla zona di protezione da fulminazione 2 alla zona 3 e oltre). Il compito principale del dispositivo di protezione del Tipo 3 impiegato in questo punto, è la protezione dalle sovratensioni, che si verifi-

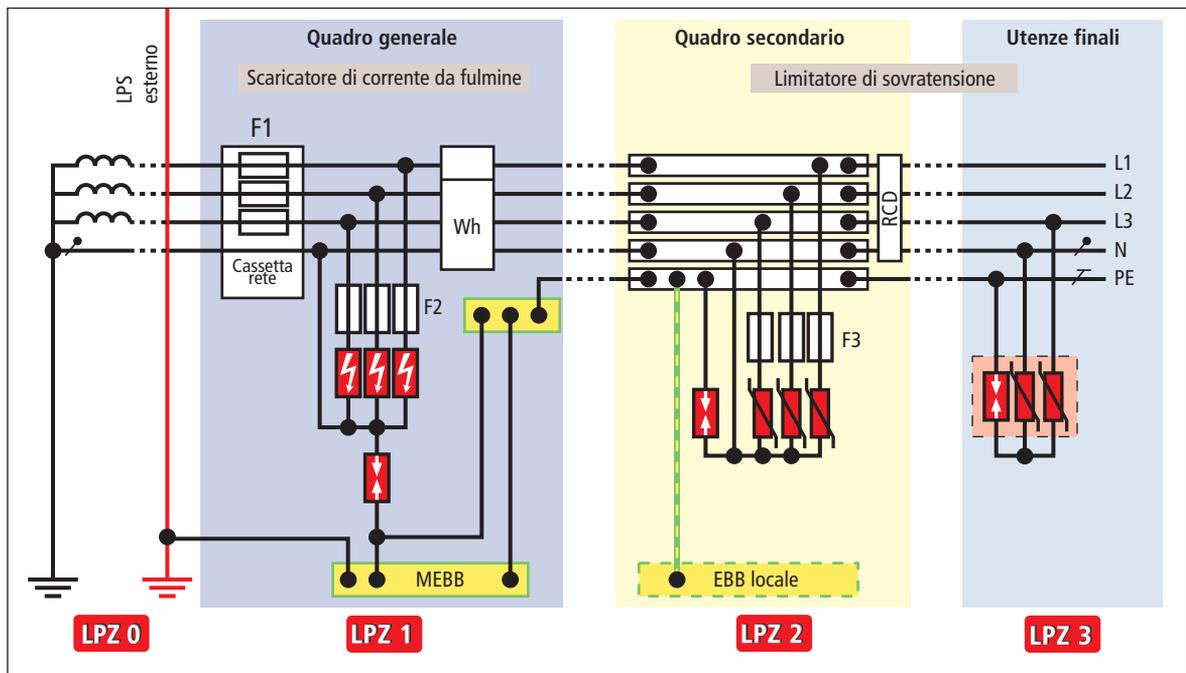


Figura 8.1.1 Utilizzo di scaricatori negli impianti di alimentazione elettrica (schema di principio)

Tipo/Denominazione	Norma	CEI 81-8/4:2002 (già abrogata)	IEC 61643-1:2005	EN 61643-11:2002
Scaricatore di corrente da fulmine Scaricatore combinato		SPD di Classe di Prova I	SPD class I	SPD Tipo 1
Limitatore di sovratensione per distribuzione, distribuzione secondaria		SPD di Classe di Prova II	SPD class II	SPD Tipo 2
Limitatore di sovratensione per prese/apparecchi utilizzatori		SPD di Classe di Prova III	SPD class III	SPD Tipo 3

Tabella 8.1.1 Classificazione dei dispositivi di protezione secondo CEI, IEC und EN

cano tra fase e neutro nel sistema elettrico. Si tratta in particolare di sovratensioni di commutazione.

I diversi compiti, disposizioni e requisiti per gli scaricatori sono elencati nella **tabella 8.1.1**.

8.1.1 Caratteristiche tecniche degli SPD

Tensione massima continuativa U_c

La tensione massima continuativa (prima: tensione nominale) è il massimo valore della tensione efficace che può essere applicata secondo la pratica industriale al morsetto di collegamento del dispositivo di protezione da sovratensioni. E' la tensione massima, applicata allo scaricatore in uno stato definito, non conduttivo, e che dopo il suo innesco e la scarica garantisce il ripristino di tale stato.

Il valore di U_c deve essere scelto in base alla tensione nominale del sistema da proteggere e in base ai requisiti di installazione (IEC 60364-5-534). Nei sistemi a tensione 230/400 V, considerando una tolleranza della tensione nominale del 10%, risulta una tensione massima continuativa U_c di 253 V per sistemi TN e TT.

Corrente impulsiva da fulmine I_{imp}

E' la curva della corrente impulsiva standardizzata con forma d'onda 10/350 μs che viene anche denominata corrente impulsiva. Riproduce con i suoi parametri (ampiezza, carica, energia specifica) la sollecitazione di correnti da fulmine naturali.

Le correnti impulsive da fulmine (10/350 μs) valgono per gli SPD di Tipo 1. Essi devono essere in grado di scaricare tali correnti impulsive da fulmine più volte senza distruzione.

Corrente impulsiva di scarica nominale I_n

La corrente di scarica nominale I_n è il valore di cresta della corrente che scorre attraverso il dispositivo di protezione da sovratensione (SPD). L'impulso

di corrente ha la forma d'onda 8/20 μs ed è il riferimento per la classificazione delle prove su SPD del Tipo 2 così come per il condizionamento degli SPD per le prove di Tipo 1 e Tipo 2.

Livello di protezione U_p

Con il livello di protezione di un SPD viene definito il massimo valore istantaneo della tensione ai terminali di un SPD, e allo stesso tempo viene caratterizzata la loro capacità di limitare le sovratensioni ad un livello residuo.

A seconda del tipo di SPD, il livello di protezione è determinato dalle seguenti prove individuali:

- ⇒ tensione impulsiva di innesco
1,2/50 μs (100%)
- ⇒ tensione residua con corrente impulsiva nominale di scarica (secondo CEI EN 61643-11: U_{res})

La scelta dei dispositivi di protezione da sovratensioni in base al luogo di utilizzo avviene secondo le categorie di sovratensione descritte nella norma IEC 60664-1. Va osservato che il valore minimo richiesto di 2,5 kV per un sistema trifase 230/400 V vale solo per le apparecchiature a installazione elettrica fissa. Apparecchi nei circuiti terminali, da essa alimentati, necessitano di un livello di protezione molto più basso di 2,5 kV.

Anche secondo la IEC 60364-4-534 è richiesto un livello di protezione minimo di 2,5 kV, per un impianto di utenza in bassa tensione a 230/400V. Questo livello di protezione minimo può essere realizzato attraverso un'installazione coordinata di SPD del Tipo 1 e SPD del Tipo 2 oppure attraverso l'utilizzo di dispositivi di protezione da sovratensioni combinati del Tipo 1.

Tenuta alla corrente di corto circuito

È il valore presunto della corrente di corto circuito a frequenza industriale, sopportata dal dispositivo di protezione da sovratensioni con il suo fusibile di protezione installato a monte.

Capacità di estinzione della corrente susseguente con $U_c (I_f)$

Questa capacità, anche chiamata potere di interruzione, è il valore efficace non influenzato (valore presunto) della corrente susseguente di rete, che può essere estinto automaticamente dal dispositivo di protezione da sovratensioni, quando è applicata la tensione U_c .

Secondo CEI EN 62305-3 e IEC 60346-5-534 la capacità di estinzione della corrente susseguente degli SPD dovrebbe corrispondere al valore massimo di corrente da cortocircuito presunta sul luogo di installazione degli SPD. Negli impianti di distribuzione industriali, con correnti di corto circuito molto alti, deve essere scelto un fusibile di protezione in grado di interrompere la corrente susseguente di rete che attraversa il dispositivo di protezione.

Secondo IEC 60364-5-534 e secondo EN 61643-11 gli SPD, che sono collegati tra il conduttore neutro e il conduttore PE, e per i quali dopo l'intervento può verificarsi una corrente susseguente con frequenza di rete (p. es. spinterometro), devono avere una capacità di estinzione della corrente susseguente di $I_f \geq 100 A_{\text{eff}}$.

Limitazione della corrente susseguente (per SPD Tipo 1 a tecnologia spinterometrica)

Si definisce limitazione della corrente susseguente la capacità di un SPD con tecnologia spinterometrica, di limitare le correnti susseguenti di rete in modo tale che la corrente che scorre effettivamente sia decisamente inferiore alla corrente di cortocircuito presunta sul luogo di installazione.

Attraverso un'elevata limitazione della corrente susseguente viene evitato che gli elementi di protezione a monte (p. es. fusibili) intervengano, perché soggetti al passaggio di una corrente susseguente di rete troppo elevata.

La limitazione della corrente susseguente è un parametro molto importante per garantire la continuità di servizio e quindi la disponibilità dell'impianto elettrico, in particolare per gli SPD ad innescamento con basso livello di protezione.

Coordinamento

Per garantire un'azione selettiva dei diversi SPD, è indispensabile un coordinamento energetico tra i singoli SPD. Il principio di base del coordinamento energetico è caratterizzato dal fatto che ogni stadio di protezione scarica solo l'energia di disturbo, per la quale l'SPD è predisposto. In caso di energie di disturbo maggiori, lo stadio di protezione a monte, ad esempio SPD Tipo 1, deve rilevare la scarica della corrente impulsiva e togliere il carico ai dispositivi di protezione a valle. Un tale coordinamento deve considerare tutti i disturbi, come le sovratensioni di manovra, le correnti parziali da fulmine, ecc. Una prova di coordinamento energetico secondo 62305-4 Allegato C "Coordinamento degli SPD" deve essere fornita dal costruttore.

I dispositivi della famiglia Red/Line sono coordinati tra loro e provati per quanto riguarda il coordinamento energetico.

Tensione TOV

Con il termine TOV (**TOV = Temporary Over Voltage**) si intendono le sovratensioni temporanee, che possono verificarsi a causa di guasti nella rete in bassa o media tensione.

Per sistemi TN e per il percorso L-N nei sistemi TT, vale per una durata di 5 secondi, $U_{\text{TOV}} = 1,45 \times U_0$, considerando che U_0 rappresenta la tensione alternata nominale delle fasi verso terra. Nei sistemi 230/400 V per gli SPD tra L e N risulta una tensione TOV $U_{\text{TOV}} = 333,5 \text{ V}$.

In caso di sovratensioni TOV, che si creano a causa di guasti di terra all'interno di un sistema ad alta tensione, per il percorso N-PE nei sistemi TT vale con una durata di 200 ms, $U_{\text{TOV}} = 1200 \text{ V}$.

I dispositivi della famiglia Red/Line sono predisposti e controllati in conformità alle tensioni TOV secondo norma EN 61643-11

La norma IEC 60346-5-534 richiede per gli SPD utilizzati negli impianti in bassa tensione di resistere alle tensioni TOV. I dispositivi della famiglia di prodotto Red/Line, sono dimensionati per tensioni TOV secondo CEI EN 61643 e soddisfano le prescrizioni secondo IEC 60346-5-534.

8.1.2 Utilizzo di SPD in diversi sistemi

Misure di protezione atti a garantire la sicurezza delle persone hanno sempre la priorità sulle misure di protezione da sovratensioni. Poiché entrambe le misure sono direttamente legate al tipo di sistema utilizzato, e di conseguenza anche con

l'utilizzo dei dispositivi di protezione dalle sovratensioni (SPD), verranno di seguito descritti i sistemi TN, TT e IT e il rispettivo impiego degli SPD in questi sistemi. Le correnti elettriche che scorrono attraverso il corpo umano possono avere effetti pericolosi. Perciò sono necessarie, in ogni impianto elettrico, delle misure di protezione adeguate per evitare questo rischio. I componenti che si trovano in tensione durante il normale funzionamento devono essere isolati, rivestiti, schermati o sistemati in modo da impedire il contatto diretto con parti del corpo umano. Queste misure di protezione vengono denominate "protezione contro i contatti diretti". Inoltre, naturalmente, non deve esistere pericolo per le persone, quando a seguito di un guasto, ad esempio un isolamento difettoso, la tensione viene trasferita sull'involucro metallico (corpo dell'apparecchio elettrico). Questa protezione contro i pericoli, che potrebbero derivare dal contatto con corpi metallici o masse estranee in caso di guasto, viene denominata "protezione contro i contatti indiretti".

Generalmente il limite della tensione di contatto continuativa U_L permessa per tensioni alternate è di 50 V mentre per tensioni continue è di 120 V.

Le tensioni di contatto più elevate che possono verificarsi in caso di guasto, devono - nei circuiti terminali con prese e in circuiti che contengono dispositivi portatili appartenenti alla classe di isolamento I - essere interrotti in automatico entro 0,4 s. Nella distribuzione sono ammessi dei tempi di interruzione convenzionali fino a 5 s

Nella CEI 64-8/4 sono descritte le misure di protezione in caso di contatto indiretto con conduttori di protezione. Queste misure di protezione comportano, in caso di guasto l'interruzione automatica o la segnalazione del guasto. Durante l'installazione delle misure per la "protezione contro i contatti indiretti" è necessaria un'assegnazione relativa alla configurazione del sistema e all'impianto di protezione.

Secondo CEI 64-8/4 un sistema di distribuzione a bassa tensione è caratterizzato nella sua totalità, dalla sorgente di alimentazione fino all'ultimo utilizzatore da:

⇒ condizioni di messa a terra nel punto di alimentazione dell'impianto (ad esempio lato bassa tensione del trasformatore della rete di distribuzione locale)

e

⇒ condizioni di messa a terra degli involucri delle apparecchiature negli impianti elettrici utilizzatori.

Vengono quindi definiti come sistemi di distribuzione tre tipi base:

sistema **TN**, sistema **TT** e sistema **IT**

Le lettere utilizzate hanno i seguenti significati:

La **PRIMA LETTERA** descrive le condizioni di messa a terra della sorgente di alimentazione elettrica:

- T** messa a terra diretta di un punto del generatore elettrico (di solito il centro stella dell'avvolgimento del trasformatore)
- I** isolamento di tutte le parti attive da terra oppure collegamento a terra di un punto della sorgente elettrica attraverso un'impedenza.

La **SECONDA LETTERA** descrive le condizioni di messa a terra degli corpi delle apparecchiature dell'impianto elettrico:

- T** corpo dell'apparecchiatura messo a terra direttamente, indipendentemente da qualsiasi messa a terra eventualmente già esistente di un punto dell'alimentazione elettrica.
- N** corpo dell'apparecchiatura direttamente collegato alla terra del sistema di alimentazione (messa a terra della sorgente elettrica).

LETTERE SUCCESSIVE descrivono la disposizione del conduttore neutro e del conduttore di protezione:

- S** conduttore neutro e conduttore di protezione separati uno dall'altro
- C** conduttore neutro e conduttore di protezione combinati (in un solo conduttore)

Per il sistema **TN** risultano quindi tre possibili versioni:

sistema **TN-S**, sistema **TN-C**, sistema **TN-C-S**.

I dispositivi di protezione che possono essere installati nei diversi sistemi sono:

- ⇒ dispositivo di protezione da sovracorrente,
- ⇒ dispositivo di protezione a corrente differenziale,
- ⇒ dispositivo di controllo dell'isolamento,
- ⇒ dispositivo di protezione da tensione di guasto (in casi particolari).

Come già accennato, è necessario assegnare il dispositivo di protezione alla specifica configurazione di sistema. Risultano le seguenti assegnazioni:

Sistema TN

- ⇒ dispositivo di sovracorrente,
- ⇒ dispositivo di protezione a corrente differenziale.

Sistema TT

- ⇒ dispositivo di sovracorrente,
- ⇒ dispositivo di protezione a corrente differenziale,
- ⇒ dispositivo di protezione da tensione di guasto (in casi particolari).

Sistema IT

- ⇒ dispositivo di sovracorrente,
- ⇒ dispositivo di protezione a corrente differenziale,
- ⇒ controllo dell'isolamento.

Queste misure di protezione per le persone hanno priorità assoluta durante l'installazione degli impianti di alimentazione. Tutte le altre misure di sicurezza, come la protezione contro i fulmini e da sovratensioni di sistemi e impianti elettrici, devono essere subordinate a queste misure di protezione, prese contro il contatto indiretto con conduttori di protezione considerando la configurazione del sistema e il dispositivo di protezione e non possono essere disattivate attraverso l'utilizzo di dispositivi di protezione contro i fulmini e sovratensioni. A questo scopo deve anche essere considerato il caso di guasto di un SPD, anche se improbabile. Questo è di particolare importanza, perché dispositivi di protezione da sovratensioni sono sempre collegati al conduttore di protezione.

Nei seguenti paragrafi viene descritto l'utilizzo degli SPD nelle diverse configurazioni di sistema. Questi esempi di circuito sono state ricavate dalla IEC 60364-5-534.

Gli esempi di soluzione raffigurati illustrano l'utilizzo degli scaricatori di corrente da fulmine principalmente nella distribuzione elettrica, nel punto di consegna, cioè a monte del contatore. La norma IEC 60364-5-534 definisce il luogo di installazione

degli scaricatori di corrente da fulmine "vicino al punto di alimentazione dell'impianto".

L'installazione degli scaricatori di corrente da fulmine nella zona a monte del contatore viene regolato p.es. in Germania dalla "Direttiva per l'utilizzo di dispositivi di protezione da sovratensioni di Tipo 1 nei sistemi per l'alimentazione elettrica".

Questa direttiva elaborata dalla VDEW [Associazione degli Distributori di energia elettrica Tedeschi] pone i requisiti di base che a seconda del distributore competente, possono portare a diverse esecuzioni tecniche.

8.1.3 Utilizzo di SPD nel sistema TN

Per il sistema TN sono ammessi come dispositivi per la "protezione in caso di contatto indiretto" i dispositivi di sovracorrente e i dispositivi a corrente differenziale. Questo significa, per l'utilizzo di un SPD, che questi possono essere installati solo a valle dei dispositivi per la "protezione contro i contatti indiretti", per garantire, anche in caso di guasto di un SPD, le necessarie misure di protezione per le persone.

Se un SPD di Tipo 1 o 2 viene installato a valle di un interruttore differenziale, è probabile che, in base alla corrente impulsiva scaricata verso PE, questo processo venga interpretato da un interruttore differenziale (RCD) come corrente di guasto e quindi interrompe il circuito.

Inoltre, con l'utilizzo di un SPD di Tipo 1, in caso di sollecitazione con correnti parziali da fulmine,

considerando l'elevata dinamica della corrente da fulmine, è probabile che l'interruttore differenziale venga danneggiato meccanicamente. In questo caso, la misura di protezione contro i contatti indiretti verrebbe vanificata. Questo deve essere naturalmente evitato, in modo che l'utilizzo dello scaricatore per corrente da fulmine di Tipo 1, così come l'utilizzo di un SPD Tipo 2, possa avvenire a mon-

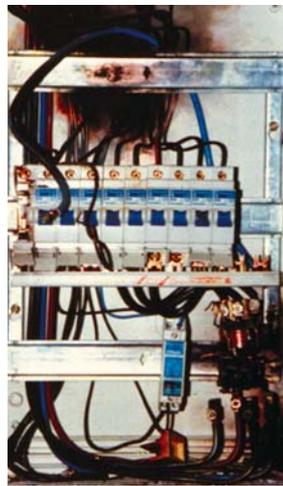


Figura 8.1.3.1 RCD distrutto da un fulmine

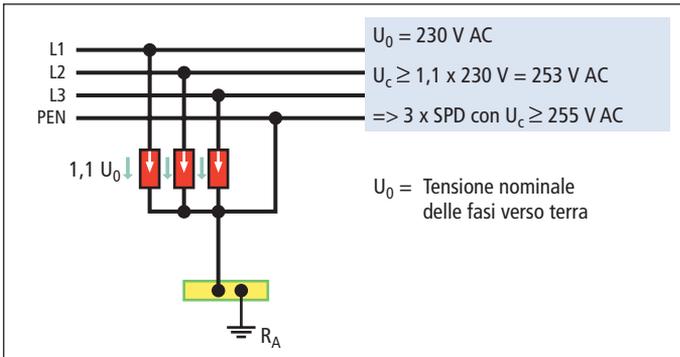


Figura 8.1.3.2 Circuito di protezione "3-0" nel sistema TN-C

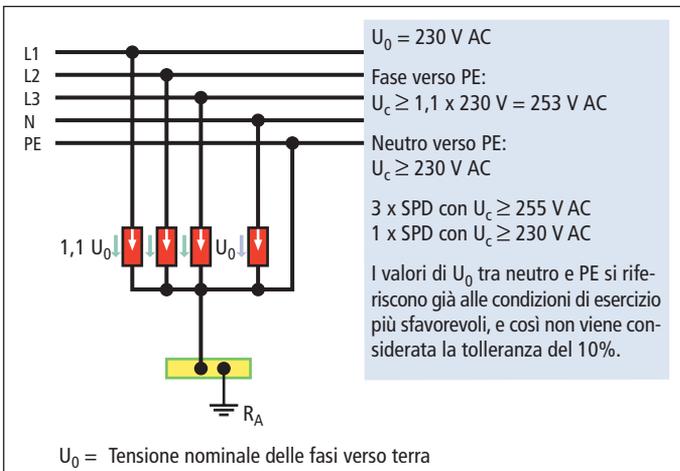


Figura 8.1.3.3a Circuito di protezione "4-0" nel sistema TN-S

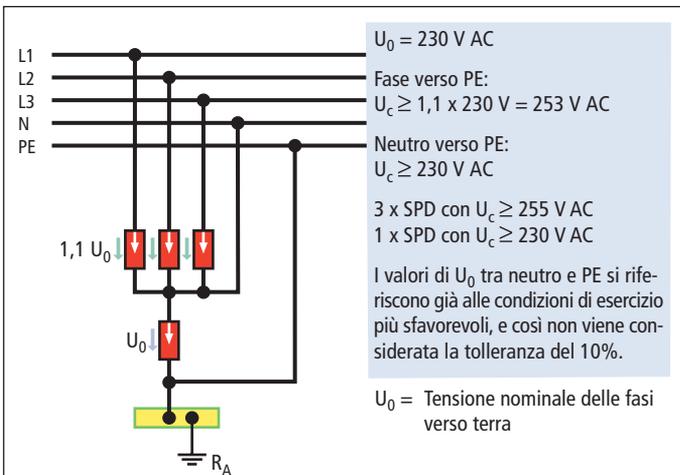


Figura 8.1.3.3b Circuito di protezione "3+1" nel sistema TN-S

te dell'interruttore differenziale. Quindi per SPD di Tipo 1 e 2, come misura per la "protezione contro i contatti indiretti" è possibile solo l'utilizzo di dispositivi di protezione da sovracorrente. L'utilizzo di SPD è perciò sempre da analizzare nell'interazione con un fusibile come dispositivo di protezione da sovracorrente. La necessità di prevedere un fusibile di protezione nel ramo dello scaricatore, dipende dalla portata dell'interruttore a monte e dal fusibile di protezione ammesso per l'SPD. Per l'utilizzo di SPD di Tipo 1, 2 e 3 valgono, nel sistema TN, le seguenti tensioni continuative massime (Figure da 8.1.3.2 e 8.1.3.3a a b):

Un esempio di collegamento per l'utilizzo di scaricatori di corrente da fulmine e dispositivi di protezione da sovratensioni nel sistema TN-C-S è illustrato nella figura 8.1.3.4. Si può notare che l'utilizzo di un SPD di Tipo 3 avviene a valle dell'interruttore differenziale (RCD).

A questo occorre aggiungere che:

In base alla frequenza di sovratensioni di manovra nei circuiti finali, gli SPD di Tipo 3 vengono principalmente utilizzati per la protezione di sovratensioni trasversali. Queste sovratensioni si verificano di solito tra L e N. Con una limitazione di sovratensione tra L e N non viene scaricata corrente impulsiva verso PE, quindi questo processo non può essere interpretato come corrente differenziale da parte dell'RCD. Inoltre, gli SPD Tipo 3 sono previsti per una capacità di scarica nominale di 1,5 kA. Questi valori sono sufficienti in quanto gli stadi di protezione degli SPD Tipo 1 e 2 a monte, sono in grado di rilevare gli impulsi ricchi di energia. Con l'utilizzo di RCD resistenti alle correnti impulsive, queste ultime non sono in grado di far intervenire gli RCD o provocare danneggiamenti meccanici. Le immagini seguenti mostrano l'utilizzo di SPD nell'ambito di un concetto di protezione da fulminazione a zone e delle necessarie misure di protezione da fulmine e sovratensioni per un sistema TN-C-S.

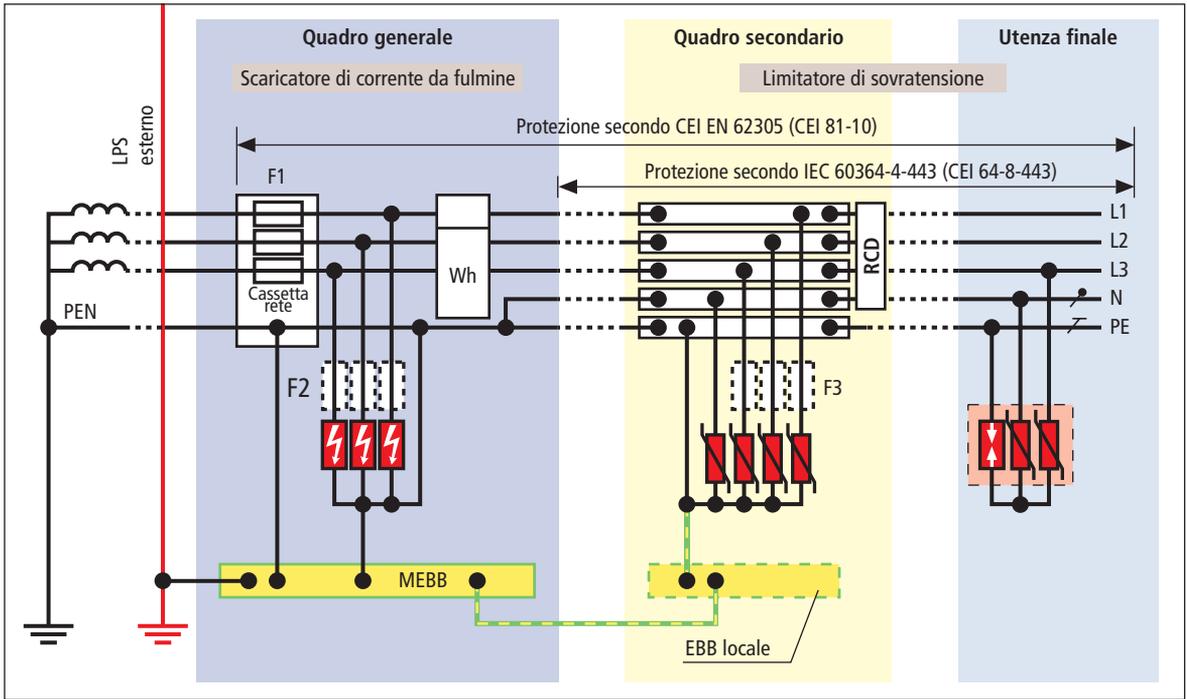


Figura 8.1.3.4 Utilizzo degli SPD nel sistema TN-C-S

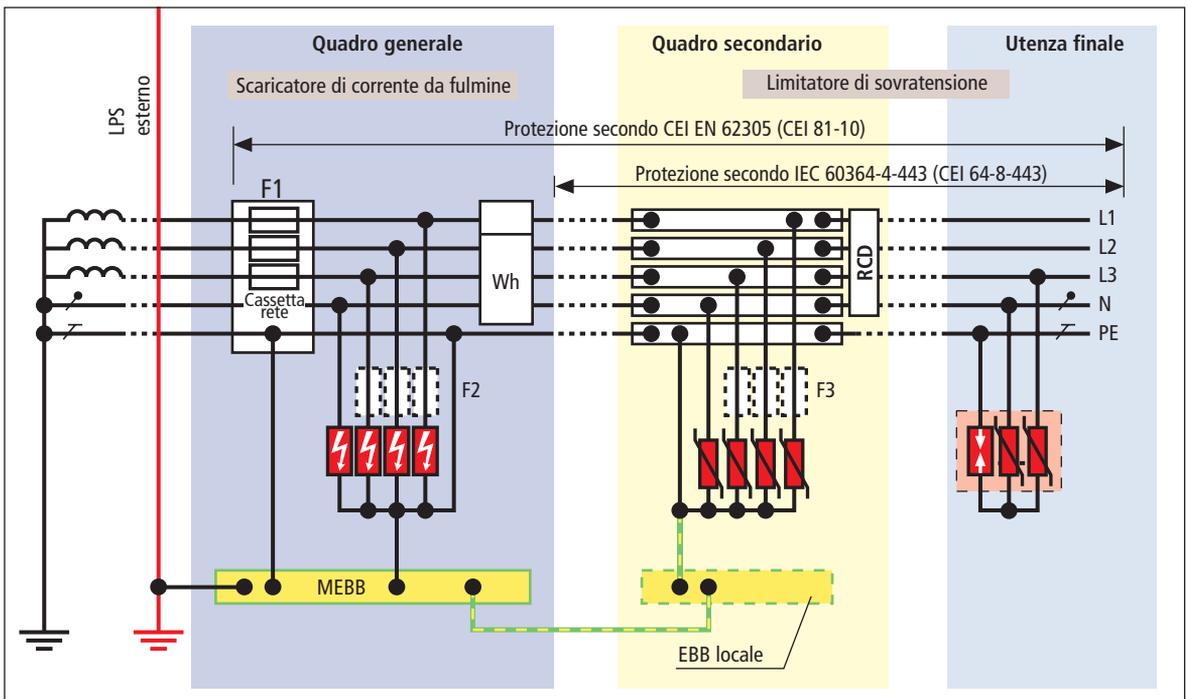


Figura 8.1.3.5 Utilizzo degli SPD nel sistema TN-S

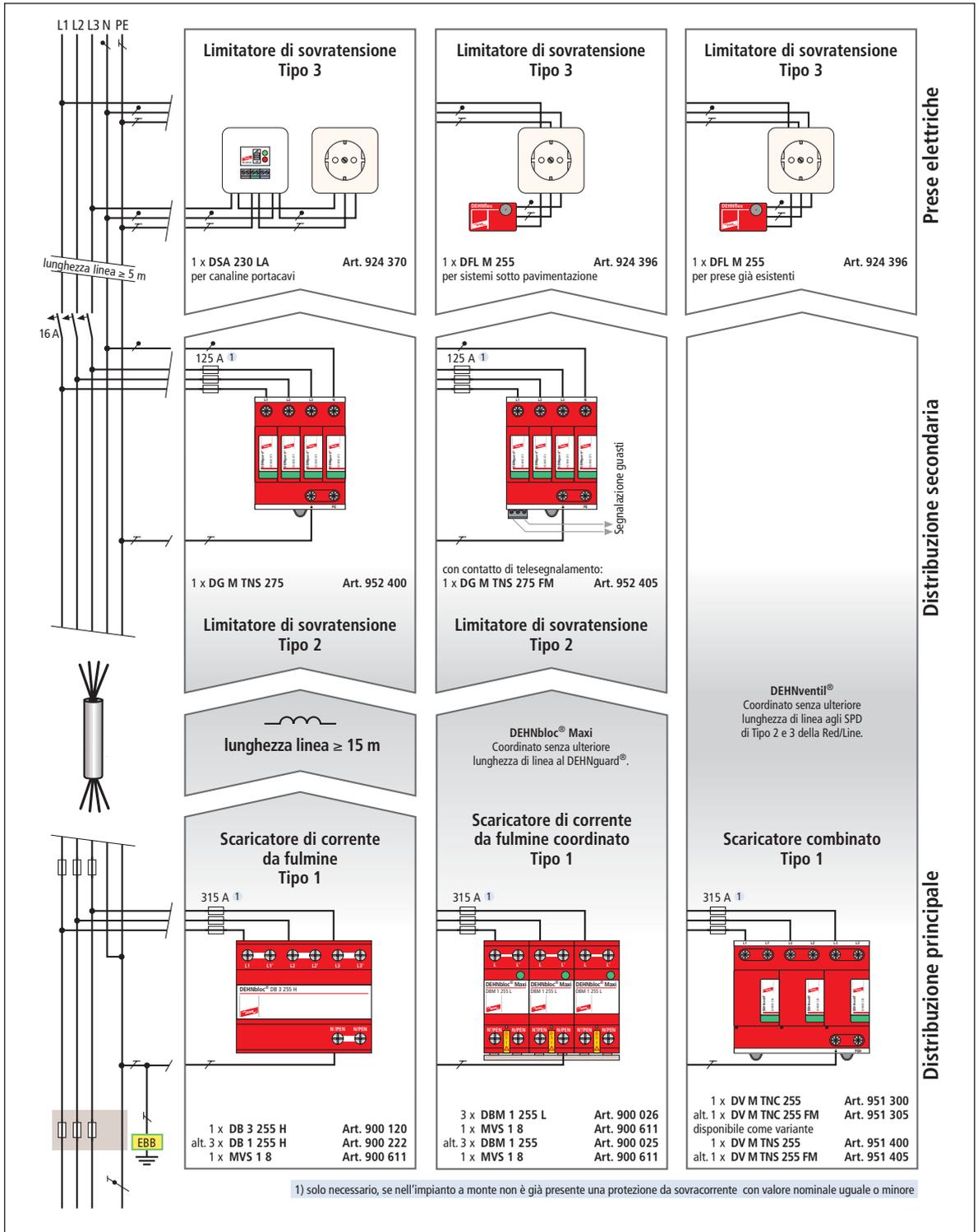


Figura 8.1.3.6 Utilizzo degli SPD nel sistema TN - esempio palazzina uffici con separazione del PEN nel quadro generale

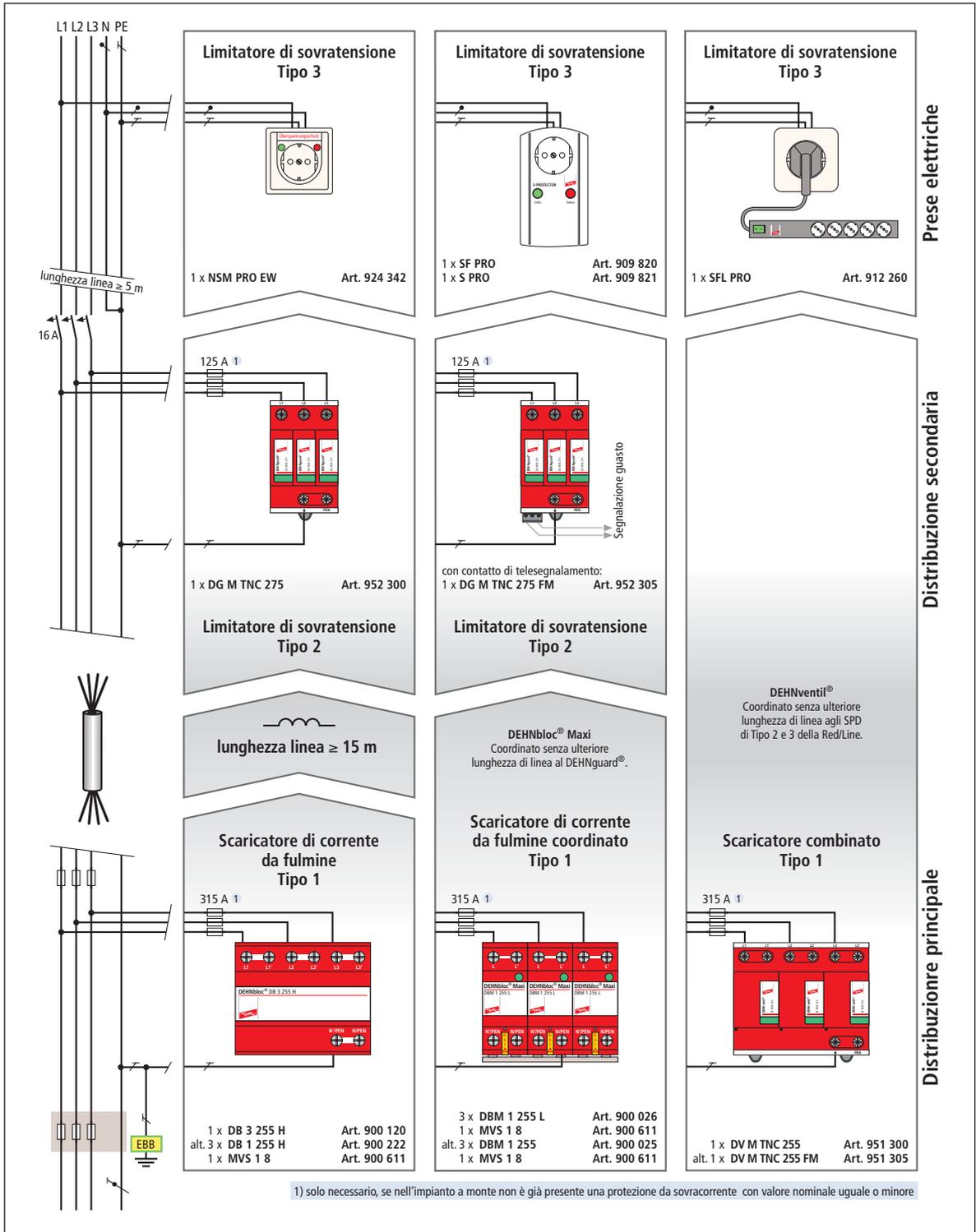


Figura 8.1.3.7 Utilizzo degli SPD nel sistema TN - esempio palazzina uffici con separazione del PEN nel quadro di distribuzione secondario

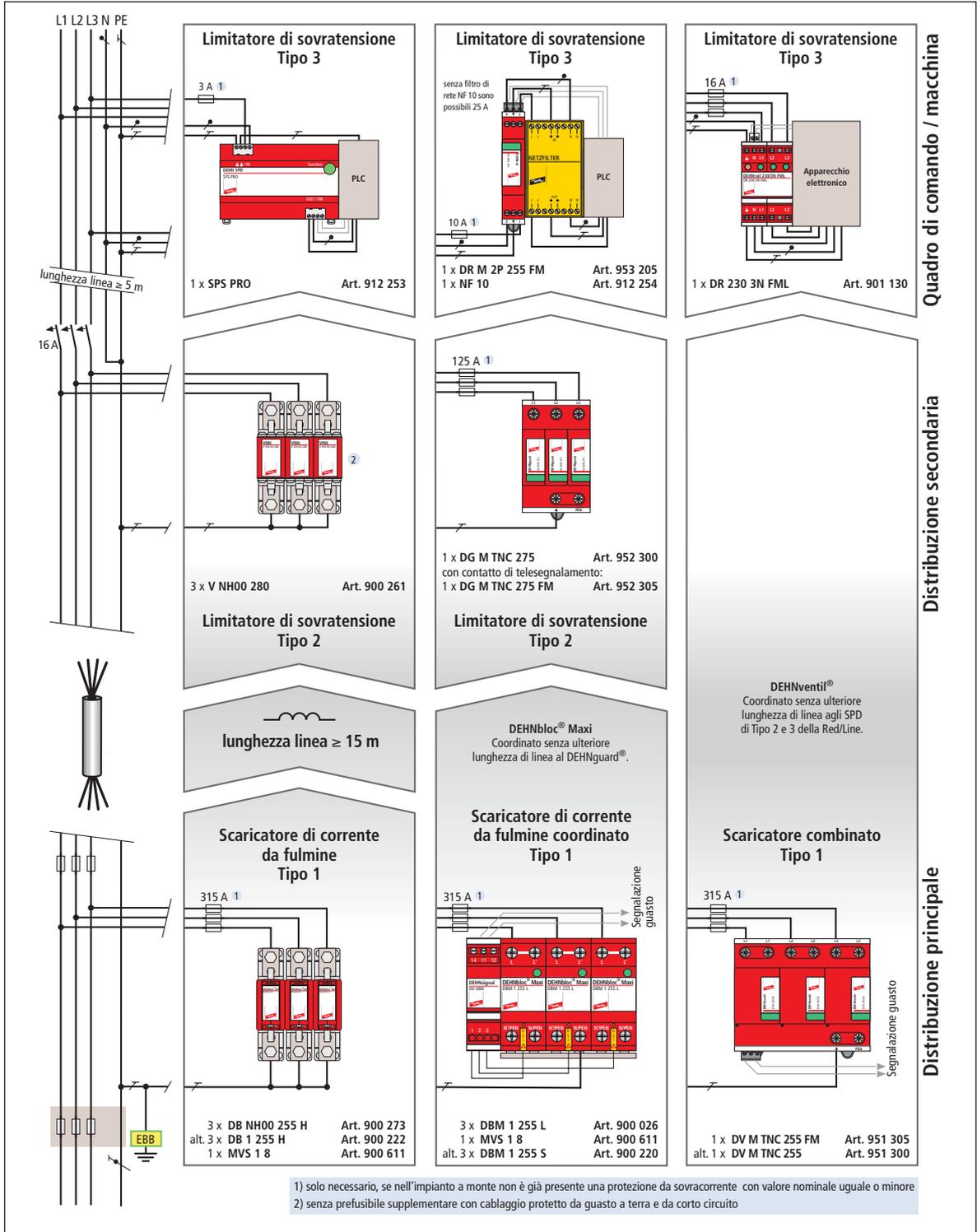


Figura 8.1.3.8 Utilizzo degli SPD nel sistema TN - esempio impianto industriale con separazione del PEN nel quadro di distribuzione secondario

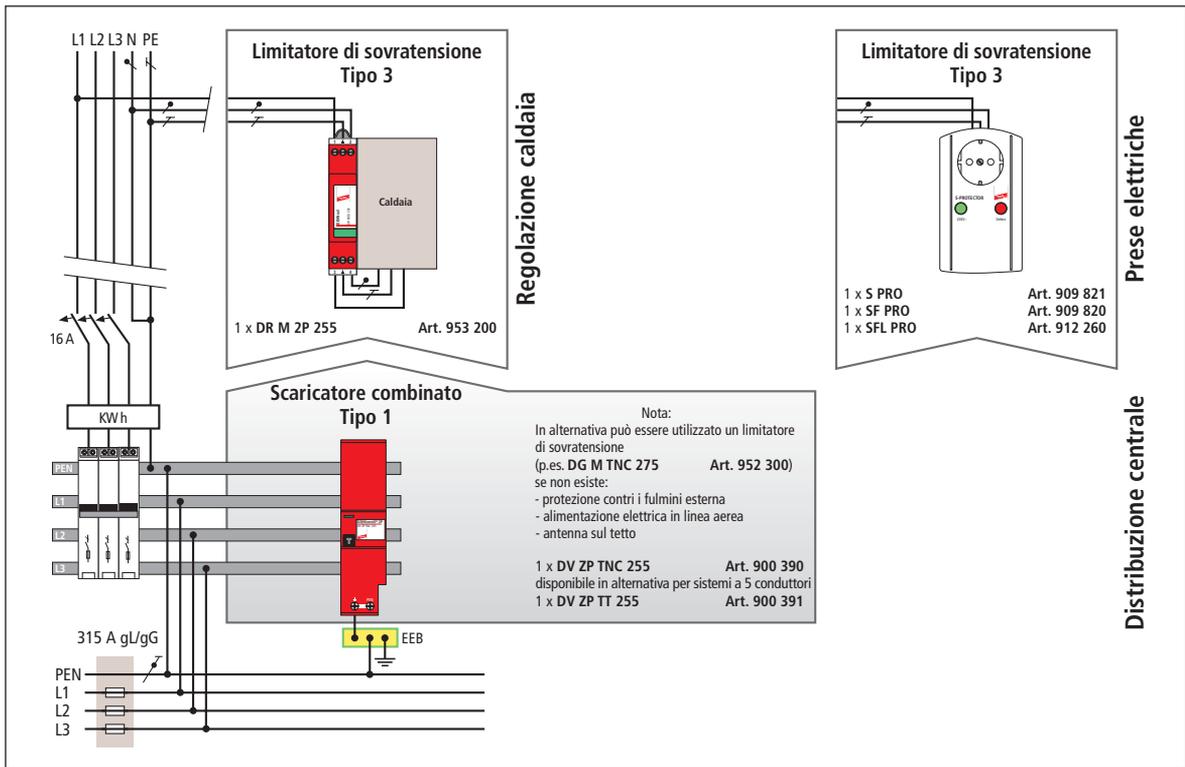


Figura 8.1.3.9 Utilizzo di SPD nel sistema TN - esempio casa unifamiliare

8.1.4 Utilizzo di SPD nel sistema TT

Per il sistema TT, i dispositivi di "protezione contro i contatti indiretti" ammessi sono i dispositivi di protezione da sovracorrente, dispositivi di protezione a corrente differenziale (RCD) e, in casi particolari, i dispositivi di protezione da tensione di guasto. Questo significa, per l'utilizzo di scaricatori di corrente da fulmine o di sovratensioni nel sistema TT, che possono essere installati solo a valle dei dispositivi di protezione sopra descritti, per garantire in caso di guasto di un dispositivo di protezione da sovratensioni (SPD), la "protezione contro i contatti indiretti".

Come già descritto nel paragrafo 8.1.3, nella disposizione dei Tipi 1 e 2 a valle di un RCD occorre prevedere che, in seguito ad una corrente impulsiva scaricata verso PE, questo processo di scarica venga interpretato dall'RCD come una corrente di guasto e quindi interrompa il circuito. Durante l'utilizzo di SPD del Tipo 1 occorre inoltre partire dal presupposto che, come per il sistema TN, l'RCD, attraverso la dinamica della corrente parziale da fulmine scari-

cata in caso di innesco degli SPD di Tipo 1, verrebbe danneggiato meccanicamente. In questo modo il dispositivo per la "protezione contro i contatti diretti" verrebbe danneggiato e le misure di protezione verrebbero vanificate. Una tale situazione, che può avere come conseguenza la messa in pericolo delle persone, deve naturalmente essere evitata. Perciò, nel sistema TT, la disposizione degli SPD di Tipo 1 e anche degli SPD di Tipo 2, deve avvenire in linea di massima a monte dell'interruttore differenziale. Gli SPD di Tipo 1 e 2 nel sistema TT devono essere disposti in modo che le condizioni per l'utilizzo dei dispositivi di protezione da sovracorrente per la "protezione contro i contatti indiretti" vengono rispettate:

In caso di guasto, cioè in caso di SPD difettoso, devono scorrere delle correnti di cortocircuito che determinino l'interruzione automatica dei dispositivi di protezione da sovracorrente entro 5 s. Se la disposizione degli scaricatori fosse effettuata per il sistema TT, come mostrato nelle figure 8.1.3.4 e 8.1.3.5, per il sistema TN, in caso di guasto, non si formerebbero correnti di cortocircuito, ma solo

correnti di guasto verso terra. Queste correnti di guasto verso terra, tuttavia, in determinate circostanze non provocano l'intervento, nel tempo richiesto, dei dispositivi di protezione contro le sovracorrenti installati a monte.

La disposizione degli SPD Tipo 1 e 2 nel sistema TT avviene per questo tra L e N. Con questa disposizione si vuole garantire che, in caso di un dispositivo di protezione difettoso nel sistema TT, circola una corrente di cortocircuito che provochi l'intervento del dispositivo di protezione contro la sovracorrente a monte. Tuttavia, poiché le correnti da fulmine generalmente fluiscono verso terra, cioè PE, deve essere aggiunto un ulteriore percorso di scarica tra N e PE.

Questi cosiddetti "scaricatori N-PE" devono soddisfare determinati requisiti, dal momento che da un lato deve essere trasportata la somma delle correnti parziali di scarica da L1, L2, L3 e N e dall'altro lato, per effetto di un possibile spostamento del centro stella, deve essere presente una capacità di estinzione di corrente susseguente di $100 A_{eff}$. Per l'utilizzo di SPD nel sistema TT tra L e N valgono le seguenti tensioni continuative massime (**Figura 8.1.4.1**):

La capacità di sopportare la corrente da fulmine degli SPD di Tipo 1 viene definita in corrispondenza ai livelli di protezione LPL I, II, III/IV, secondo CEI EN 62305-1.

Per la capacità di sopportare la corrente da fulmine degli SPD tra N e PE devono essere rispettati i seguenti valori:

Livello di protezione LPL:

- I $I_{imp} \geq 100 \text{ kA (10/350 } \mu\text{s)}$
- II $I_{imp} \geq 75 \text{ kA (10/350 } \mu\text{s)}$
- III/IV $I_{imp} \geq 50 \text{ kA (10/350 } \mu\text{s)}$

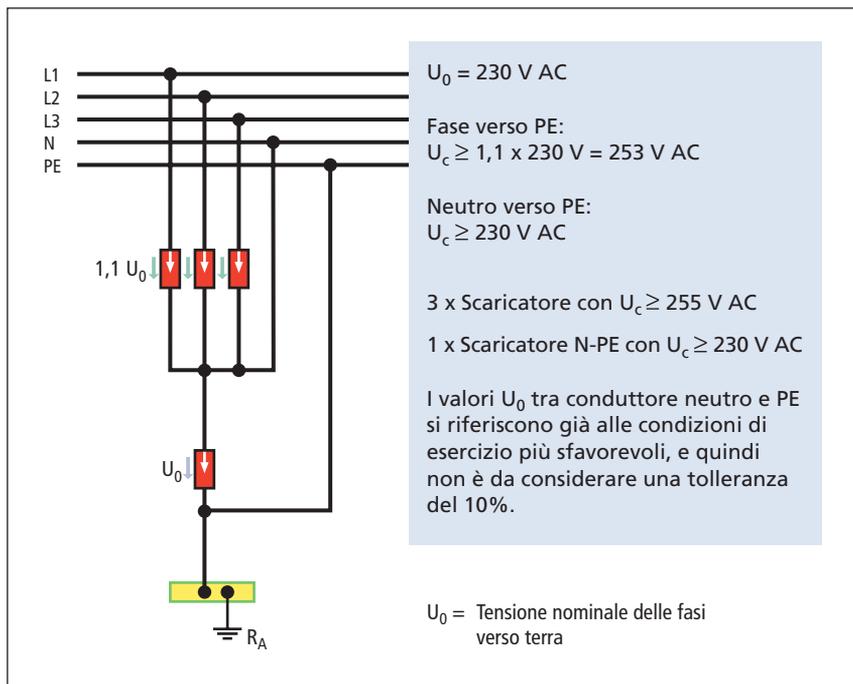


Figura 8.1.4.1 Sistema TT (230/400 V); versione di circuito "3+1"

Gli SPD di Tipo 2 vengono collegati anch'essi tra L e N e tra N e PE. Per gli SPD tra N e PE, in combinazione con gli SPD di Tipo 2, la capacità di scarica deve essere di almeno $i_n \geq 20 \text{ kA (8/20 } \mu\text{s)}$ per sistemi trifase e $i_n \geq 10 \text{ kA (8/20 } \mu\text{s)}$ per sistemi monofase.

Poiché il coordinamento avviene sempre in base al rischio maggiore presunto (forma d'onda 10/350 μs), per gli scaricatori N-PE di Tipo 2 della famiglia Red/Line viene preso, come base, un valore di 12 kA (10/350 μs).

Un esempio di collegamento per l'utilizzo di SPD nel sistema TT è illustrato nelle **figure 8.1.4.2**. - **8.1.4.6** L'utilizzo di limitatori di sovratensione di Tipo 3 viene effettuato come per il sistema TN a valle dell'RCD. La corrente impulsiva scaricata da questo SPD è generalmente così bassa, che questo processo non viene riconosciuto dall'RCD come una corrente differenziale.

Tuttavia, anche in questo caso è consigliato di utilizzare un RCD resistente alle correnti impulsive.

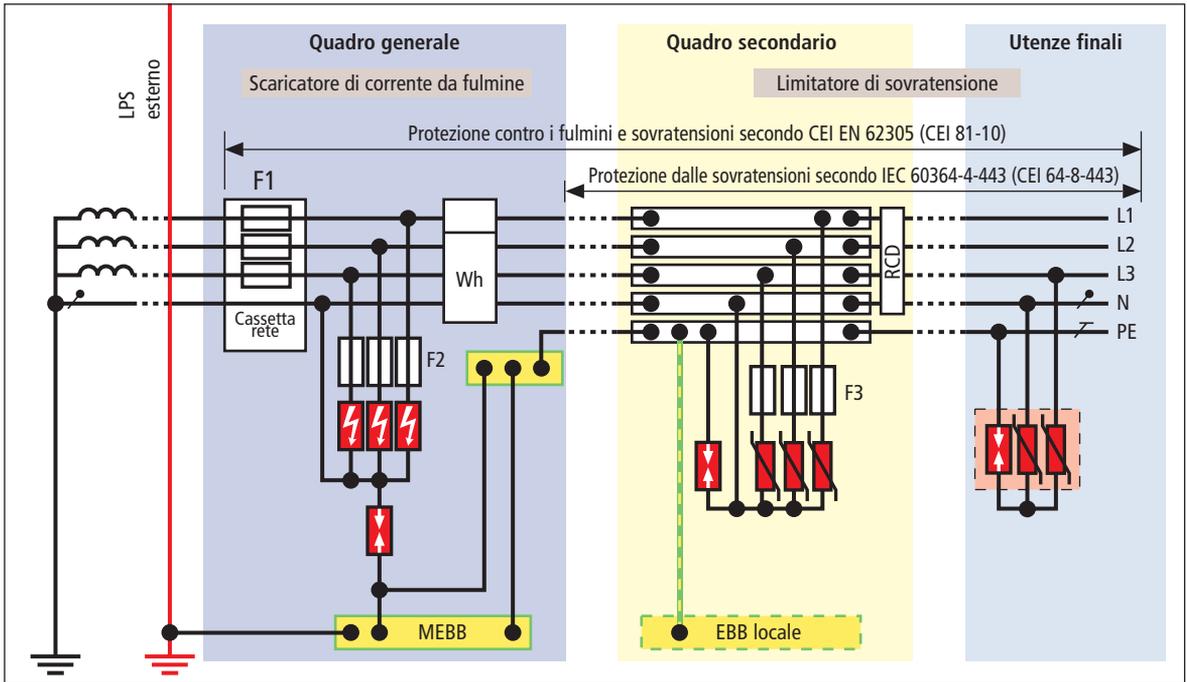


Figura 8.1.4.2 Utilizzo di SPD nel sistema TT

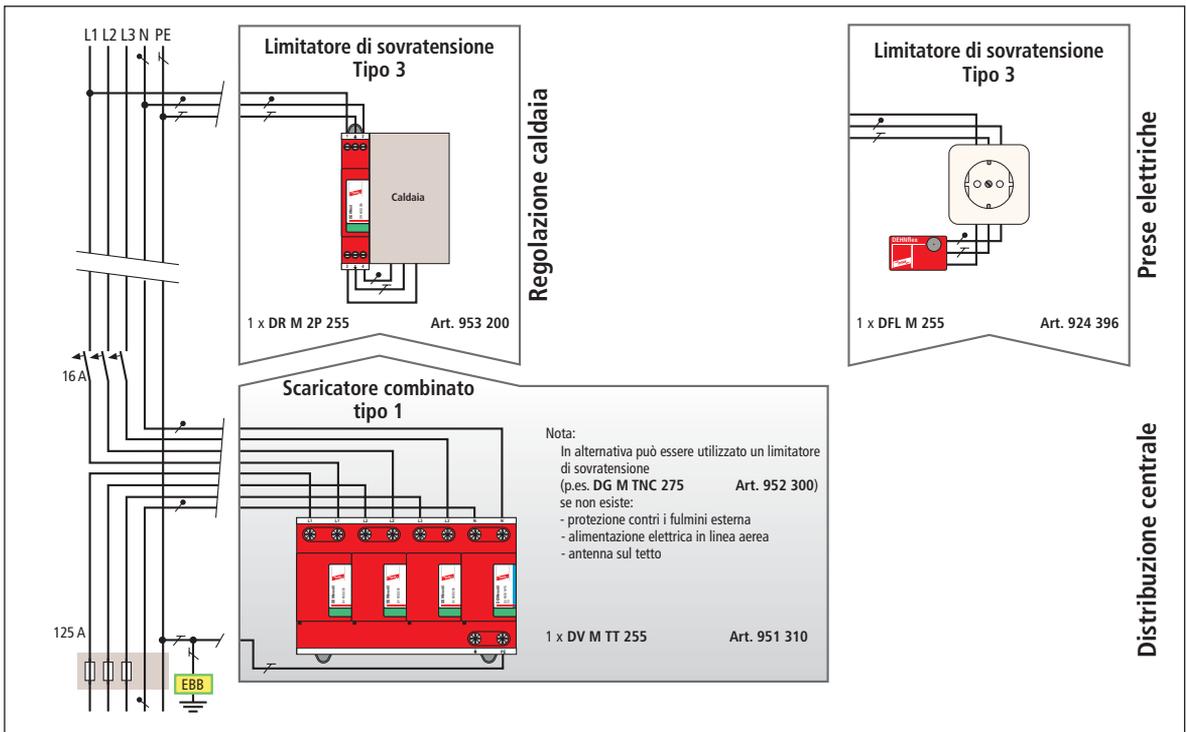


Figura 8.1.4.3 Utilizzo di SPD nel sistema TT – Esempio casa unifamiliare



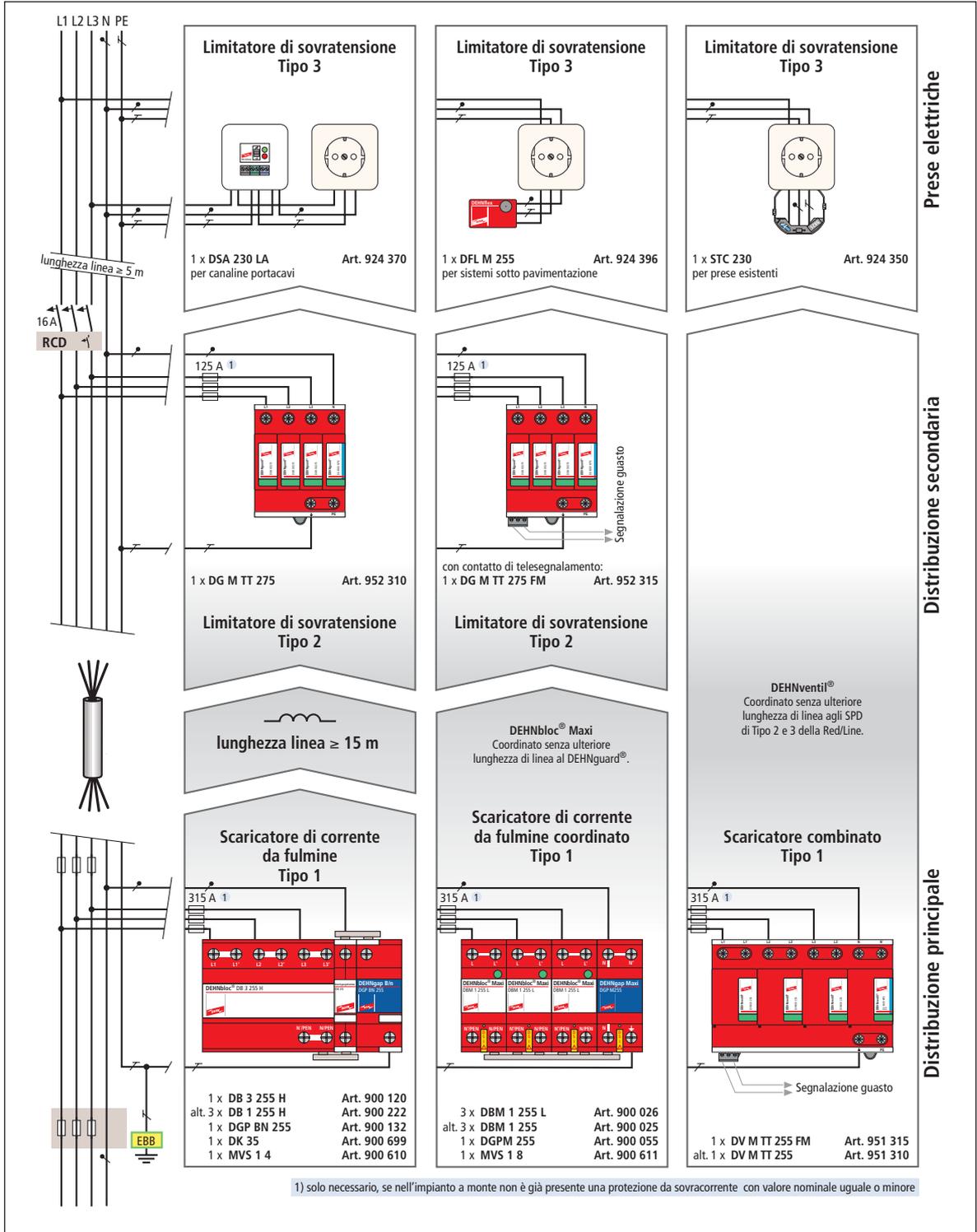


Figura 8.1.4.4 Utilizzo di SPD nel sistema TT – Esempio palazzina uffici



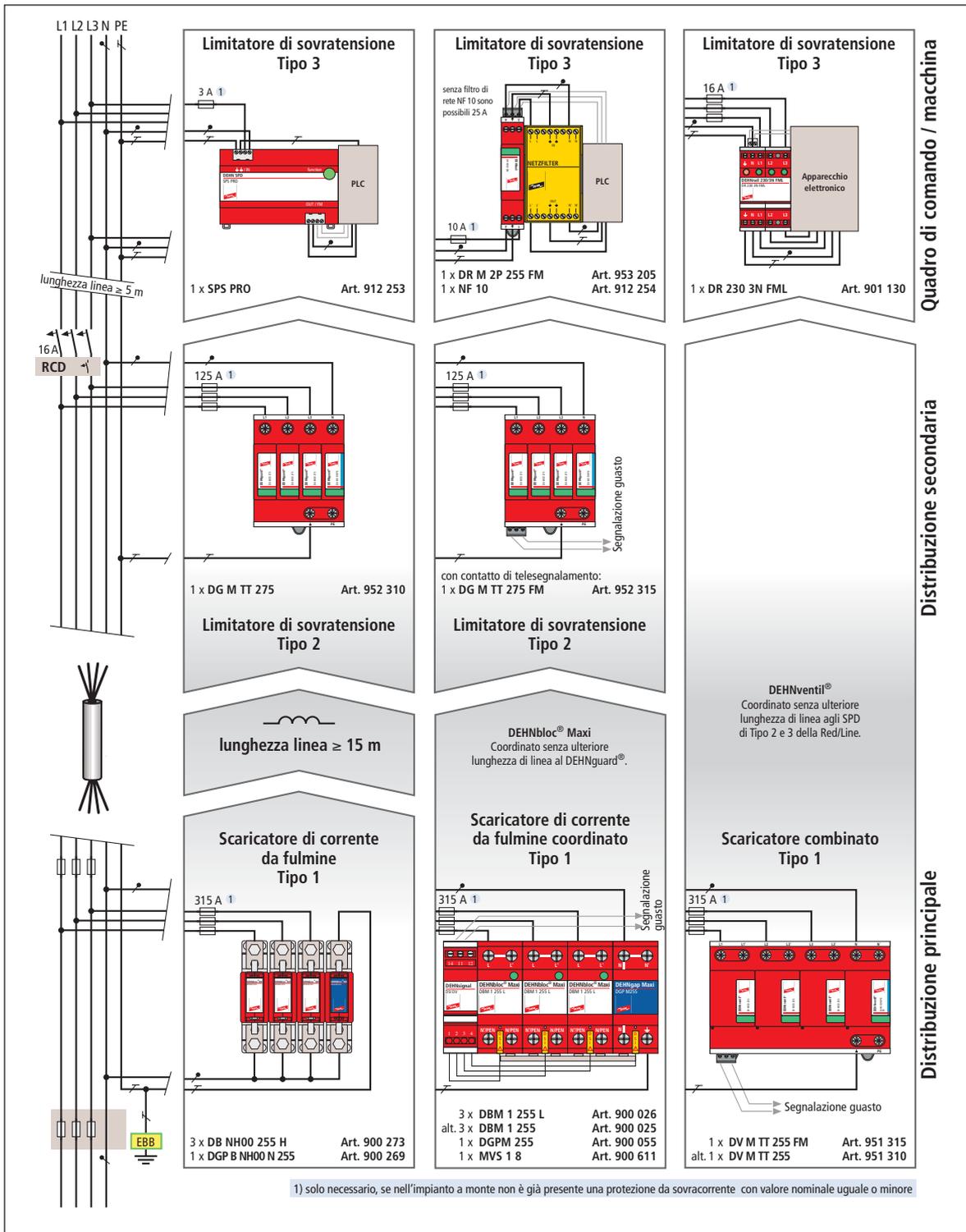


Figura 8.1.4.5 Utilizzo di SPD nel sistema TT – Esempio impianto industriale

8.1.5 Utilizzo di SPD nel sistema IT

Per il sistema IT si considerano dispositivi di "protezione contro contatti indiretti" i dispositivi di sovracorrente, i dispositivi di protezione a corrente differenziale (RCD) e i dispositivi di controllo dell'isolamento.

Mentre nei sistemi TN o TT la "protezione contro i contatti indiretti" in caso di un primo guasto viene garantito dalle condizioni di intervento dei dispositivi di protezione da sovracorrente o RCD, nel sistema IT, dopo il primo guasto avviene soltanto una segnalazione. Una tensione di contatto troppo elevata non può verificarsi, dal momento che al primo guasto nel sistema IT viene solo creato un riferimento verso terra del sistema. Il sistema IT diventa quindi un sistema TN o TT. Perciò, un sistema IT dopo il primo guasto può continuare ad operare senza rischio, in modo che i lavori o i processi di produzione già iniziati (ad esempio nell'industria chimica) possano essere conclusi. Al primo guasto il conduttore di protezione assume il potenziale della fase difettosa, il che tuttavia non rappresenta un pericolo, dal momento che attraverso il conduttore di protezione tutti i corpi e le parti metalliche toccabili assumano lo stesso potenziale e quindi non si possono creare differenze di potenziale pericolose. Occorre tuttavia osservare che al primo caso di guasto la tensione dei conduttori non difettosi verso terra corrisponde nel sistema IT alla tensione tra le fasi. Quindi, in un sistema IT 230/400V, in caso di un' SPD difettoso, si avrà una tensione di 400V all' SPD non difettoso. Questo possibile stato di funzionamento deve essere preso in considerazione nella scelta degli SPD per quanto riguarda la tensione massima ammessa.

Osservando i sistemi IT occorre distinguere tra sistemi IT con conduttore neutro e sistemi IT senza conduttore neutro.

Per sistemi IT senza conduttore neutro gli SPD vengono installati nel cosiddetto circuito "3+0" tra ogni fase e il conduttore PE. Per sistemi IT con conduttore neutro può essere utilizzato il circuito "4+0" o "3+1".

Se si utilizza il circuito "3+1" occorre prestare attenzione ad inserire anche nel ramo N-PE un SPD con una capacità di estinzione della corrente susseguente appropriata alle condizioni del sistema.

Per l'utilizzo degli SPD di Tipo 1, 2 e 3 nei sistemi IT senza e con conduttore neutro valgono le seguenti

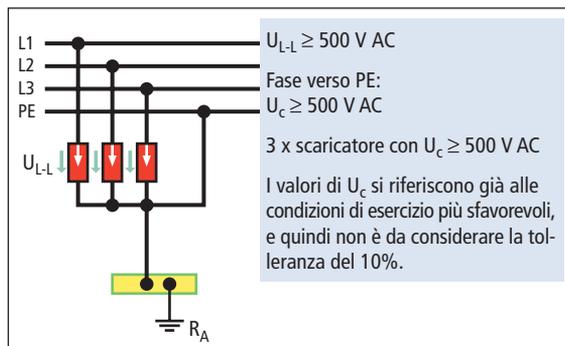


Figura 8.1.5.1a Sistema IT senza neutro distribuito; circuito "3-0"

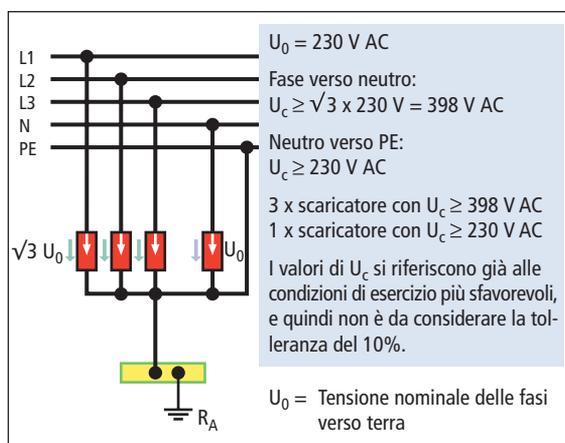


Figura 8.1.5.1b Sistema IT con neutro distribuito; circuito "4-0"

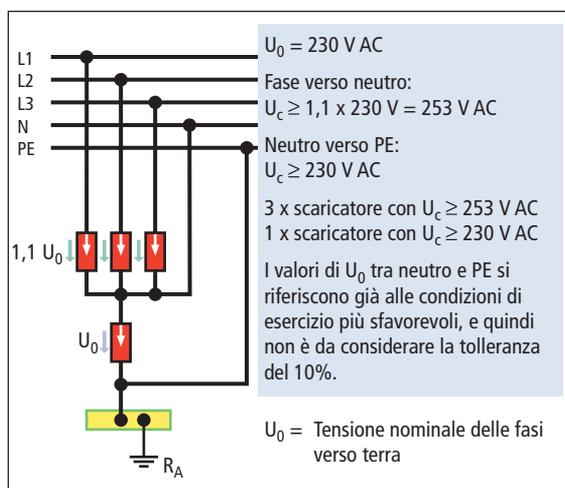


Figura 8.1.5.1c Sistema IT con neutro distribuito; circuito "3+1"

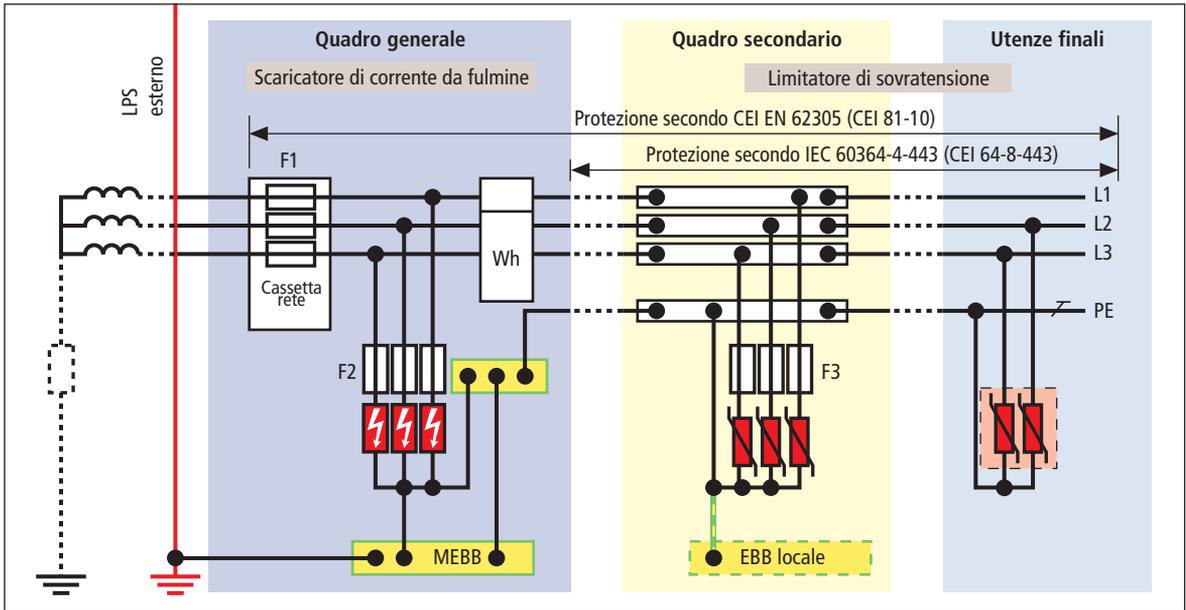


Figura 8.1.5.2 Utilizzo di SPD nel sistema IT senza neutro distribuito

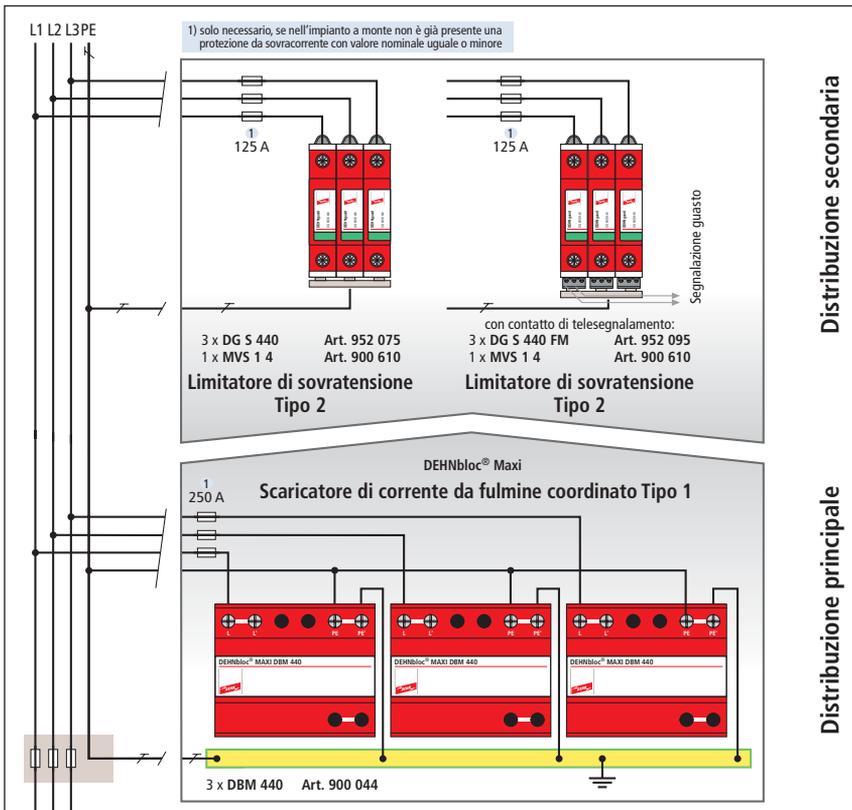


Figura 8.1.5.3 Utilizzo di SPD nel sistema IT 400 V - esempio neutro distribuito

tensioni massime continue (Figura 8.1.5.1a-c).

Con un secondo guasto in un sistema IT deve quindi avvenire l'intervento del dispositivo di protezione. Per l'utilizzo di SPD nel sistema IT in combinazione con un dispositivo per la "protezione contro i contatti indiretti" valgono le stesse indicazioni fornite nei paragrafi 8.1 e 8.2 per i sistemi TN e TT. E' quindi consigliato anche nel sistema IT l'utilizzo di SPD di Tipo 1 e 2 a monte dell'RCD.

Un esempio di collegamento per l'utilizzo di SPD nel sistema IT senza conduttore neutro è illustrato nella figura 8.1.5.2 e 8.1.5.3.

La figura 8.1.5.4 illustra l'utilizzo di SPD nel sistema IT con conduttore neutro distribuito.

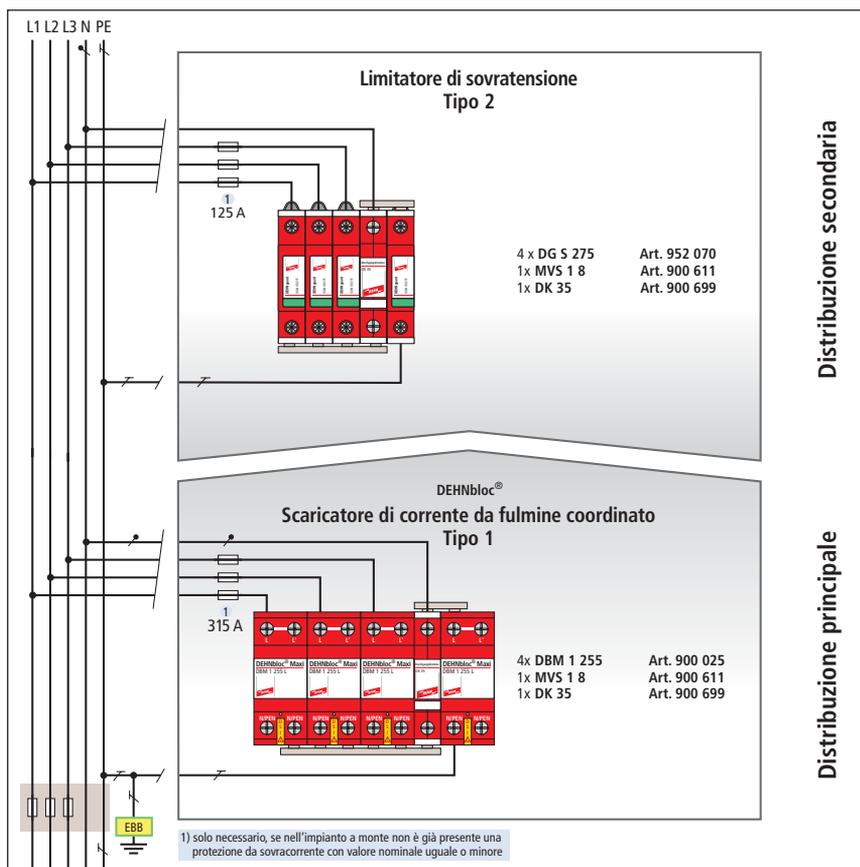


Figura 8.1.5.4 Utilizzo di SPD nel sistema IT 230/400 V - esempio con conduttore neutro distribuito

8.1.6 Calcolo delle lunghezze dei conduttori di collegamento per SPD

Il calcolo delle lunghezze dei collegamenti per dispositivi di protezione da sovratensione costituisce una parte importante delle norme di installazione IEC 60364-5-534.

Gli aspetti elencati di seguito sono spesso ragione di contestazione durante i controlli da parte di periti, ispettori, ecc.

Collegamento passante a V secondo IEC 60364-5-534

Decisivo per la protezione di impianti, apparecchiature e utenze è il valore effettivo della tensione impulsiva presente sugli impianti da proteggere. Un effetto di protezione ottimale si ottiene quando il livello della tensione impulsiva sull'impianto da proteggere corrisponde al livello di pro-

tezione del dispositivo di protezione da sovratensioni.

Per questa ragione, nella IEC 60364-5-534 viene proposto per il collegamento dei dispositivi di protezione da sovratensioni una tecnica di collegamento a V, come illustrato nella figura 8.1.6.1. In questo caso non vengono utilizzate diramazioni separate per il collegamento dei dispositivi di protezione da sovratensioni.

Collegamento parallelo secondo IEC 60364-5-534

La tecnica di collegamento a V non è utilizzabile in tutte le condizioni dell'impianto.

Le correnti nominali che nell'ambito di un cablaggio a V vengono condotte attraverso morsetti doppi al limitatore di sovratensione, sono limitate dalla capacità di carico termico dei suddetti morsetti doppi. Per questa ragione il

costruttore prescrive un determinato valore di fusibile di protezione massimo ammissibile del dispositivo di protezione da sovratensioni, il che a sua volta, per sistemi con carichi nominali maggiori rende talvolta inutilizzabile il cablaggio a V.

Attualmente sono disponibili sul mercato dei cosiddetti "morsetti doppi per il collegamento di due conduttori", con i quali questa "problematica" può essere risolta. Quindi, con un aumento della corrente di esercizio possono essere mantenute minime le lunghezze di collegamento. Con l'utilizzo di tali morsetti occorre tuttavia rispettare il valore dei prefusibili di protezione raccomandati dal costruttore (Figure 8.1.6.2 e 8.1.6.3).

Se il cablaggio a V è del tutto escluso, è necessaria l'installazione dei dispositivi di protezione dalle sovratensioni in una diramazione separata del circuito. Se il valore nominale del fusibile installato a monte dell'impianto supera il valore massimo di

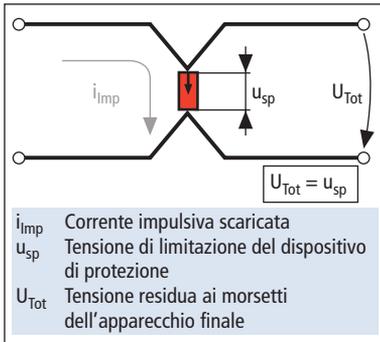


Figura 8.1.6.1 Collegamento a V di dispositivi di protezione da sovratensione

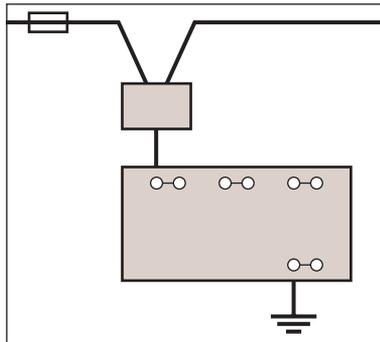


Figura 8.1.6.2 Principio del "morsetto di collegamento doppio" (ZAK) - rappresentazione unipolare

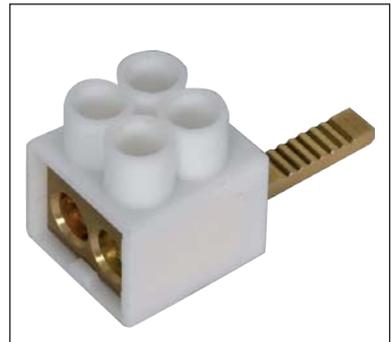


Figura 8.1.6.3 Morsetto doppio STAK 2X16

corrente nominale permesso per il fusibile di protezione del dispositivo di protezione da sovratensioni, la diramazione del dispositivo di protezione da sovratensioni deve essere dotata di un proprio fusibile di protezione per lo scaricatore di sovratensione (Figura 8.1.6.4) oppure vengono utilizzati degli SPD con prefusibile integrato (Figure 8.1.6.5 e 8.1.6.6).

All'innesco del dispositivo di protezione da sovratensioni nella diramazione, altri elementi (conduttori, fusibile) vengono attraversati dalla corrente impulsiva, che provoca sulle relative impedenze delle cadute di tensione dinamiche.

Qui si può notare che la componente ohmica rispetto alla componente induttiva è trascurabile.

Tenendo conto della relazione

$$u_{dyn} = i \cdot R + \left(\frac{di}{dt} \right) L$$

e delle velocità di variazione della corrente (di/dt) per processi transienti di alcune $10 \text{ kA}/\mu\text{s}$, la caduta di tensione dinamica u_{dyn} viene determinata per lo più dalla componente induttiva.

Per mantenere ridotta questa caduta di tensione, l'induttanza del collegamento e quindi la sua lunghezza devono essere tenuti al minimo possibile dall'installatore specializzato che esegue i lavori. Nella IEC 60364-5-534 viene perciò suggerito di prevedere una lunghezza complessiva del collegamen-

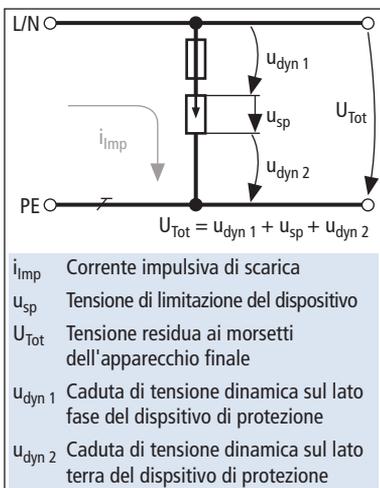


Figura 8.1.6.4 Collegamento dei dispositivi di protezione dalle sovratensioni nella diramazione



Figura 8.1.6.5 DEHNbloc Maxi S: scaricatore di corrente da fulmine coordinato con prefusibile integrato

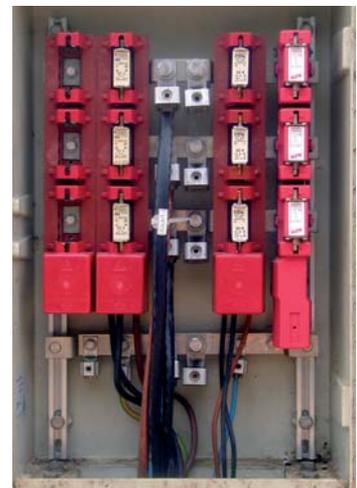


Figura 8.1.6.6 Limitatore di sovratensione VNH Tipo 2 per l'utilizzo con portafusibili NH

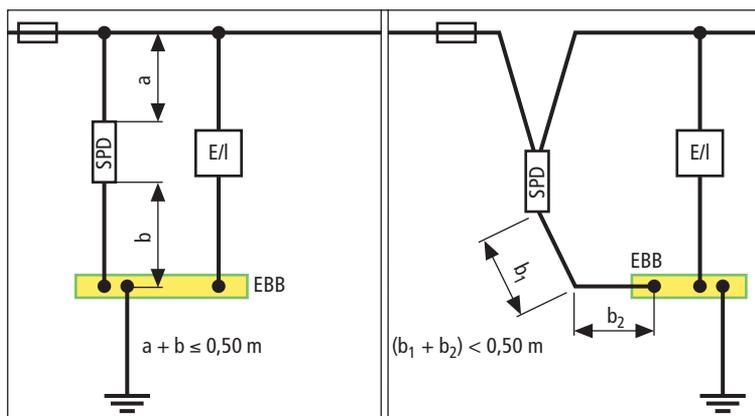


Figura 8.1.6.7 Lunghezze di collegamento massime suggerite per i dispositivi di protezione dalle sovratensioni nella diramazione

to dei dispositivi di protezione dalle sovratensioni nelle diramazioni dei conduttori non superiore a 0,5 m (Figura 8.1.6.7).

Disposizione del collegamento verso terra

Questo requisito apparentemente difficile da mettere in pratica verrà spiegato con l'esempio delle figure 8.1.6.8a e b. Viene illustrato un collegamento equipotenziale principale di un impianto di utenza in bassa tensione secondo CEI 64-8/4, nel quale il collegamento equipotenziale antifulmine viene completato con l'utilizzo di un dispositivo di protezione dalle sovratensioni del Tipo 1.

I provvedimenti in figura 8.1.6.8a sono state installate indipendentemente. Il PEN è stato collegato con la barra equipotenziale e attraverso un conduttore equipotenziale separato è stato eseguito il collegamento a terra degli scaricatori.

La lunghezza di collegamento effettiva (l_a) per i dispositivi di protezione da sovratensioni è perciò la distanza tra il punto di installazione dei dispositivi di protezione da sovratensioni (ad esempio quadro di allacciamento rete, distribuzione principale) fino alla barra equipotenziale. Con un collegamento di questo tipo si ottiene raramente una protezione efficace. Senza grandi sforzi è possibile, diminuire la lunghezza di collegamento effettiva degli scaricatori ($l_b < 0,5 \text{ m}$) collegando il conduttore come illustrato in figura 8.1.6.8b.

Questo viene ottenuto tramite un conduttore di "bypass" (γ) dall'uscita lato terra degli scaricatori verso PEN. Il collegamento dall'uscita lato terra degli scaricatori verso la barra equipotenziale (x), viene mantenuto.

Con l'installazione del collegamento γ , la distanza tra il quadro di allacciamento e misura o distribuzione principale e la barra equipotenziale è irrilevante. La soluzione di questo problema riguarda esclusivamente la scelta del conduttore di collegamento sul lato terra dei dispositivi di protezione dalle sovratensioni.

Disposizione del collegamento sul lato fase

Anche la lunghezza del collegamento sul lato fase deve essere considerata. A questo scopo può essere

utile l'esempio seguente:

Negli impianti di distribuzione estesi deve essere prevista una protezione da sovratensioni per il sistema di distribuzione a sbarre e per i relativi circuiti (da A a D) (Figura 8.1.6.9).

Per l'utilizzo dei dispositivi di protezione dalle sovratensioni in questo caso vengono considerati in alternativa i luoghi di installazione 1 e 2. Il luogo di installazione 1 si trova direttamente sull'alimentazione del sistema a barre. Quindi, per tutte le utenze è garantita nella stessa misura, la protezione da sovratensione. La lunghezza effettiva dei collegamenti dello scaricatore nel punto di installazione 1 risulta l_1 per tutte le utenze. A volte, per ragioni di spazio, il luogo di installazione dei dispositivi di protezione dalle sovratensioni viene scelto lungo il percorso del sistema di distribuzione a sbarre. In casi estremi può essere scelto il luogo di installazione 2, per la disposizione indicata in figura 8.1.6.9. Per quanto riguarda il circuito A la lunghezza effettiva del collegamento risulta l_2 . I sistemi di distribuzione a sbarre presentano, rispetto a cavi e conduttori, un'induttanza ridotta (ca. 1/4) e di conseguenza una caduta di tensione induttiva minima; la lunghezza delle sbarre collettrici non deve essere tuttavia trascurata.

La scelta dei collegamenti ha un'influenza determinante sull'efficacia dei dispositivi di protezione da sovratensioni e deve perciò essere considerata già in fase di progettazione dell'impianto!

I contenuti appena descritti della IEC 60364-5-534 sono stati determinanti per lo sviluppo del nuovo scaricatore combinato DEHNventil, che deve combinare i requisiti di scaricatori di corrente da fulmi-

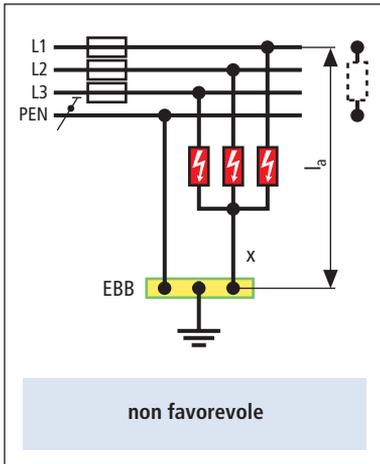


Figura 8.1.6.8a Punto di vista dell'utilizzatore - posa sfavorevole dei conduttori

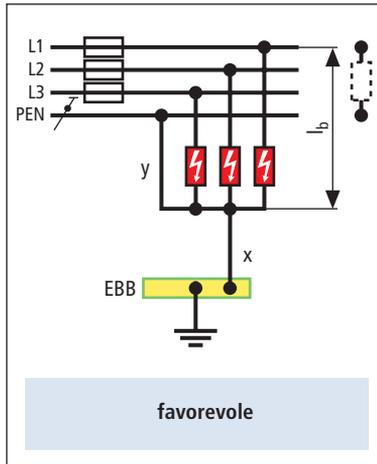


Figura 8.1.6.8b Punto di vista dell'utilizzatore - posa favorevole dei conduttori

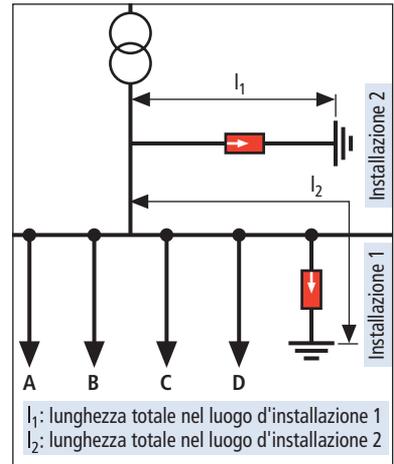


Figura 8.1.6.9 Disposizione dei dispositivi di protezione nell'impianto e la lunghezza di collegamento efficace risultante

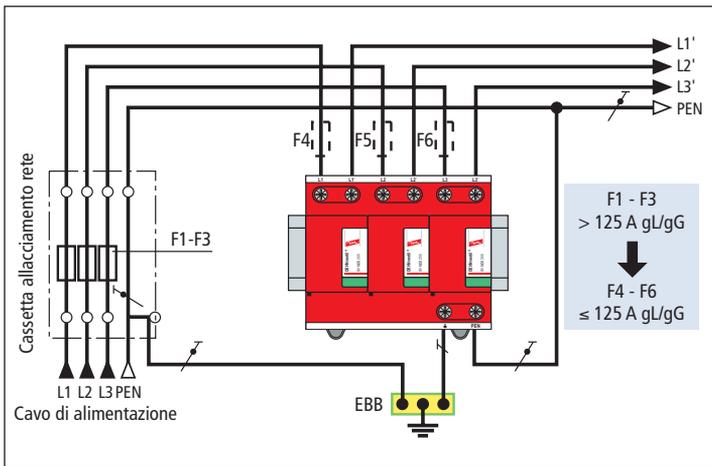


Figura 8.1.6.10 Cablaggio a V



Figura 8.1.6.11 Cablaggio a V dello scaricatore combinato DEHNventil M TNC tramite pettine

ne e da sovratensione in un unico dispositivo di protezione, in conformità alla serie di norme CEI EN 62305- parte 1-4.

Questo permette di realizzare un cablaggio a V direttamente sul dispositivo. La figura 8.1.6.10 illustra lo schema funzionale di un cablaggio a V. Dalla figura 8.1.6.11 è visibile come può essere utilizzato in modo vantaggioso un cablaggio a V con l'aiuto di pettini di collegamento.

Il cablaggio a V (detto anche passante) per la relativa capacità di carico termico dei morsetti doppi impiegati è eseguibile fino a 125 A.

Per carichi con delle correnti nominali > 125 A, il collegamento dei dispositivi di protezione da sovratensioni viene effettuato tramite una diramazione (cablaggio parallelo). Qui devono essere rispettate le lunghezze massime di collegamento secondo IEC 60364-5-534. Un'esecuzione del cablaggio parallelo è raffigurata nella figura 8.1.6.12.

A questo proposito occorre tuttavia osservare, che sul collegamento lato terra, può essere sfruttato il doppio morsetto di terra. Come illustrato in figura 8.1.6.12 è spesso possibile senza sforzi, raggiungere una lunghezza



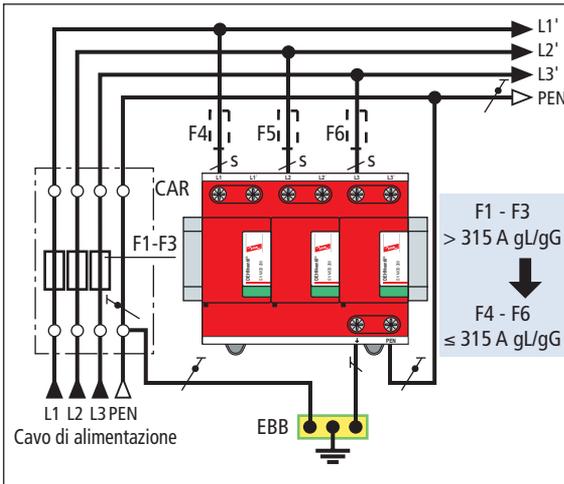


Figura 8.1.6.12 Cablaggio in parallelo

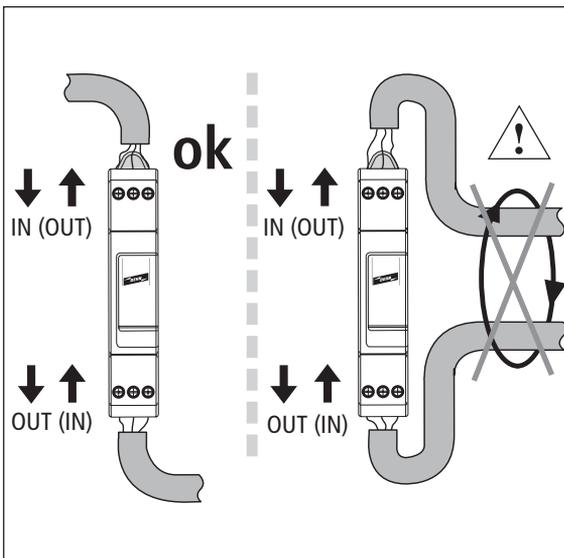


Figura 8.1.6.13 Posa dei conduttori

effettiva del collegamento $l < 0,5$ m, tramite un collegamento tra il terminale "PE(N)" del morsetto doppio sul lato terra verso il conduttore PEN.

Nell'installazione dei dispositivi di protezione da sovratensioni nelle distribuzioni, principalmente è da osservare che conduttori sollecitati da correnti impulsive devono essere posati distanziati dai conduttori non sollecitati da correnti impulsive. Una posa parallela dei conduttori è in ogni caso da evitare (Figura 8.1.6.13)

8.1.7 Dimensionamento delle sezioni di collegamento e della protezione di back-up per dispositivi di protezione da sovratensioni

I collegamenti degli scaricatori possono essere soggetti a correnti impulsive, di servizio e di cortocircuito. I singoli carichi dipendono da vari fattori:

- ⇒ tipo di circuito di protezione one-port (Figura 8.1.7.1) / two-port (Figura 8.1.7.2)
- ⇒ tipo di scaricatore: scaricatore di corrente da fulmine, scaricatore combinato, limitatore di di sovratensione
- ⇒ prestazioni dello scaricatore in presenza di correnti susseguenti: estinzione/limitazione della corrente susseguente

Se i dispositivi di protezione dalle sovratensioni vengono installati come indicato in figura 8.1.7.1, i collegamenti S2 e S3 devono essere dimensionati solo in base ai criteri della protezione contro il corto circuito secondo CEI 64-8/4 e in base alla capacità di tenuta alle correnti da fulmine. Nella scheda tecnica del dispositivo di protezione dalle sovratensioni viene indicato il valore massimo della protezione da sovracorrente, che può essere utilizzato come protezione di back-up per lo scaricatore.

Durante l'installazione dei dispositivi, occorre accertarsi, che la corrente di corto circuito che scorre effettivamente determini l'intervento della protezione di back-up. Il dimensionamento della sezione del conduttore è dato dalla seguente equazione:

$$k^2 \cdot S^2 = I^2 \cdot t$$

- t tempo di interruzione ammissibile in caso di cortocircuito, in s
- S sezione del conduttore in mm²
- I corrente di corto circuito totale in A
- k valore del coefficiente k in A • s/mm² secondo tabella 8.1.7.1.

Occorre inoltre osservare che le indicazioni riguardanti i valori dei dispositivi di protezione da sovracorrente massimi riportati nella scheda tecnica del dispositivo di protezione dalle sovratensioni, valgono solo fino al valore di tenuta alla corrente di corto circuito del dispositivo di protezione.



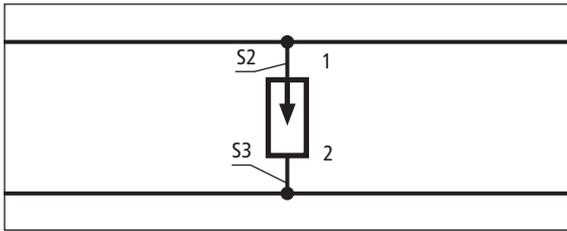


Figura 8.1.7.1 Circuito di protezione One-port

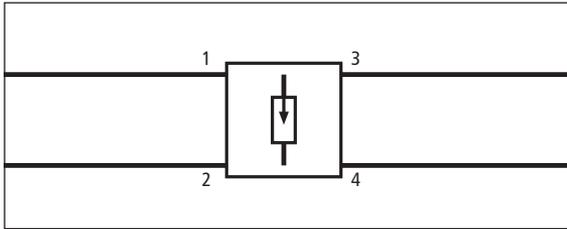


Figura 8.1.7.2 Circuito di protezione Two-port

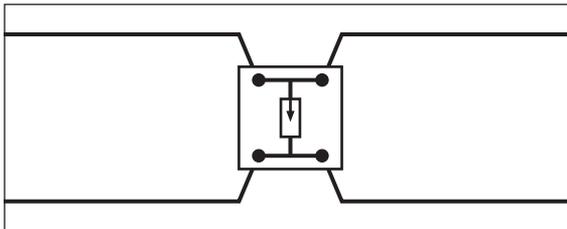


Figura 8.1.7.3 SPD con collegamento passante

Se la corrente di corto circuito nel luogo d'installazione è maggiore della corrente di cortocircuito indicata per il dispositivo di protezione, deve essere scelto un fusibile di protezione, di valore inferiore, in rapporto 1:1,6 rispetto al valore indicato nella scheda tecnica dello scaricatore.

Per i dispositivi di protezione dalle sovratensioni, installati come indicato in **figura 8.1.7.2**, la corrente di servizio massima non deve superare la corrente di carico nominale indicata per il dispositivo di protezione. Per i dispositivi di protezione con possibilità di cablaggio a V, vale la corrente massima indicata per il collegamento passante (**Figura 8.1.7.3**).

Le sezioni di collegamento e la protezione di back-up per gli scaricatori di corrente da fulmine e combinati, di Tipo 1, sono indicati nell'esempio riportato in **figura 8.1.7.4**.

Materiale conduttore	Materiale isolante		
	PVC	EPR / XLPE	Gomma
Cu	115	143	141
Al	76	94	93

Tabelle 8.1.7.1 Coefficiente di materiale k per conduttori in rame e alluminio con diversi materiali isolanti (secondo IEC 60364-4-43)

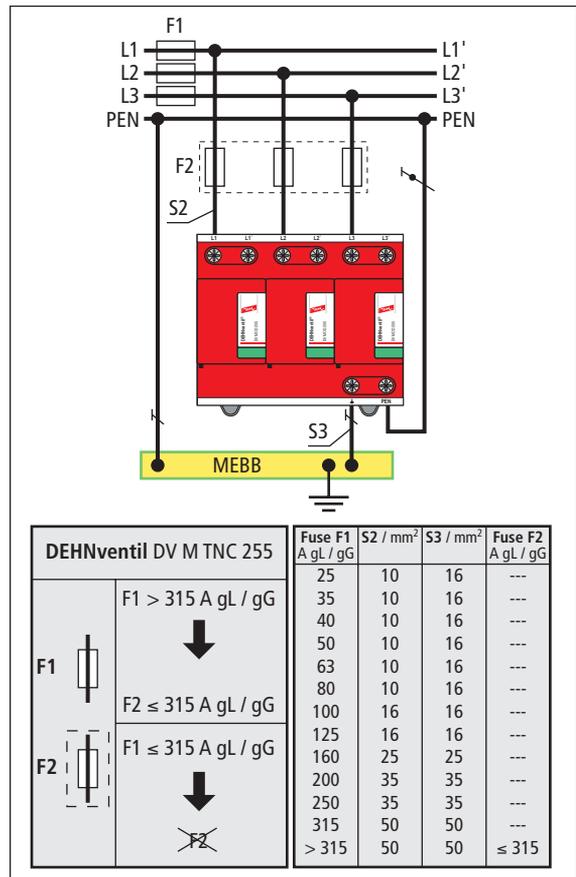


Figura 8.1.7.4 Esempio DEHNventil, DV M TNC 255

La **figura 8.1.7.5** riporta le sezioni dei collegamenti e la protezione back-up per i dispositivi di protezione dalle sovratensioni di tipo 2, mentre la **figura 8.1.7.6** riporta gli stessi valori per i dispositivi di Tipo 3.

La scelta dei fusibili di back-up per i dispositivi di protezione dalle sovratensioni dipende dal comportamento della corrente impulsiva. I fusibili hanno caratteristiche di intervento decisamente diver-



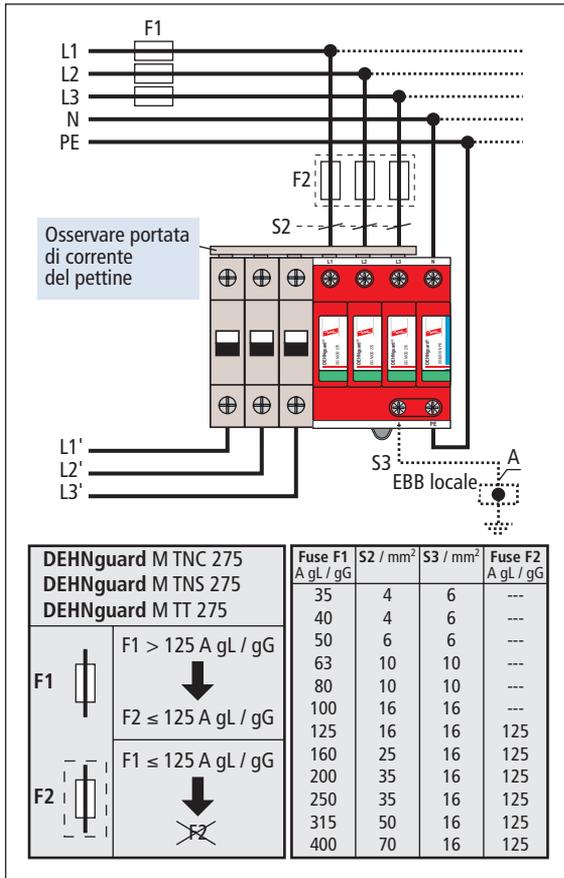


Figura 8.1.7.5 Esempio DEHNguard (M) TNS/TT

se in confronto a sollecitazione con correnti di corto circuito o correnti impulsive, in particolare con correnti impulsive da fulmine con forma d'onda 10/350 µs.

In base alla corrente impulsiva da fulmine è stato determinato il comportamento d'intervento dei fusibili (Figura 8.1.7.7).

Zona 1: nessuna fusione

L'energia introdotta attraverso la corrente impulsiva da fulmine nel fusibile non è tale da terminare la fusione del fusibile.

Zona 2: fusione

L'energia della corrente impulsiva da fulmine è sufficiente a causare l'intervento del fusibile e quindi interrompere il circuito tramite il fusibile stesso (Figura 8.1.7.8).

Caratteristico per il comportamento del fusibile è che essendo la corrente impulsiva da fulmine una

corrente impressa, essa continua a scorrere senza farsi influenzare dal comportamento del fusibile. Il fusibile interviene soltanto dopo lo smorzamento della corrente impulsiva da fulmine. Una selettività di fusibili per quanto riguarda l'intervento con correnti impulsive da fulmine quindi non esiste. Occorre perciò prestare attenzione, affinché, per causa del comportamento della corrente impulsiva venga utilizzato sempre il fusibile di protezione della grandezza massima ammissibile, in base alla scheda tecnica e/o le istruzioni di montaggio del dispositivo di protezione.

Dalla figura 8.1.7.8 si può inoltre notare che durante il processo di fusione, attraverso il fusibile si crea una caduta di tensione, che in parte è notevolmente superiore a 1 kV. Per le applicazioni raffigurate nella figura 8.1.7.9, una fusione del fusibile può anche portare ad un innalzamento del livello di protezione nell'impianto oltre il livello di protezione del dispositivo di protezione dalle sovratensioni utilizzato.

Zona 3: esplosione

Se l'energia della corrente impulsiva da fulmine è molto più elevata dell'integrale di fusione del fusi-

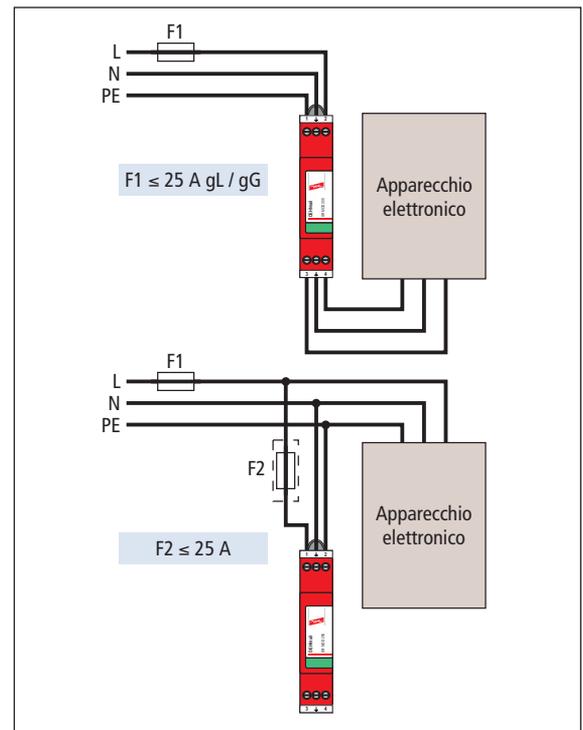


Figura 8.1.7.6 Esempio DEHnrail

bile, può capitare che l'elemento fusibile evapori in modo esplosivo. Spesso, come conseguenza scoppia l'involucro del fusibile. Oltre agli effetti meccanici occorre osservare anche che la corrente da fulmine sotto forma di arco elettrico può continuare a scorrere; non può quindi avvenire l'interruzione della corrente impulsiva da fulmine e la conseguente riduzione della capacità di scarica necessaria dello scaricatore utilizzato.

Selettività per la protezione degli impianti

Per l'utilizzo dei dispositivi di protezione dalle sovratensioni con tecnologia spinterometrica occorre osservare, che una corrente susseguente di rete viene limitata fino al punto, che non intervengano dei dispositivi di protezione da sovracorrente come ad esempio il fusibile di protezione per il conduttore e/o il fusibile di protezione dello scaricatore. Questa caratteristica dei dispositivi di protezione a base spinterometrica è detta limitazione della corrente susseguente di rete e/o estinzione della corrente susseguente di rete.

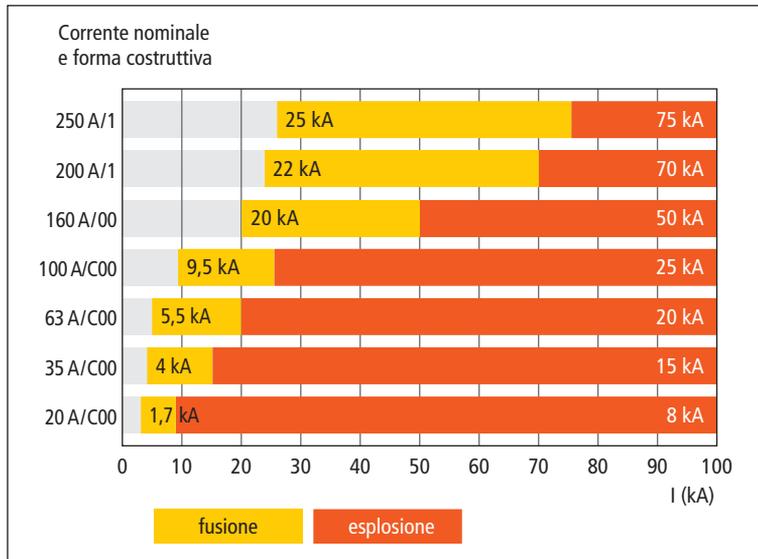


Figura 8.1.7.7 Comportamento dei fusibili NH durante la sollecitazione con corrente impulsiva 10/350 μs

Solo con tecniche particolari come ad esempio la tecnologia RADAX-Flow si riesce a sviluppare scaricatori e combinazioni di scaricatori, in grado di ridurre ed estinguere la corrente di cortocircuito presunta a tal punto, anche in impianti con elevate correnti di corto circuito, che i fusibili a monte di portata più ridotta non intervengano (Figura 8.1.7.10).

La continuità di servizio dell'impianto richiesta dalla norma CEI EN 60439-1, anche in caso di innesco dei dispositivi di protezione dalle sovratensioni, viene rispettata gra-

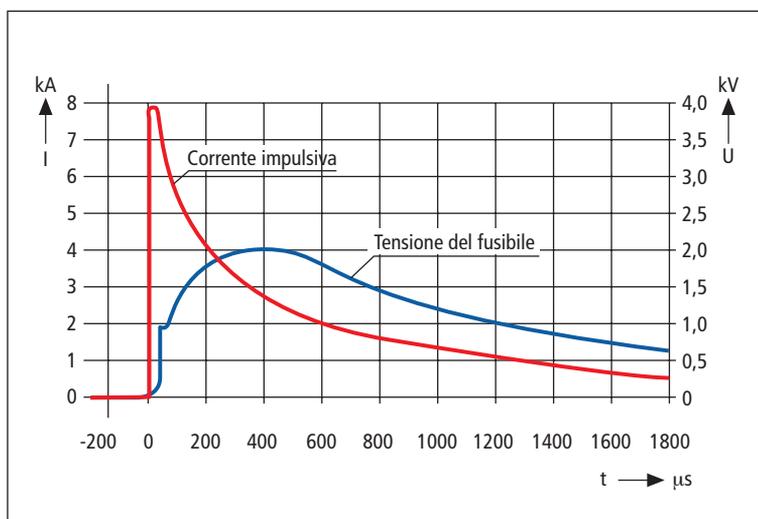


Figura 8.1.7.8 Corrente e tensione su un fusibile 25 A-NH che sta fondendo durante la sollecitazione con corrente impulsiva di fulmine (10/350 μs)

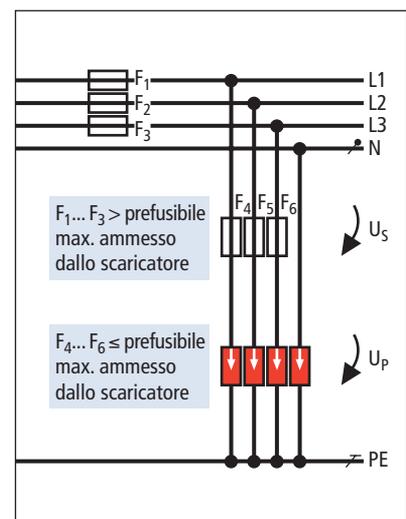


Figura 8.1.7.9 Utilizzo di un fusibile di protezione separato per lo scaricatore

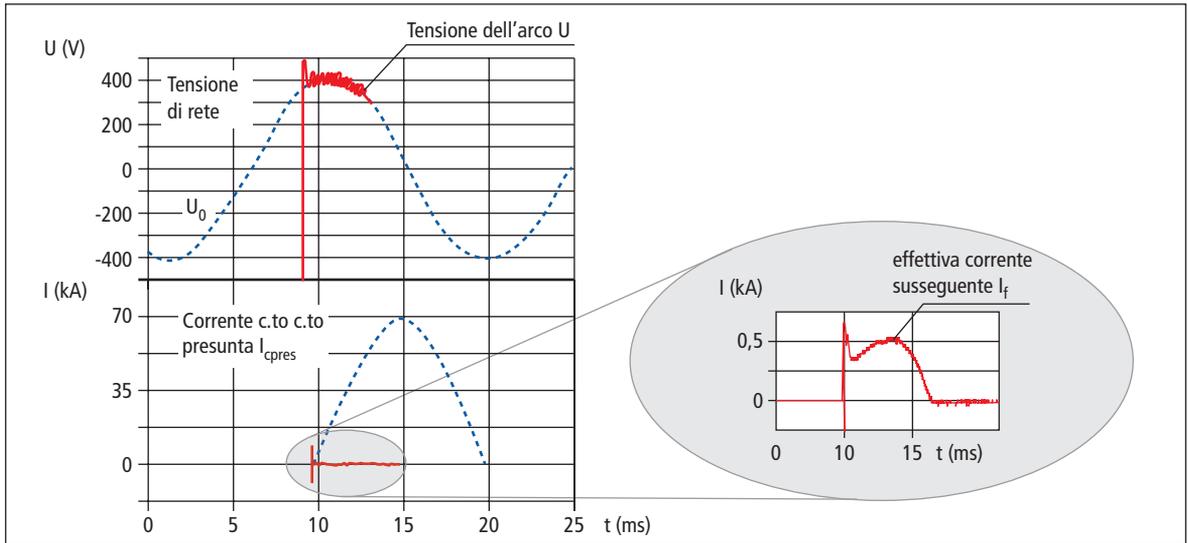


Figura 8.1.7.10 Riduzione della corrente susseguente attraverso il principio RADAX-Flow brevettato

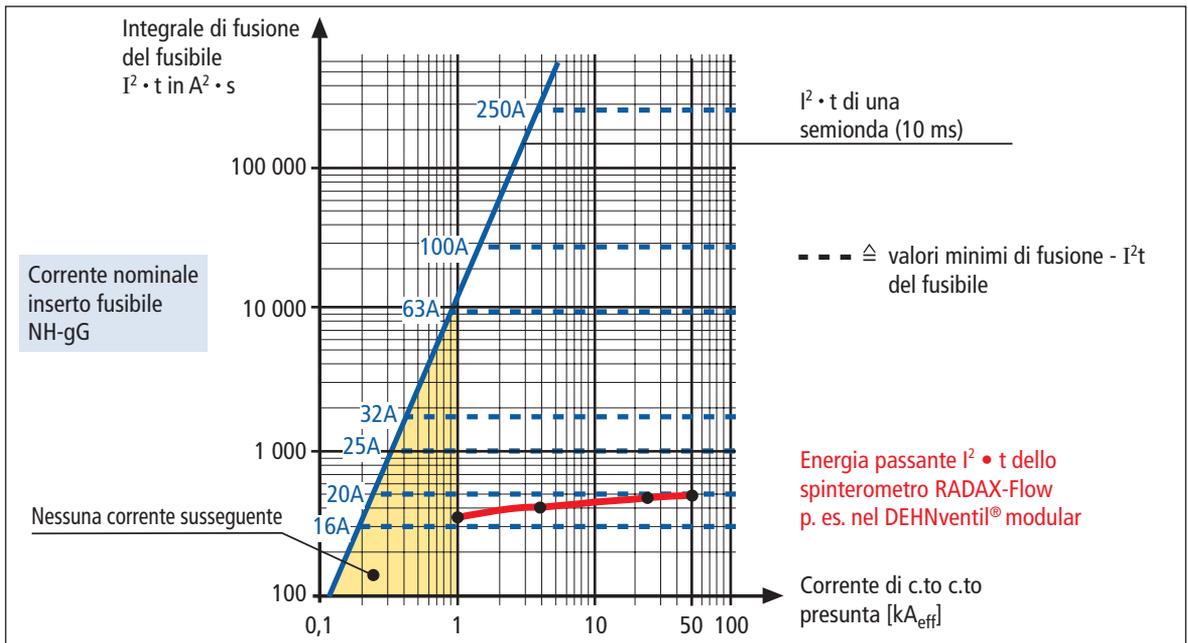


Figura 8.1.7.11 Selettività della corrente susseguente del DEHNventil M all'intervento di fusibili NH con diverse correnti nominali

zie alla caratteristica "limitazione della corrente susseguente di rete" descritta in precedenza.

In particolare per i dispositivi di protezione dalle sovratensioni con bassa tensione di innesco, che non hanno solo il compito di garantire l'equipotenzialità antifulmine, ma devono anche effettuare la protezione da sovratensione dell'impianto, la limitazione della corrente susseguente è più importante che mai per la continuità di servizio dell'impianto elettrico (Figura 8.1.7.11).

tenzialità antifulmine, ma devono anche effettuare la protezione da sovratensione dell'impianto, la limitazione della corrente susseguente è più importante che mai per la continuità di servizio dell'impianto elettrico (Figura 8.1.7.11).

8.2 Sistemi informatici

Gli scaricatori servono in primo luogo a proteggere gli apparecchi collegati a valle, inoltre riducono il rischio di danneggiamento dei conduttori.

La scelta di uno scaricatore dipende tra l'altro dalle seguenti considerazioni:

- ⇒ zone di protezione da fulminazione del luogo di installazione, se previste
- ⇒ energie da scaricare
- ⇒ disposizione dei dispositivi di protezione
- ⇒ immunità ai disturbi degli apparecchi finali
- ⇒ protezione da disturbi simmetrici e/o asimmetrici
- ⇒ requisiti di sistema, p. es. parametri di trasmissione
- ⇒ corrispondenza con norme specifiche di prodotto o applicazione, se richiesto
- ⇒ adattamento alle condizioni ambientali/requisiti di installazione

I dispositivi di protezione per i cavi di antenne si distinguono secondo la loro idoneità per sistemi

coassiali, simmetrici o a guida d'onda, a seconda dell'esecuzione fisica del cavo d'antenna.

Per sistemi coassiali e a guida d'onda, il conduttore esterno può solitamente essere collegato direttamente al sistema equipotenziale. A questo scopo si possono utilizzare dei manicotti di messa a terra specifici per i vari tipi di cavi.

Procedura per la scelta e l'impiego di scaricatori: esempio BLITZDUCTOR CT

Contrariamente a quanto avviene per la scelta dei dispositivi di protezione nei sistemi energetici (vedere capitolo 8.1), dove nel campo 230/400 V si possono prevedere condizioni uniformi in merito a tensione e frequenza, per i sistemi di automazione esistono diversi tipi di segnali da trasmettere per quanto riguarda

- ⇒ tensione (ad es. 0-10 V)
- ⇒ corrente (ad es. 0 - 20 mA, 4 - 20 mA)
- ⇒ riferimento del segnale (simmetrico, asimmetrico)
- ⇒ frequenza (DC, NF, HF)
- ⇒ tipo di segnale (analogico, digitale).

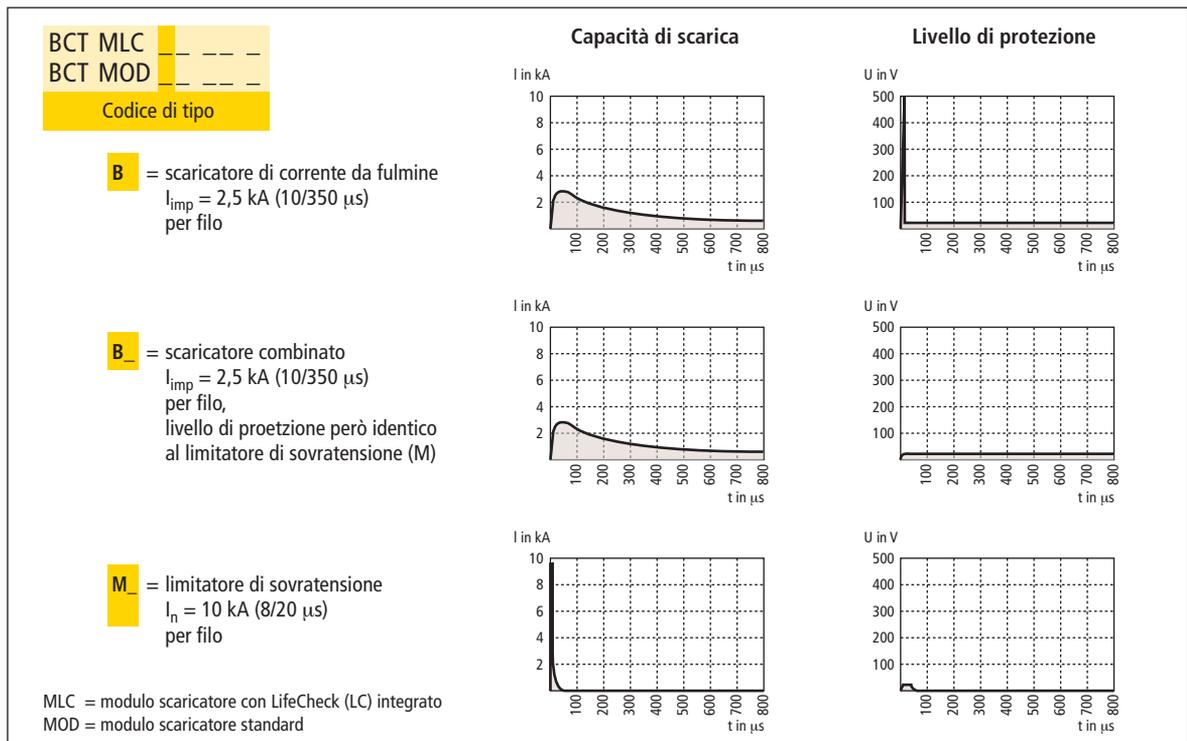


Figura 8.2.1 Classificazione degli scaricatori

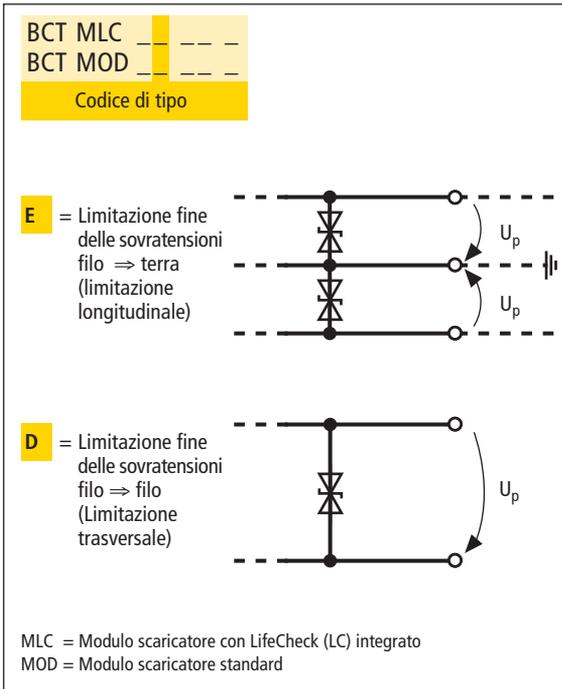


Figura 8.2.2 Comportamento di limitazione

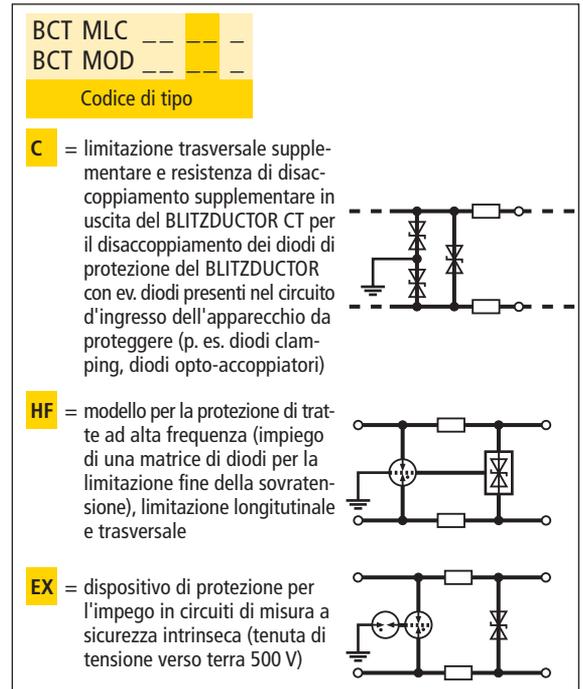


Figura 8.2.3 Indicazione su particolare applicazioni

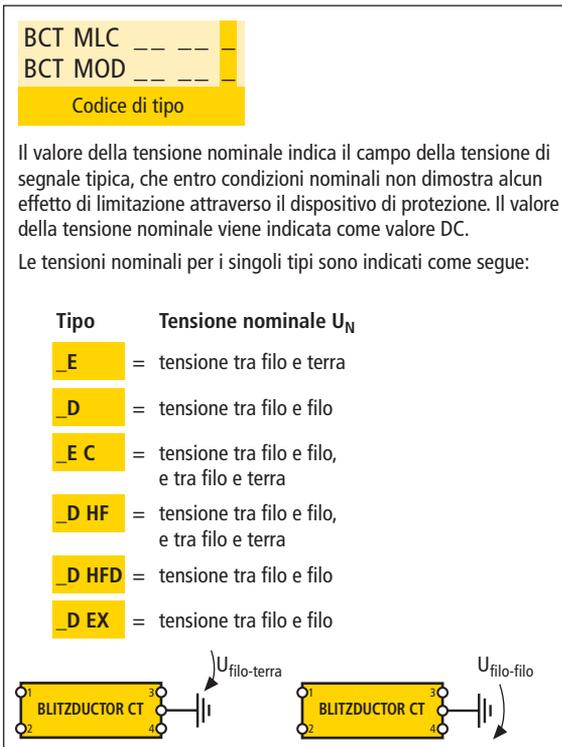


Figura 8.2.4 Tensione nominale

MLC B	110	MOD B	110
MLC BE	5	MOD ME	5
MLC BE	12	MOD ME	12
MLC BE	15	MOD ME	15
MLC BE	24	MOD ME	24
MLC BE	30	MOD ME	30
MLC BE	48	MOD ME	48
MLC BE	60	MOD ME	60
MLC BE	110	MOD ME	110
MLC BD	5	MOD MD	5
MLC BD	12	MOD MD	12
MLC BD	15	MOD MD	15
MLC BD	24	MOD MD	24
MLC BD	30	MOD MD	30
MLC BD	48	MOD MD	48
MLC BD	60	MOD MD	60
MLC BD	110	MOD MD	110
MLC BD	250	MOD MD	250
MLC BE C	5	MOD ME C	5
MLC BE C	12	MOD ME C	12
MLC BE C	24	MOD ME C	24
MLC BE C	30	MOD ME C	30
MLC BD HF	5	MOD MD HF	5
MLC BD HFD	5	MOD MD HFD	5
MLC BD HFD	24	MOD MD HFD	24
		MOD MD EX	24
		MOD MD EX	30
		MOD MD EX HFD	6

Tabella 8.2.1 Marcatura dei moduli di protezione BCT

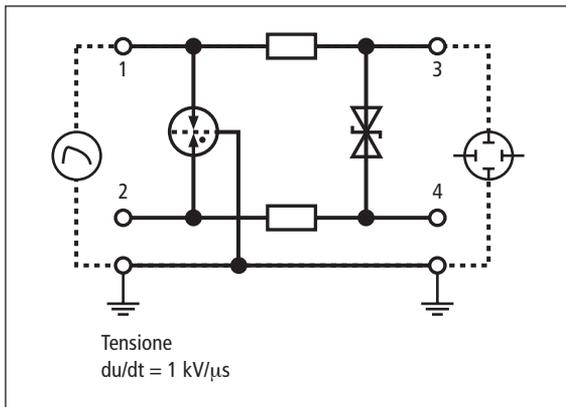


Figura 8.2.5 Circuito di prova per la determinazione della tensione di limitazione con velocità di salita della tensione $du/dt = 1 \text{ kV}/\mu\text{s}$

Ognuna di queste grandezze elettriche del segnale può contenere l'informazione effettiva da trasmettere.

Perciò il segnale non deve essere influenzato negativamente attraverso l'utilizzo di scaricatori di corrente da fulmine o di sovratensione negli impianti CMR (controllo, misura e regolazione). In tale contesto devono essere osservati alcuni punti per la scelta dei dispositivi di protezione per impianti CMR, che verranno descritti di seguito per i nostri dispositivi di protezione BLITZDUCTOR CT e che verranno illustrati tramite specifici esempi di utilizzo (Figura 8.2.1 - 8.2.4 e Tabella 8.2.1).

Marcatura dei tipi di moduli di protezione

- C** limitazione della tensione trasversale aggiuntiva e resistenze di disaccoppiamento supplementari nell'uscita del BLITZDUCTOR CT per il disaccoppiamento dei diodi di protezione del BLITZDUCTOR dai diodi eventualmente presenti all'ingresso dell'apparecchio da proteggere (ad es. diodi clamping, diodi per accoppiatori ottici)
- HF** forma costruttiva per la protezione del percorso di trasmissione ad alta frequenza (utilizzo di una matrice di diodi per la limitazione fine delle sovratensioni), limitazione dei disturbi di modo comune e differenziale
- EX** dispositivo di protezione per l'utilizzo in circuiti di misura a sicurezza intrinseca, con omologazione ATEX e FISCO (resistenza alle tensioni alternate verso terra di 500 V AC)

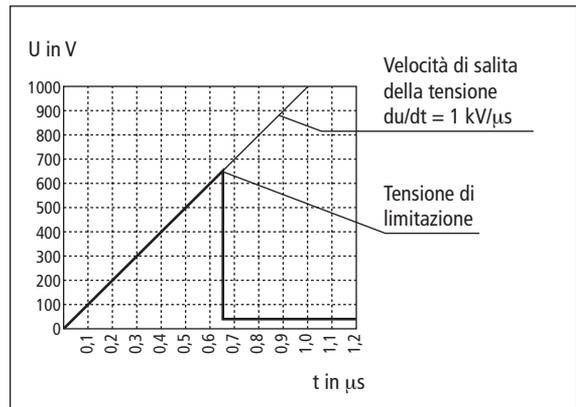


Figura 8.2.6 Caratteristiche di innesco di uno scaricatore a gas con $du/dt = 1 \text{ kV}/\mu\text{s}$

Dati tecnici:

Livello di protezione U_p

Il livello di protezione è un parametro del dispositivo di protezione da sovratensioni, che caratterizza l'efficienza a limitare la tensione ai suoi terminali di connessione. Il valore del livello di protezione deve essere superiore al valore massimo delle tensioni residue misurate.

La tensione residua misurata è la tensione massima misurata ai morsetti del dispositivo di protezione da sovratensione quando quest'ultimo viene alimentato con correnti e/o tensioni impulsive a forme d'onda e ampiezza prestabilite.

Tensione residua con una ripidità di $1 \text{ kV}/\mu\text{s}$ della tensione dell'impulso di prova

Questa prova serve per individuare le caratteristiche di innesco degli scaricatori a gas. Questi elementi di protezione possiedono una "caratteristica di commutazione". La modalità di funzionamento di uno scaricatore a gas può essere equiparata ad un interruttore, la cui resistenza al momento del superamento di un determinato valore di tensione può "automaticamente" passare da $> 10 \text{ G}\Omega$ (stato inattivo) a valori $< 0,1 \Omega$ (stato attivo), in modo che la tensione venga quasi cortocircuitata. Il valore di tensione, a cui avviene l'innesco dello scaricatore a gas, dipende dalla pendenza della tensione dell'onda di prova entrante (du/dt).

Di regola vale:

Maggiore è il rapporto du/dt maggiore sarà la tensione di innesco dello scaricatore a gas. Per permettere un confronto dei valori di innesco di diversi scaricatori a gas, allo scopo di individuare la del-

la tensione di innesco dinamica, può essere applicata una tensione con pendenza di $1\text{ kV}/\mu\text{s}$ sull'elettrodo dello scaricatore a gas, fino a determinarne l'innesco (Figure 8.2.5 e 8.2.6).

Tensione residua con corrente di scarica nominale

Questa prova serve per l'individuazione del comportamento degli elementi di protezione con caratteristica a limitazione costante (Figure 8.2.7 e 8.2.8).

Corrente di carico nominale I_L

La corrente di carico nominale del BLITZDUCTOR CT caratterizza la corrente di esercizio permessa nel circuito di misura da proteggere. La corrente di carico nominale del BLITZDUCTOR CT viene determinata dal carico di corrente sopportabile e dall'energia dissipata dalle impedenze utilizzate per il disaccoppiamento tra scaricatore a gas e elementi di protezione fine, nonché dalla capacità di estinzione della corrente susseguente da parte degli scaricatori a gas. Il risultato è indicato come valore in corrente continua (Figure 8.2.9).

Le correnti di carico nominali dei singoli moduli di protezione del BLITZDUCTOR CT sono indicate nella tabella 8.2.2.

B	1 A		
BE	1 A	ME	1 A
BD	1 A	MD	1 A
BE C	0,1 A	ME C	0,1 A
BD HF	0,1 A	MD HF	0,1 A
BD HFD	0,1 A	MD HFD	0,1 A
		MD EX	0,5 A
		MD EX HFD	4,8 A

Tabella 8.2.2 Correnti nominali dei moduli BCT

Caso a:

In questo caso di applicazione, l'apparecchio finale da proteggere si trova in un edificio con impianto di protezione contro i fulmini esterno oppure l'edificio possiede delle costruzioni metalliche sul tetto, a rischio da fulminazione (ad es. pali di antenne, impianti di condizionamento). Il cavo CMR o di telecomunicazione che collega l'apparecchio finale (Figure 8.2.11), è un cavo che si estende al di fuori dell'edificio. Poiché sull'edificio è presente una protezione contro i fulmini esterna, sarà necessario utilizzare uno scaricatore di corrente da fulmine. A questo scopo si può utilizzare uno scaricatore BLITZDUCTOR CT di tipo B oppure B....

Frequenza limite f_G

La frequenza limite descrive il comportamento di uno scaricatore in base alla frequenza. La frequenza limite è la frequenza, che provoca in determinate condizioni di prova un'attenuazione di inserzione (a_E) di 3 dB (vedere CEI EN 61643-21).

In assenza di altre indicazioni, la frequenza si riferisce ad un sistema di 50 Ohm (Figure 8.2.10).

Criteri di scelta

1. Quale capacità di scarica è necessaria?

Il dimensionamento della capacità di scarica del BLITZDUCTOR CT dipende dal tipo di protezione che lo scaricatore deve eseguire. Per semplificare la scelta vengono esaminati i casi da a fino a d.

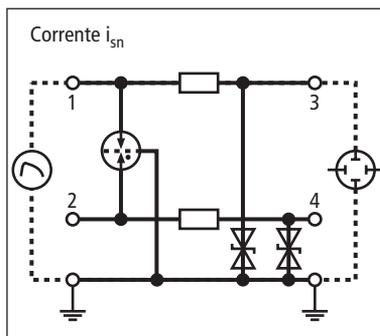


Figure 8.2.7 Circuito di prova per la determinazione della tensione di limitazione

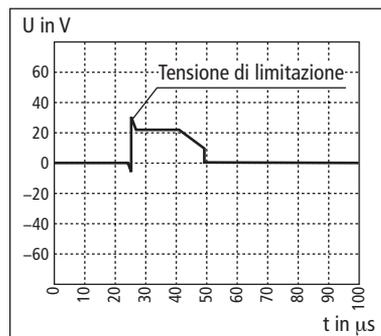


Figure 8.2.8 Limitazione della tensione con corrente impulsiva di scarica nominale

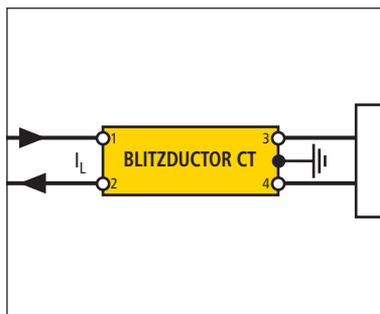


Figure 8.2.9 Corrente nominale del BLITZDUCTOR CT

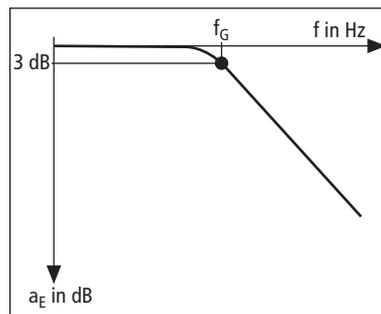


Figure 8.2.10 Banda di frequenza tipica di un BLITZDUCTOR CT

Caso b:

Il caso b è simile al caso a, tuttavia, in questo caso l'edificio nel quale si trova l'apparecchio finale da proteggere, non possiede un impianto di protezione contro i fulmini esterno: In questo caso non sono ipotizzabili delle correnti da fulminazione diretta. L'utilizzo di uno scaricatore di corrente da fulmine, Tipo 1, è necessario solo, se la linea CMR può essere influenzata da un fulmine che si abbatte su una struttura vicina.

Se questo può essere escluso, il modulo BLITZDUCTOR CT **BCT MOD M...** (Figura 8.2.12) può essere utilizzato come protezione dalle sovratensioni di Tipo 2.

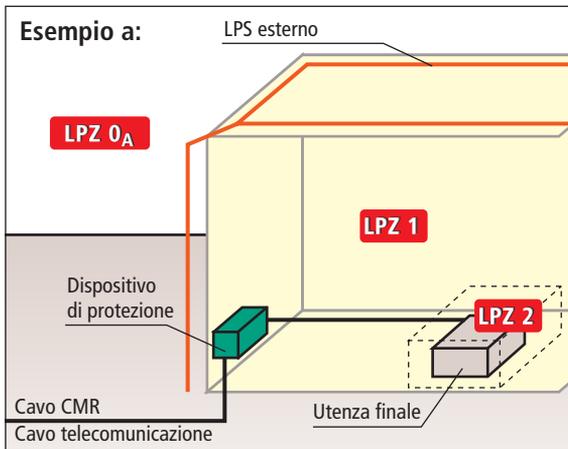


Figura 8.2.11 Edificio con LPS esterno e cavi installati tra due edifici secondo il concetto di protezione da fulminazione a zone

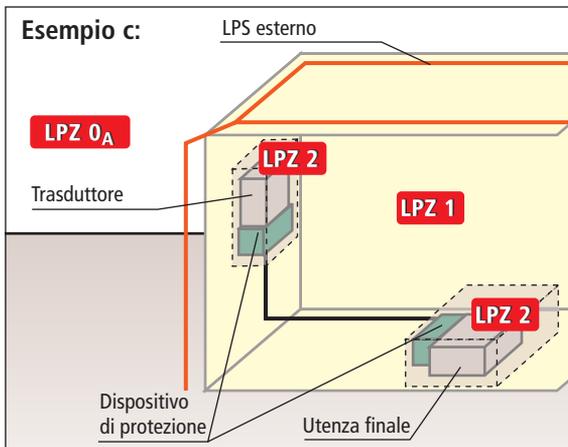


Figura 8.2.13 Edificio con LPS esterno e linee interne posate secondo il concetto di protezione da fulminazione a zone

Caso c:

Nel caso c, nell'ambito del cablaggio CMR e di telecomunicazione, non ci sono linee che si estendono oltre l'edificio. Malgrado l'edificio disponga di un LPS esterno, nel sistema di telecomunicazione non può essere accoppiata alcuna corrente da fulmine diretta. Per questo, vengono utilizzati dei limitatori di sovratensione, appartenenti alla famiglia di prodotti BLITZDUCTOR CT tipo **BCT MOD M...** (Figura 8.2.13).

Caso d:

Il caso d si distingue dal caso c, in quanto l'edificio in questione non possiede un LPS esterno, e non possiede alcuna linea di CMR / telecomunicazione

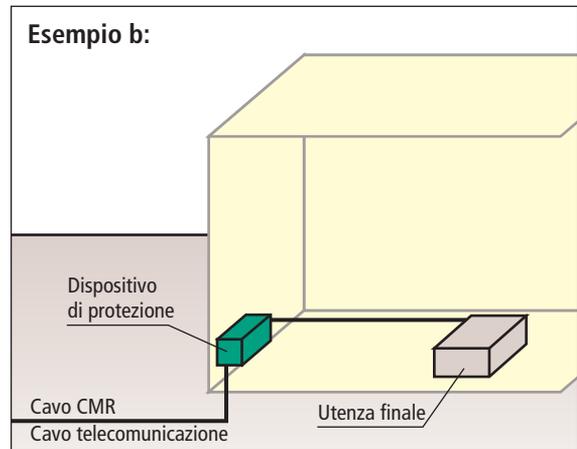


Figura 8.2.12 Edificio senza LPS esterno e linee esterne entranti

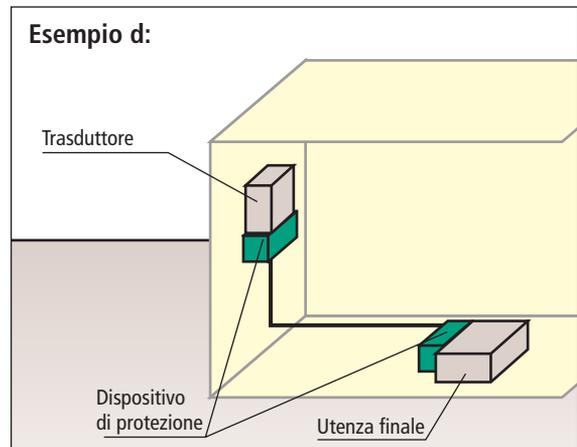


Figura 8.2.14 Edificio senza LPS esterno e linee interne

collegata ad altri edifici. Perciò, per la protezione degli apparecchi sono solo necessari dei limitatori di sovratensione. Così come per gli esempi b e c, vengono utilizzati anche in questo caso dei moduli di protezione **BCT MOD M...** appartenenti alla famiglia di prodotti **BLITZDUCTOR CT (Figura 8.2.14)**.

2. Contro quali fenomeni di disturbo è necessario prevedere una protezione?

I fenomeni di disturbo si possono classificare principalmente in **disturbi di modo longitudinale e disturbi trasversali**. I **disturbi di modo longitudinale** si verificano sempre **tra il conduttore di segnale e il conduttore di terra**, mentre i **disturbi trasversali** si verificano esclusivamente **tra due conduttori di segnale**. La maggior parte dei disturbi che si verificano nei circuiti di segnale, sono disturbi di modo longitudinale. Per la scelta dei dispositivi di protezione questo significa, che di solito devono essere scelti dispositivi di protezione, che effettuano una limitazione fine della sovratensione tra filo di segnale e terra (**tipo ...E**). Per determinati apparecchi, come ad es. trasformatori di isolamento, si può fare a meno di una limitazione fine della sovratensione tra filo e terra. In questo caso, la protezione da sovratensioni longitudinali, avviene esclusivamente tramite lo scaricatore a gas. Tuttavia, poiché questi scaricatori presentano delle caratteristiche di risposta diverse, potrebbero trasformare i disturbi di modo longitudinale in disturbi trasversali. Per questo motivo vengono inseriti degli elementi di protezione fine tra i fili di segnale (**tipo ...D**).

3. Esistono dei requisiti speciali di adattamento del circuito di protezione al circuito di ingresso dell'apparecchio da proteggere?

A volte, può essere necessario proteggere gli ingressi degli apparecchi contro le sovratensioni longitudinali e trasversali. Gli ingressi di queste apparecchiature elettroniche da proteggere sono generalmente già provvisti di circuiti di protezione oppure contengono degli ingressi ad accoppiamento ottico per la separazione galvanica del circuito di segnale e del circuito interno dell'apparecchio di automazione. Perciò sono necessarie ulteriori misure di disaccoppiamento del **BLITZDUCTOR CT** verso il circuito d'ingresso dell'apparecchio da proteggere. Questo disaccoppiamento viene realizzato attraverso elementi di disaccoppiamento supplementari tra gli elementi di protezione fine e i terminali di uscita del **BLITZDUCTOR CT**.

4. Quanto è alta la frequenza del segnale da trasmettere / velocità di trasmissione dati?

Come ogni sistema di trasmissione, anche il circuito di protezione del **BLITZDUCTOR CT** presenta una caratteristica di tipo passa basso. Per frequenza limite si intende il valore a partire dal quale la frequenza da trasmettere viene attenuata in ampiezza (oltre 3 dB). Per mantenere la retroattività sul sistema di trasmissione del **BLITZDUCTOR CT** entro limiti ammissibili, la frequenza di segnale del circuito deve essere inferiore alla frequenza limite del **BLITZDUCTOR CT**. L'indicazione della frequenza limite si riferisce a segnali di forma sinusoidale. Nel settore della trasmissione dati, tuttavia, raramente vengono utilizzati i segnale sinusoidali. In questo caso occorre accertarsi che la velocità massima di trasmissione dati del **BLITZDUCTOR CT** sia maggiore della velocità di trasmissione del circuito di segnale. Con la trasmissione di segnali di forma impulsiva, per le quali viene valutato il fronte dell'impulso ascendente o discendente, occorre osservare che questo fronte cambia entro un determinato tempo da L a H o da H a L. Questo intervallo di tempo è importante per l'individuazione del fronte e per l'attraversamento della "zona vietata". Questo segnale richiede quindi una larghezza di banda notevolmente più alta dell'onda base di questa oscillazione. La frequenza limite del dispositivo di protezione deve quindi essere fissata ad un valore più alto. Come regola generale, la frequenza limite non deve essere più piccola del quintuplo dell'onda base.

5. Quanto è grande la corrente di esercizio del sistema da proteggere?

In base alle caratteristiche elettriche degli elementi utilizzati nel circuito di protezione del **BLITZDUCTOR CT**, viene limitata la corrente del segnale trasmesso dal dispositivo di protezione. In pratica, questo significa che la corrente di esercizio del sistema deve essere inferiore o uguale alla corrente di carico nominale del dispositivo di protezione.

6. Quale tensione di esercizio massima si può verificare nel sistema da proteggere?

La tensione di esercizio massima che si verifica nel circuito di segnale deve essere inferiore o uguale alla tensione continuativa del **BLITZDUCTOR CT**, affinché il dispositivo di protezione in condizioni di servizio normale non presenti alcun effetto di limitazione.

La tensione di esercizio massima, presente in un circuito di segnale, è di solito la tensione nominale

del sistema di trasmissione, considerando anche delle tolleranze. In caso di circuiti a loop di corrente (ad es. 0-20 mA), per la tensione di esercizio massima possibile, deve sempre essere considerata la tensione a vuoto del sistema.

7. Quale riferimento ha la tensione di esercizio massima?

Circuiti di segnale diversi possiedono riferimenti di segnale diversi (simmetrico/asimmetrico). Da un lato la tensione di esercizio del sistema può essere indicata come tensione filo/filo e dall'altro come tensione filo/terra. Nella scelta del dispositivo di protezione questo deve essere considerato. Con i diversi circuiti di protezione fine nei moduli di protezione BLITZDUCTOR CT, vengono indicate anche le diverse tensioni nominali. Questi sono indicati nella **figura 8.2.4** e **tabella 8.2.1**.

8. Gli elementi di disaccoppiamento integrati nel BLITZDUCTOR CT influenzano in modo persistente la trasmissione del segnale?

Nel BLITZDUCTOR CT sono integrate delle impedenze di disaccoppiamento per il coordinamento degli elementi di protezione. Queste impedenze sono inserite direttamente nel circuito di segnale e, in determinate occasioni, lo possono quindi influenzare. In particolare, con i circuiti a loop di corrente (0 ... 20 mA, 4 ... 20 mA) l'attivazione del BLITZDUCTOR CT può provocare il superamento dell'impedenza massima permessa del circuito di segnale, se questo viene già utilizzato con l'impedenza massima permessa. Questo deve essere considerato prima dell'utilizzo!

9. Quale effetto protettivo è necessario?

Fondamentalmente, esiste la possibilità di stabilire il livello di protezione, per un dispositivo di protezione da sovratensioni, in modo che questo si trovi al di sotto dei livelli di immunità dell'apparecchio di automazione/telecomunicazione da proteggere. Purtroppo, il livello di immunità dell'apparecchio finale, il più delle volte non è conosciuto. Per questo è necessario, adottare un altro criterio di confronto. Nei test di compatibilità elettromagnetica (EMC) le apparecchiature elettriche ed elettroniche devono mostrare una certa immunità nei confronti dei disturbi condotti. I requisiti di prova e le modalità di esecuzione delle prove stesse sono descritti nella norma CEI EN 61000-4-5. Per i vari apparecchi utilizzati nei diversi ambienti elettromagnetici, vengono definiti diversi livelli di prova, riguardando l'immunità ai disturbi. Queste classi di immunità sono classificate da 1 a 4, consi-

derando che il livello di prova 1 comprende i requisiti minimi di immunità ai disturbi (sugli apparecchi da proteggere), mentre il livello di prova 4 garantisce i massimi requisiti di immunità ai disturbi dell'apparecchio stesso.

Per quanto riguarda la protezione fornita da un dispositivo di protezione da sovratensioni questo significa che, "l'energia passante" in riferimento al livello di protezione deve essere così bassa, da rimanere sotto all'immunità ai disturbi del relativo apparecchio da proteggere. Perciò i prodotti della Yellow/Line sono suddivisi in classi, con l'aiuto delle quali viene reso possibile un utilizzo coordinato per la protezione delle apparecchiature di automazione. La prova di immunità ai disturbi per queste apparecchiature è stata presa come punto di partenza per i simboli delle classi degli scaricatori. Se ad esempio una apparecchiatura di automazione viene provata con livello di prova 1, il dispositivo di protezione dovrà avere solo una energia passante massima corrispondente a questo livello di disturbo. In pratica, questo significa che le apparecchiature di automazione, provate con livello di prova 4, possono lavorare senza disturbi quando l'uscita del dispositivo di protezione presenta un livello di protezione corrispondente al livello di prova 1, 2, 3 o 4. Per gli utenti è in questo modo molto semplice scegliere i dispositivi di protezione adatti.

10. La protezione dell'impianto deve essere eseguita a uno o due gradini?

In base all'infrastruttura dell'edificio ed ai requisiti di protezione definiti attraverso il concetto di protezione da fulminazione a zone, può essere necessario installare degli scaricatori di corrente da fulmine o di sovratensione in locali separati oppure in un unico punto dell'impianto. Nel primo caso si può utilizzare un BLITZDUCTOR CT con modulo di protezione BCT MLC B come scaricatore di corrente da fulmine, oppure il BLITZDUCTOR CT con modulo di protezione BCT MOD M... come limitatore di sovratensione. Se sono necessarie misure di protezione da fulmine e da sovratensione in un unico punto dell'impianto, si può invece utilizzare lo scaricatore combinato, BLITZDUCTOR CT, tipo B... .

Nota:

I seguenti esempi di soluzione mostrano la scelta di dispositivi di protezione da sovratensione della famiglia BLITZDUCTOR CT in base ai 10 criteri di scelta finora descritti. Il risultato di ogni passo del-

la scelta viene indicato nella colonna "risultato intermedio".

La colonna "risultato finale" mostra l'influenza del relativo risultato intermedio sul risultato finale.

Protezione da sovratensioni per impianti di misura elettrica della temperatura

La misura elettrica della temperatura dei supporti per processi tecnologici viene utilizzata in tutti i settori industriali. I settori di applicazione possono essere diversi: spaziano dalle lavorazioni alimentari, passando dalle reazioni chimiche fino al condizionamento di edifici ed alla tecnologia di gestione degli edifici. Tutti questi processi hanno in comune, che il luogo della registrazione dei valori di misura si trova distante dal luogo della rilevazione del valore di misura o della sua elaborazione. Attraverso questi lunghi collegamenti esiste la possibilità di accoppiamento di sovratensioni, che non vengono provocate solo da scariche atmosferiche. Di seguito viene perciò elaborata una proposta per la protezione da sovratensioni, per la misurazione di temperature con un termometro a resistenza standard Pt 100. Il fabbricato nel quale si trova l'impianto di misura, non possiede alcuna protezione contro i fulmini esterna.

La misurazione della temperatura avviene indirettamente attraverso la misurazione della resistenza elettrica. L'elemento termico della resistenza Pt 100 ha, a 0°C, un valore di resistenza di 100 Ω. In base alla temperatura, questo valore cambia di ca. 0,4 Ω/K. Per misurare la temperatura, viene immessa una corrente di misura costante, che provoca una caduta di tensione sulla resistenza della sonda, proporzionale alla temperatura. Per evitare il riscaldamento del termometro a resistenza, dovuto alla corrente di misura, questa viene limitata a 1 mA. Quindi si instaura sul Pt 100, a 0°C, una cadu-

ta di tensione di 100 mV. Questa tensione deve ora essere trasmessa al luogo di visualizzazione o elaborazione (**Figura 8.2.15**). Tra le diverse tecniche di collegamento per sonde di misura Pt 100, viene scelto, come esempio, il circuito a quattro fili. Questo rappresenta la tecnica di collegamento ottimale per i termometri a resistenza. Questa soluzione permette di eliminare completamente l'influenza della resistenza dei conduttori e delle variazioni determinati dalla temperatura sul risultato della misura. La sonda Pt 100 viene alimentata in corrente. La modifica della resistenza del conduttore viene compensata attraverso la variazione automatica della tensione di alimentazione. Quindi, se la resistenza del conduttore non cambia, la tensione misurata U_m rimane costante. Questa tensione di misura viene perciò modificata solo attraverso il cambiamento della resistenza dipendente dalla temperatura e viene misurata sul trasduttore ad alta impedenza attraverso il trasformatore di misura. Con questa configurazione non è quindi necessaria alcuna compensazione di linea.

Note:

Per uniformare l'equipaggiamento del sistema di misura della temperatura con dispositivi di protezione da sovratensioni, sia i conduttori di alimentazione sia i conduttori di misura vengono dotati degli stessi tipi di dispositivi di protezione. Nella pratica si è affermato, di attribuire ad un dispositivo di protezione le relative coppie per alimentazione e la misurazione.

E' anche necessaria una protezione da sovratensioni per l'alimentazione 230 V del trasformatore di misura Pt 100, e del circuito current loop 4 ... 20 mA in uscita dal trasformatore di misura Pt 100, che tuttavia, non viene illustrata nell'esempio, per semplicità.

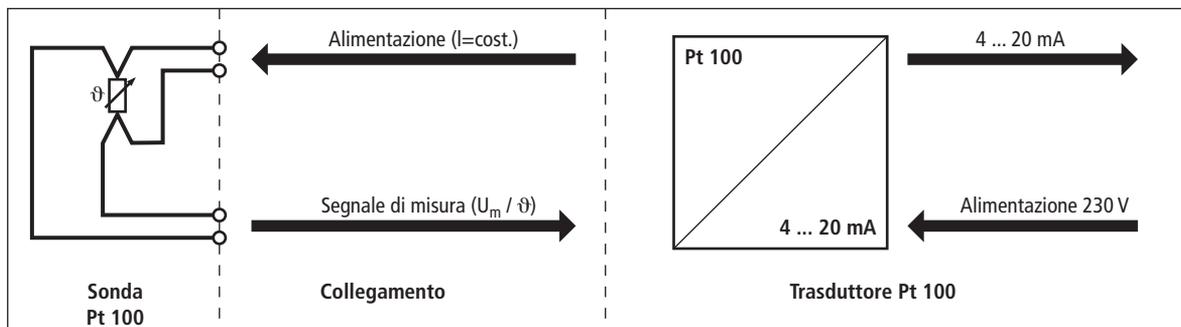


Figura 8.2.15 Schema a blocco - Misura della temperatura

	Descrizione - Esempio	Risultato intermedio	Risultato finale
1	La sonda è integrata nel sistema di processo, in un capannone di produzione, e il trasduttore nella sala di controllo all'interno del fabbricato industriale. La struttura non è dotata di LPS esterno. Le linee di misura sono posate all'interno del fabbricato. Questo esempio corrisponde al caso d (Figura 8.2.14).	BLITZDUCTOR CT BCT MOD M...	BLITZDUCTOR CT BCT MOD M...
2	Il rischio dalle sovratensioni sia per la sonda Pt 100 sia per il trasduttore Pt 100 si verifica tra conduttore di segnale e terra. Quindi è necessaria una limitazione fine longitudinale .	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ME	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ME
3	Non esistono prescrizioni particolari per l'adattamento del circuito di protezione al circuito di ingresso degli apparecchi da proteggere (Pt 100, trasduttore Pt 100).	Nessuna influenza	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ME
4	Il dispositivo di misurazione della temperatura è un sistema alimentato in corrente continua. Anche la tensione di misura risultante dalla temperatura è un valore in continua. Così non ci sono da rispettare alcune frequenze di segnale.	Nessuna influenza	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ME
5	La corrente di esercizio nel circuito di alimentazione è limitata a 1 mA in base al principio di misura fisica di un Pt 100. La corrente di esercizio del segnale di misura è di alcuni μA , a causa dell'impedenza molto elevata del circuito di misura.	I_e del tipo ME = 1 A $1 \text{ mA} < 1 \text{ A} \Rightarrow \text{ok}$ $\mu\text{A} < 1 \text{ A} \Rightarrow \text{ok}$	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ME
6	La massima tensione di esercizio presente in questo sistema risulta dal seguente riaggiornamento: Le resistenze di misura Pt 100 sono progettate per una temperatura massima di 850°C. La resistenza corrispondente è di 340 Ω . Considerando la corrente di misura impressa di 1 mA, la tensione misurata risulta di ca. 340 mV .	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ... 5 V	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ME 5
7	La tensione di esercizio del sistema è presente tra filo e filo .	BCT MOD ME 5 V ha una tensione nominale di 5 V DC filo \Rightarrow terra, quindi filo \Rightarrow filo 10 V DC, \Rightarrow nessuna influenza del segnale di misura	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ME 5
8	Tramite l'utilizzo di un circuito a quattro fili per la misura della temperatura con il Pt 100, si ottiene l'eliminazione totale dell'influenza della resistenza del conduttore e le relative variazioni sul risultato della misura, dovute alla temperatura. Questo vale anche per l'aumento della resistenza del conduttore causato dalle impedenze di disaccoppiamento del BLITZDUCTOR CT.	Nessuna influenza	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ME 5
9	Il trasduttore Pt 100 possiede una immunità ai disturbi condotti appartenente alla categoria di immunità 2 secondo CEI EN 6100-4-5. L'energia passante, legata al livello di protezione del dispositivo di protezione dalle sovratensioni, può corrispondere al massimo alla categoria di immunità 2 secondo CEI EN 61000-4-5.	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ME 5 TYPE 2 P1 "Energia passante" secondo livello di immunità 1 "Energia passante" del dispositivo di protezione è inferiore all'immunità ai disturbi dell'utilizzatore \Rightarrow TYPE 2 P1 ok.	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ME 5
10	La protezione dalle sovratensioni dovrebbe essere eseguita a in unico gradino .	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ME 5 \Rightarrow limitatore di sovratensione	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ME 5
		Risultato di selezione:	BLITZDUCTOR CT BCT MOD ME 5

Tabella 8.2.3 Criteri di scelta per sistemi di misura della temperatura

8.2.1 Impianti di controllo, misurazione e regolazione

I sistemi di controllo, misura, e regolazione (CMR), a causa della grande distanza fisica tra il sensore di misura e l'unità di elaborazione, sono soggetti al possibile accoppiamento di sovratensioni. La conseguente distruzione di componenti e i possibili guasti sull'unità di regolazione possono compromettere notevolmente il controllo del processo. Spesso l'entità di un danno da sovratensioni causata da fulminazione, risulta evidente solo dopo settimane, e dopo aver sostituito vari componenti elettronici che non sono più in grado di lavorare in modo sicuro. Un danno del genere, può avere conseguenze gravi per l'operatore, quando si utilizza un cosiddetto sistema bus di campo, in quanto tutte le componenti intelligenti del bus di campo incluse nello stesso segmento possono guastarsi contemporaneamente.

Questo può essere rimediato con l'utilizzo dei dispositivi di protezione da fulmini e da sovratensioni (SPD), che devono essere scelti in base alla specifica dell'interfaccia.

Le interfacce tipiche e i dispositivi di protezione specifici per questi sistemi sono riportati nel nostro catalogo di prodotto "Protezione da sovratensioni" oppure possono essere individuati sul sito www.dehn.it.

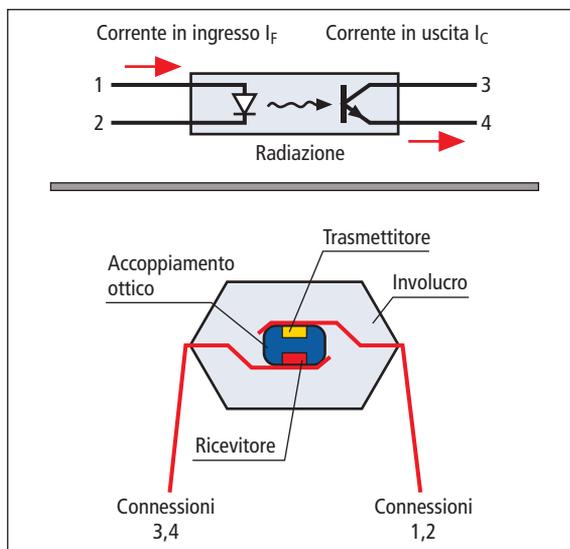


Figura 8.2.1.1 Accoppiatore ottico – Schema di principio

Isolamento galvanico tramite accoppiatore ottico:

Spesso, per isolare galvanicamente il lato campo dal lato processo, vengono utilizzati degli elementi optoelettronici per la trasmissione dei segnali sui sistemi di controllo processo (Figura 8.2.1.1); questi generano tipicamente una rigidità dielettrica tra ingressi e uscite variabile da 100 V fino a 10 kV. Nella loro funzione quindi sono paragonabili a dei trasformatori e possono in primo luogo essere utilizzati per eliminare i disturbi minori di modo longitudinale. Tuttavia non possono fornire una protezione sufficiente in caso di disturbi longitudinali e trasversali, derivanti dai fulmini (> 10 kV), valori nettamente al di sopra della rigidità dielettrica impulsiva del trasmettitore/ricevitore.

Erroneamente, molti progettisti e operatori di questi impianti, partono dal presupposto, che con questi elementi si possa anche realizzare la protezione da fulmini e da sovratensioni. Per questo deve essere sottolineato espressamente, che con questa tensione viene garantita solo la tenuta all'isolamento tra ingresso e uscita (tensione longitudinale). Questo significa che nell'utilizzo di questi elementi nei sistemi di trasmissione, oltre alla limitazione della tensione longitudinale, è necessario pensare anche ad una limitazione delle tensioni trasversali. Inoltre, l'integrazione di ulteriori resistenze di disaccoppiamento sull'uscita dell'SPD, permette di ottenere un coordinamento energetico all'opto-accoppiatore.

In questo caso, quindi, devono essere utilizzati degli SPD che limitino i disturbi longitudinali e trasversali, ad esempio BLITZDUCTOR XT tipo BXT ML BE C 24.

Spiegazioni dettagliate della scelta specifica dei dispositivi di protezione per la tecnica CMR sono illustrati nel capitolo 9.

8.2.2 Tecnologia di gestione di un edificio

La pressione crescente per quanto riguarda i costi obbliga proprietari e operatori di edifici nel settore pubblico e privato, a ricercare delle soluzioni per ridurre il costo della gestione dell'edificio. Uno dei metodi con cui i costi possono essere ridotti in modo duraturo, è la gestione tecnica dell'edificio (supervisione). Si tratta di uno strumento completo, che permette di predisporre, mantenere operative e adattare alle necessità organizzative le attrezzature tecniche di un edificio, in modo continuativo. In questo modo è possibile un utilizzo ottimale che aumenta la redditività di un immobile.

L'automazione dell'edificio (BA) comprende da un lato la tecnologia di comando, misura e regolazione (CMR) e dall'altro lato i sistemi di controllo centrali per la supervisione. L'automazione dell'edificio ha il compito di automatizzare i processi tecnici nell'ambito dell'intero edificio. Al livello gestionale (Figura 8.2.2.1), l'intero edificio viene collegato in rete, in modo da poter gestire l'automazione dei locali, il sistema di misura M bus e gli impianti di riscaldamento-aerazione-climatizzazione e segnalazione guasti, attraverso calcolatori efficienti. Al livello gestionale avviene anche l'archiviazione dei dati. La registrazione continua dei dati permette di elaborare dei calcoli relativi al consumo energetico oltre a permettere la regolazione ottimale degli impianti degli edifici.

A livello automazione si trovano i veri e propri dispositivi di controllo. Sempre più spesso vengono utilizzati le stazioni DCC (direct digital control), che implementano dal punto di vista software tutte le funzioni di regolazione e commutazione. Al livello automazione sono gestiti anche tutti i tipi di funzionamento, i parametri di regolazione, i valo-

ri nominali, i tempi di commutazione, i valori limite per gli allarmi e il relativo software.

Al livello più basso, cioè al livello campo, si trovano gli apparecchi di campo, come attuatori e sensori. Questi rappresentano l'interfaccia tra le funzioni di comando e regolazione e il processo. Gli attuatori trasformano un segnale elettrico in un'altra grandezza fisica (motori, valvole ecc.). I sensori trasformano una grandezza fisica in un segnale elettrico (sensore di temperatura, interruttore di fine corsa ecc.).

A causa del collegamento in rete delle stazioni DDC e dell'integrazione nei sistemi per la supervisione dell'edificio ad esse collegate, l'intero sistema risulta esposto ai disturbi causati da correnti da fulmine e sovratensioni. Tali disturbi possono causare un guasto dell'intero sistema di controllo dell'illuminazione, della climatizzazione o del riscaldamento; questo non determina solo principalmente costi di natura tecnologica, ma anche costi relativi alle conseguenze del guasto sull'impianto. Possono ad esempio determinarsi significativi incre-

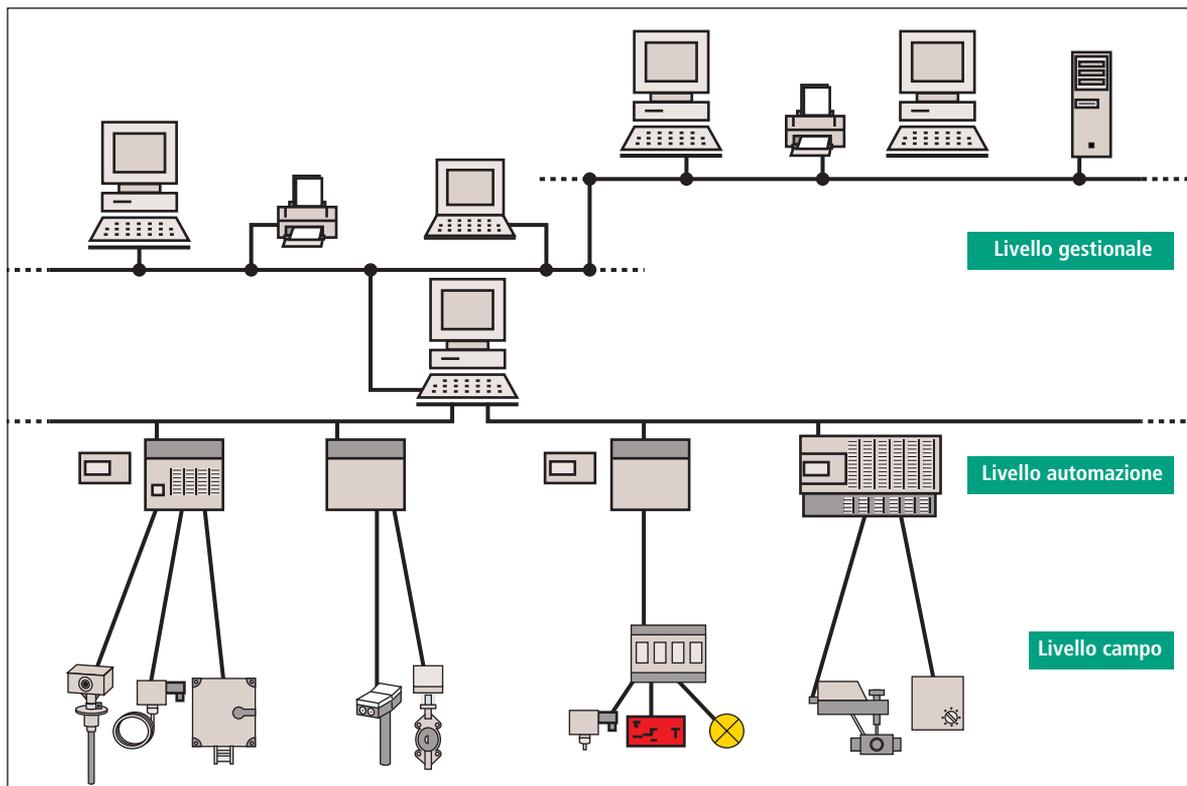


Figura 8.2.2.1 Modello dei vari livelli di edificio

menti di costi dell'energia, dal momento che non possono più essere analizzati e ottimizzati i carichi di punta per effetto dei guasti dell'elettronica di comando. Se nell'automazione dell'edificio sono integrati i processi di produzione, i guasti sull'automazione dell'edificio possono portare a perdite di produzione e quindi anche a perdite economiche consistenti. Per garantire la continuità di servizio del sistema, sono necessarie misure di protezione orientate al rischio da controllare.

8.2.3 Sistemi di cablaggio generico (reti informatiche EDP, impianti di telecomunicazione)

La norma europea EN 50173 "Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio generici" definisce un sistema di cablaggio universale che può essere utilizzato in siti con uno o più edifici. Tratta i cablaggi con cavi simmetrici in rame e in fibra ottica. Questo cablaggio universale supporta una vasta gamma di servizi incluso fonia, dati, messaggi e immagine.

Questa norma prevede:

- ⇒ un sistema di cablaggio indipendente dall'applicazione, universalmente applicabile ed un mercato aperto per i componenti di cablaggio (attivi e passivi),
- ⇒ al committente una topologia di cablaggio flessibile, che permette di eseguire modifiche in modo facile ed economico,
- ⇒ una guida per l'installazione dei cablaggi a beneficio dei costruttori di edifici, prima che siano noti gli specifici requisiti (cioè già durante la progettazione, indipendentemente da quale piattaforma verrà in seguito installata),

⇒ un sistema di cablaggio a beneficio dell'industria e degli enti di normazione, in grado di supportare sia prodotti attuali che gli sviluppi di prodotti futuri.

Il cablaggio universale è composto dai seguenti elementi funzionali:

- ⇒ Armadio di distribuzione a livello campus (CD)
- ⇒ Dorsale di comprensorio,
- ⇒ Armadio di distribuzione a livello edificio (BD),
- ⇒ Dorsale di edificio,
- ⇒ Armadio di distribuzione a livello piano (FD),
- ⇒ Cablaggio orizzontale,
- ⇒ Cassetta di distribuzione per cavi (a scelta) (CP),
- ⇒ Terminale utente (TO).

Gruppi di queste unità funzionali sono intercollegate per formare dei sottosistemi di cablaggio.

Un sistema di cablaggio universale è composto da tre sottosistemi: cablaggio primario, cablaggio verticale e cablaggio orizzontale. I sottosistemi del cablaggio formano, come mostrato nella **figura 8.2.3.1**, una struttura di cablaggio. Con l'aiuto dei relativi armadi di distribuzione possono essere realizzate varie topologie di rete come bus, stella, albero e anello.

Il sottosistema di dorsale campus connette l'armadio di distribuzione a livello campus armadi di distribuzione di edificio. Se necessario, contiene i cavi di dorsale di primo livello, con i relativi punti di connessione (armadio di distribuzione a livello campus e edificio) e le unità di ripartizione nell'armadio di distribuzione di comprensorio.

Il sottosistema di dorsale di edificio si estende dagli armadi di edificio fino agli armadi di distribuzione

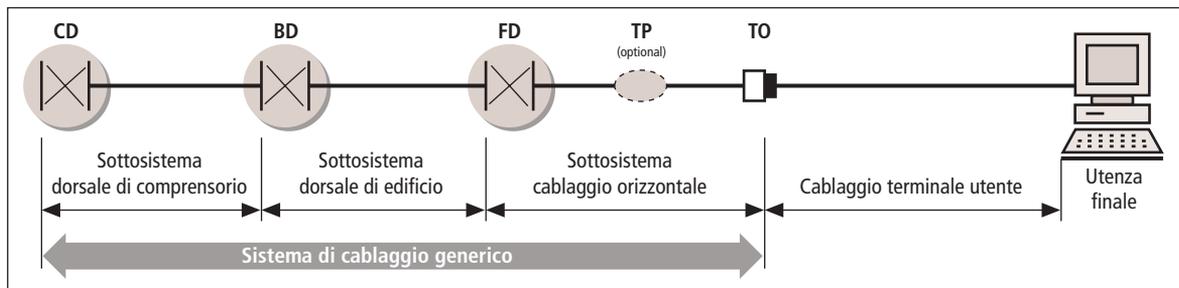


Figura 8.2.3.1 Cablaggio generico

di piano. Il sottosistema contiene i cavi di dorsale di edificio, i relativi punti di connessione (sugli armadi di edificio e di distribuzione di piano) e le unità di ripartizione nell'armadio di distribuzione di piano.

Il sottosistema di cablaggio orizzontale si distende dall'armadio di distribuzione di piano fino alle prese telematiche connesse.

Il sottosistema contiene i collegamenti orizzontali, i suoi punti di connessione sull'armadio di distribuzione di piano, il permutatore nell'armadio di distribuzione di piano e le connessioni telematiche.

Tra l'armadio di distribuzione di campus e l'armadio di distribuzione di piano vengono di solito utilizzati dei cavi in fibra ottica come collegamento dati. Quindi, per il lato campus, non sono necessari scaricatori di sovratensione (SPD). Se, tuttavia, i cavi in fibra ottica contengono una guaina di protezione metallica contro i roditori, questa deve essere integrata nel sistema di protezione antifulmini. Le componenti attive per la distribuzione della fibra ottica vengono tuttavia alimentate a 230 V. Qui possono essere impiegati degli SPD specifici per sistemi di alimentazione.

La dorsale di edificio (dall'armadio di edificio all'armadio di piano) viene attualmente cablato per la

trasmissione dati, quasi esclusivamente in fibra ottica.

Per la trasmissione vocale (telefono) si usano invece ancora cavi in rame simmetrici.

Per il cablaggio terziario (tra armadio di distribuzione del piano e apparecchio finale) si utilizzano attualmente, tranne alcune eccezioni, dei cavi in rame simmetrici.

Per lunghezze di cavo di ca. 500 m (dorsale di edificio) o 90 m (cablaggio orizzontale) in caso di fulminazione diretta possono essere indotte nell'edificio elevate tensioni longitudinali (Figura 8.2.3.2), che potrebbero superare la capacità di isolamento dei router oppure delle schede ISDN nel PC. Per questo motivo devono essere previsti sia sull'armadio di edificio/piano (hub, switch, router), sia sull'apparecchio finale (TO) delle misure di protezione.

I dispositivi di protezione necessari devono essere scelti in base al sistema di rete.

Le applicazioni più comuni sono:

- ⇒ Token Ring,
- ⇒ Ethernet 10 base T,
- ⇒ Fast Ethernet 100 base TX,
- ⇒ Gigabit Ethernet 1000 base TX.

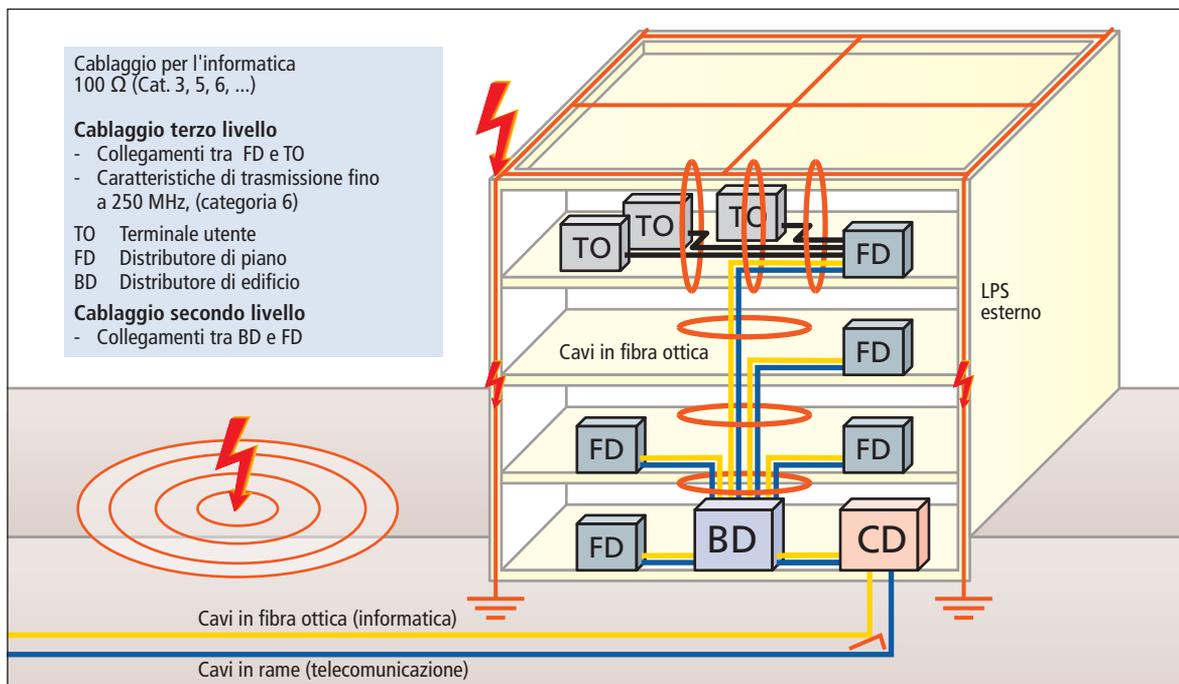


Figura 8.2.3.2 Effetti da fulmine in un cablaggio IT

8.2.4 Circuiti di misura a sicurezza intrinseca

In tutti i settori dell'industria, nei quali durante la lavorazione o il trasporto di sostanze infiammabili si creano gas, vapori, nebbie o polveri, che mescolandosi all'aria possono formare un'atmosfera esplosiva in quantità pericolosa, devono essere prese delle misure particolari per la protezione contro il rischio di esplosione.

In dipendenza dalla possibilità e dalla durata del verificarsi di una miscela esplosiva, i settori dell'impianto Ex vengono suddivisi in zone - cosiddette zone Ex.

Zone Ex:

le aree, nelle quali si creano delle miscele esplosive attraverso, ad esempio, gas, vapori o nebbie, vengono suddivise in zone Ex da 0 fino a 2, e nelle zone Ex dove si possono creare delle miscele esplosive causate da polveri, denominate zone 20 fino a 22. A seconda della capacità di innesco delle sostanze infiammabili presenti nel relativo settore di utilizzo, vengono distinti i gruppi di esplosione I, IIA, IIB e IIC, per i quali sono state fissate diverse curve di limite di innesco. La curva di limite di innesco, dipendente dal comportamento di innesco della sostanza infiammabile in esame, fornisce il valore massimo per la tensione e la corrente di esercizio.

Il gruppo di esplosione IIC contiene le sostanze più propense all'innesco, ad esempio idrogeno e acetilene. Queste sostanze possiedono, in caso di riscaldamento, diverse temperature di innesco, che sono definite in base alle classi di temperatura (T1..., T6).

Per evitare che le apparecchiature elettriche formino delle sorgenti di innesco nell'atmosfera esplosiva, queste devono essere equipaggiate in diversi tipi di protezione. Un tipo di protezione da innesco, che trova applicazione in tutto il mondo, in particolare nella tecnologia di comando, misura e regolazione, è la sicurezza intrinseca Ex(i).

Protezione da innesco a sicurezza intrinseca:

Il modo di protezione da innesco a sicurezza intrinseca si basa sul principio della limitazione di corrente e tensione nel circuito elettrico. L'energia del circuito o di una parte del circuito, che è in grado di fare innescare un'atmosfera esplosiva, viene mantenuta così bassa, che né attraverso una scintilla né attraverso un riscaldamento di superficie degli elementi elettrici, si possa verificare l'innesco dell'atmosfera esplosiva circostante. A parte la

tensione e la corrente delle apparecchiature elettriche, le induttanze e le capacità, che agiscono come accumulatori di energia nell'intero, circuito devono essere limitate a valori massimi sicuri.

Per quanto riguarda il funzionamento sicuro ad esempio di un circuito CMR, questo significa, che né le scintille che si creano durante l'apertura e chiusura dei circuiti negli ambienti industriali (ad esempio il contatto di commutazione inserito in un circuito a sicurezza intrinseca), né le scintille che si verificano in caso di guasto (ad esempio cortocircuito o dispersione verso terra), devono essere in grado di innescare la combustione. Inoltre, sia per il funzionamento normale, che per il caso di guasto, deve poter essere escluso un innesco causato dal riscaldamento eccessivo delle apparecchiature che si trovano all'interno del circuito a sicurezza intrinseca e dei relativi conduttori.

In linea di principio, quindi, il sistema di protezione da innesco a sicurezza intrinseca viene limitato ai circuiti elettrici a bassa potenza. Questi sono i circuiti tipicamente usati nelle tecnologie di comando, misura e regolazione nonché nei sistemi di elaborazione dati. La sicurezza intrinseca ottenibile attraverso la limitazione dell'energia disponibile nel circuito si riferisce - rispetto ad altri sistemi di protezione contro il pericolo di esplosione - non a singoli apparecchi, ma all'intero circuito. Ne derivano alcuni vantaggi consistenti rispetto ad altri modi di protezione.

Per prima cosa, non sono necessari, per le apparecchiature elettriche utilizzate sul campo, costose costruzioni speciali, come ad esempio incapsulamento a prova di pressione oppure annegamento in resina fusa.

Inoltre, la sicurezza intrinseca è l'unico tipo di protezione da innesco che permette all'utilizzatore di lavorare sotto tensione su tutti gli impianti, senza limitazioni nei locali a rischio di esplosione.

Il vantaggio economico per l'utilizzo di circuiti a sicurezza intrinseca è basato sul fatto che anche nella zona Ex possono essere utilizzate apparecchiature passive non certificate Ex solitamente richieste nelle zone Ex. Perciò questo tipo di protezione Ex è anche uno dei tipi di installazione più facili.

Nei sistemi di comando, misura e regolazione la sicurezza intrinseca ha quindi un'importanza considerevole, specialmente con l'utilizzo crescente dei sistemi di automazione elettronici.

Tuttavia, la sicurezza intrinseca pone dei requisiti più stringenti al progettista / costruttore dell'impianto rispetto agli altri tipi di protezione contro il rischio di esplosione.

La sicurezza intrinseca di un circuito non è solo dipendente dal rispetto delle condizioni di costruzione delle singole apparecchiature, ma anche dal corretto collegamento di tutte le apparecchiature nel circuito a sicurezza intrinseca e dalla corretta installazione.

Sovratensioni transienti nella zona Ex:

Il modo di protezione da innesco a sicurezza intrinseca considera tutti gli accumulatori di energia elettrica presenti nel sistema, ma non le sovratensioni accoppiate dall'esterno, ad esempio attraverso scariche atmosferiche.

Le sovratensioni accoppiate si creano in impianti industriali a larga superficie soprattutto attraverso fulminazioni ravvicinate e remote. Durante una fulminazione diretta la caduta di tensione provoca sull'impianto di messa a terra un aumento di potenziale in una misura compresa da 10 fino a 100 kV. Questo aumento di potenziale agisce come differenza di potenziale su tutte le apparecchiature collegate ad altre apparecchiature situate a distanza. Queste differenze di potenziale sono nettamente maggiori della tenuta all'isolamento delle singole apparecchiature e possono facilmente provocare una scarica pericolosa.

Per le fulminazioni distanti sono soprattutto le sovratensioni accoppiate nei conduttori, che possono distruggere i circuiti di ingresso delle apparecchiature elettroniche a causa dei disturbi trasversali (tensione differenziale tra i fili).

Classificazione dei mezzi di servizio nelle categoria ia o ib

Un aspetto fondamentale per la protezione contro il pericolo di esplosione del modo di protezione a sicurezza intrinseca è quello di sapere se questa sarà affidabile per quanto riguarda il rispetto dei limiti di tensione e di corrente, anche in presenza di determinati guasti.

Si possono distinguere due categorie per quanto riguarda l'affidabilità.

La categoria ib specifica che al verificarsi di un guasto in un circuito a sicurezza intrinseca, la sicurezza intrinseca deve essere mantenuta.

La categoria ia richiede, che al verificarsi di due guasti indipendenti tra loro, la sicurezza intrinseca venga mantenuta.

L'attribuzione del BLITZDUCTOR XT o DEHNconnect DCO alla categoria ia, rappresenta quindi la categoria più alta. Quindi il BLITZDUCTOR può essere utilizzato anche insieme ad altre apparecchiature, installate nelle zone ex 0 e 20. Particolare attenzione deve essere posta alle particolari condizioni delle zone ex 0 e 20 che devono essere chiarite caso per caso.

Nella figura 8.2.4.1 è illustrato il principio di applicazione dei SPD in un circuito CMR

Valori massimi di corrente I_0 , tensione U_0 , induttanza L_0 e capacità C_0

Nel passaggio tra una zona Ex e zona non-Ex/zona sicura, per la separazione di queste due zone distinte vengono utilizzate delle barriere di sicurezza o delle interfacce con circuito di uscita Ex(i).

I valori di sicurezza massimi di una barriera di sicurezza o di una interfaccia con un circuito di uscita

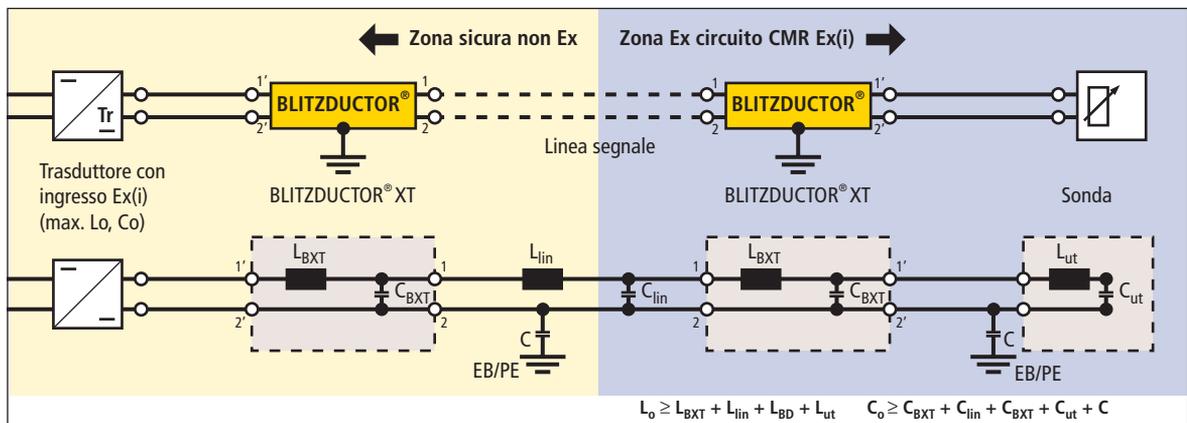


Figura 8.2.4.1 Calcolo di L_0 e C_0



Ex(i) sono stabiliti da un certificato di prova rilasciato da un ente autorizzato:

- ⇒ tensione di uscita massima U_0
- ⇒ corrente di uscita massima I_0
- ⇒ induttanza esterna massima L_0
- ⇒ capacità esterna massima C_0

Il progettista/costruttore deve verificare in ogni singolo caso se questi valori di sicurezza massimi permessi vengono rispettati dalle apparecchiature collegate al circuito a sicurezza intrinseca (cioè i dispositivi di campo, i conduttori e gli SPD). I relativi valori sono riportati sulla targhetta dell'apparecchiatura o sul certificato di prova e omologazione.

Classificazione in gruppi di esplosione

Gas, vapori e nebbie esplosivi vengono classificati secondo l'energia della scintilla necessaria per l'incendio della miscela con la massima capacità esplosiva - a contatto con l'aria.

Le apparecchiature vengono classificate a seconda dei gas con i quali vengono utilizzate.

Il gruppo II vale per tutti i settori di impiego, ad es. l'industria chimica, la lavorazione di carbone o cereali, tranne l'industria mineraria.

Il pericolo di esplosione è massimo nel gruppo II C, dal momento che in questo gruppo viene considerata una miscela con la più bassa energia di scintilla.

La certificazione del BLITZDUCTOR per il gruppo di esplosione IIC soddisfa quindi i requisiti massimi, cioè più sensibili, per una miscela di idrogeno e aria.

Classificazione in classi di temperatura

In presenza di un'atmosfera in grado di esplodere a causa di una superficie calda di un'apparecchiatura, per l'innesco dell'esplosione è necessaria una temperatura minima tipica della sostanza utilizzata. La temperatura di innesco è una caratteristica

tipica di ogni materiale, che caratterizza il comportamento di innesco di gas, vapori o polveri su superfici calde. Per ragioni economiche quindi, i gas e vapori vengono suddivisi in determinate classi di temperatura. La classe di temperatura T6 indica che la temperatura di superficie massima dell'elemento non deve superare in caso di esercizio come in caso di guasto gli 85 °C, mentre la temperatura di innesco dei gas e vapori deve essere superiore a 85 °C.

Con la classificazione T6, BLITZDUCTOR CT soddisfa anche da questo punto di vista i massimi requisiti stabiliti.

A seconda del certificato di conformità della KEMA devono essere osservati anche i seguenti parametri.

Criteri di scelta per SPD - BLITZDUCTOR XT

Con l'esempio del BLITZDUCTOR XT, BXT ML4 BD EX 24 vengono di seguito spiegati i criteri di scelta specifici per questo componente (Figure 8.2.4.2a e 8.2.4.2b). Tale componente possiede un certificato di conformità emesso dalla KEMA.

Il dispositivo di protezione dalle sovratensioni ha la seguente classificazione:

II 2(1) G EEx ia IIC T4, T5, T6.

Questa classificazione specifica:

II Gruppo di apparecchio - l'SPD può essere utilizzato in tutti i settori, escluse le miniere (industria mineraria).

2 (1) G Categoria di apparecchio - con atmosfera gassosa in grado di esplodere, l'SPD può essere installato in zona Ex 1 e anche su conduttori dalla zona 0 (per la protezione di apparecchi finali nella zona 0)



Figura 8.2.4.2a SPD a sicurezza intrinseca

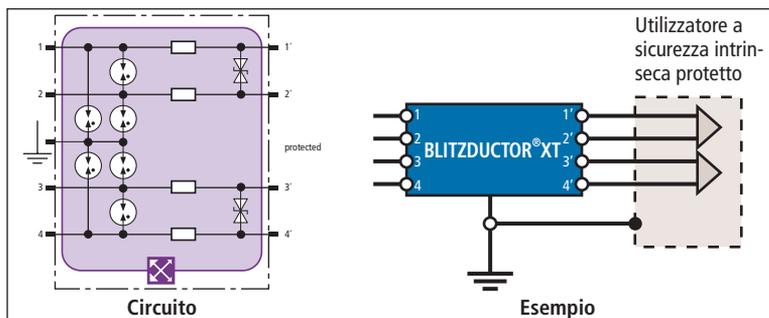


Figura 8.2.4.2b Schema di principio BXT ML4 BD EX 24

EEx L'ente di prova certifica la corrispondenza di questa apparecchiatura elettrica con le norme europee armonizzate

CEI EN 60079-0: Regole generali

EN 50020: sicurezza intrinseca "i"

Il dispositivo BLITZDUCTOR CT è stato sottoposto con successo alla prova di tipo.

ia tipo di protezione da innesco - l'SPD controlla anche la combinazione di due guasti qualsiasi nel circuito a sicurezza intrinseca, senza determinare un innesco

IIC gruppo di esplosione - l'SPD risponde ai requisiti del gruppo di esplosione IIC e può essere utilizzato anche con gas esplosivi come idrogeno o acetilene.

T4 tra -40 °C e +80 °C

T5 tra -40 °C e +75 °C

T6 tra -40 °C e +60 °C

Altri dati elettrici importanti:

⇒ massima induttanza esterna (L_0) e massima capacità esterna (C_0):

grazie alla particolare scelta di componenti nel SPD BLITZDUCTOR XT, i valori di induttanza e

capacità interna, dei singoli componenti risulta trascurabile.

⇒ massima corrente di ingresso (I_i):

la corrente massima permessa che può essere immessa attraverso i terminali di connessione è di 500 mA, senza che la sicurezza intrinseca venga compromessa.

⇒ massima tensione in ingresso (U_i):

la tensione massima che può essere applicata all'SPD BLITZDUCTOR XT, è di 30 V, senza che la sicurezza intrinseca venga compromessa.

Tenuta all'isolamento

L'isolamento tra un circuito a sicurezza intrinseca e il telaio dell'apparecchiatura o di altre parti che possono essere collegate a terra, deve solitamente resistere ad un valore effettivo di tensione alternata di prova, doppio rispetto alla tensione del circuito a sicurezza intrinseca oppure 500 V, a seconda del valore più alto dei due.

Le apparecchiature con resistenza di isolamento < 500 V AC devono essere collegate a terra.

Le apparecchiature a sicurezza intrinseca (ad es. cavi, trasduttori per misurazione, sensori ecc.) hanno generalmente una tenuta all'isolamento > 500 V AC (**Figura 8.2.4.3**).

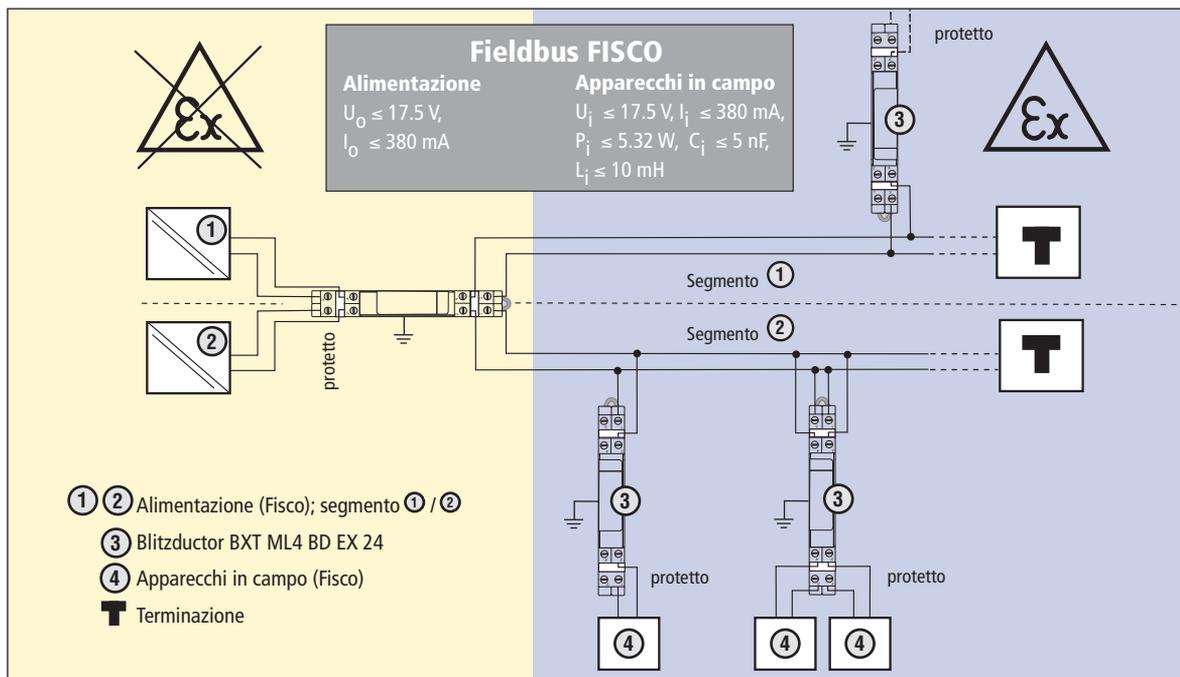


Figura 8.2.4.3 SPD in impianti a rischio di esplosione – Tenuta all'isolamento > 500 V AC

I circuiti a sicurezza intrinseca devono essere messi a terra, quando questo risulta necessario per ragioni di sicurezza. Essi possono essere collegati a terra, se questo è necessario, per ragioni di funzionamento. Il collegamento a terra deve essere effettuata su un solo punto attraverso il collegamento con il sistema equipotenziale. Gli SPD con tensione continua d'innescò verso terra < 500 V DC, costituiscono una messa a terra del circuito a sicurezza intrinseca.

Se la tensione continua d'innescò dell'SPD è > 500 V DC, il circuito a sicurezza intrinseca viene considerato come non messo a terra. Questo requisito viene soddisfatto dal BLITZDUCTOR XT, BXT BD EX 24.

Per coordinare la resistenza dielettrica alle tensioni degli apparecchi da proteggere (trasduttore di misurazione e sensore) con il livello di protezione dell'SPD è necessario accertarsi che la tenuta all'isolamento degli apparecchi da proteggere sia nettamente superiore ai requisiti per la tensione alternata di prova 500 V AC.

Per non peggiorare il livello di protezione causato dalla caduta di tensione prodotta dalla corrente di disturbo scaricata attraverso il collegamento a terra, è necessario realizzare un collegamento equipotenziale coerente tra l'apparecchio da proteggere e l'SPD.

La **figura 8.2.4.4** illustra un particolare caso di applicazione. Questo caso di applicazione si verifica quando l'apparecchio finale da proteggere ha una tenuta all'isolamento < 500 V AC. In questo caso il circuito di misura a sicurezza intrinseca non è separato da terra.

Come SPD nella zona Ex viene utilizzato un BLITZDUCTOR XT, BXT ML4 BE, che realizza un livello di protezione tra fili e terra/collegamento equipotenziale nettamente inferiore a 500 V. Questo è necessario in questo caso di applicazione, dal momento

che la tenuta all'isolamento del trasduttore per misurazione è < 500 V AC.

Questo esempio illustra in particolare l'importanza dell'analisi comune delle condizioni di sicurezza intrinseca e della protezione da sovratensioni secondo EMC, che nella tecnica degli impianti, deve essere armonizzata.

Messa a terra/collegamento equipotenziale

Nella zona Ex dell'impianto è necessario assicurare un collegamento equipotenziale coerente ed una magliatura dell'impianto di terra.

La sezione del conduttore di terra dell'SPD per il collegamento equipotenziale non deve essere inferiore a 4 mm² Cu.

Installazione di un'SPD BLITZDUCTOR CT in circuiti Ex(i)

Le definizioni normative per circuiti Ex(i) dal punto di vista della protezione contro l'esplosione e della compatibilità elettromagnetica (EMC) contengono posizioni diverse; questo crea spesso dei dubbi a progettisti e i costruttori.

Nel capitolo 9 "Protezione contro i fulmini e sovratensioni per circuiti a sicurezza intrinseca" vengono elencati i più importanti criteri per la sicurezza intrinseca e per la protezione da sovratensioni secondo EMC negli impianti; questo permette di individuare l'interazione tra i due profili.

8.2.5 Particolarità nell'installazione di SPD

L'effetto di protezione degli SPD su un apparecchio da proteggere viene assicurato, quando una sorgente di disturbo viene ridotta ad un valore inferiore al limite di immunità e superiore alla tensione di esercizio massima dell'apparecchio da proteggere. Generalmente l'effetto di protezione di uno scaricatore viene indicato dal costruttore

attraverso il livello di protezione U_p (vedere EN 61643-21). L'efficacia di un dispositivo di protezione dipende, tuttavia, da ulteriori parametri, che sono dettati dall'installazione. Durante il processo di scarica, il flusso di corrente attraverso l'impianto (ad es. L e R del con-

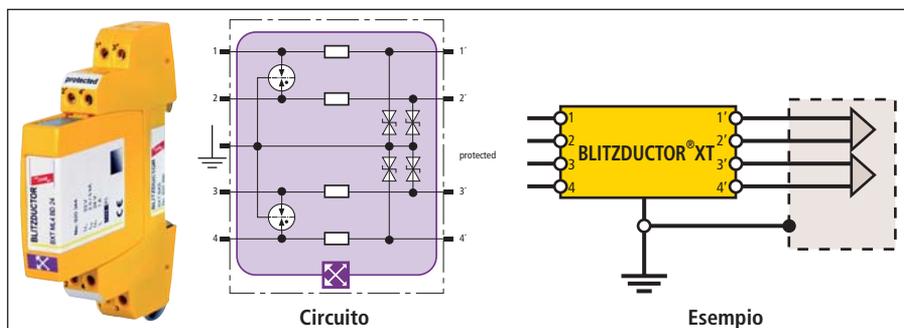


Figura 8.2.4.4 Esempio di applicazione – Tenuta all'isolamento < 500 V AC

duttore equipotenziale) può provocare una caduta di tensione $U_L + U_R$, che deve essere sommata a U_p e che produce come risultato la tensione residua sull'apparecchio finale U_r .

$$U_r = U_p + U_L + U_R$$

Le seguenti condizioni permettono una protezione dalle sovratensioni ottimale

- ⇒ La tensione massima d'esercizio U_c dell'SPD dovrebbe essere di poco superiore alla tensione a vuoto del sistema
- ⇒ U_p dell'SPD dovrebbe essere il più piccolo possibile, in modo che cadute di tensioni supplementari attraverso l'installazione, abbiano meno effetto
- ⇒ Il collegamento equipotenziale dovrebbe essere eseguito con l'impedenza più bassa possibile
- ⇒ Un'installazione dell'SPD il più vicino possibile all'apparecchio finale, ha un effetto positivo sulla tensione residua

Esempi di installazione:

Esempio 1: installazione corretta (Figura 8.2.5.1)

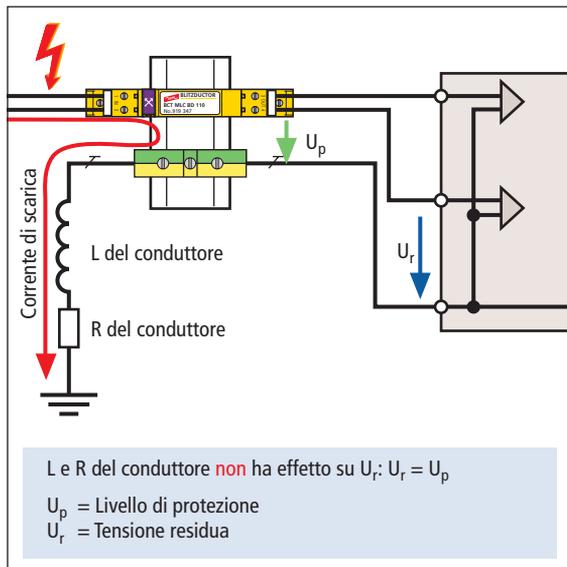


Figura 8.2.5.1 Installazione corretta

L'utilizzatore finale viene collegato direttamente a terra solo attraverso il punto di messa a terra dello scaricatore. Questo ha come conseguenza che l' U_p dell'SPD risulta di fatto anche per l'utilizzatore finale. Questa installazione risulta la più favorevole per la protezione dell'apparecchio finale.

$$U_r = U_p$$

$U_L + U_R$ non hanno effetto

Esempio 2: installazione più frequente (Figura 8.2.5.2)

L'utilizzatore finale viene messo a terra direttamente attraverso il terminale di messa a terra dello scaricatore e i conduttori PE connessi. Di conseguenza una parte della corrente impulsiva, a seconda del rapporto di impedenza, viene scaricata attraverso il collegamento con l'apparecchio finale. Per evitare un accoppiamento del disturbo dal conduttore equipotenziale verso i fili protetti e per mantenere piccola la tensione residua, questo collegamento deve essere realizzato separatamente e deve avere una impedenza molto bassa (ad es. pannelli di montaggio metallici). Questa forma di installazione rappresenta la pratica di installazione comune per gli apparecchi finali di categoria I.

$$U_r = U_p + U_v$$

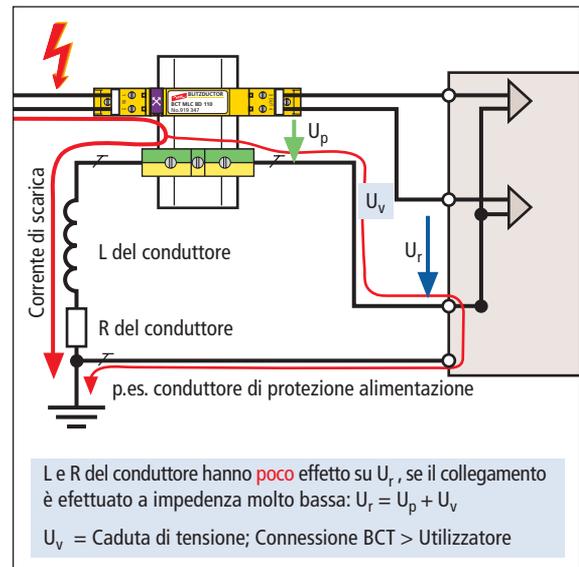


Figura 8.2.5.2 Installazione più frequente

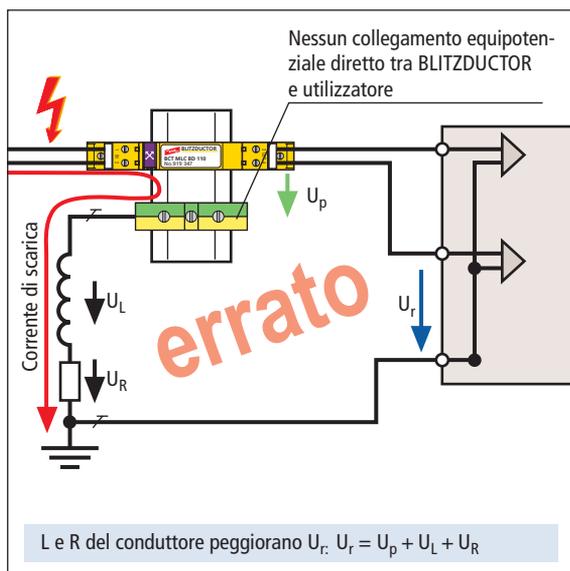


Figura 8.2.5.3 Collegamento equipotenziale eseguito in modo errato

Esempio 3: collegamento equipotenziale errato (Figura 8.2.5.3)

L'utilizzatore finale viene messo a terra solo tramite, ad esempio, il conduttore di protezione. Non esiste alcun collegamento equipotenziale a bassa impedenza verso il dispositivo di protezione. Il percorso del conduttore equipotenziale dal dispositivo di protezione fino al punto di connessione del conduttore di protezione dell'apparecchio finale (ad es. barra equipotenziale) influisce notevolmente sulla tensione residua. A seconda della lunghezza del cavo possono verificarsi delle cadute di tensione fino ad alcuni kV, che si sommano a U_p e che possono portare alla distruzione dell'utenza finale.

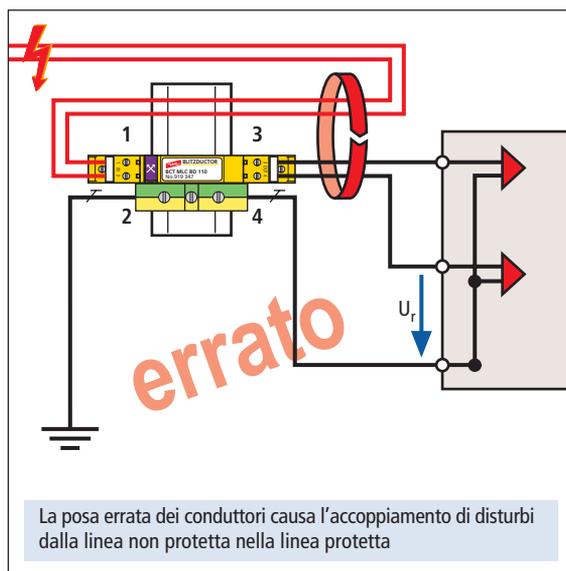


Figura 8.2.5.4 Posa dei conduttori errata

$$U_r = U_p + U_L + U_R$$

Esempio 4: posa del conduttore errata (Figura 8.2.5.4)

Anche se il collegamento equipotenziale è eseguito bene, una posa errata del conduttore può portare ad un peggioramento dell'effetto di protezione fino al danneggiamento degli utilizzatori finali. Se non viene mantenuta una restrittiva separazione o schermatura del conduttore non protetto a monte dell'SPD e del conduttore protetto a valle dell'SPD, a causa di campi magnetici si potrebbe

Tipo dell'installazione	Distanza		
	Senza separazione o separazione non metallica	Separazione in alluminio	Separazione in acciaio
Conduttori di bassa tensione non schermati conduttori di telecomunicazione non schermati	200 mm	100 mm	50 mm
Conduttori di bassa tensione non schermati e conduttori di telecomunicazione schermati	50 mm	20 mm	5 mm
Conduttori di bassa tensione schermati e conduttori di telecomunicazione non schermati	30 mm	10 mm	2 mm
Conduttori di bassa tensione schermati e conduttori di telecomunicazione schermati	0 mm	0 mm	0 mm

Tabella 8.2.5.1 Separazione dei conduttori di telecomunicazione e di bassa tensione secondo EN 50174-2

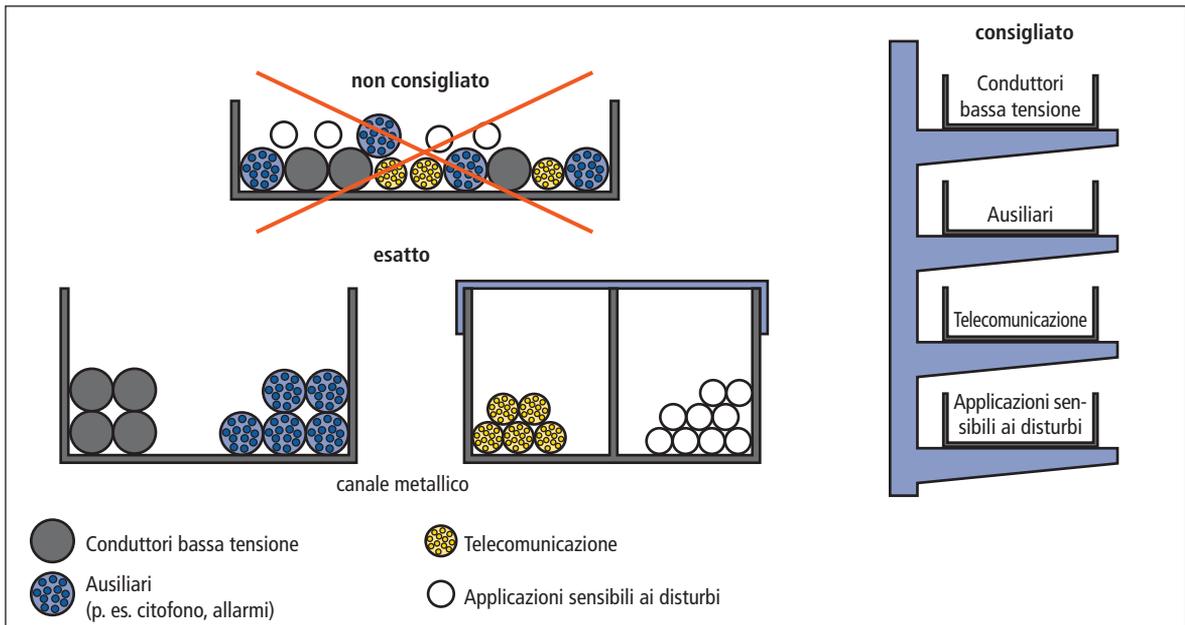


Figura 8.2.5.5 Separazione dei cavi nei canali

avere un accoppiamento di disturbi sul conduttore protetto.

Schermatura

La schermatura dei cavi è descritta in 7.3.1

Suggerimenti per l'installazione:

L'utilizzo di schermature o di canali metallici diminuisce l'interazione tra i conduttori e l'ambiente circostante. Per i cavi schermati deve essere osservato quanto segue:

- ⇒ messa a terra dello schermo da un lato diminuisce l'irradiazione di campi elettrici
- ⇒ messa a terra dello schermo ad entrambi i lati diminuisce l'irradiazione di campi elettromagnetici
- ⇒ contro i campi magnetici a bassa frequenza le schermature tradizionali non offrono una protezione rilevante

Suggerimenti:

Gli schermi dovrebbero essere continui tra gli impianti informatici, presentare una resistenza di

accoppiamento bassa ed essere a contatto per l'intera circonferenza del cavo. Lo schermo deve avvolgere completamente i conduttori o i cavi. Le interruzioni di schermo e i collegamenti a terra ad alta impedenza, ma anche cosiddette "treccie" dovrebbero essere evitati.

In quale misura i conduttori in bassa tensione influenzano i conduttori di telecomunicazione dipende da diversi fattori. I valori indicativi per le distanze verso conduttori in bassa tensione sono descritti nella EN 50174-2. Per una lunghezza di linea inferiore a 35 m non è generalmente necessario rispettare una distanza di separazione. In tutti gli altri casi, vale la separazione indicata nella **tabella 8.2.5.1**:

Si raccomanda di posare i conduttori di telecomunicazione in canaline metalliche collegate elettricamente continue e completamente chiuse. I sistemi di canaline metalliche dovrebbero essere connessi a terra a bassa impedenza il più spesso possibile, in ogni caso almeno all'inizio e alla fine della canalina stessa (**Figura 8.2.5.5**).