

Progetto

C. 1326

Data Scadenza Inchiesta

17-12-2023

Data Pubblicazione

2023-10

Classificazione

64-8/4

Titolo

**Impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1 000 V in
corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua
Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza**

Title

**Low-voltage electrical installations
Part 4: Protection for safety**



INDICE

		PREMESSA	5
PARTE	4	PRESCRIZIONI PER LA SICUREZZA	7
CAPITOLO	41	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRECTI	7
	410	INTRODUZIONE	8
	411	PROTEZIONE MEDIANTE INTERRUZIONE AUTOMATICA DELL'ALIMENTAZIONE	10
	412	PROTEZIONE MEDIANTE ISOLAMENTO DOPPIO O RINFORZATO	21
	413	PROTEZIONE MEDIANTE SEPARAZIONE ELETTRICA PER L'ALIMENTAZIONE DI UN SOLO APPARECCHIO UTILIZZATORE	24
	414	PROTEZIONE MEDIANTE BASSISSIMA TENSIONE: SELV E PELV	25
	415	PROTEZIONE ADDIZIONALE	29
	41	ALLEGATO A (NORMATIVO)	32
	41	ALLEGATO B (NORMATIVO)	34
	41	ALLEGATO C (NORMATIVO)	36
	41	ALLEGATO D (NORMATIVO)	39
CAPITOLO	42	PROTEZIONE CONTRO GLI EFFETTI TERMICI	40
	421	GENERALITÀ	40
	422	PROTEZIONE CONTRO GLI INCENDI	40
	422	ALLEGATO A (NORMATIVO)	45
	423	PROTEZIONE CONTRO LE USTIONI	46
	424	PROTEZIONE CONTRO I SURRISCALDAMENTI	46
CAPITOLO	43	PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE CONTRO LE SOVRACORRENTI	48
	431	GENERALITÀ	48
	432	NATURA DEI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE	48
	433	PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI SOVRACCARICO	50
	434	PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI CORTOCIRCUITO	52
	435	COORDINAMENTO TRA LA PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI E LA PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI	55
	436	LIMITAZIONE DELLE SOVRACORRENTI PER MEZZO DELLE CARATTERISTICHE DELL'ALIMENTAZIONE	56
CAPITOLO	44	PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI	57
	441	GENERALITÀ	57
	442	PROTEZIONE DEGLI IMPIANTI CONTRO I GUASTI TRA SISTEMI DI II E III CATEGORIA E LA TERRA	57
	443	PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI DI ORIGINE ATMOSFERICA O DOVUTE A MANOVRE	61
	443	ALLEGATO A (INFORMATIVO)	68
	443	ALLEGATO B (INFORMATIVO)	70
	444	PROTEZIONE CONTRO LE INFLUENZE ELETTROMAGNETICHE	71
	444	ALLEGATO A (INFORMATIVO)	73
CAPITOLO	45	PROTEZIONE CONTRO GLI ABBASSAMENTI DI TENSIONE	94
	451	PRESCRIZIONI GENERALI	94
CAPITOLO	46	SEZIONAMENTO E COMANDO	95
	460	INTRODUZIONE	95
	461	GENERALITÀ	95

	462 SEZIONAMENTO	96
	463 COMANDO FUNZIONALE	97
	464 INTERRUZIONE PER LA MANUTENZIONE NON ELETTRICA	99
	465 COMANDO ED ARRESTO DI EMERGENZA	100
CAPITOLO	47 APPLICAZIONE DELLE PRESCRIZIONI PER LA SICUREZZA	102
	470 GENERALITÀ	102
	471 (omesso)	102
	472 (omesso)	102
	473 MISURE DI PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI	102
CAPITOLO	48 CRITERI PER LA SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE SECONDO LE VARIE CONDIZIONI DI INFLUENZE ESTERNE	108
	481 CRITERI PER LA SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI SECONDO LE VARIE CONDIZIONI DI INFLUENZE ESTERNE	108
	482 SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE NEGLI AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO	110

PREMESSA

Questa Parte 4 "Prescrizioni per la sicurezza" della Norma CEI 64-8, fornisce le prescrizioni relative alle misure necessarie da adottare per garantire la sicurezza delle persone, animali e dei beni. In particolare sono trattate le prescrizioni riguardanti la protezione contro i contatti diretti ed indiretti, contro le sovracorrenti, e le prescrizioni riguardanti il sezionamento e il comando.

Si fa presente che nella successiva Parte 5 vengono fornite le prescrizioni relative alla scelta ed alla installazione dei componenti elettrici necessari per l'attuazione delle misure di protezione trattate in questa Parte 4.

La presente Parte 4 contiene i seguenti Capitoli:

- 41. Protezione contro i contatti diretti ed indiretti
- 42. Protezione contro gli effetti termici
- 43. Protezione delle condutture contro le sovracorrenti
- 44. Protezione contro le sovratensioni
- 45. Protezione contro gli abbassamenti di tensione
- 46. Sezionamento e comando
- 47. Applicazione delle prescrizioni per la sicurezza
- 48. Criteri per la scelta delle misure di protezione secondo le varie condizioni di influenze esterne

Questo fascicolo deve essere utilizzato congiuntamente alle altre 7 Parti che costituiscono la Norma CEI 64-8.

Note informative

Questa edizione della Norma CEI 64-8, rispetto alla precedente edizione, oltre ad alcune correzioni evidenziate con una riga a lato, sostituisce completamente i Capitoli 41 e 46.

Il Capitolo 41 è stato completamente sostituito e ristrutturato nella numerazione degli Articoli. È stata introdotta una tabella comparativa con gli articoli della edizione precedente. Si segnalano modifiche tecniche ai requisiti:

- di 411.3.1.2, relativi al collegamento di protezione;
- di 411.3.2.1 ora si richiede che il dispositivo che fornisce la disconnessione automatica in caso di guasto deve essere adatto al sezionamento almeno dei conduttori di linea;
- di 411.3.2.2, i tempi di disconnessione si applicano ora anche ai circuiti finali con una corrente nominale non superiore a 63 A con una o più prese;
- di 411.3.2.5, relativi ai casi in cui non è possibile utilizzare o un dispositivo di protezione da sovracorrente o un dispositivo di protezione differenziale (RCD), sono stati trasferiti in un allegato
- (allegato D) e modificati;
- la gamma di correnti nominali delle prese che devono essere dotate di una protezione aggiuntiva per mezzo di un interruttore differenziale (RCD) con una corrente nominale differenziale non superiore a 30 mA è stata estesa fino a 32 A, secondo 411.3.3;
- di 411.3.4 (nuovo articolo) richiede che i circuiti di illuminazione di un sistema TN o TT in singoli locali domestici siano dotati di protezione mediante un dispositivo di protezione differenziale con una corrente nominale differenziale non superiore a 30 mA;
- la nota al 411.4.4 fornisce ora i numeri di serie del prodotto e alcuni altri dettagli per gli interruttori differenziali da utilizzare in relazione ai requisiti previsti;
- di 411.6.2, relativo alla messa a terra delle parti conduttrici esposte nei sistemi IT, la condizione $R_A \times I_d \leq 120 \text{ V}$ per i sistemi in corrente continua è stata eliminata;
- di 411.6.3.1 per la protezione dai guasti nei sistemi IT;

- di 412.2.4.1 per le condutture che forniscono una protezione di base e una protezione in caso di guasto considerata conforme ai requisiti della misura di protezione dell'isolamento doppio o rinforzato.
- Sono introdotti gli allegati normativi: A “Disposizioni per protezione contro i contatti diretti (protezione principale)”, B “Protezione mediante ostacoli e mediante distanziamento” e C “Misure di protezione solo per applicazioni in cui l'installazione è sotto la sorveglianza o la supervisione di persone esperte o avvertite”.

Il Capitolo 42 introduce alcune varianti che riguardano il recepimento della norma del regolamento CPR con riferimento alla scelta dei cavi e alla loro classificazione.

Il Capitolo 46 è stato completamente sostituito e rivisto in modo da includere esclusivamente le prescrizioni generali per le misure di sezionamento e di comando ai fini della sicurezza di persone, animali e beni.

NOTA Nello stesso tempo, il testo della Sezione 537 è stato adattato per fornire le prescrizioni per l'adozione delle misure indicate nel Capitolo 41, insieme a quelle per il corretto funzionamento, in termini di scelta e di installazione degli apparecchi elettrici per il sezionamento ed il comando.

Le principali modifiche si riferiscono ai cavi, per i quali il 1° luglio 2017 sono entrate pienamente in vigore le disposizioni del Regolamento sui prodotti da costruzione ((UE) n. 305/2011 (CPR)) per quanto riguarda la Reazione al fuoco. Questi requisiti sono ora espressi con riferimento alle classi pertinenti secondo la Norma EN 13501-6¹⁾.

NOTA Il CPR armonizza i metodi di valutazione e di prova, i mezzi di dichiarazione della prestazione del prodotto e il sistema di valutazione della conformità dei prodotti da costruzione, ma NON i regolamenti edilizi nazionali. La scelta delle classi richieste per il particolare uso previsto è lasciata alle autorità di regolamentazione e ai committenti del settore pubblico/privato a livello nazionale. Tuttavia, è essenziale che tali classi richieste siano espresse in modo coerente (linguaggio tecnico) come utilizzato nelle specifiche tecniche armonizzate”.

1) Principali Norme CEI per cavi CPR: CEI UNEL 35016, CEI 20-13, CEI 20-38, CEI 20-45, CEI 20-107/3

4 Prescrizioni per la sicurezza

41 Protezione contro i contatti diretti e indiretti

Tabella di comparazione della numerazione degli articoli tra l'ottava edizione 2021 e l'attuale edizione.

CEI 64-8:2021	CEI 64-8:2023
410 Generalità	410 Introduzione
411 Protezione combinata contro i contatti diretti e indiretti	412.2 Prescrizioni per la protezione contro i contatti diretti e indiretti 414.2 Prescrizioni per la protezione contro i contatti diretti e indiretti
411.1 Protezione mediante bassissima tensione: SELV e PELV	414 Protezione mediante bassissima tensione: SELV e PELV
411.2 Protezione per limitazione della corrente e/o della carica elettrica (l'articolo contiene solo il Commento)	Non presente
411.3 Protezione in presenza di circuiti FELV	411.7 Protezione in presenza di circuiti FELV
412 Protezione contro i contatti diretti	411.2 Prescrizioni per la protezione contro i contatti diretti 413.2 Prescrizioni per la protezione contro i contatti diretti Allegato A Disposizioni per protezione contro i contatti diretti Allegato B Protezione mediante ostacoli e mediante distanziamento
412.1 Protezione mediante isolamento delle parti attive	A.1 Protezione mediante isolamento delle parti attive
412.2 Protezione mediante involucri o barriere	A.2 Protezione mediante involucri o barriere
412.3 Protezione mediante ostacoli	B.2 Protezione mediante ostacoli
412.4 Protezione mediante distanziamento	B.3 Protezione mediante distanziamento
412.5 Protezione addizionale mediante interruttori differenziali	415.1 Protezione addizionale mediante interruttori differenziali
413 Protezione contro i contatti indiretti	411.3 Prescrizione per la protezione contro i contatti indiretti 413.3 Prescrizione per la protezione contro i contatti indiretti
413.1 Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione	411 Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione
413.1.1 Generalità	411.1 Generalità
413.1.1.2 Messa a terra	411.3.1.1 Messa a terra
413.1.2 Collegamenti equipotenziali	
413.1.2.1 Collegamento equipotenziale principale	411.3.1.2 Collegamento equipotenziale principale
413.1.2.2 Collegamento equipotenziale supplementare	415.2 Protezione addizionale mediante collegamento equipotenziale supplementare
413.1.3 Sistemi TN	411.4 Sistemi TN
413.1.4 Sistemi TT	411.5 Sistemi TT
413.1.5 Sistemi IT	411.6 Sistemi IT
413.2 Protezione mediante componenti elettrici di Classe II o con isolamento equivalente	412 Misure di protezione: isolamento doppio o rinforzato
413.3 Protezione mediante luoghi non conduttori	C.1 Protezione mediante luoghi non conduttori
413.4 Protezione mediante collegamento equipotenziale locale non connesso a terra	C.2 Protezione mediante collegamento equipotenziale locale non connesso a terra
413.5 Protezione mediante separazione elettrica per l'alimentazione di un solo apparecchio utilizzatore	413 Protezione mediante separazione elettrica per l'alimentazione di un solo apparecchio utilizzatore
413.6 Protezione mediante separazione elettrica per l'alimentazione di più di un apparecchio utilizzatore	C.3 Protezione mediante separazione elettrica per l'alimentazione di più di un apparecchio utilizzatore
Non presente	Allegato D Disposizioni previste quando l'interruzione automatica, conforme a 411.3.2, non sia possibile

410 Introduzione

Il presente capitolo tratta delle applicazioni agli impianti elettrici della protezione contro lo shock elettrico. È basato sulla norma EN 61140, applicabile sia per le persone che per gli animali, e che fornisce i principi e le prescrizioni fondamentali comuni per gli impianti, per gli apparecchi e per il loro coordinamento. La regola principale della protezione contro lo shock elettrico, secondo la EN 61140, è che le parti attive pericolose non devono essere accessibili e che le parti conduttrici accessibili non devono essere in tensione in maniera da creare un pericolo, né in condizioni di funzionamento ordinario, né in caso di un primo guasto verso una massa.

Conformemente a quanto previsto all'articolo 4.2 della EN 61140, la protezione in condizioni di funzionamento ordinario è fornita dalle misure di protezione contro i contatti diretti (basic protective provisions) e la protezione in caso di un primo guasto verso una massa è fornita dalle misure di protezione contro i contatti indiretti (fault protective provisions).

In alternativa la protezione contro lo shock elettrico è fornita da una misura combinata in grado di fornire sia la protezione in condizioni di funzionamento ordinario sia la protezione in caso di un primo guasto verso una massa. Questa norma, in accordo alla Guida IEC 104 ha lo status di group safety publication (GSP) per la protezione contro lo shock elettrico.

410.1 Campo di applicazione

Il presente capitolo specifica i requisiti essenziali relativi alla protezione contro lo shock elettrico, e include la protezione contro i contatti diretti (basic protection) e la protezione contro i contatti indiretti (fault protection) di persone e animali. Tratta anche dell'applicazione e del coordinamento di queste prescrizioni in relazione alle influenze esterne.

Sono fornite inoltre prescrizioni per l'impiego della protezione addizionale in alcune situazioni.

410.2 Vuoto

410.3 Prescrizioni generali

410.3.1 Nella presente Sezione, quando non diversamente specificato, per le tensioni valgono le seguenti precisazioni:

- le tensioni in corrente alternata sono in valore efficace;
- le tensioni in corrente continua sono non ondulate.

Una tensione in c.c. è ritenuta convenzionalmente non ondulata quando il valore efficace dell'ondulazione sinusoidale non è superiore al 10% della componente continua.

Commento

410.3.1 *In caso di ondulazione non sinusoidale il valore massimo di picco non è superiore a 140 V per un sistema in c.c. con tensione nominale di 120 V, o a 70 V per un sistema in c.c. con tensione nominale di 60 V*

410.3.2 Una misura di protezione deve essere costituita da:

- un opportuno insieme di una misura per la protezione contro i contatti diretti (basic protection) e di una misura indipendente per la protezione contro i contatti indiretti (fault protection),

oppure

- una misura di protezione combinata che fornisca sia la protezione contro i contatti diretti sia la protezione contro i contatti indiretti.

La protezione addizionale è specificata come parte di una misura di protezione in certe condizioni di influenze esterne ed in certi ambienti speciali (si veda corrispondente Parte 7).

NOTA 1 Per applicazioni speciali, sono ammesse misure di protezione che non seguono questo principio (si veda quanto indicato in 410.3.5 ed in 410.3.6).

NOTA 2 Un esempio di misura di protezione combinata è costituito dall'isolamento rinforzato.

410.3.3 In ciascuna parte dell'impianto devono essere applicate una o più misure di protezione, tenendo conto delle condizioni di influenza esterne.

Sono ammesse generalmente le seguenti misure di protezione:

- interruzione automatica dell'alimentazione (articolo 411),
- isolamento doppio o rinforzato (articolo 412),
- separazione elettrica per l'alimentazione di un solo apparecchio utilizzatore (articolo 413),
- bassissima tensione (SELV e PELV) (articolo 414).

Le misure di protezione applicate nell'impianto devono essere tenute in considerazione durante la scelta e l'installazione delle apparecchiature.

Nel caso di impianti particolari si vedano i paragrafi da 410.3.4 a 410.3.9.

NOTA Negli impianti elettrici la misura di protezione maggiormente utilizzata consiste nell'interruzione automatica dell'alimentazione.

410.3.4 Per impianti o ambienti speciali, si devono applicare le misure di protezione particolare indicate nella corrispondente Parte 7.

410.3.5 Le misure di protezione specificate nell'Allegato B, vale a dire l'uso di ostacoli e distanziamento, devono essere utilizzate solo negli impianti accessibili a:

- persone esperte o avvertite, oppure
- persone sottoposte alla supervisione di personale esperto o avvertito.

410.3.6 Le misure di protezione, specificate nell'Allegato C, vale a dire:

- luogo non conduttore;
- collegamento equipotenziale di protezione locale non collegato a terra;
- separazione elettrica per l'alimentazione di più di un apparecchio utilizzatore.

possono essere applicate solo quando l'impianto è sottoposto alla supervisione di persone esperte o avvertite, in modo che non possano essere apportate modifiche non autorizzate.

410.3.7 Se determinate condizioni di una misura di protezione non sono soddisfatte, devono essere prese misure supplementari per assicurare, con misure combinate, lo stesso grado di sicurezza fornito da una completa corrispondenza a tali condizioni.

NOTA Un esempio di applicazione di questa prescrizione è riportata in 411.7.

410.3.8 Le varie misure di protezione possono essere applicate all'intero impianto elettrico, ad una sua parte o ad un singolo componente. Esse non devono influenzarsi a vicenda per evitare che il guasto di una misura di protezione possa compromettere le altre misure di protezione.

410.3.9 La protezione contro i contatti indiretti può essere omessa per i seguenti casi:

- mensole a muro per isolatori delle linee aeree, compresi i relativi accessori, se situate fuori portata di mano;
- pali di cemento armato di linee aeree, con armatura metallica non accessibile;

- masse che per le loro dimensioni ridotte (approssimativamente 50 mm x 50 mm) oppure per la loro posizione non possono venire afferrate o determinare un contatto con una parte significativa del corpo umano, essendo la connessione con un conduttore di protezione eseguibile con difficoltà e poco affidabile;

NOTA Ci si riferisce ad esempio a viti, rivetti, targhe e graffe di sostegno dei cavi.

- tubi metallici o altri involucri metallici di protezione agli apparecchi in accordo con l'articolo 412.

411 Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione

411.1 Generalità

L'interruzione automatica dell'alimentazione è una misura di protezione in cui:

- la protezione contro i contatti diretti è fornita dall'isolamento principale delle parti attive o da barriere o involucri, conformemente a quanto indicato nell'Allegato A, e
- la protezione contro i contatti indiretti è fornita dal collegamento equipotenziale di protezione e dall'interruzione automatica dell'alimentazione, conforme a quanto indicato da 411.3 a 411.6.

NOTA 1 Dove viene applicata questa misura di protezione, è possibile utilizzare anche le apparecchiature di Classe II.

Quando specificato, deve essere fornita una protezione addizionale, per mezzo di un interruttore differenziale (RCD), con corrente differenziale nominale di intervento non superiore a 30 mA, conformemente a quanto indicato in 415.1.

NOTA 2 Le unità di monitoraggio della corrente differenziale (RCM) non sono dispositivi di protezione, ma possono essere utilizzati per monitorare le correnti differenziali negli impianti elettrici. Gli RCM forniscono un segnale acustico o acustico e visivo quando viene superato un valore preimpostato per la corrente differenziale.

411.2 Prescrizioni per la protezione contro i contatti diretti

Tutti gli apparecchi elettrici devono essere conformi ad una delle disposizioni per la protezione principale descritte nell'Allegato A o, quando appropriato, nell'Allegato B.

411.3 Prescrizione per la protezione contro i contatti indiretti

411.3.1 Messa a terra e collegamento equipotenziale principale

411.3.1.1 Messa a terra

Le masse devono essere collegate ad un conduttore di protezione nelle condizioni specifiche di ciascun modo di collegamento a terra come specificato negli articoli da 411.4 a 411.6.

Le masse simultaneamente accessibili devono essere collegate allo stesso impianto di terra.

NOTA Per i requisiti di messa a terra e dei conduttori di protezione, vedere il Capitolo 54.

Ogni circuito deve avere un conduttore di protezione collegato al collettore di terra.

411.3.1.2 Collegamento equipotenziale principale

In ogni edificio il conduttore di protezione, il conduttore di terra, il collettore principale di terra e le seguenti masse estranee e/o parti conduttrici devono essere connesse al collegamento equipotenziale principale:

- i tubi che forniscono i servizi all'interno degli edifici, per esempio il gas, l'acqua, i sistemi di teleriscaldamento comprese le canalizzazioni del riscaldamento centrale e del condizionamento d'aria;
- le parti strutturali metalliche dell'edificio;
- le armature principali del cemento armato utilizzate nella costruzione degli edifici, se praticamente possibile.

Quando tali parti conduttrici provengano dall'esterno dell'edificio, esse devono essere collegate il più vicino possibile al loro punto di entrata nell'edificio.

I conduttori equipotenziali principali devono rispondere alle prescrizioni del Capitolo 54.

I tubi metallici che entrano nell'edificio, provvisti di una sezione isolante installata nel loro punto di ingresso, non necessitano del collegamento equipotenziale principale.

NOTA L'articolo 542.4.1 della Parte 5 elenca le altre connessioni che devono essere effettuate al collettore principale di terra (MET)

Commento

411.3.1.2 Per la definizione di massa estranea, vedi art. 23.3 e relativo Commento.

Gli schermi metallici dei cavi di telecomunicazione dovrebbero essere connessi al collegamento equipotenziale principale: deve tuttavia essere ottenuto il consenso dei proprietari o degli utilizzatori di questi cavi. Se il consenso non può essere ottenuto, è responsabilità dei proprietari o degli operatori evitare ogni pericolo dovuto all'esclusione di quei cavi dalla connessione al collegamento equipotenziale principale.

411.3.2 Interruzione automatica dell'alimentazione in caso di guasto

Un dispositivo di protezione deve interrompere automaticamente l'alimentazione al circuito o al componente elettrico, in caso di guasto di impedenza trascurabile tra una parte attiva ed una massa o un conduttore di protezione, con i tempi di interruzione indicati in 411.3.2.2, 411.3.2.3 o 411.3.2.4.

Il dispositivo deve essere idoneo a fornire il sezionamento almeno del o dei conduttori di fase.

Commento

411.3.2 Lo scopo dell'interruzione automatica dell'alimentazione è quello di impedire che in caso di guasto, nel circuito o nel componente elettrico, tra una parte attiva ed una massa o un conduttore di protezione, non possa persistere, per una durata sufficiente a causare un rischio di effetti fisiologici dannosi in una persona in contatto con parti simultaneamente accessibili, una tensione di contatto presunta superiore alla tensione di contatto limite convenzionale U_L .

Tuttavia, indipendentemente dalla tensione di contatto, in alcune circostanze è permesso un tempo di interruzione, il cui valore dipende dal tipo di sistema, non superiore a 5 s (art. 411.3.2.3) oppure ad 1 s (art. 411.3.2.4).

Non è necessaria l'interruzione automatica dell'alimentazione in tempi prestabiliti, se sulle masse non viene superato, in caso di guasto, il valore della tensione di contatto limite U_L .

I valori delle tensioni di contatto limite convenzionali U_L (art. 22.4) sono 50 V in c.a. e 120 V in c.c.

Valori del tempo di interruzione e di tensione (compresa U_L) inferiori possono essere richiesti per impianti o luoghi speciali in accordo con le Sezioni corrispondenti della Parte 7 e con l'art. 481.3

Le prescrizioni di questo articolo si applicano ad impianti alimentati con frequenze comprese tra 15 Hz e 1 000 Hz c.a. e con c.c. non ondulata.

NOTA Per i sistemi IT, l'interruzione automatica non è in genere richiesta quando si presenta il primo guasto (si veda 411.6.1). Per i requisiti dell'interruzione automatica in caso di secondo guasto su un altro conduttore, vedere 411.6.4.

411.3.2.2 Nei sistemi TN i tempi massimi di interruzione indicati nella Tabella 41.1 (Vedere 411.4.4) devono essere applicati ai circuiti terminali con corrente nominale non superiore a:

- 63 A se provvisti di una o più prese, e
- 32 A se alimentano solo apparecchi utilizzatori con collegamento fisso.

Tabella 41.1 – Tempi massimi di interruzione per i sistemi TN

Sistema	$50 \text{ V} < U_0 \leq 120 \text{ V}$ S		$120 \text{ V} < U_0 \leq 230 \text{ V}$ S		$230 \text{ V} < U_0 \leq 400 \text{ V}$ S		$U_0 > 400$	
	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.
TN	0,8	NOTA 3	0,4	1	0,2	0,4	0,1	0,1

U_0 è la tensione nominale verso terra in c.a. o in c.c.

NOTA 1 Per le tensioni che sono entro la banda di tolleranza precisata nella Norma CEI EN 60038 si applicano i tempi di interruzione corrispondenti alla tensione nominale.

NOTA 2 Per valori di tensione intermedi, si sceglie il valore prossimo superiore della Tab. 41.1.

NOTA 3 L'interruzione può essere richiesta per ragioni diverse da quelle relative alla protezione contro i contatti elettrici.

NOTA 4 Nei casi in cui l'interruzione è ottenuta mediante dispositivi di protezione a corrente differenziale, vedere la nota a 411.4.4

411.3.2.3 Tempi di interruzione convenzionali non superiori a 5 s sono ammessi per i circuiti diversi da quelli trattati in 413.3.2.2.

411.3.2.4 Nei sistemi TT si applica quanto previsto in 411.5.2 e 411.5.3.

Per ottenere la selettività con i dispositivi di protezione a corrente differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1 s.

411.3.2.5 Quando non sia possibile per un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti interrompere l'alimentazione, conformemente a quanto indicato in 411.3.2, oppure per questo scopo non sia appropriato utilizzare un interruttore differenziale (RCD), si veda l'Allegato D.

In ogni caso, l'interruzione può essere richiesta per motivi diversi dalla protezione contro il contatto elettrico.

411.3.2.6 Se non è possibile effettuare un'interruzione automatica conforme a quanto indicato in 411.3.3.2.2, nei tempi richiesti in 411.3.2.2, 411.3.2.3, o in 411.3.2.4, a seconda di come appropriato, deve essere previsto un collegamento equipotenziale di protezione supplementare conforme a quanto indicato in 415.2.

411.3.3 Ulteriori prescrizioni per le prese e per l'alimentazione degli apparecchi mobili per uso esterno

Deve essere prevista una protezione aggiuntiva fornita da interruttore differenziale (RCD) con corrente differenziale nominale di intervento ($I_{\Delta n}$) non superiore a 30 mA, per:

- le prese in corrente alternata con una corrente nominale non superiore a 32 A, che possono essere utilizzate da persone ordinarie e che sono previste per uso generale, e

Commento 1

411.3.3 Con l'espressione "persone ordinarie" si intendono le persone non istruite (vedere Allegato 51A, codice BA1, e 538.1) in particolare nei confronti del rischio elettrico.

Si ritiene che, in assenza di ulteriori informazioni, la presenza di tali persone sia sempre da considerare possibile nei locali ad uso abitativo.

- i circuiti che alimentano le prese a spina con una corrente nominale non superiore a 32 A, in corrente alternata, destinate ad alimentare apparecchi utilizzatori mobili all'esterno.

NOTA Una esenzione può essere fatta per specifiche prese a spina previste per la connessione a particolari componenti elettrici.

Commento 2

411.3.3 La nota si riferisce al caso di componenti elettrici il cui funzionamento è incompatibile con la protezione mediante RCD con corrente differenziale nominale di intervento ($I_{\Delta n}$) non superiore a 30 mA.

Il presente articolo non si applica ai sistemi IT in cui la corrente di guasto, nel caso di un primo guasto, non superi i 15 mA.

NOTA La protezione addizionale nei sistemi in corrente continua è allo studio.

411.3.4 Prescrizioni aggiuntive per circuiti con apparecchi di illuminazione

Nelle unità abitative, per i circuiti in corrente alternata, che alimentano gli apparecchi di illuminazione fissi, deve essere previsto un interruttore differenziale (RCD), con una corrente differenziale nominale di intervento non superiore a 30 mA.

Commento

411.3.4 Per i requisiti prestazionali degli ambienti residenziali vedere il Capitolo 37.

411.4 Sistema TN

411.4.1

Commento 1

411.4.1 il sistema TN viene attuato per i sistemi di I Categoria con propria cabina di trasformazione.

Per lo schema di collegamento vedere anche 312.2.1

Commento 2

411.4.1 Nei casi eccezionali in cui si può presentare un guasto tra un conduttore di fase e la terra, per es. nell'uso di linee aeree, affinché il conduttore di protezione e le masse collegate ad esso non raggiungano una tensione verso terra superiore ad un valore convenzionale di 50 V, deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_B/R_E \leq 50/(U_o - 50)$$

dove:

R_B è la resistenza di terra di tutti i dispersori collegati in parallelo (compresi quelli della rete di alimentazione), in ohm;

R_E è la resistenza minima di terra delle masse estranee non collegate ad un conduttore di protezione, attraverso le quali si può presentare un guasto tra fase e terra, in ohm;

U_o è la tensione nominale verso terra, in c.a., valore efficace, in volt.

In assenza di indicazioni più precise a R_E può essere dato il valore di 10 Ω .

In grandi edifici, quali gli edifici molto alti, la messa a terra supplementare dei conduttori di protezione non è possibile per ragioni pratiche. Il collegamento equipotenziale tra i conduttori di protezione e le masse estranee ha, tuttavia, in questo caso una funzione simile.

411.4.2 Il punto di neutro del sistema di alimentazione elettrica deve essere messo a terra. Se il punto di neutro non è disponibile o accessibile, deve essere messo a terra un conduttore di linea.

Tutte le masse nell'impianto devono essere collegate attraverso un conduttore di protezione al collettore principale di terra (MET) dell'impianto che, a sua volta, deve essere collegato al punto di messa a terra del sistema di alimentazione.

Commento

411.4.2 Il punto di messa a terra del sistema di alimentazione è posto in corrispondenza o in prossimità di ogni trasformatore o generatore.

In nessun caso un conduttore di fase deve servire da conduttore PEN (411.4.3).

Se esistono altri collegamenti efficienti di messa a terra, si raccomanda di collegare i conduttori di protezione al maggior numero possibile di tali punti. Il collegamento a terra a questi punti supplementari, regolarmente ripartiti, può essere necessario per assicurare che il potenziale dei conduttori di protezione resti, in caso di guasto, il più vicino possibile a quello di terra.

Si raccomanda che i conduttori di protezione (PE e PEN) siano messi a terra nel punto in cui entrano negli edifici, tenendo conto delle correnti di neutro derivate da conduttori PEN messi a terra in più punti.

411.4.3 Negli impianti fissi, un conduttore singolo può servire sia come conduttore di protezione che conduttore del neutro (conduttore PEN), a condizione che siano soddisfatte le prescrizioni indicate in 546.2 della Parte 5. Nessun dispositivo di interruzione o di sezionamento deve essere inserito nel conduttore PEN.

411.4.4 Le caratteristiche dei dispositivi di protezione (411.4.5) e le impedenze dei circuiti devono rispettare i seguenti requisiti:

$$Z_s \times I_a \leq U_o$$

dove:

Z_s è l'impedenza in ohm (Ω) dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente;

I_a è la corrente in Ampere (A) che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione, entro il tempo definito nella Tabella 41.1 in funzione della tensione nominale U_o per i circuiti specificati in 411.3.2.2 ed entro un tempo convenzionale non superiore a 5 s per gli altri circuiti (411.3.2.3); se si usa un interruttore differenziale I_a è la corrente differenziale di intervento.

U_o è la tensione nominale verso terra in volt (V) in c.a. e in c.c.

Commento 1

411.4.4 Il rispetto dei requisiti fa sì che, se si presenta un guasto di impedenza trascurabile in qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione o una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avviene entro il tempo specificato.

NOTA Nei sistemi TN le correnti differenziali di guasto sono significativamente superiori a $5 I_{\Delta n}$. Di conseguenza, i tempi di interruzione conformi alla Tabella 41.1 sono soddisfatti quando sono installati interruttori differenziali (RCD) conformi alle CEI EN 61008-1 (RCCB), CEI EN 61009-1 (RCBO) o alla CEI EN 62423, compresi quelli di tipo selettivo o a tempo ritardato. Gli interruttori automatici che forniscono una protezione a corrente differenziale conformi alla CEI EN 60947-2 (CBR e MRCD), possono essere utilizzati, a condizione che il ritardo sia regolato in modo da assicurare la conformità a 411.3.2.2 o 411.3.2.3

Commento 2

411.4.4 *Per un quadro completo delle caratteristiche degli interruttori differenziali in funzione dell'accessibilità all'impianto, delle funzioni associate e delle norme di riferimento vedere 531.3.4.1, 531.3.4.2 e la tabella 57.1*

411.4.5 Nei sistemi TN, per la protezione contro i contatti indiretti, è riconosciuto l'utilizzo dei seguenti dispositivi di protezione :

- dispositivi di protezione contro le sovracorrenti;
- dispositivi di protezione a corrente differenziale (RCD)

NOTA 1 Quando si utilizzano dispositivi di protezione a corrente differenziale (RCD) per la protezione contro i contatti indiretti il circuito deve essere protetto anche con un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti in accordo alle prescrizioni del capitolo 43.

Nei sistemi TN-C non possono essere utilizzati dispositivi di protezione a corrente differenziale (RCD).

Commento 1

411.4.5 *Se in un sistema TN-C-S si utilizzano dispositivi di protezione a corrente differenziale, non si deve utilizzare un conduttore PEN a valle degli stessi.*

Un sistema TN nel quale il conduttore di neutro non sia distribuito viene considerato come un sistema TN-S.

NOTA 2 Per la scelta dei dispositivi di protezione a corrente differenziale vedere 531.3.

Commento 2

411.4.5 *Per ottenere selettività, gli interruttori differenziali del tipo S, vedere le Norme CEI EN 61008-1 (CEI 23-42), CEI EN 61008-2-1 (CEI 23-43), CEI EN 61009-1 (CEI 23-44), CEI EN 61009-2-1 (CEI 23-45), CEI EN 60947-2 (CEI 17-5), possono essere usati in serie agli interruttori differenziali di tipo generale.*

Per la selettività tra RCD vedere 573.1.4.

Un sistema TN nel quale il conduttore di neutro non sia distribuito viene considerato come un sistema TN-S.

411.5 Sistemi TT

411.5.1 Tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo di protezione devono essere collegate mediante conduttori di protezione allo stesso impianto di terra.

Quando più dispositivi di protezione sono collegati in serie questa prescrizione si applica separatamente a tutte le masse protette da ciascun dispositivo di protezione.

Il punto di neutro o il punto mediano del sistema di alimentazione deve essere collegato a terra. Se il punto di neutro o il punto mediano non sono disponibili o accessibili, deve essere collegato a terra un conduttore di fase.

Commento

411.5.1 *Per lo schema di collegamento vedere anche 312.2.2*

Il collegamento deve permettere l'interruzione dell'alimentazione al primo guasto franco su una massa collegata al dispersore di resistenza di terra R_E in accordo con 411.5.3.

Il collegamento deve essere effettuato per ogni trasformatore o generatore.

411.5.2 Nei sistemi TT per la protezione contro i contatti indiretti si devono utilizzare dispositivi di protezione a corrente differenziale.

NOTA1 Utilizzando dispositivi di protezione a corrente differenziale (RCD) per la protezione contro i contatti indiretti, il circuito deve essere protetto anche con un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti in accordo alle prescrizioni del capitolo 43.

411.5.3 Per la protezione contro i contatti indiretti deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_A \times I_{\Delta n} \leq U_L$$

dove

R_A è la somma in ohm della resistenza del conduttore di protezione delle masse e della resistenza di terra.

$I_{\Delta n}$ è la corrente nominale differenziale in ampere.

U_L è la tensione di contatto limite convenzionale (vedere 22.4)

Commento 1

411.5.3 R_A comprende la resistenza di terra R_E e quella del conduttore di protezione.

Per la definizione di resistenza di terra vedere art. 24.3. Vedere anche la Guida CEI 64-12 art. 1.12

NOTA 1 La protezione contro i contatti indiretti (protezione in caso di guasto) è assicurata anche quando l'impedenza di guasto non sia trascurabile.

NOTA 2 Per la scelta dei dispositivi di protezione a corrente differenziale vedere 531.3.

Per ragioni di selettività, si possono utilizzare dispositivi di protezione a corrente differenziale di tipo S, vedere Norme CEI EN 61008-1 (CEI 23-42), CEI EN 61008-2-1 (CEI 23-43), CEI EN 61009-1 (CEI 23-44), CEI EN 61009-2-1 (CEI 23-45) CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) in serie con dispositivi di protezione a corrente differenziale di tipo generale.

Commento 2

411.5.3 I dispositivi di protezione a corrente differenziale, sia di tipo generale sia di tipo S, sono adatti per assicurare la protezione contro i contatti indiretti nei sistemi TT.

I tempi massimi di intervento previsti per i tipi generale e S, dalle Norme CEI EN 61008-1 (CEI 23-42), CEI EN 61008-2-1 (CEI 23-43), CEI EN 61009-1 (CEI 23-44), CEI EN 61009-2-1 (CEI 23-45) (riguardanti gli interruttori differenziali per uso domestico e simile) e, per i tipi corrispondenti, dalla Norma CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) (riguardante gli interruttori differenziali per uso industriale), sono tali da permettere di soddisfare le condizioni relative alla protezione contro i contatti indiretti.

Per la selettività tra RCD si veda 573.1.4

NOTA 3 Dove il valore di R_E non è noto si può utilizzare il valore dell'impedenza dell'anello di guasto.

Commento 3

411.5.3 Nel sistema TT un guasto tra una fase ed una massa provoca la circolazione di una corrente di guasto che dipende dall'impedenza dell'anello di guasto, costituita essenzialmente dalle resistenze di terra delle masse e del neutro essendo la somma di queste resistenze preponderante rispetto agli altri elementi dell'anello di guasto.

Se la condizione di cui in 411.5.3 non può essere soddisfatta, si deve realizzare un collegamento equipotenziale supplementare secondo 415.2.

411.6 Sistemi IT

411.6.1 Nei sistemi IT le parti attive devono essere isolate da terra oppure essere collegate a terra attraverso un'impedenza di valore sufficientemente elevato. Questo collegamento può essere effettuato al punto neutro o al punto mediano (sistemi in c.c.) del sistema oppure ad un punto neutro artificiale, che può venire collegato direttamente a terra quando l'impedenza di sequenza zero risultante sia sufficientemente elevata. Se non esiste alcun punto neutro o punto mediano, si può collegare a terra un conduttore di fase attraverso un'impedenza di valore elevato.

Nel caso di un singolo guasto a terra la corrente di guasto è quindi di valore basso e non è necessario interrompere il circuito se le prescrizioni di cui in 411.6.2 sono soddisfatte. Si devono tuttavia prendere precauzioni per evitare il rischio di effetti patofisiologici su persone in contatto con parti conduttrici simultaneamente accessibili nel caso di doppio guasto a terra.

Commento 1

411.6.1 *Per lo schema di collegamento vedere anche 312.2.3*

NOTA Per ridurre le sovratensioni o per smorzare le oscillazioni di tensione, può essere necessario realizzare messe a terra attraverso impedenze o punti neutri artificiali, le cui caratteristiche devono essere appropriate a quanto prescritto per l'impianto.

Commento 2

411.6.1 *Il valore dell'impedenza deve essere scelto in modo da evitare oscillazioni del potenziale dell'impianto dovute a fenomeni di risonanza ed in modo da provocare la circolazione di una corrente di guasto che possa essere rivelata.*

In pratica, negli impianti aventi tensione nominale di 230/400 V, si raccomanda di scegliere una resistenza avente valore dell'ordine di qualche centinaio di ohm.

Per doppio guasto a terra si intende il caso di due guasti simultaneamente presenti su due fasi diverse.

Quando in un sistema avente modo di collegamento a terra del tipo TT o TN, l'intervento dell'alimentazione di sicurezza e/o riserva (in isola) modifica temporaneamente il modo di collegamento a terra del neutro (neutro isolato), non è necessario applicare le prescrizioni degli articoli 411.6.1, 411.6.2, 411.6.4 della Norma CEI 64-8, in quanto è improbabile l'insorgere, dopo un primo guasto, di un secondo guasto nel breve tempo di funzionamento dell'alimentazione di sicurezza e/o riserva.

Vedi anche art. 563.4, parte Commento.

411.6.2 Le masse devono essere messe a terra individualmente, per gruppi o collettivamente.

Nei sistemi in corrente alternata, per limitare la tensione di contatto, deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_A \times I_d \leq U_L$$

dove:

R_A è la somma in ohm della resistenza del conduttore di protezione delle masse e della resistenza di terra (vedere il commento 1 di art. 411.5.3).

I_d è la corrente di guasto, in ampere, del primo guasto di impedenza trascurabile tra un conduttore di fase ed una massa. Il valore di I_d tiene conto delle correnti di dispersione e dell'impedenza totale verso terra dell'impianto elettrico.

U_L è la tensione di contatto limite convenzionale (vedere 22.4).

NOTA Nei sistemi in corrente continua, non è presa in considerazione nessuna limitazione per la tensione di contatto, dato che il valore di I_d può essere considerato trascurabilmente basso.

411.6.3 Nei sistemi IT possono essere utilizzati i seguenti dispositivi di controllo e di protezione:

- dispositivi di controllo dell'isolamento (IMD);
- dispositivi di monitoraggio della corrente differenziale (RCM);
- sistemi di localizzazione dei guasti di isolamento (IFLS);
- dispositivi di protezione contro le sovracorrenti;
- interruttori differenziali (RCD).

Commento

411.6.3 I dispositivi di monitoraggio della corrente differenziale (RCM) devono essere conformi alla CEI EN IEC 62020.

I sistemi di localizzazione dei guasti di isolamento (IFLS) devono essere conformi alla CEI EN 61557-9.

NOTA 1 Quando viene usato un interruttore differenziale (RCD), non può essere escluso il suo intervento dovuto a correnti di dispersione capacitive.

NOTA 2 Nel caso di guasti di due diversi componenti di un apparecchio utilizzatore di Classe I, alimentati da conduttori di fase diversi, è probabile che si verifichi un intervento di un interruttore differenziale (RCD) solo quando ciascun componente singolo dell'apparecchio è protetto da un distinto interruttore differenziale (RCD). In questo caso risulta ancora utile l'uso dei dispositivi di protezione contro le sovracorrenti come protezione contro i contatti indiretti.

411.6.3.1 Quando un sistema IT è progettato per non disconnettersi nel caso di un primo guasto, il verificarsi di questa evenienza deve essere indicato da:

- un dispositivo per il controllo dell'isolamento (IMD), che può essere combinato con un sistema di localizzazione dei guasti di isolamento (IFLS), oppure
- un dispositivo di monitoraggio della corrente differenziale (RCM), a condizione che la corrente differenziale sia sufficientemente elevata da poter essere rilevata.

NOTA Gli RCM non sono in grado di rilevare i guasti simmetrici dell'isolamento.

Il dispositivo deve azionare un segnale sonoro e/o visivo che deve continuare ad essere azionato sino a che il guasto persista. Il segnale può essere attivato attraverso l'uscita di un relè di contatto, l'uscita di un interruttore elettronico o attraverso un protocollo di comunicazione.

Il sistema di allarme visivo e/o acustico deve essere posizionato in un punto adeguato, in modo che possa essere percepito dal personale responsabile.

Se ci sono entrambi i segnali sonoro e visivo, il segnale sonoro può essere cancellato.

Si raccomanda di eliminare il primo guasto con il più breve ritardo praticamente possibile.

In aggiunta si può prevedere un sistema di localizzazione dei guasti di isolamento (IFLS) conforme a CEI EN 61557-9 per indicare la posizione di un primo guasto tra una parte attiva e una massa, o la terra o un altro punto di riferimento.

Commento

411.6.3.1: I vantaggi del sistema IT si perderebbero se un secondo guasto apparisse prima dell'eliminazione del guasto precedente.

Le condizioni relative alla scelta ed alla messa in opera dei dispositivi per controllo dell'isolamento e degli indicatori di corrente differenziale sono indicate in 538.

411.6.4 Una volta manifestatosi un primo guasto, le condizioni per l'interruzione automatica dell'alimentazione nel caso di un secondo guasto su di un conduttore attivo differente devono essere le seguenti:

a) Quando le masse sono interconnesse collettivamente da un conduttore di protezione allo stesso impianto di messa a terra, si applicano condizioni simili a quelle relative al sistema TN e devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

- nei sistemi in c.a, se il conduttore di neutro, e nei sistemi in c.c, se il conduttore mediano non sono distribuiti

$$2I_a Z_s \leq U$$

oppure

- se il conduttore di neutro, o se il conduttore mediano, rispettivamente, sono distribuiti

$$2I_a Z'_s \leq U_o$$

dove:

U_o è la tensione, in c.a. od in c.c., in volt, tra il conduttore di fase e rispettivamente il conduttore di neutro od il conduttore mediano;

U è la tensione, in c.a. od in c.c., in volt, tra i conduttori di fase;

Z_s è l'impedenza, in ohm, dell'anello di guasto comprendente il conduttore di fase ed il conduttore di protezione del circuito;

Z'_s l'impedenza, in ohm, dell'anello di guasto comprendente il conduttore di neutro ed il conduttore di protezione del circuito;

I_a è la corrente, in ampere, che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione entro i tempi indicati per i sistemi TN in 411.3.2.2 o 411.3.2.3.

NOTA 1 I tempi indicati nella tabella 41.1 di 411.3.2.2 per i sistemi TN si applicano ai sistemi IT con conduttore di neutro o conduttore mediano distribuiti o non distribuiti.

NOTA 2 Il coefficiente 2 in entrambe le formule tiene conto dell'eventualità che, se due guasti si manifestano simultaneamente, essi possano esistere in circuiti differenti.

NOTA 3 Per l'impedenza dell'anello di guasto si dovrebbe prendere in considerazione il caso più severo, per esempio un guasto sul conduttore di fase lato sorgente e simultaneamente un altro guasto sul conduttore di neutro di un apparecchio utilizzatore del corrispondente circuito.

b) Quando le masse siano collegate a terra per gruppi o individualmente le condizioni per la protezione sono date in 411.5 come per i sistemi TT, con l'eccezione che il terzo capoverso di 411.5.1 non si applica.

Commento

411.6.4 Si raccomanda di collegare le masse ad un impianto di terra unico in modo che al secondo guasto ci si riconduca alle condizioni di protezione di un sistema TN.

In caso di un secondo guasto su di una fase diversa, prima che il precedente guasto sia stato eliminato, la corrente di doppio guasto che ne deriva e che interessa due circuiti raggiunge un valore molto inferiore a quello della corrente di cortocircuito in un solo circuito.

La presente Norma non tiene conto, per la bassa probabilità che capiti una tale circostanza, del rischio di contatto simultaneo con due masse nelle quali si producano due difetti di isolamento relativi a fasi diverse.

Si raccomanda di non distribuire il neutro nei sistemi IT (art. 473.3.2.2).

Se sono rispettati i tempi indicati per il caso di neutro distribuito, che sono basati sul doppio guasto fase-neutro, sono in genere rispettati anche per il doppio guasto fase-fase.

411.7 Protezione in presenza di circuiti FELV 411.7.1

Generalità

Quando, per ragioni funzionali, si utilizzi una tensione non superiore a 50 V, valore efficace in c.a. o a 120 V in c.c., ma non vengano soddisfatte tutte le prescrizioni relative ai sistemi SELV o PELV di cui in 414 e quando i sistemi SELV e PELV non siano necessari, devono essere osservate le prescrizioni supplementari di cui in 411.7.2 e 411.7.3 per assicurare la protezione contro i contatti diretti ed indiretti. Questa combinazione di prescrizioni è conosciuta come FELV.

NOTA Tali condizioni si possono incontrare, per es., quando il circuito contiene componenti elettrici (quali trasformatori, relè, avviatori, contattori) che non sono isolati in accordo con le prescrizioni per la separazione di protezione.

I circuiti FELV che includono sorgenti devono essere separati dai circuiti a tensione più elevata per mezzo di isolamento principale.

Commento

411.7.1 *I diversi sistemi a bassissima tensione sono designati dai seguenti simboli (che sono in realtà acronimi delle designazioni in lingua inglese):*

- SELV: *bassissima tensione di sicurezza;*
- PELV: *bassissima tensione di protezione;*
- FELV: *bassissima tensione funzionale.*

Se i circuiti a bassissima tensione sono alimentati in c.a., la tensione di questi circuiti non deve essere superiore, a vuoto, a 50 V quando la tensione del circuito primario della sorgente di alimentazione è al suo valore nominale. Il valore effettivo della tensione può differire dal valore nominale nei limiti di tolleranza ammessi (Norma CEI 8-6).

I trasformatori per campanelli non devono essere necessariamente trasformatori di sicurezza, le suonerie possono essere anche alimentate a tensione di rete purché l'impianto sia adeguatamente protetto contro i contatti diretti ed indiretti.

411.7.2 Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti deve essere fornita da:

- un isolamento principale conforme a A.1 corrispondente alla tensione nominale del circuito primario della sorgente,

oppure

- barriere o involucri conformi all'articolo A.2.

Commento

411.7.2 *Si fa presente che in genere gli apparecchi elettrici a bassissima tensione sono isolati per la loro tensione nominale.*

411.7.3 Protezione contro i contatti indiretti

Se il circuito primario è protetto mediante interruzione automatica della alimentazione, secondo quanto descritto da 411.3 a 411.6, le masse dei componenti del circuito FELV devono essere collegate al conduttore di protezione del circuito primario.

Commento

411.7.3 *Se il circuito primario è protetto mediante separazione elettrica (in accordo con 413), le masse del circuito FELV devono essere collegate al conduttore equipotenziale isolato non connesso a terra (in accordo con il punto C.3.4 dell'Allegato C al Capitolo 41).*

411.7.4 Sorgenti

La sorgente di un sistema FELV può essere un trasformatore avente un isolamento principale tra gli avvolgimenti.

NOTA Se il sistema è alimentato da un sistema a tensione più elevata con componenti che non presentano almeno un isolamento principale tra tale sistema ed il sistema FELV, come autotrasformatori, potenziometri, dispositivi a semiconduttori, ecc., il circuito di uscita è considerato come una estensione del circuito di entrata e dovrebbe essere protetto dalla misura di protezione applicata al circuito di entrata.

411.7.5 Prese a spina

Le prese a spina per circuiti FELV devono avere un contatto di terra collegato al conduttore di protezione.

Le spine dei circuiti FELV non devono poter essere inserite in prese di sistemi a tensione differente.

Le prese dei circuiti FELV non devono ammettere spine di sistemi a tensione differente.

412 Protezione mediante isolamento doppio o rinforzato

412.1 Generalità

412.1.1 L'isolamento doppio o l'isolamento rinforzato è una misura di protezione in cui:

- la protezione contro i contatti diretti è assicurata dall'isolamento principale, e la protezione contro contatti indiretti è fornita dall'isolamento supplementare, oppure
- la protezione contro i contatti diretti e quella contro contatti indiretti sono fornite dall'isolamento rinforzato tra le parti attive e le parti accessibili.

NOTA Questa misura di protezione mira a prevenire la presenza di una tensione pericolosa sulle parti accessibili dell'apparecchio elettrico a seguito di un guasto dell'isolamento principale.

Commento

412.1.1 *Un apparecchio di Classe II impedisce che l'eventuale involucro metallico vada in tensione in caso di guasto all'isolamento principale, cioè che sia una massa.*

La misura di protezione basata sull'isolamento doppio o rinforzato è applicabile in tutte le situazioni, ad eccezione di alcune limitazioni indicate nella Parte 7.

412.1.2 Quando questa misura di protezione deve essere utilizzata come unica misura di protezione (vale a dire quando è previsto che un intero impianto o un circuito siano costituiti completamente da apparecchiature con isolamento doppio o isolamento rinforzato), si deve verificare che siano attuate misure di protezione efficaci, per esempio per mezzo di un'adeguata supervisione, in modo che non possa essere effettuata alcuna modifica che possa inficiare l'efficacia di tali misure di protezione.

Di conseguenza questa misura di protezione non deve essere applicata a nessun circuito che includa, per esempio, una presa dotata di un contatto di terra.

412.2 Prescrizioni per la protezione contro i contatti diretti e la protezione contro i contatti indiretti

412.2.1 Apparecchi elettrici

Quando sia usata la misura di protezione mediante isolamento doppio o rinforzato per il completo impianto o per una sua parte, i componenti elettrici devono essere in accordo con uno dei seguenti articoli:

- 412.2.1.1 o
- 412.2.1.2 e 412.2.2 o
- 412.2.1.3 e 412.2.2.

412.2.1.1 I componenti elettrici devono essere dei seguenti tipi, essere stati sottoposti alle prove di tipo ed essere contrassegnati in accordo con le relative Norme:

- componenti elettrici aventi un isolamento doppio o rinforzato (componenti elettrici di Classe II);
- componenti elettrici dichiarati nelle relative Norme come equivalenti alla Classe II, come per esempio quadri aventi un isolamento completo (Serie Norme CEI EN 61439).

NOTA Questi componenti elettrici sono identificati dal segno grafico (EN 60417-5172: 20XX-02):



412.2.1.2 I componenti elettrici provvisti solo di un isolamento principale devono avere un isolamento supplementare applicato durante la loro installazione, che presenti un grado di sicurezza equivalente a quello dei componenti elettrici di cui in 412.2.1.1 e che soddisfi le condizioni specificate in 412.2.2.

Si raccomanda di applicare il segno grafico sull'esterno ed all'interno dell'involucro (vedere EN 60417-5019:2006-08 e CEI EN 80416-3: 2005 articolo 7):



412.2.1.3 I componenti elettrici aventi parti attive non isolate devono avere un isolamento rinforzato applicato a tali parti attive durante la loro installazione, che presenti un grado di sicurezza equivalente a quello dei componenti elettrici di cui in 412.2.1.1 e che soddisfi le condizioni specificate in 412.2.2 tenendo presente che tale isolamento è ammesso solo quando esigenze costruttive impediscano la applicazione del doppio isolamento.

Si raccomanda di applicare il segno grafico sull'esterno ed all'interno dell'involucro (vedere EN 60417-5019:2006-08 e CEI EN 80416-3 :2005 articolo 7):



412.2.2 Involucri

412.2.2.1 Quando i componenti elettrici sono pronti per funzionare, tutte le parti conduttrici, separate dalle parti attive solo mediante isolamento principale, devono essere contenute in un involucro isolante che presenti almeno il grado di protezione IPXXB.

412.2.2.2 Devono essere soddisfatte le seguenti prescrizioni:

- l'involucro isolante non deve essere attraversato da parti conduttrici suscettibili di propagare un potenziale, e
- l'involucro isolante non deve avere viti od altri mezzi di fissaggio di materiale isolante che potrebbero avere la necessità di essere rimossi o che siano tali da potere essere rimossi durante l'installazione o la manutenzione, la cui sostituzione con viti metalliche o con altri mezzi potrebbe compromettere l'isolamento offerto dall'involucro.

Quando l'involucro isolante debba essere attraversato da giunzioni o connessioni meccaniche (per esempio da organi di comando di apparecchi incorporati), queste devono essere disposte in modo tale che la protezione contro i contatti indiretti non risulti compromessa.

412.2.2.3 Se l'involucro isolante è provvisto di porte o coperchi che possono essere aperti senza l'uso di una chiave o di un attrezzo, tutte le parti conduttrici, che sono accessibili quando una porta od un coperchio sia aperto, devono trovarsi dietro una barriera isolante con un grado di protezione non inferiore a IPXXB che impedisca alle persone di venire in contatto con tali parti; questa barriera isolante deve poter essere rimossa solo con l'uso di un attrezzo o di una chiave.

412.2.2.4 Le parti conduttrici racchiuse nell'involucro isolante non devono essere collegate ad un conduttore di protezione. Si possono tuttavia prendere provvedimenti per collegare i conduttori di protezione che debbono attraversare l'involucro per collegare altri componenti elettrici il cui circuito di alimentazione passi pure attraverso l'involucro.

All'interno dello stesso involucro, tali conduttori ed i loro morsetti devono essere isolati come se fossero parti attive ed i loro morsetti devono essere contrassegnati in modo appropriato.

Le parti conduttrici accessibili e le parti intermedie non devono essere collegate ad un conduttore di protezione a meno che ciò sia previsto nelle istruzioni del fabbricante del relativo componente elettrico.

Commento

412.2.2.4 *Resta valido, tuttavia, quanto disposto dagli artt. 701.520.02 e 702.520.2, rispettivamente per i locali contenenti bagni e docce e per le piscine, e quanto disposto da Norme CEI particolari. (Vedi anche il Commento a 542.1.1).*

I tratti di cavo compresi tra l'ingresso dell'alimentazione in un quadro metallico ed il dispositivo di protezione destinato alla protezione contro i contatti indiretti, si considerano idonei a soddisfare le prescrizioni del presente articolo, anche se sono sprovvisti di guaina non metallica o non sono installati in tubi protettivi o in canali isolanti, quando abbiano la lunghezza strettamente necessaria ad effettuare la connessione ai terminali del dispositivo di protezione.

Queste connessioni, se realizzate in accordo con le Norme del dispositivo di protezione e in accordo con le eventuali indicazioni di montaggio fornite dai costruttori del dispositivo di protezione e/o del quadro, consentono di ottenere l'isolamento richiesto.

412.2.2.5 L'involucro non deve nuocere alle condizioni di funzionamento del componente elettrico protetto secondo questa misura di protezione.

412.2.3 Installazione

412.2.3.1 L'installazione dei componenti elettrici citati in 412.2.1 (fissaggio, collegamento dei conduttori, ecc.) deve essere effettuata in modo da non danneggiare la protezione assicurata secondo le istruzioni del fabbricante degli stessi componenti elettrici.

412.2.3.2

Ad eccezione dei casi previsti in 412.1, un circuito che alimenta componenti di apparecchiature di Classe II deve avere un conduttore di protezione che collega ed è connesso ad ogni punto del cablaggio e ad ogni accessorio.

Nota: questo requisito ha lo scopo di tener conto della sostituzione da parte dell'utente di apparecchiature di Classe II con apparecchiature di Classe I.

412.2.4 Condutture

412.2.4.1 Sono considerate in accordo con questa misura di protezione le condutture installate in accordo con il capitolo 52, se costituite da:

- a) conduttori aventi un isolamento con tensione nominale non inferiore alla tensione nominale del sistema e almeno pari a 300/500 V posate in canalizzazioni o condutture con caratteristiche di isolamento conformi alla serie CEI EN 50085, o in tubazioni con caratteristiche di isolamento conformi alla serie CEI EN 61386 o

Commento

412.2.4.1 a)

Dal punto di vista elettrico, si ritengono equivalenti alla modalità di posa in opera sopra indicata i cavi con guaina metallica aventi isolamento idoneo per la tensione nominale del sistema elettrico servito, tra la parte attiva e la guaina metallica e tra questa e l'esterno.

- b) cavi idonei a resistere alle sollecitazioni elettriche, termiche, meccaniche e ambientali con una protezione che presenta la stessa affidabilità del doppio isolamento.

Commento

412.2.4.1 b)

Dal punto di vista elettrico, soddisfano le modalità di posa in opera sopra indicata i cavi con guaina non metallica aventi tensione nominale maggiore di un gradino (di almeno una classe, Tabella 3, Norma CEI HD 361-S4:2021-10) rispetto a quella necessaria per il sistema elettrico servito e che non comprendano un rivestimento metallico).

NOTA: Non è necessario che queste condutture vengano identificate dal segno grafico EN 60417-5172:2003-02,



o dal simbolo EN 60417-5019:2006-08 e CEI EN 80416-3:2005 articolo 7.



413 Protezione mediante separazione elettrica per l'alimentazione di un solo apparecchio utilizzatore

413.1 Generalità

413.1.1 La separazione elettrica è una misura di protezione nella quale:

- la protezione contro i contatti diretti è fornita dall'isolamento delle parti attive o mediante barriere ed involucri, in accordo con l'allegato A e
- la protezione contro i contatti indiretti è fornita mediante la separazione semplice dei circuiti dagli altri circuiti e da terra.

413.1.2 Con l'eccezione di quanto permesso da 413.1.3, questa misura di protezione deve essere limitata alla alimentazione di un singolo apparecchio utilizzatore alimentato da una sorgente non collegata a terra e avente separazione semplice.

NOTA Quando viene utilizzata questa misura di protezione è importante garantire la conformità dell'isolamento principale con le norme di prodotto.

413.1.3 Quando più di un apparecchio utilizzatore sia alimentato da una sorgente non collegata a terra e avente separazione semplice, si devono soddisfare le prescrizioni dell'articolo C.3.

413.2 Prescrizioni per la protezione contro i contatti diretti

Tutte le apparecchiature elettriche dovranno essere conformi ad una delle prescrizioni per la protezione contro i contatti diretti previste nell'allegato A o essere dotate di isolamento doppio o rinforzato (vedere sezione 412).

413.3 Prescrizioni per la protezione contro i contatti indiretti

413.3.1 La protezione mediante separazione elettrica deve essere assicurata dalla rispondenza alle prescrizioni degli articoli da 413.3.2 a 413.3.6.

413.3.2 Il circuito separato deve essere alimentato da una sorgente provvista di almeno la separazione semplice, e la tensione del circuito separato non deve superare i 500 V.

413.3.3 Le parti attive del circuito separato non devono essere collegate né ad alcun punto di altri circuiti, né a terra né ad un conduttore di protezione.

Per assicurare la separazione elettrica, le disposizioni devono essere tali da ottenere isolamento principale tra i circuiti.

413.3.4 I cavi flessibili devono essere ispezionabili in tutte le parti del loro percorso in cui possano essere danneggiati meccanicamente.

Commento

413.3.4 Si ricorda che i cavi soggetti a danneggiamenti meccanici devono essere protetti.

413.3.5 Si raccomanda l'uso di condutture elettriche distinte per i circuiti separati. Se non si può evitare di usare conduttori di una stessa conduttura elettrica per i circuiti separati e per gli altri circuiti, si devono utilizzare cavi multipolari senza guaina metallica, oppure cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi isolanti o in canali isolanti, a condizione che essi siano isolati per la tensione nominale del sistema a tensione più elevata e ciascun circuito sia protetto contro le sovracorrenti.

413.3.6 Le masse del circuito separato non devono essere connesse intenzionalmente né ad un conduttore di protezione, né ad una massa di altri circuiti, né a masse estranee.

NOTA Se le masse del circuito separato sono suscettibili di entrare in contatto, intenzionalmente o occasionalmente, con le masse di altri circuiti, la protezione contro i contatti indiretti non dipende unicamente dalla protezione per separazione elettrica, ma dalle misure di protezione adottate per queste ultime masse.

Commento

413.3.6 È ammesso tuttavia collegare intenzionalmente le masse del circuito separato ad un impianto di terra a cui non siano collegate né masse o conduttori di protezione di altri circuiti, né masse estranee che possano introdurre tensioni pericolose.

414 Protezione mediante bassissima tensione: SELV e PELV

414.1 Generalità

414.1.1 La protezione mediante sistemi a bassissima tensione utilizza due differenti sistemi:

- SELV o
- PELV

Questa misura di protezione richiede:

- limitazione della tensione nel sistema SELV o PELV ad un limite massimo di 50 V, valore efficace in c.a., e di 120 V in c.c. (vedere Norma IEC 61140) non ondulata; e
- separazione di protezione del sistema SELV o PELV da tutti i circuiti che non siano SELV e PELV, e la presenza di isolamento principale tra il sistema SELV o PELV e gli altri sistemi SELV o PELV; e
- per i soli sistemi SELV, presenza di isolamento principale tra il sistema SELV e la terra.

Commento

414.1.1 *I diversi sistemi a bassissima tensione sono designati dai seguenti simboli (che sono in realtà acronimi delle designazioni in lingua inglese):*

- SELV: *bassissima tensione di sicurezza (safety extra low voltage);*
- PELV: *bassissima tensione di protezione (protective extra low voltage);*
- FELV: *bassissima tensione funzionale (functional extra low voltage).*

Se i circuiti a bassissima tensione sono alimentati in c.a., la tensione di questi circuiti non deve essere superiore, a vuoto, a 50 V quando la tensione del circuito primario della sorgente di alimentazione è al suo valore nominale. Il valore effettivo della tensione può differire dal valore nominale nei limiti di tolleranza ammessi (Norma CEI 8-6).

Per la definizione di tensione c.c. non ondulata vedere 410.3.1

I trasformatori per campanelli non devono essere necessariamente trasformatori di sicurezza: le suonerie possono essere anche alimentate a tensione di rete purché l'impianto sia adeguatamente protetto contro i contatti diretti ed indiretti.

La serie di Norme CEI EN 62368 considera i sistemi ES 1 e ES 2 equivalenti al sistema SELV.

414.1.2 L'utilizzo di sistemi SELV o PELV conformi all'articolo 414 è considerato una misura di protezione valida in tutte le situazioni.

NOTA Per alcuni ambienti o applicazioni particolari a maggior rischio sono richiesti, nella Parte 7, limiti di tensione più bassi di 50 V c.a. o 120 V c.c.

414.2 Prescrizioni per la protezione contro i contatti diretti e indiretti

La protezione contro i contatti diretti e indiretti è considerata assicurata quando:

- la tensione nominale non supera 50 V, valore efficace in c.a., e 120 V in c.c. non ondulata;
- l'alimentazione proviene da una delle sorgenti previste in 414.3, e
- sono soddisfatte le condizioni previste in 414.4

NOTA 1 Se il sistema è alimentato da un sistema a tensione più elevata tramite apparecchiatura che fornisce almeno una separazione semplice tra il sistema e il sistema a bassissima tensione, ma che non soddisfa i requisiti per le sorgenti SELV e PELV in 414.3, possono essere applicate le prescrizioni per il sistema FELV, vedere 411.7

Commento 1

414.2 *Se il sistema è alimentato da un sistema a tensione più elevata tramite, per es., autotrasformatori, potenziometri, dispositivi a semiconduttori, ecc., il circuito secondario è da considerare un'estensione del circuito primario e deve essere protetto mediante le misure di protezione applicate al circuito primario.*

NOTA 2 Tensioni c.c. per circuiti a bassissima tensione generate da un convertitore a semiconduttori (vedere CEI EN 60146-2) richiedono un circuito interno a tensione c.a. per alimentare la pila di raddrizzatori. Questa tensione c.a. interna è superiore alla tensione c.c. per ragioni fisiche, quindi questo circuito c.a. non è da considerare un circuito a tensione più elevata ai sensi di questo articolo. Tra i circuiti interni e i circuiti esterni a tensione più elevata, è richiesta la separazione di protezione.

Commento 2

414.2 *Nella situazione prevista dalla nota 2 il valore efficace di tensione del circuito interno in corrente alternata sarebbe superiore a 50 V.*

NOTA 3 In sistemi c.c. con batterie, la ricarica della batteria e le tensioni flottanti sono superiori alla tensione nominale della batteria, in funzione del tipo di batteria. Ciò non richiede altri mezzi di protezione in aggiunta a quelli previsti da questo articolo. La tensione di ricarica non dovrebbe superare un valore massimo di 75 V c.a. o di 150 V c.c.

Commento 3

414.2 Ulteriori indicazioni relative alle bassissime tensioni sono riportate, sotto forma di Tabelle, nel Capitolo 2 della Guida CEI 64-14.

414.3 Sorgenti per SELV e PELV

Per l'alimentazione di sistemi SELV e PELV, possono essere utilizzate, le seguenti sorgenti.

414.3.1 Un trasformatore di sicurezza rispondente alle prescrizioni di sicurezza della Norma CEI EN 61558-2-6 (CEI 96-7).

Commento

414.3.1 In certi casi (per esempio in caso di schermo protettivo) la protezione mediante PELV dipende da misure di protezione sul lato primario (per esempio interruzione della alimentazione ed applicazione di PELV all'interno dello stesso edificio).

414.3.2 Una sorgente che presenta un grado di sicurezza equivalente a quello del trasformatore di sicurezza di cui in 414.3.1 (per es. un motore-generatore con avvolgimenti che siano isolati in modo equivalente).

414.3.3 Una sorgente elettrochimica (per esempio una batteria) o un'altra sorgente indipendente dal circuito a tensione più elevata (per esempio un gruppo elettrogeno).

Commento

414.3.3 La sorgente elettrochimica o l'altra sorgente indipendente devono essere separate mediante separazione di protezione anche dagli eventuali circuiti FELV.

414.3.4 Alcuni dispositivi elettronici rispondenti a norme appropriate per i quali siano stati adottati provvedimenti tali da assicurare che, anche in caso di guasto interno, la tensione ai morsetti di uscita non possa superare i valori specificati in 414.1.1. Tensioni superiori ai morsetti di uscita sono tuttavia ammesse se ci si assicura che, in caso di contatto con una parte attiva o in caso di guasto tra una parte attiva e una massa, la tensione ai morsetti di uscita sia ridotta immediatamente a valori non superiori a quelli specificati in 414.1.1.

Commento

414.3.4 Per i tempi entro cui la tensione ai morsetti deve essere ridotta a valori non superiori a quelli specificati in 414.1.1 è possibile far riferimento alla Norma CEI IEC 60479-1.

NOTA 1 Esempi di tali dispositivi sono le apparecchiature di prova e di controllo dell'isolamento.

NOTA 2 Quando si abbiano tensioni più elevate ai morsetti di uscita, si può supporre che esista conformità con quanto richiesto in questo articolo se la tensione ai morsetti di uscita risulta contenuta entro i limiti specificati in 414.1.1, quando sia misurata con un voltmetro avente una resistenza interna di almeno 3.000 Ω .

414.3.5 Sorgenti mobili alimentate in bassa tensione, ad esempio trasformatori di isolamento o motori-generatori, devono essere scelti e installati in conformità alle prescrizioni per la protezione con l'utilizzo di isolamento doppio o rinforzato (vedere sezione 412).

414.4 Prescrizioni per circuiti SELV e PELV 414.4.1

I circuiti SELV e PELV devono avere:

- isolamento principale tra le parti attive e gli altri circuiti SELV o PELV, e
- separazione di protezione dalle parti attive di circuiti non SELV o PELV, assicurata da isolamento doppio o rinforzato o da isolamento principale e schermo di protezione nei confronti della tensione più elevata presente.

I circuiti SELV devono avere isolamento principale tra le parti attive e la terra.

I circuiti PELV e/o le masse di apparecchiature e componenti alimentate da circuiti PELV possono essere collegati a terra

NOTA 1 In particolare, è necessario assicurare una separazione di protezione tra le parti attive di apparecchi elettrici quali relè, contattori, interruttori ausiliari, e qualsiasi parte di un circuito a tensione più elevata o di un circuito FELV.

NOTA 2 La messa a terra dei circuiti PELV può essere realizzata attraverso un collegamento a terra o ad un conduttore di protezione messo a terra all'interno della sorgente stessa.

414.4.2 La separazione di protezione tra i conduttori dei circuiti di ogni sistema SELV e PELV ed i conduttori di qualsiasi altro circuito, che abbia almeno l'isolamento principale, può essere realizzata ricorrendo ad uno dei seguenti metodi:

- con i conduttori dei circuiti SELV e PELV muniti, oltre che del loro isolamento principale, di una guaina isolante oppure posti all'interno di un involucro isolante;
- con i conduttori dei circuiti SELV e PELV separati dai conduttori di circuiti a tensioni più elevate attraverso uno schermo o una guaina metallici messi a terra;
- con cavi multipolari, se i conduttori dei circuiti SELV e PELV sono isolati per la massima tensione presente;
- quando le condutture degli altri circuiti a tensioni più elevate sono conformi a quanto previsto in 412.2.4.1;
- mediante conduttori separati materialmente.

Commento

414.4.2 Nei casi precedenti è sufficiente sia assicurato, per ciascun conduttore, l'isolamento principale richiesto per la tensione nominale del circuito di cui il conduttore fa parte.

Circuiti a tensione diversa possono essere contenuti in uno stesso cavo multipolare o in uno stesso raggruppamento di cavi, a condizione che i conduttori dei circuiti SELV e PELV siano isolati, nell'insieme o individualmente, per la massima tensione presente.

La prescrizione del presente articolo non si applica a cavi completamente dielettrici (ad esempio i cavi in fibra ottica, sia in vetro sia in plastica, senza rinforzi metallici o conduttori metallici).

Il metodo mediante conduttori separati materialmente è preferibile.

414.4.3 Le prese e le spine dei sistemi SELV e PELV devono soddisfare i seguenti requisiti:

- le spine non devono poter entrare nelle prese di altri sistemi;

Commento 1

414.4.3 Il sistema FELV è considerato un altro sistema elettrico.

- le prese non devono permettere l'introduzione di spine di altri sistemi;
- le prese e le spine dei circuiti SELV non devono avere un contatto per il collegamento del conduttore di protezione;

Commento 2

414.4.3 Le prese e le spine dei circuiti PELV possono avere un contatto per il collegamento del conduttore di protezione

414.4.4 Le masse dei circuiti SELV non devono essere intenzionalmente collegate:

- a terra;
- a conduttori di protezione o a masse di altri circuiti elettrici;
- a masse estranee.

NOTA Se è probabile che le masse dei circuiti SELV possano entrare in contatto, sia fortuitamente che in modo intenzionale, con le masse di altri circuiti, la protezione contro lo shock elettrico non dipende più unicamente dalla protezione mediante SELV, ma anche dalle misure di protezione alle quali queste ultime masse sono soggette.

414.4.5 Se la tensione nominale supera 25 V, valore efficace in c.a., oppure 60 V in c.c., o se le apparecchiature sono immerse, la protezione contro i contatti diretti deve essere assicurata per circuiti SELV e PELV da:

- un isolamento conforme a quanto previsto in A.1, oppure
- barriere od involucri conformi a quanto previsto in A.2.

La protezione contro i contatti diretti non è generalmente necessaria in condizioni normali ed asciutte per:

- circuiti SELV per i quali la tensione nominale non superi 25 V c.a. o 60 V c.c.,
- circuiti PELV per i quali la tensione nominale non superi 25 V c.a. o 60 V c.c. e le masse e/o le parti attive siano collegate attraverso un conduttore di protezione al collettore di terra principale.

Commento

414.4.5 *Ad esempio nei circuiti PELV la protezione dai contatti diretti non è necessaria, se il componente elettrico si trova all'interno o all'esterno di un edificio dove sia stato effettuato il collegamento equipotenziale principale e la tensione nominale non superi 25 V, valore efficace in c.a., oppure 60 V in c.c. non ondulata.*

La possibilità di utilizzare tale indicazione anche all'esterno degli edifici è subordinata alla condizione che si sia all'interno della zona di influenza del collegamento equipotenziale principale, il che potrebbe comportare misure atte a garantire l'esistenza di tale condizione.

In tutti gli altri casi la protezione contro i contatti diretti non è richiesta se la tensione nominale dei sistemi SELV o PELV non supera 12 V in c.a. o 30 V in c.c.

415 Protezione addizionale

NOTA La protezione addizionale può essere specificata con la misura di protezione adeguata in certe condizioni di influenza esterna e in certi ambienti particolari (vedere le corrispondenti sezioni della Parte 7).

415.1 Protezione addizionale mediante interruttori differenziali

415.1.1 L'uso di interruttori differenziali, con corrente differenziale nominale d'intervento non superiore a 30 mA, è riconosciuto nei sistemi c.a. come protezione addizionale in caso di insuccesso delle altre misure di protezione contro i contatti diretti e/o contro i contatti indiretti o di incuria da parte degli utilizzatori.

415.1.2 L'uso di tali dispositivi non è riconosciuto quale unico mezzo di protezione e non dispensa dall'applicazione di una delle misure di protezione specificate da 411 a 414.

Commento

415.1.2 *L'uso di interruttori differenziali con corrente differenziale di intervento non superiore a 30 mA, pur permettendo di eliminare gran parte dei rischi dovuti ai contatti diretti, non è riconosciuto quale misura di protezione completa contro questi contatti, anche perché non permette di evitare gli infortuni, d'altronde molto rari, provocati dal contatto simultaneo con due parti attive del circuito protetto che si trovino a potenziali differenti.*

Si deve notare che l'uso di questi interruttori differenziali permette di ottenere la protezione contro i contatti indiretti in condizioni di messa a terra molto mediocri (vedi il Commento al paragrafo 531.2.1.5) ed assicura anche, quando richiesta, una migliore protezione contro gli incendi, con la rivelazione di eventuali difetti di isolamento che diano luogo a piccole correnti verso terra.

415.2 Protezione aggiuntiva mediante collegamento equipotenziale supplementare

NOTE 1 Il collegamento equipotenziale supplementare è considerato una protezione aggiuntiva nei confronti dei contatti indiretti

Commento

415.2 NOTA1 *Il collegamento equipotenziale supplementare è richiesto nei casi previsti da 411.3.2.6.*

Il collegamento equipotenziale supplementare è anche richiesto, in alcune Sezioni della Parte 7, per migliorare la sicurezza anche quando i dispositivi di protezione rispettano i tempi di interruzione dell'alimentazione. In tal caso non è richiesto di soddisfare la prescrizione di 415.2.2. Il collegamento equipotenziale supplementare comprende il pavimento non isolante nelle Sezioni 702 e 706.

NOTE 2 L'utilizzo del collegamento equipotenziale supplementare non esclude la necessità di scollegare l'alimentazione per altri motivi, ad esempio per protezione contro l'incendio, sollecitazioni termiche nell'apparecchiatura, ecc.

Commento

415.2 NOTA 2 *Mentre il collegamento equipotenziale supplementare permette di evitare i pericoli dal punto di vista della protezione contro i contatti indiretti se, in caso di guasto, il circuito non viene interrotto in tempi sufficientemente rapidi, si possono tuttavia manifestare altri fenomeni pregiudizievoli, come per es. il riscaldamento del conduttore equipotenziale o l'aumento della resistenza della messa a terra in seguito all'essiccamento del suolo. Si raccomanda di collegare le armature principali del cemento armato durante la costruzione dell'edificio.*

NOTE 3 Il collegamento equipotenziale supplementare può interessare, l'intero impianto, una sua parte, una parte di un'apparecchiatura, o un ambiente

NOTE 4 Prescrizioni aggiuntive possono essere necessarie per ambienti speciali (vedere le corrispondenti sezioni della Parte 7) o per altri motivi

415.2.1 Il collegamento equipotenziale supplementare deve comprendere tutte le masse simultaneamente accessibili di componenti fissi dell'impianto e tutte le masse estranee, comprese le armature principali del cemento armato utilizzato nella costruzione degli edifici, se praticamente possibile. Il sistema di collegamento equipotenziale deve essere connesso ai conduttori di protezione di tutti i componenti dell'impianto, compresi quelli delle prese a spina.

Commento

415.2.1 *Il pavimento non isolante (413.3.4) deve essere considerato una massa estranea. Pertanto se non è metallico necessita di una rete metallica sottostante collegata al citato collegamento equipotenziale supplementare.*

415.2.2 La resistenza R tra ogni massa ed ogni massa estranea simultaneamente accessibile deve soddisfare la seguente condizione:

$$R \leq \frac{U_L}{I_a}$$

Dove:

I_a è la corrente (in A), che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione, corrispondente a:

$I_{\Delta n}$, per i dispositivi di protezione a corrente differenziale (RCD)

I_a corrente di intervento entro 5 s, per i dispositivi di protezione contro le sovracorrenti,

U_L è la tensione di contatto limite convenzionale (vedi 22.4)

Commento

415.2.2 *L'accertamento del valore della resistenza deve essere effettuato quando esistano dubbi sulla efficacia del collegamento equipotenziale.*

Allegato A
(normativo)

**Disposizioni per la protezione contro i contatti diretti
(protezione principale)**

NOTA Le disposizioni per la protezione contro i contatti diretti (protezione principale) forniscono la protezione nelle condizioni normali e vengono applicate, quando specificato, come parte della misura di protezione scelta.

A.1 Protezione mediante isolamento delle parti attive

NOTA L'isolamento è destinato ad impedire qualsiasi contatto con parti attive.

Le parti attive devono essere completamente ricoperte con un isolamento che possa essere rimosso solo mediante distruzione.

L'isolamento dei componenti elettrici costruiti in fabbrica deve soddisfare le relative Norme.

Commento

A.1 Per gli altri componenti elettrici la protezione deve essere assicurata da un isolamento tale da resistere alle influenze meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere soggetto nell'esercizio.

Vernici, lacche, smalti e prodotti similari da soli non sono in genere considerati idonei per assicurare un adeguato isolamento per la protezione contro i contatti diretti.

Quando l'isolamento è applicato all'atto dell'installazione, la qualità dell'isolamento deve in caso di dubbio essere confermata da prove simili a quelle che assicurano la qualità dell'isolamento di componenti similari costruiti in fabbrica.

A.2 Protezione mediante involucri o barriere

NOTA Le barriere o gli involucri hanno lo scopo di prevenire il contatto con le parti attive.

Commento

A.2 I gradi di protezione IPXXB e IPXXD significano che, rispettivamente, il dito di prova oppure il filo di prova lungo 100 mm e del diametro di 1 mm non possono toccare parti in tensione: questo in accordo con la Norma CEI EN 60529 (CEI 70-1).

A.2.1 Le parti attive devono essere poste entro involucri o dietro barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione IPXXB o IP2X; si possono avere tuttavia aperture più grandi durante la sostituzione di parti, come nel caso di alcuni portalampade o fusibili, o quando esse siano necessarie per permettere il corretto funzionamento di componenti elettrici in accordo con le prescrizioni delle relative norme:

- devono essere adottate precauzioni adeguate al fine di prevenire il contatto non intenzionale con parti attive da parte di persone o animali, e
- si deve garantire, per quanto applicabile, che le persone siano consapevoli che parti attive possano essere toccate attraverso l'apertura e che non dovrebbero essere toccate intenzionalmente, e
- le aperture devono essere piccole, compatibilmente con le prescrizioni per il corretto funzionamento e per la sostituzione di una parte.

Commento

A.2.1 *Per alcuni componenti elettrici, come per es. le prese a spina per uso domestico e similare ed i binari elettrificati, le relative norme richiedono aperture più piccole di quelle corrispondenti ad IPXXB.*

Se la protezione contro i contatti diretti è realizzata sul posto dall'installatore mediante barriere o involucri, si raccomanda che tra esse e le parti attive dei sistemi di prima categoria sia prevista una distanza di almeno 40 mm. Questa distanza può essere ridotta se le parti attive sono meccanicamente solidali con gli involucri o le barriere di materiale isolante.

A.2.2 Le superfici superiori orizzontali delle barriere o degli involucri facilmente accessibili devono fornire un grado di protezione almeno pari a IPXXD o IP4X.

A.2.3 Le barriere e gli involucri devono essere saldamente fissati ed avere una sufficiente stabilità e durata nel tempo in modo da conservare il grado di protezione richiesto ed una separazione adeguata dalle parti attive, nelle condizioni di servizio prevedibili, tenuto conto delle condizioni ambientali esterne.

Commento

A.2.3 *Si considera che la prescrizione sia rispettata anche nel caso di coperchi fissati senza l'uso di viti, quando per toglierli sia necessario esercitare uno sforzo manuale superiore a quello esercitabile usualmente da una persona e comunque conforme a quello delle norme applicabili.*

A.2.4 Quando sia necessario rimuovere barriere, aprire involucri o rimuovere parti di involucri, questo deve essere possibile solo:

- a) con l'uso di una chiave o di un attrezzo, oppure
- b) dopo l'interruzione dell'alimentazione alle parti attive protette dalle barriere o dagli involucri, se il ripristino dell'alimentazione è possibile solo dopo il riposizionamento o la richiusura delle barriere e degli involucri, oppure
- c) quando la protezione dal contatto con le parti attive è assicurato da una barriera intermedia con grado di protezione almeno pari a IPXXB o IP2X che possa essere rimossa solo con l'uso di una chiave o di un attrezzo.

Commento

A.2.4 *La chiave si intende in esemplare unico o in numero limitato, ed affidata a personale addestrato. Diaframmi che si pongono davanti ai contatti di alimentazione di apparecchi estraibili sono esempi di applicazione della condizione c). Quando degli apparecchi utilizzatori o dei motori non siano stati installati o siano stati rimossi, le estremità dei conduttori non utilizzati devono venire protette con isolamenti o con involucri o barriere aventi caratteristiche equivalenti a quelle richieste dall'allegato A.*

A.2.5 Se, dietro una barriera od un involucro, sono installati componenti elettrici che possano accumulare cariche elettriche pericolose dopo che la loro alimentazione sia stata interrotta (condensatori, ecc.), deve essere previsto un cartello di avvertimento. Piccoli condensatori, come quelli usati per l'estinzione dell'arco, per ritardare la risposta di relè, ecc., non sono da considerare pericolosi.

NOTA Il contatto non intenzionale non è considerato pericoloso se la tensione risultante da cariche statiche scende al di sotto di 120 V in c.c. in meno di 5 s dopo l'interruzione dell'alimentazione.

Allegato B (normativo)

Protezione mediante ostacoli e mediante distanziamento

B.1 Applicazione

Le misure di protezione basate su ostacoli o mediante distanziamento forniscono solo la protezione contro i contatti diretti (protezione principale). Sono adatte per applicazione in impianti con o senza protezione contro i contatti indiretti (protezione in caso di guasto), che sono sotto la sorveglianza o la supervisione da parte di persone esperte o avvertite.

Le condizioni di supervisione nelle quali le misure di protezione contro i contatti diretti indicate nell'Allegato B possono essere applicate come parte delle misure di protezione, sono riportate in 410.3.5.

B.2 Protezione mediante ostacoli

NOTA Gli ostacoli sono destinati ad impedire il contatto accidentale con parti attive ma non il contatto intenzionale dovuto all'aggiornamento deliberato dell'ostacolo.

Commento

B.2 Sono considerati ostacoli, per es., corrimano e schermi grigliati.

Questa misura di protezione, che non assicura una protezione completa contro i contatti diretti, è applicata in pratica solo nelle officine elettriche (481.2).

B.2.1 Gli ostacoli devono impedire:

- l'avvicinamento non intenzionale del corpo a parti attive, e
- il contatto non intenzionale con parti attive durante le manovre di apparecchiature in tensione nel funzionamento ordinario.

B.2.2 Gli ostacoli possono essere rimossi senza l'uso di una chiave o di un attrezzo, ma devono essere fissati in modo da impedirne la rimozione accidentale.

B.3 Protezione mediante distanziamento

NOTA Il distanziamento è destinato solo ad impedire il contatto non intenzionale con parti attive.

B.3.1 Parti simultaneamente accessibili a tensione diversa non devono essere a portata di mano.

Commento 1

B.3.1 Il pavimento, se non è isolante, è considerato una delle parti simultaneamente accessibili.

Anche questa misura di protezione che non assicura una protezione completa contro i contatti diretti è applicata in pratica solo nelle officine elettriche (481.2).

Per quanto riguarda le linee elettriche aeree, la Norma CEI EN 50341-1 indica le distanze minime da rispettare.

Per la definizione di parti simultaneamente accessibili e parti a portata di mano vedere i Commenti agli articoli 23.10 e 23.11.

NOTA: Due parti si considerano simultaneamente accessibili se sono distanti meno di 2,50 m l'una dall'altra. (vedere Figura B1.)

Commento 2

B.3.1 Ad esempio due parti simultaneamente accessibili si trovano tra la superficie S ed il limite della zona a portata di mano indicato nella figura B1.

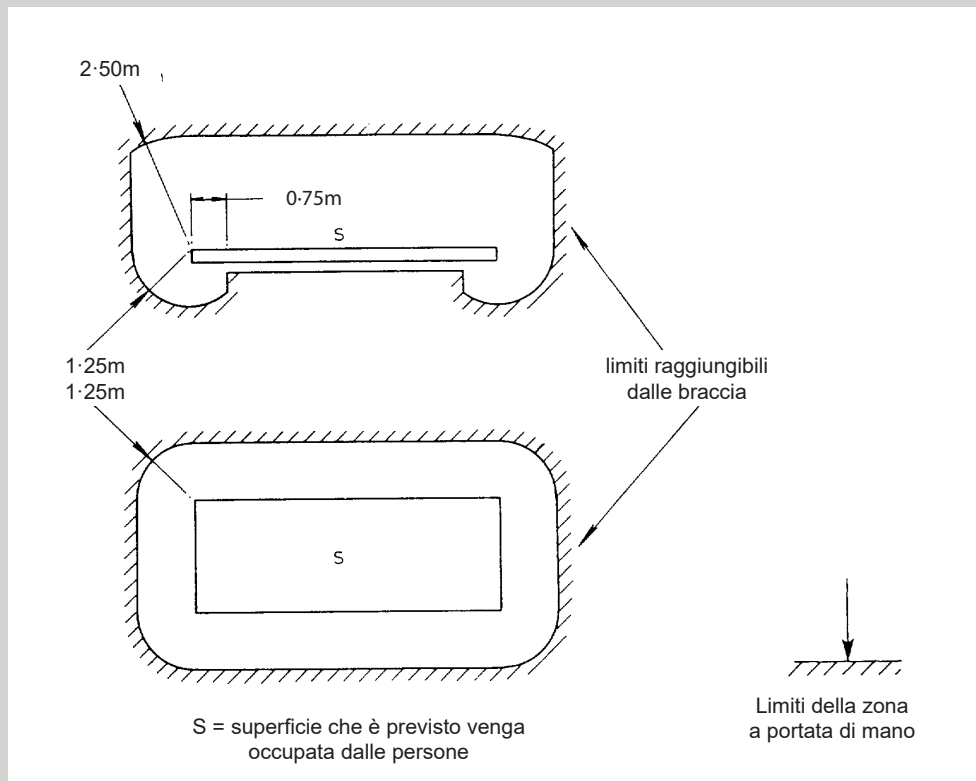


Figura B.1 – Zone a portata di mano

B.3.2 Quando uno spazio, ordinariamente occupato da persone è limitato nella direzione orizzontale da un ostacolo (per esempio da un parapetto o da una rete grigliata) che abbia un grado di protezione inferiore a IPXXB o IP2X la zona a portata di mano inizia da questo ostacolo.

Nella direzione verticale la zona a portata di mano si estende sino a 2,5 m dal piano di calpestio (superficie S della Figura B.1) non tenendo conto di qualsiasi ostacolo intermedio che fornisca un grado di protezione inferiore a IPXXB o IP2X.

NOTA Valori di distanziamento si applicano a contatti con mani nude senza l'uso di mezzi ausiliari (per esempio di utensili o di scale).

B.3.3 Nei luoghi in cui vengono usualmente maneggiati oggetti conduttori grandi o voluminosi, le distanze richieste da B.3.1 e B.3.2 devono essere aumentate tenendo conto delle dimensioni di questi oggetti.

Allegato C (normativo)

Misure di protezione solo per applicazioni in cui l'installazione è sotto la sorveglianza o la supervisione di persone esperte o avvertite

NOTA Le condizioni di supervisione nelle quali si possono applicare le disposizioni di protezione dell'Allegato C, come parte delle misure di protezione contro i contatti indiretti (protezione in caso di guasto), sono riportate in 410.3.6.

C.1 Protezione mediante luoghi non conduttori

NOTA Questa misura di protezione è destinata ad evitare i contatti simultanei con parti che possano trovarsi ad un potenziale diverso a seguito di un guasto dell'isolamento principale di parti attive.

Commento

C.1 *In pratica esistono pochi locali in grado di soddisfare le condizioni richieste per l'applicazione di questa misura di protezione soprattutto per le seguenti ragioni:*

- *presenza di un numero sempre più grande di masse estranee nei locali;*
- *possibilità di modifiche dei rivestimenti dei pavimenti che possano trasformare un locale da non conduttore in conduttore;*
- *presenza di prese a spina e uso di cordoncini prolungatori che rendano variabili le distanze tra gli apparecchi utilizzatori e li possono rendere simultaneamente accessibili.*

Questa misura di protezione, per la sua particolarità, non è praticamente mai applicabile negli edifici civili e similari. Essa non giustifica l'utilizzo dei componenti elettrici in Classe 0, proprio in considerazione del suo limitatissimo campo di impiego, e perché facilmente sostituibili con componenti elettrici di Classe I non collegati a terra.

C.1.1 Tutti i componenti elettrici devono essere conformi con una delle misure di protezione contro i contatti diretti (protezione principale) descritte nell'Allegato A

C.1.2 Le masse devono essere disposte in modo che, in circostanze ordinarie, le persone non vengano simultaneamente in contatto con:

- due masse, oppure
- una massa ed una massa estranea,

se queste parti sono suscettibili di trovarsi ad un potenziale diverso a seguito di un guasto dell'isolamento principale di parti attive.

C.1.3 In un luogo non conduttore non devono esserci conduttori di protezione.

C.1.4 Quanto prescritto in C.1.2 è considerato soddisfatto se il luogo ha pavimento e pareti isolanti e se si applica una o più delle seguenti disposizioni:

- a) distanziamento delle masse da masse estranee e delle masse tra di loro. Questo distanziamento è considerato sufficiente se la distanza tra due parti non è inferiore a 2,50 m; questa distanza può essere ridotta a 1,25 m al di fuori della zona a portata di mano;
- b) interposizione di efficaci ostacoli tra masse e masse estranee. Tali ostacoli sono sufficientemente efficaci se estendono le distanze da superare fino ai valori indicati al precedente punto a). Essi non devono essere collegati a terra o a masse; per quanto possibile, devono essere di materiale isolante;
- c) isolamento o disposizioni isolanti delle masse estranee. L'isolamento deve avere una resistenza meccanica sufficiente ed essere in grado di sopportare una tensione di prova di almeno 2 000 V. La corrente di dispersione verso terra non deve superare 1 mA in condizioni ordinarie d'uso.

Commento

C.1.4 *L'impianto deve inoltre essere sotto il controllo di personale addestrato, affinché:*

- *sia evitata l'introduzione nel locale di componenti elettrici collegati a terra o di masse estranee;*
- *durante l'accesso al locale le persone non siano sottoposte a differenze di potenziale pericolose.*

Le masse estranee uscenti dal locale infine (per es. tubi metallici) devono essere interrotte con uno o più elementi isolanti in modo che non propagino potenziali pericolosi all'esterno.

C.1.5 La resistenza dei pavimenti e delle pareti isolanti in ogni punto di misura nelle condizioni specificate in 6.4.3.5 non deve essere inferiore a:

- 50 k Ω , per tensione nominale di alimentazione non superiore a 500 V, o
- 100 k Ω , per tensione nominale di alimentazione superiore a 500 V.

NOTA Se in un punto qualsiasi la resistenza è inferiore al valore specificato, i pavimenti e le pareti sono considerati come masse estranee ai fini della protezione contro i contatti indiretti.

C.1.6 Le disposizioni prese devono essere permanenti e non deve essere possibile renderle inefficaci. Esse devono anche assicurare la protezione dove si prevede l'uso di componenti elettrici trasportabili, mobili o portatili.

NOTA 1 Si richiama l'attenzione sul pericolo che, quando gli impianti elettrici non siano sottoposti ad un'efficace sorveglianza, si possano introdurre nel tempo altre parti conduttrici (per es. componenti elettrici trasportabili, mobili o portatili di Classe I oppure condutture d'acqua metalliche), che possano rendere l'impianto elettrico non conforme a quanto indicato in C.1.6.

NOTA 2 È essenziale assicurare che l'isolamento del pavimento e delle pareti non possa essere compromesso dall'umidità.

C.1.7 Si devono prendere precauzioni per assicurare che le masse estranee non possano propagare potenziali all'esterno del luogo considerato.

C.2 Protezione mediante collegamento equipotenziale locale non connesso a terra

NOTA Il collegamento equipotenziale locale non connesso a terra è destinato ad evitare il manifestarsi di una tensione di contatto pericolosa.

Commento

C.2 *Questa misura di protezione è applicabile solo quando il pavimento è isolante (o conduttore isolato da terra).*

C.2.1 Tutti i componenti elettrici devono essere conformi con una delle misure di protezione contro i contatti diretti (protezione principale) descritte nell'Allegato A.

C.2.2 I conduttori del collegamento equipotenziale devono interconnettere tutte le masse e tutte le masse estranee simultaneamente accessibili.

C.2.3 Il collegamento equipotenziale locale non deve essere connesso a terra, né direttamente, né tramite masse o masse estranee.

NOTA Dove questa prescrizione non può essere soddisfatta, è applicabile la protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione (vedere art. 411).

C.2.4 Si devono prendere precauzioni per assicurare che le persone che entrano in un luogo reso equipotenziale non possano essere esposte ad una differenza di potenziale pericolosa, in particolare quando un pavimento conduttore isolato da terra sia collegato ad un collegamento equipotenziale locale non connesso a terra.

C.3 Protezione mediante separazione elettrica per l'alimentazione di più di un apparecchio utilizzatore

NOTA 1 La separazione elettrica di un singolo circuito è destinata ad evitare correnti pericolose a seguito di contatto con masse che possano essere messe in tensione da un guasto dell'isolamento principale del circuito.

C.3.1 Tutti i componenti elettrici devono essere conformi con una delle misure di protezione contro i contatti diretti (protezione principale) descritte nell'Allegato A

C.3.2 La protezione mediante separazione elettrica per l'alimentazione di più di un apparecchio utilizzatore deve essere assicurata dalla rispondenza a tutte le prescrizioni date da 413, con l'eccezione di 413.1.2, ed alle seguenti prescrizioni.

C.3.3 Si devono prendere precauzioni al fine di proteggere il circuito separato da danneggiamenti e guasti dell'isolamento.

Commento

C.3.3 *La sicurezza di questa misura di protezione dipende dal buon isolamento dei circuiti separati.*

Si raccomanda quindi di disporre questi circuiti in modo che il loro stato possa essere esaminato a vista.

Una particolare attenzione deve essere portata ai cavi flessibili, che sono soggetti facilmente a danneggiamenti.

C.3.4 Le masse del circuito separato devono essere collegate tra di loro per mezzo di conduttori di protezione isolati, non collegati a terra. Tali conduttori non devono essere collegati intenzionalmente a conduttori di protezione o a masse di altri circuiti o a qualsiasi massa estranea.

NOTA Vedere la Nota a 413.3.6.

C.3.5 Tutte le prese a spina devono essere provviste di contatti di terra che devono essere collegati al conduttore di protezione in accordo con C.3.4.

C.3.6 Tutti i cavi flessibili che non alimentino componenti elettrici con isolamento doppio o rinforzato, devono incorporare un conduttore di protezione da utilizzare come conduttore di collegamento equipotenziale, in accordo con C.3.4.

C.3.7 Se si verificano due guasti su due masse alimentate da conduttori di polarità diversa, un dispositivo di protezione deve assicurare l'interruzione dell'alimentazione in un tempo di interruzione in accordo con la Tabella 41.1.

C.3.8 Il prodotto della tensione nominale del circuito separato, in volt, per la lunghezza, in metri, della relativa conduttanza elettrica non dovrebbe essere superiore a 100 000; la lunghezza della conduttanza non dovrebbe superare 500 m.

Commento

C.3.8 *La lunghezza della conduttanza elettrica viene determinata indipendentemente dal numero dei singoli conduttori.*

Allegato D
(normativo)

**Disposizioni previste quando l'interruzione automatica,
conforme a 411.3.2, non sia possibile**

D.1 Quando l'interruzione automatica non è possibile, nelle circostanze in cui:

- siano installati apparecchiature elettroniche con correnti di cortocircuito limitate, oppure
- i tempi di interruzione richiesti non possano essere rispettati dal dispositivo di protezione, si applicano le seguenti disposizioni.

D.2 Per impianti dotati di convertitori elettronici di potenza, con una tensione nominale U_0 superiore a 50 V c.a. o a 120 V c.c., ed in cui l'interruzione automatica non sia possibile, in presenza di un guasto tra un conduttore attivo ed il conduttore di protezione o la terra, la tensione di uscita della sorgente deve essere ridotta a 50 V c.a. o a 120 V c.c., o a valori inferiori; nei tempi indicati in 411.3.2.2, 411.3.2.3 o 411.3.2.4, a seconda di come appropriato (vedere Norma EN 62477-1).

Il convertitore elettronico di potenza deve essere di un tipo per il quale il costruttore possa indicare metodi adeguati alla verifica iniziale e periodica dell'impianto.

D.3 Ad eccezione di quando si applica il paragrafo D.2, se l'interruzione automatica non è possibile nei tempi richiesti in 411.3.2.2, 411.3.2.3, o in 411.3.2.4, a seconda di come appropriato, deve essere previsto un collegamento equipotenziale di protezione supplementare, conforme a quanto indicato in 415.2 e la tensione tra le masse simultaneamente accessibili non deve superare i 50 V c.a. o i 120 V c.c.

42 Protezione contro gli effetti termici

NOTA I termini relativi al comportamento in presenza di fuoco e le corrispondenti prove sono oggetto di lavori in corso che sono svolti in collaborazione tra ISO ed IEC. I termini utilizzati nel presente Capitolo sono provvisori.

Commento

42 Vedi la Sezione 751 per gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio e la Sezione 527 per la scelta e la messa in opera delle condutture allo scopo di ridurre al minimo la propagazione dell'incendio.

421 Generalità

Le persone, i componenti elettrici fissi ed i materiali, non facenti parte dell'impianto elettrico, fissi, posti in vicinanza di componenti elettrici, devono essere protetti contro gli effetti dannosi del calore sviluppato dai componenti elettrici, o contro gli effetti dell'irraggiamento termico, in particolare per quanto riguarda i seguenti effetti:

- combustione o deterioramento di materiali;
- rischio di ustioni;
- riduzione della sicurezza nel funzionamento dei componenti elettrici installati, inclusi i servizi di sicurezza (vedi Capitolo 56).

NOTA La protezione contro le sovracorrenti è trattata nel Capitolo 43.

422 Protezione contro gli incendi

Commento

422 La rispondenza dei prodotti alle relative Norme CEI e la corretta installazione, tenendo conto delle diverse condizioni di impiego, consente di ottenere la protezione contro i rischi di innesco o di propagazione di incendi. In particolare le Norme CEI di prodotto forniscono i criteri di prova per verificare la resistenza al calore, la resistenza al calore anormale e al fuoco, in funzionamento ordinario e in caso di riscaldamento eccessivo dovuto ai guasti.

A titolo di esempio, si richiamano le seguenti norme di prodotto:

- Serie CEI EN 60670 "Scatole e involucri per apparecchi elettrici per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari";
- CEI 23-51 "Quadri per uso domestico e similare";
- Serie CEI EN 61386 "Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche";
- Serie CEI EN 50085 "Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche";
- CEI EN 61537 "Sistemi di passerelle portacavi a fondo continuo e a traversini per la posa dei cavi";
- Serie CEI EN 61534 "Sistemi di alimentazione a binario elettrificato";
- CEI EN 62208 "Involucri vuoti";
- Serie CEI EN 61439 "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT)".

Per i prodotti non normati, possono essere applicati i criteri di prova indicati nella seguente Tabella.

Componenti elettrici non coperti da una norma di prodotto	Resistenza al riscaldamento in funzionamento ordinario		Propagazione del fuoco	Attitudine a non innescare incendi in caso di riscaldamento eccessivo dovuto a guasti
	Prova in camera climatica Prova in stufa per 60 min (1) (°C)	Termopressione con biglia (2) (°C)	Resistenza alla propagazione (3)	Prova al filo incandescente (4) (°C)
Componenti da incasso sotto intonaco (pareti in muratura tradizionale e prefabbricate)	70	70	NO	650
Componenti da incasso per pareti vuote (pareti in truciolo, tramezze in legno, ecc.)	70	70	NO	850
Componenti a vista (a parete o a soffitto)	70	70	NO	650
Elementi lineari	NO	NO	SI	NO
Parti dei componenti di cui sopra che tengono in posizione parti sotto tensione (escluse le parti relative al conduttore di protezione)	70	125	NO	850
(1) Secondo CEI EN 60068-2-2 (CEI 104-3). (2) Secondo CEI EN 60068-10-2 (CEI 89-24) (3) Secondo CEI EN 60695-11-2 (CEI 89-23) (4) Secondo CEI EN 60695-2-11 (CEI 89-13)				

422.1 I componenti elettrici non devono costituire pericolo di innesco o di propagazione di incendio per i materiali adiacenti. Oltre alle prescrizioni della presente Norma, devono essere osservate tutte le relative istruzioni di installazione del costruttore.

422.2 I componenti elettrici che possono raggiungere temperature superficiali tali da poter innescare l'incendio dei materiali adiacenti, devono essere installati in uno dei seguenti modi:

- su o entro elementi costituiti da materiali che resistano a tali temperature e che abbiano una bassa conducibilità termica;
- dietro schermi termicamente isolanti che resistano a tali temperature e che abbiano una bassa conducibilità termica;
- ad una distanza sufficiente a permettere un'adeguata dissipazione del calore per evitare che tali temperature possano avere effetti termici dannosi sui materiali la cui conservazione potrebbe venire compromessa da tali temperature, utilizzando supporti di bassa conducibilità termica.

422.3 I componenti elettrici collegati all'impianto in modo permanente, che nel loro funzionamento, ordinario siano tali da produrre archi o scintille, devono:

- essere totalmente racchiusi in elementi di materiale resistente agli archi, oppure
- essere schermati, con elementi di materiale resistente agli archi, dagli elementi dell'edificio sui quali gli archi potrebbero avere effetti termici dannosi, oppure
- essere installati ad una distanza sufficiente dagli elementi dell'edificio sui quali gli archi o le scintille potrebbero avere effetti termici dannosi, per permettere una sicura estinzione degli stessi archi o scintille.

I materiali resistenti agli archi utilizzati per questa misura di protezione devono essere non combustibili, avere bassa conducibilità termica e presentare uno spessore adeguato per assicurare stabilità meccanica.

422.4 I componenti elettrici fissi che presentino effetti di focalizzazione o di concentrazione di calore devono essere distanziati da qualsiasi oggetto fisso o da qualsiasi elemento dell'edificio in modo tale che questi oggetti o elementi non possano essere sottoposti, in condizioni ordinarie, a temperature pericolose.

Commento a 422.2, 422.3, 422.4

Se i componenti elettrici, che possono raggiungere temperature superficiali pericolose o che sono tali da produrre archi o scintille o fenomeni di concentrazione/focalizzazione di calore nel loro funzionamento ordinario, sono posti in vicinanza di elementi di materiale facilmente infiammabile (a tal fine, per analogia, può farsi riferimento alle indicazioni dell'allegato 559B) o appartenenti al gruppo materiali GM4 secondo DM 18/10/2019, si devono prendere precauzioni per limitare il riscaldamento di questi elementi: se si ricorre alla interposizione di schermi termicamente isolanti, questi devono venire realizzati con i materiali aventi una bassa conducibilità termica e Classe di reazione al fuoco A1 secondo D.M. del 10 marzo 2005 (Classe 0 secondo D.M. del 26 giugno 1984 se trattasi di materiali non soggetti al regolamento (UE) 305/2011)

Si devono interporre elementi realizzati con gli stessi materiali anche quando i componenti elettrici sono da collocare su elementi che non siano in grado di resistere ad elevate temperature o ad archi o scintille.

Per l'individuazione delle distanze di sicurezza può farsi riferimento alle istruzioni dei fabbricanti e alle norme di prodotto o, in assenza di entrambe, ai limiti di temperatura di cui alla tabella 42A rilevati sui materiali esposti dopo 2 ore di funzionamento dell'apparecchiatura.

422.5 Quando i componenti elettrici installati nello stesso locale contengono liquido infiammabile in quantità significativa, si devono prendere precauzioni per evitare che il liquido in fiamme ed i prodotti di combustione del liquido stesso (fiamme, fumo, gas tossici) si propaghino alle altre parti dell'edificio.

NOTA Esempi di tali precauzioni sono:

- a) una fossa di drenaggio che raccolga le fuoriuscite di liquido e ne assicuri l'estinzione in caso di incendio, oppure
- b) l'installazione dei componenti elettrici in un locale dotato di pareti resistenti al fuoco e di barriere o di altri mezzi adatti ad evitare che il liquido in fiamme si propaghi in altre parti dell'edificio: tale locale deve essere ventilato solo verso l'esterno,
- c) una quantità di 25 l è generalmente considerata come significativa,
- d) per quantità inferiori a 25 l è sufficiente prendere precauzioni per evitare la fuga del liquido,
- e) è auspicabile che l'alimentazione dei componenti elettrici venga interrotta all'insorgere di un incendio.

Commento

422.5 I liquidi isolanti sono classificati, in base al potere di combustione e in base al potere calorifico (Norma CEI EN 61100), nelle seguenti classi:

Classificazione in base al punto di combustione

Sono state definite tre classi.

- Classe O, se il punto di combustione è inferiore o uguale a 300 °C.
- Classe K, se il punto di combustione è superiore a 300 °C.
- Classe L, se il liquido isolante non ha un punto di combustione misurabile.

Classificazione in base al potere calorifico inferiore

Sono state definite tre classi.

- Classe 1, se il potere calorifico inferiore è superiore o uguale a 42 MJ/kg.
- Classe 2, se il potere calorifico inferiore è inferiore a 42 MJ/kg e superiore o uguale a 32 MJ/kg.
- Classe 3, se il potere calorifico inferiore è inferiore a 32 MJ/kg.

Esempi di designazione

O1: Punto di combustione = 180 °C,
potere calorifico inferiore = 48 MJ/kg.

K1: Punto di combustione = 310 °C,
potere calorifico inferiore = 48 MJ/kg.

K3: Punto di combustione = 340 °C,
potere calorifico inferiore = 28 MJ/kg.

L3: Punto di combustione non misurabile,
potere calorifico inferiore = 12 MJ/kg.

Il limite di 25 l, riferito al liquido contenuto in tutti i componenti elettrici situati nello stesso locale, è considerato significativo per liquidi isolanti altamente infiammabili (Classi O1 e K1), come per es. gli oli minerali e gli idrocarburi ad alto peso molecolare.

Per liquidi isolanti meno infiammabili (Classi K2 e K3), come per es. gli esteri e i siliconi, il limite di 25 l può essere aumentato a 50 l. Per altri liquidi isolanti (Classe L3), come per es. i liquidi isolanti alogenati per trasformatori, non si applica alcun limite.

422.6 I materiali degli involucri disposti attorno ai componenti elettrici durante la messa in opera devono essere in grado di sopportare le più elevate temperature che possano essere prodotte dai componenti stessi.

Commento

422.6 Questa prescrizione si considera già soddisfatta per quanto riguarda gli involucri di componenti elettrici, quando ne costituiscano una parte integrante, e gli involucri di assiemi prefabbricati, quando questi componenti e questi assiemi rispondano alle relative Norme CEI.

422.7 Nei luoghi a maggior rischio in caso di incendio di cui alla Sezione 751 e nei luoghi soggetti a vincolo artistico/monumentale e/o destinati alla custodia di beni insostituibili devono essere adottati provvedimenti contro il pericolo di "guasto serie".

NOTA Per guasto serie si intende un qualunque tipo di guasto in serie al circuito che può essere in grado di innescare un incendio per la generazione di elevate temperature e/o scintille e/o archi.

A tale scopo, è possibile procedere ad esempio all'adozione di una delle seguenti misure:

- Installazione di dispositivi in grado di rilevare gli effetti di un guasto serie (temperatura e/o luce), attivare un allarme ed eventualmente un intervento di protezione in modo automatico o manuale quali ad esempio, sonde di temperatura, rivelatori ottici, rivelatori di fiamma, rivelatori di fumo, rivelatori termici.
- Procedure di verifiche e manutenzione periodiche programmate.

Per i circuiti a corrente alternata, l'utilizzo di dispositivi di rilevazione di guasti d'arco (AFDD) costituisce una misura adeguata per la protezione dai guasti arco serie in accordo con la Norma di prodotto CEI EN 62606.

Commento

422.7 Verifiche e manutenzione in accordo a quanto previsto dalle Guide "CEI 64-14 e CEI 0-10".

Qualora la mancanza di alimentazione ad un circuito protetto da AFDD possa comportare situazioni di pericolo (ad esempio: ambienti medici di gruppo 1 o 2, ambienti affollati, ascensori, scuole) o danni ingenti (ad esempio: sistemi informatici) o sistemi di sicurezza (ad esempio: alimentazione lampade di emergenza, impianti rilevazione fumi o gas) è necessario valutare l'opportunità di installare tali apparecchi, o di prevedere soluzioni alternative.

Allegato A
(informativo)

Dispositivi di rilevazione di guasti d'arco (AFDD)

Gli incendi degli impianti elettrici sono spesso innescati da guasti d'arco che derivano da archi in parallelo o da archi in serie causati da difetti di isolamento tra i conduttori attivi o le connessioni di morsetti allentati.

Durante un guasto d'arco in serie, non vi è alcuna corrente di dispersione a terra, pertanto gli RCD non possono rilevare un tale guasto. Inoltre, in questo caso, l'impedenza del guasto d'arco in serie riduce la corrente di carico e la corrente resta al di sotto della soglia di intervento di un interruttore o di un fusibile. Nel caso di un arco in parallelo tra la fase e il conduttore di neutro, la corrente è limitata dall'impedenza dell'impianto e dall'arco stesso, pertanto la corrente di guasto risultante potrebbe essere inferiore alla corrente di funzionamento del dispositivo di protezione contro le sovracorrenti.

I dispositivi di rilevazione di guasti d'arco sono in grado di rilevare le condizioni di guasto che derivano da una giunzione d'arco prolungata che potrebbe essere limitata dalla corrente disponibile proveniente dal cablaggio di distribuzione (considerato come guasti d'arco in parallelo) o limitata da un carico all'interno del circuito protetto (considerato com e guasti d'arco in serie).

Nei circuiti a corrente alternata, l'utilizzo dei dispositivi di rilevazione di guasti d'arco (AFDD), conformi alla CEI EN 62606, potrebbe inoltre contribuire alla riduzione dei rischi per le persone, il bestiame e i beni nel caso di incendi importanti che si propagano dagli impianti e dagli apparecchi elettrici.

Nella Norma CEI EN 62606 sono specificati i tre dispositivi seguenti:

- AFDD, come dispositivo singolo, costituito da un'unità AFD e da organi di manovra e previsto per essere collegato in serie con un idoneo dispositivo di protezione dal cortocircuito dichiarato dal costruttore, conforme ad una o più delle seguenti Norme CEI EN 60898-1, CEI EN 61009-1 o alla serie CEI EN 60269;
- AFDD come dispositivo singolo, costituito da un'unità AFD integrata e da un dispositivo di protezione conforme ad una o più delle seguenti Norme CEI EN 60898-1, CEI EN 61008-1, CEI EN 61009-1 o CEI EN 62423.
- AFDD costituito da un'unità AFD e da un dispositivo di protezione dichiarato, previsto per essere assemblato sul posto.

NOTA L'innescò di un incendio da parte di guasti d'arco normalmente deriva da uno o più dei seguenti casi:

- difetti di isolamento tra i conduttori attivi che portano a correnti di guasto (archi in parallelo);
- fili rotti o danneggiati (sezione ridotta) in condizioni di corrente di carico (archi in serie);
- connessioni di morsetti con resistenza elevata (surriscaldamenti).

423 Protezione contro le ustioni

Le parti accessibili dei componenti elettrici a portata di mano non devono raggiungere temperature tali che possano causare ustioni alle persone, e devono soddisfare i limiti indicati nella Tabella 42A. Tutte le parti dell'impianto che, in funzionamento ordinario, possono raggiungere, anche per brevi periodi, temperature superiori ai limiti indicati nella Tabella 42A devono essere protette in modo da evitare il contatto accidentale, devono cioè essere protette con involucri o barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione IPXXB. I limiti della Tabella 42A non si applicano tuttavia ai componenti elettrici conformi alle relative Norme di riferimento.

Tabella 42A - Limiti di temperatura in funzionamento ordinario per le parti accessibili dei componenti elettrici

Parti accessibili	Materiale delle parti accessibili	Temperatura massima (°C)
Organi di comando da impugnare	metallico	55
	non metallico	65
Parti previste per essere toccate durante il funzionamento ordinario, ma che non necessitano di essere impugate	metallico	70
	non metallico	80
Parti che non necessitano di essere toccate durante il funzionamento ordinario	metallico	80
	non metallico	90

Commento

423 Il rivestimento di parti metalliche con vernici non permette di potere considerare le stesse parti come non metalliche; il rivestimento con certe materie plastiche invece, quando ne riducano sensibilmente la conducibilità termica, permette di considerarle come non metalliche.

Si precisa anche che non si applicano i limiti di temperatura indicati nella Tabella 42A, oltre che ai componenti elettrici che siano conformi ai limiti di temperatura indicati nelle Norme CEI che li riguardano, neppure in particolare agli apparecchi di illuminazione che rispondono alle Norme CEI preparate dal CT 34.

424 Protezione contro i surriscaldamenti

Commento

424 Le prescrizioni di questa Sezione riguardano sostanzialmente componenti elettrici che devono rispondere alle relative Norme CEI. Quando i componenti elettrici abbiano potenze che non rientrino nel campo di applicazione delle relative Norme, si devono ancora applicare, per quanto possibile, le prescrizioni di queste Norme.

424.1 Sistemi di riscaldamento ad aria forzata

424.1.1 I sistemi di riscaldamento ad aria forzata devono essere tali che i loro elementi riscaldanti, che non siano quelli dei riscaldatori centralizzati ad accumulo, non possano essere messi in tensione sino a che il flusso d'aria prescritto non sia stato stabilito e siano messi fuori tensione quando il flusso d'aria sia stato ridotto o fermato. Essi devono inoltre avere due dispositivi di limitazione della temperatura indipendenti l'uno dall'altro, destinati ad evitare che le temperature ammissibili siano superate nei condotti dell'aria.

424.1.2 Il telaio e l'involucro degli elementi riscaldanti devono essere realizzati con materiale non combustibile.

424.2 Apparecchi utilizzatori che producono acqua calda o vapore

Tutti gli apparecchi utilizzatori che producono acqua calda o vapore devono essere protetti, per costruzione o durante la loro installazione, contro i surriscaldamenti, in tutte le condizioni di servizio. Se gli apparecchi utilizzatori non sono conformi nel loro insieme alle Norme CEI che li riguardano, la protezione deve venire assicurata per mezzo di un dispositivo che non si richiuda automaticamente e che funzioni indipendentemente dal termostato.

Se l'apparecchio non ha sfiati liberi, esso deve essere fornito anche di un dispositivo che limiti la pressione dell'acqua.

Commento

424.2 Gli apparecchi utilizzatori, che producono acqua calda o vapore, conformi alle Norme CEI sono dotati di un dispositivo che non si richiude automaticamente e che funziona indipendentemente dal termostato.

43 Protezione delle condutture contro le sovracorrenti

431 Generalità

Commento

431 *In casi particolari si può derogare dalle prescrizioni di questo Capitolo, purché le sovracorrenti non possano provocare pericoli per le persone o danni all'ambiente (Commento a 434.3.2).*

Se la protezione contro le sovracorrenti è destinata ad interrompere l'alimentazione di un circuito anche nel caso di un guasto verso massa, ed è destinata anche a proteggere contro i contatti indiretti, essa deve rispondere, oltre che alle prescrizioni di questo Capitolo, anche a quelle di 413.1.

La selettività tra dispositivi di protezione in serie tra di loro viene trattata nel Capitolo 53.

In questo Capitolo sono fornite le prescrizioni fondamentali per la protezione contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti.

Queste prescrizioni devono venire completate con quelle riportate nelle seguenti Sezioni:

- Sezione 473, riguardante l'applicazione delle prescrizioni per la protezione contro le sovracorrenti;*
- Sezione 533, riguardante la scelta e l'installazione dei dispositivi di protezione contro le sovracorrenti.*

431.1 I conduttori attivi devono essere protetti da uno o più dispositivi che interrompano automaticamente l'alimentazione quando si produce un sovraccarico (Sezione 433) o un cortocircuito (Sezione 434), con l'eccezione del caso in cui la sovracorrente sia limitata in accordo con la Sezione 436. Le protezioni contro i sovraccarichi e contro i cortocircuiti devono inoltre essere coordinate in accordo con la Sezione 435.

NOTA 1 I conduttori attivi protetti contro i sovraccarichi in accordo con la Sezione 433 sono considerati protetti anche contro guasti che siano tali da dare luogo a sovracorrenti aventi valori dello stesso ordine di grandezza di quelli dei sovraccarichi.

NOTA 2 Per le condizioni di applicazione, vedi la Sezione 473.

NOTA 3 La protezione dei cavi flessibili a posa fissa ma movimentati durante l'uso rientra nell'oggetto del presente Capitolo. I cavi flessibili utilizzati per alimentare componenti elettrici o apparecchi utilizzatori collegati per mezzo di prese a spina agli impianti fissi non sono necessariamente protetti contro i sovraccarichi; la protezione di tali cavi contro i cortocircuiti è allo studio.

432 Natura dei dispositivi di protezione

I dispositivi di protezione devono essere scelti tra quelli indicati negli articoli da 432.1 a 432.3.

432.1 Dispositivi che assicurano la protezione sia contro i sovraccarichi sia contro i cortocircuiti

Questi dispositivi di protezione devono essere in grado di interrompere qualsiasi sovracorrente, sino alla corrente di cortocircuito presunta nel punto in cui i dispositivi sono installati, tenuto conto di 434.3.1. Essi devono soddisfare le prescrizioni della Sezione 433. Tali dispositivi di protezione possono essere:

- interruttori automatici provvisti di sganciatori di sovracorrente;
- interruttori combinati con fusibili;
- fusibili.

NOTA 1 Il fusibile comprende tutte le parti che formano il dispositivo di protezione completo.

NOTA 2 L'utilizzo di un dispositivo di protezione avente un potere di interruzione inferiore al valore della corrente di cortocircuito presunta nel suo punto di installazione è soggetto alle prescrizioni di 434.3.1.

Commento

432.1 *Ulteriori prescrizioni riguardanti un unico dispositivo che assicuri la protezione sia contro i sovraccarichi sia contro i cortocircuiti sono date nell'art. 435.1.*

432.2 Dispositivi che assicurano solo la protezione contro i sovraccarichi

Sono dispositivi di protezione con una caratteristica di funzionamento generalmente a tempo inverso, il cui potere di interruzione può essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto in cui essi sono installati. Questi dispositivi devono soddisfare le prescrizioni della Sezione 433.

432.3 Dispositivi che assicurano solo la protezione contro i cortocircuiti

Questi dispositivi possono essere utilizzati quando la protezione contro i sovraccarichi sia ottenuta con altri mezzi o quando, in accordo con le prescrizioni della Sezione 473, la protezione contro i sovraccarichi possa o debba venire omessa. Essi devono essere in grado di interrompere ogni corrente di cortocircuito inferiore o uguale alla corrente di cortocircuito presunta e devono soddisfare le prescrizioni della Sezione 434.

Tali dispositivi possono essere:

- interruttori automatici con sganciatori di sovracorrente;
- fusibili, di tipo gG, gM o aM.

Commento

comune a 432.2 e 432.3 *I fusibili di tipo a_M non sono in grado, per costruzione, di interrompere le correnti comprese tra I_N e $k_2 I_N$ (k_2 è, in pratica uguale a 6,3). Pertanto essi non devono essere usati per la protezione contro i sovraccarichi.*

432.4 Caratteristiche dei dispositivi di protezione

Le caratteristiche tempo/corrente dei dispositivi di protezione contro le sovracorrenti devono essere in accordo con quelle specificate nelle Norme CEI relative ad interruttori automatici ed a fusibili di potenza.

NOTA L'utilizzo di altri dispositivi di protezione non è escluso a condizione che le loro caratteristiche tempo/corrente assicurino la protezione specificata nel presente Capitolo.

Commento

432.4 *Le principali Norme CEI riguardanti i dispositivi di protezione contro le sovracorrenti sono le seguenti:*

- CEI EN 60947-2, per gli interruttori automatici per uso industriale;
- CEI EN 60947-1, regole generali per le apparecchiature a bassa tensione;
- CEI EN 60898-1, per gli interruttori automatici per uso domestico e similare;
- CEI EN 61009-1, CEI EN 61009-2-1, per gli interruttori differenziali per uso domestico e similare;
- CEI EN 60269-1, per le prescrizioni generali per i fusibili;
- CEI 32-12, per i fusibili per uso da parte di persone addestrate;
- CEI 32-13, per i fusibili per uso da parte di persone non addestrate.

433 Protezione contro le correnti di sovraccarico

433.1 Generalità

Devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori del circuito prima che tali correnti possano provocare un riscaldamento nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente circostante le condutture.

433.2 Coordinamento tra conduttori e dispositivi di protezione

Le caratteristiche di funzionamento di un dispositivo di protezione delle condutture contro i sovraccarichi devono rispondere alle seguenti due condizioni:

$$1) I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$2) I_f \leq 1,45 \cdot I_z$$

dove:

I_B = corrente di impiego del circuito;

I_z = portata in regime permanente della conduttura (Sezione 523 della Parte 5);

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione.

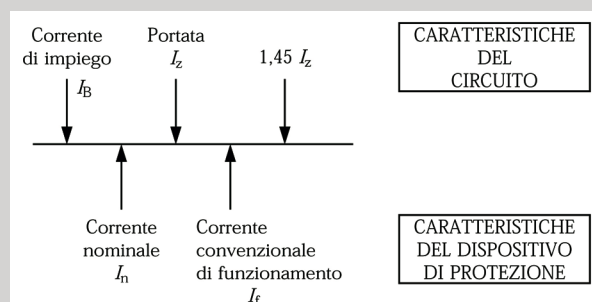
NOTA Per i dispositivi di protezione regolabili la corrente nominale I_n è la corrente di regolazione scelta.

I_f = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

NOTA La protezione prevista dal presente articolo non assicura, in alcuni casi, una protezione completa, per es. contro le sovracorrenti prolungate inferiori ad I_f , né rappresenta necessariamente la soluzione più economica. Si suppone pertanto che il circuito sia progettato in modo che non si presentino frequentemente piccoli sovraccarichi di lunga durata.

Commento

433.2 Il coordinamento tra le caratteristiche del circuito da proteggere e quelle del dispositivo di protezione è rappresentato dalla seguente Figura:



In sede internazionale la corrente I_f è sostituita con la corrente I_2 : I_2 è eguale ad I_f per gli interruttori automatici e minore di I_f per i fusibili.

I valori di I_f sono definiti nelle relative Norme di prodotto.

Quando il sovraccarico è compreso tra I_z e I_f esso può durare a lungo senza provocare interventi delle protezioni; per questo motivo il valore della corrente di impiego I_B deve essere fissato in modo tale che I_z non sia frequentemente superato.

Quando il rapporto I_f/I_n è maggiore di 1,45, la condizione 2) non corrisponde alla soluzione più economica, dal momento che la conduttura non può essere sfruttata fino alla sua portata I_z .

Quando la condotta abbia lungo il suo percorso tratti con portate differenti (per es. a causa di differenti condizioni di posa), le condizioni 1) e 2) devono essere soddisfatte per la portata inferiore.

Qualora attraverso uno stesso dispositivo di protezione siano alimentate diverse condutture o una condotta principale dalla quale siano derivate condutture secondarie, tale dispositivo protegge contro i sovraccarichi le condutture le cui portate soddisfino le condizioni 1) e 2).

Il dispositivo di protezione contro i sovraccarichi deve avere caratteristiche tali da consentire, senza interrompere il circuito, i sovraccarichi di breve durata che si producano nell'esercizio ordinario.

433.3 Protezione contro i sovraccarichi di conduttori in parallelo

Quando lo stesso dispositivo di protezione protegge diversi conduttori in parallelo, si assume per I_z la somma delle portate dei singoli conduttori, a condizione tuttavia che i conduttori siano disposti in modo da portare correnti sostanzialmente uguali.

NOTA In pratica, questa condizione è accettabile solo se le singole condutture hanno le stesse caratteristiche elettriche (natura, modo di posa, lunghezza, sezione) e non hanno alcun circuito di derivazione lungo il loro percorso. Una verifica può tuttavia essere opportuna.

Si richiama l'attenzione sul fatto che il presente testo non è definitivo poiché attualmente sottoposto ad inchiesta pubblica e come tale può subire modifiche, anche sostanziali

434 Protezione contro le correnti di cortocircuito

NOTA La presente Sezione considera solo il caso di cortocircuiti tra i conduttori di uno stesso circuito.

Commento

434 Nella presente Sezione non sono considerati gli sforzi elettrodinamici provocati sulle condutture dalle correnti di cortocircuito.

434.1 Generalità

Devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di cortocircuito dei conduttori del circuito prima che tali correnti possano diventare pericolose a causa degli effetti termici e meccanici prodotti nei conduttori e nelle connessioni.

434.2 Determinazione delle correnti di cortocircuito presunte

Le correnti di cortocircuito presunte devono essere determinate con riferimento ad ogni punto significativo dell'impianto. Questa determinazione può essere effettuata sia con calcoli sia con misure.

Commento

434.2 Non viene preso in considerazione in questa Sezione il cortocircuito verso il conduttore di protezione.

In genere nei sistemi trifasi la più elevata corrente di cortocircuito è la corrente di cortocircuito trifase.

I valori delle correnti di cortocircuito possono essere determinati con appropriati metodi di calcolo, con prove su modello di rete o con misure effettuate sull'impianto. Per impianti alimentati da rete pubblica si tiene conto delle informazioni date dal distributore.

La Norma CEI EN 60909-0 dà informazioni dettagliate per il calcolo delle correnti di cortocircuito nei sistemi trifase in c.a.

434.3 Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti

Commento

434.3 Il dispositivo di protezione contro i cortocircuiti deve soddisfare anche la condizione $I_n \geq I_B$.

Quando, come nel caso della Norma CEI EN 60947-2, la Norma CEI riguardante i dispositivi di protezione non fornisce informazioni sulle caratteristiche di intervento di questi dispositivi, le informazioni relative devono essere chieste al costruttore degli stessi dispositivi.

Ogni dispositivo di protezione contro i cortocircuiti deve rispondere alle due seguenti condizioni:

434.3.1 Il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione. È tuttavia ammesso l'utilizzo di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore se a monte è installato un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione. In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia che essi lasciano passare non superi quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo situato a valle e dalle condutture protette da questi dispositivi.

NOTA In alcuni casi può essere necessario prendere in considerazione, per i dispositivi situati a valle, altre caratteristiche, quali le sollecitazioni dinamiche e l'energia d'arco. Si raccomanda che le informazioni necessarie siano fornite dai costruttori di questi dispositivi.

434.3.2 Tutte le correnti provocate da un cortocircuito che si presenti in un punto qualsiasi del circuito devono essere interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile.

Per i cortocircuiti di durata non superiore a 5 s, il tempo t necessario affinché una data corrente di cortocircuito porti i conduttori dalla temperatura massima ammissibile in servizio ordinario alla temperatura limite può essere calcolato, in prima approssimazione, con la formula:

$$\sqrt{t} = K \cdot \frac{S}{I}$$

dove:

t = durata in secondi;

S = sezione in mm²;

I = corrente effettiva di cortocircuito in ampere, espressa in valore efficace;

K = 115 per i conduttori in rame isolati con PVC/Termoplastici;

143 per i conduttori in rame isolati con gomma etilenpropilenica e propilene reticolato;

74 per i conduttori in alluminio isolati con PVC;

92 per i conduttori in alluminio isolati con gomma etilenpropilenica o propilene reticolato;

115 corrispondente ad una temperatura di 160 °C, per le giunzioni saldate a stagno tra conduttori in rame.

NOTA 1 Per durate molto brevi (< 0,1 s) dove l'asimmetria della corrente è notevole e per i dispositivi di protezione limitatori di corrente, $K^2 S^2$ deve essere superiore al valore dell'energia (I^2t) indicata dal costruttore del dispositivo di protezione come quella lasciata passare da questo dispositivo.

NOTA 2 Altri valori di K sono allo studio per:

- • conduttori di piccola sezione (in particolare per sezioni inferiori a 10 mm²);
- • durate del cortocircuito superiori a 5 s;
- • altri tipi di giunzioni tra conduttori;
- • conduttori nudi;
- • cavi con isolamento minerale.

NOTA 3 La corrente nominale del dispositivo di protezione contro i cortocircuiti può essere superiore alla portata dei conduttori del circuito.

Commento

434.3.2 La formula indicata suppone che il riscaldamento dei conduttori, durante il passaggio della corrente di cortocircuito, sia adiabatico.

La formula è meglio rappresentata nel modo seguente:

$$(I^2t) \leq K^2 S^2$$

dove (I^2t) è l'integrale di Joule per la durata del cortocircuito (in A^2s).

Per i cortocircuiti di durata superiore ad alcuni periodi il valore di (I^2t) si può ottenere assumendo per I il valore efficace in ampere della corrente di cortocircuito e per t la durata, in secondi, del cortocircuito stesso; per durate brevi ($< 0,1$ s), quando l'asimmetria della corrente di cortocircuito è rilevante, e per i dispositivi di protezione limitatori dell'energia passante, il valore (I^2t) lasciato passare deve essere indicato dal costruttore del dispositivo di protezione.

La formula deve essere verificata per un cortocircuito che si produca in un punto qualsiasi della condotta protetta (vedi anche l'art. 435.1). I valori della costante K sono stati determinati sulla base dei valori delle temperature massime ammesse durante il servizio ordinario e durante il cortocircuito per l'isolamento dei cavi.

Le temperature di 70 °C e 160 °C, rispettivamente per il servizio ordinario e per il cortocircuito, si applicano alle giunzioni o terminazioni saldate a stagno dei cavi in rame, qualunque sia il tipo di isolante impiegato.

In casi particolari, quando le correnti di cortocircuito non possano provocare pericoli per le persone o danni all'ambiente, la verifica della sollecitazione termica conseguente al cortocircuito può essere effettuata con i criteri indicati negli ultimi due capoversi di 4.2.2 della Norma CEI 11-17.

Materiale isolante	Servizio ordinario	Cortocircuito
PVC/Termoplastici	70 °C	160 °C
Gomma etilenpropilenica EPR/HEPR e polietilene reticolato (XLPE)	90 °C	250 °C

In attesa di altri valori di K per conduttori di piccola sezione si possono usare quelli indicati nel presente articolo.

Per i cavi con isolamento minerale si possono assumere, in via prudenziale e in base alle temperature iniziali di cui alla Tabella 52D di 523.1.1 e alle temperature finali della Tabella 54E del paragrafo 543.1.1, i seguenti valori di K :

- cavo in rame con guaina esterna in PVC/Termoplastici: $K = 115$ ($\vartheta_0 = 70$ °C; $\vartheta_f = 160$ °C)
- cavi in rame nudo e a portata di mano: $K = 135$ ($\vartheta_0 = 70$ °C; $\vartheta_f = 200$ °C)
- cavi in rame nudo e non a portata di mano: $K = 200$ ($\vartheta_0 = 105$ °C; $\vartheta_f = 500$ °C)

In alcune situazioni (per es. in vicinanza di trasformatori di potenza e/o di generatori) il fattore di potenza della corrente di cortocircuito presunta da considerare è, al contrario di quanto avviene in altre più frequenti situazioni, inferiore a quello di prova convenzionale dei condotti sbarra definito in base all' I_{cw}

In queste situazioni o equivalenti la corrente nominale di tenuta al picco del sistema di condotto sbarre o di binario elettrificato non deve essere inferiore al valore di picco della corrente di corto circuito presunta, fatti salvi gli effetti di limitazione, dell'eventuale dispositivo di protezione posto a monte.

Si richiama l'attenzione sul fatto che il presente testo non è definitivo poiché attualmente sottoposto ad inchiesta pubblica e come tale può subire modifiche, anche sostanziali

434.3.3 Per i sistemi di condotti sbarre e per i sistemi di alimentazione a binario elettrificato vale quanto segue:

La corrente nominale ammissibile di breve durata (I_{cw}) di un sistema di condotto sbarre, o di un binario elettrificato, non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta dell'impianto. Il tempo per cui è definito il valore di I_{cw} non deve essere inferiore al massimo tempo di intervento del dispositivo di protezione.

In alternativa, la corrente condizionata di cortocircuito del sistema di condotto sbarre, o di binario elettrificato, associato a uno specifico dispositivo di protezione non deve essere inferiore alla corrente presunta di cortocircuito.

Commento

434.3.3 Valori di I_{cw} minori della corrente di cortocircuito presunta sono accettabili, a pari I^2t , se il valore di picco della corrente di cortocircuito presunta non supera quello tollerabile indicato dal costruttore del sistema di condotto sbarre o di binario elettrificato.

In alcune situazioni (per es. in vicinanza di trasformatori di potenza e/o di generatori) il fattore di potenza della corrente di cortocircuito presunta da considerare è, al contrario di quanto avviene in altre più frequenti situazioni, inferiore a quello di prova convenzionale dei condotti sbarra definito in base all' I_{cw} . In queste situazioni o equivalenti la corrente nominale di tenuta al picco del sistema di condotto sbarre o di binario elettrificato non deve essere inferiore al valore di picco della corrente di cortocircuito presunta, fatti salvi gli effetti di limitazione, dell'eventuale dispositivo di protezione posto a monte.

434.4 Protezione contro i cortocircuiti di conduttori in parallelo

Un unico dispositivo può proteggere contro i cortocircuiti più conduttori in parallelo, a condizione che le caratteristiche di funzionamento del dispositivo ed il modo di posa dei conduttori in parallelo siano coordinati in modo appropriato.

NOTA Si deve tener conto delle condizioni che potrebbero presentarsi nel caso di cortocircuiti che non interessino tutti i conduttori. Sono allo studio prescrizioni particolareggiate al riguardo.

435 Coordinamento tra la protezione contro i sovraccarichi e la protezione contro i cortocircuiti

435.1 Protezione assicurata da un unico dispositivo

Se un dispositivo di protezione contro i sovraccarichi è in accordo con le prescrizioni della Sezione 433 ed ha un potere di interruzione non inferiore al valore della corrente di cortocircuito presunta nel suo punto di installazione, si considera che esso assicuri anche la protezione contro le correnti di cortocircuito della conduttura situata a valle di quel punto.

NOTA Questo può non essere valido per alcuni tipi di interruttori, specialmente per i tipi che non limitano la corrente, per l'intera gamma delle correnti di cortocircuito; in questi casi la sua validità deve essere verificata conformemente alle prescrizioni dell'art. 434.3.

Commento

435.1 Vedi Commento e) all'art. 533.3 della Parte 5.

435.2 Protezione assicurata da dispositivi distinti

In questo caso si applicano separatamente le prescrizioni della Sezione 433 al dispositivo di protezione contro i sovraccarichi e le prescrizioni della Sezione 434 al dispositivo di protezione contro i cortocircuiti.

Le caratteristiche dei dispositivi devono essere coordinate in modo tale che l'energia (I^2t) lasciata passare dal dispositivo di protezione contro i cortocircuiti non superi quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo di protezione contro i sovraccarichi.

Commento

435.2 *In casi particolari può essere necessario considerare anche altre caratteristiche, quali le sollecitazioni dinamiche e l'energia d'arco ammissibile per il dispositivo a valle.*

Informazioni per il coordinamento tra dispositivi di protezione devono essere tratte dalle Norme relative a tali dispositivi o richieste ai relativi costruttori.

Anche per le condutture protette contro i sovraccarichi con un dispositivo diverso da quello che assicura la protezione contro i cortocircuiti vale quanto detto in 435.1, ossia la verifica secondo 434.3.2 non è usualmente richiesta per il punto più lontano della condotta da proteggere.

È consigliabile installare il dispositivo di protezione contro i cortocircuiti a monte del dispositivo di protezione contro i sovraccarichi.

436. Limitazione delle sovracorrenti per mezzo delle caratteristiche dell'alimentazione

I conduttori non necessitano di protezione contro le correnti di sovraccarico e di cortocircuito se sono alimentati da una sorgente che non sia in grado di fornire una corrente superiore alla portata dei conduttori (per es. alcuni trasformatori per suonerie, alcuni trasformatori per saldature ed alcuni tipi di gruppi elettrogeni).

44 Protezione contro le sovratensioni

441 Generalità

(Omessa)

442 Protezione degli impianti contro i guasti tra sistemi di II e III categoria e la terra

Nella presente Sezione sono indicati i provvedimenti da adottare al fine di evitare tensioni pericolose sugli impianti elettrici di I categoria (BT) a causa di un guasto a terra nei sistema di II categoria (MT) o di III categoria (AT).

Commento

442 La protezione contro le sovratensioni dovute a cedimenti dell'isolamento degli impianti di sistemi di II e III Categoria, in accordo con le prescrizioni della Norma CEI EN 61936-1, è basata sull'ipotesi che le sovratensioni a 50 Hz siano dovute unicamente a guasti tra gli impianti dei sistemi di II e III Categoria e le relative masse: si trascurano i guasti diretti tra questi ultimi impianti e gli impianti a tensione inferiore.

442.0 Sovratensione temporanea (TOV Temporary overvoltage)

Sovratensione a frequenza industriale che si manifesta a seguito di un guasto per un tempo relativamente lungo.

Commento

442.0 Vedi la Norma CEI EN IEC 63052.

442.1 Sovratensioni temporanee sulla rete BT per un guasto a terra sulla rete MT o AT

La Figura 44.A.1 illustra le possibili configurazioni del collegamento a terra del neutro e delle masse, e indica le sovratensioni (a frequenza industriale) U_1 e U_2 che si manifestano sull'impianto BT a seguito di un guasto a terra sulla rete MT o AT.

La Tabella 44.A.1 specifica il valore delle sovratensioni U_1 e U_2 nei vari casi.

Il metodo generalmente utilizzato è l'interconnessione delle reti di terra AT, MT, BT e del neutro. Le reti di terra a cui sono collegate le masse dei sistemi BT e MT (o AT) devono essere interconnesse se la rete BT è completamente confinata nell'ambito della rete di terra del sistema MT (o AT).

Le prescrizioni che seguono si applicano in presenza di un impianto utilizzatore e integrano e/o modificano quelle previste dalla Norma CEI EN 61936-1, Tabella 5.

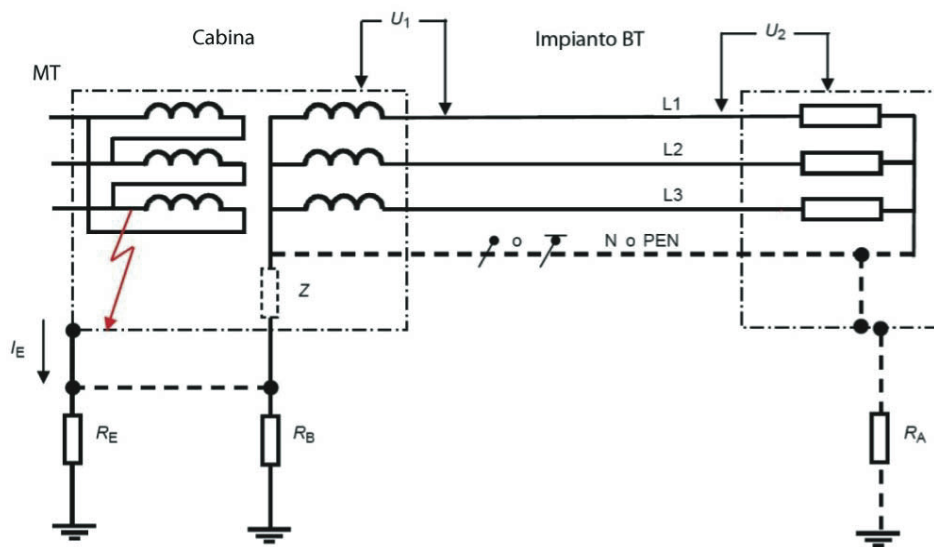


Figura 44.A.1 Rappresentazione delle sovratensioni temporanee U_1 e U_2 in relazione alla interconnessione degli impianti di terra del neutro, della cabina di trasformazione e delle masse BT

Legenda Figura 44.A.1

- I_E parte della corrente di un guasto monofase a terra (I_F) sulla MT o AT, che interessa la resistenza di terra; R_E resistenza dell'impianto di terra della cabina di trasformazione;
- R_A resistenza dell'impianto di terra delle masse BT;
- R_B resistenza di terra del neutro (impianto di terra elettricamente indipendente da quello di cabina); U_0 tensione di fase del sistema elettrico;
- R_E resistenza dell'impianto di terra della cabina di trasformazione;
- U_0 tensione di fase del sistema elettrico;
- U_1 sovratensione temporanea che sollecita l'isolamento verso massa degli apparecchi BT ubicati nella cabina di trasformazione durante un guasto sulla MT (o AT);
- U_2 sovratensione temporanea che sollecita l'isolamento verso massa degli apparecchi dell'impianto BT durante un guasto sulla MT (o AT).

Tabella 44.A.1 – Sovratensioni temporanee che sollecitano l'isolamento verso massa degli apparecchi BT

Schema di distribuzione	Tipo di collegamento a terra	U_1	U_2
TT	R_E e R_B connesse	U_0	$R_E \frac{R_B}{(R_E + R_B)} I_E + U_0$
	R_E e R_B separate	$R_E \times I_E + U_0$	U_0
TN	R_E e R_B connesse	U_0	U_0
	R_E e R_B separate	$R_E \times I_E + U_0$	U_0
IT	R_E e R_B connesse R_E e R_A separate	U_0	$R_E \frac{R_B}{(R_E + R_B)} I_E + U_0$
	R_E e R_B connesse R_E e R_A connesse	U_0	U_0
	R_E e R_B separate R_E e R_A separate	$R_E \times I_E + U_0$	U_0

NOTA Nei sistemi IT con un primo guasto a terra, la tensione di fase U_0 va sostituita con la tensione concatenata $\sqrt{3} U_0$.

442.2 Sistema TN

A seguito di un guasto monofase a terra sulla MT, o AT, la tensione di contatto sulle masse BT non deve superare il limite U_{Tp} di Figura 44.A.2.

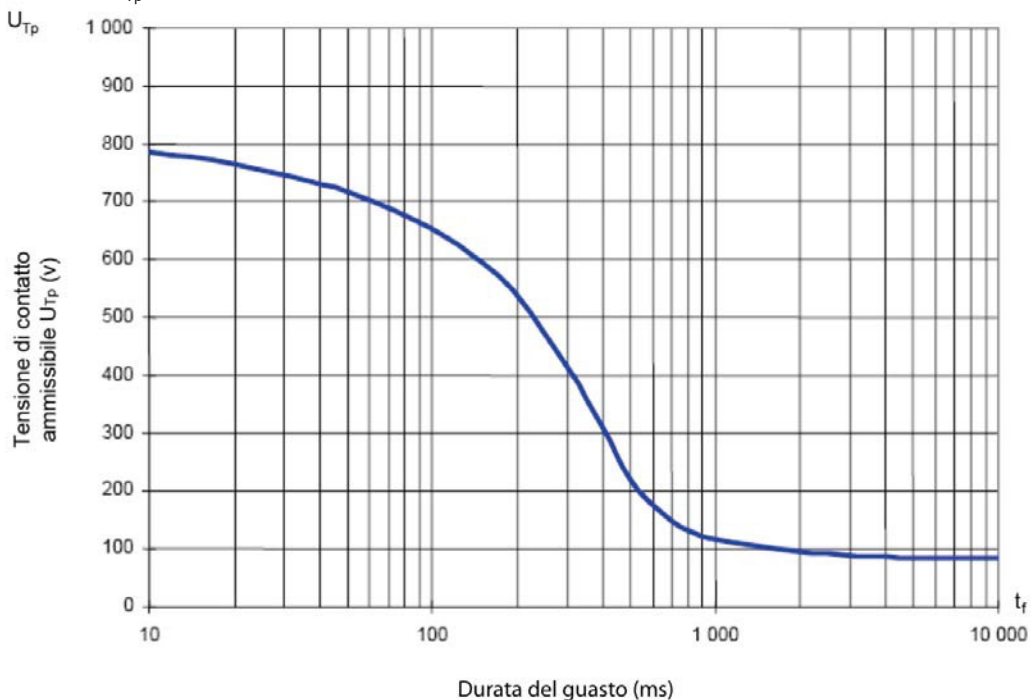


Figura 44.A.2 – Tensione di contatto ammissibile per un guasto a terra in media o alta tensione

Nel caso in cui l'impianto di terra sia costituito da una rete magliata in corrispondenza di tutte le masse dell'impianto utilizzatore, ai fini della sicurezza delle persone, è sufficiente che la tensione totale di terra non superi $2 U_{Tp}$.

Se il neutro è collegato ad una terra separata da quella della cabina di trasformazione, l'isolamento verso massa degli apparecchi BT nella cabina di trasformazione deve sopportare la tensione totale di terra aumentata della tensione di fase U_0 .

442.3 Sistema TT

Il neutro può essere collegato alla stessa terra della cabina di trasformazione solo se la tensione totale di terra per un guasto a terra sulla MT, o AT, non supera:

- a) 250 V se la durata del guasto a terra è $t_f > 5$ s;
- b) 500 V se la durata del guasto a terra è $t_f \leq 5$ s.

Le condizioni sopraindicate si applicano anche quando il sistema TT è quello di una rete di distribuzione pubblica, in deroga all'art. 11.2, essendo in tal caso la cabina di trasformazione quella del distributore e le masse BT quelle dell'utente la cui rete è alimentata direttamente in bassa tensione.

NOTA In ogni caso, la resistenza di terra del neutro non deve superare 180 Ω per permettere l'intervento degli interruttori differenziali; vedi anche la Norma CEI 0-21, art. 5.1.2.

Se il neutro è collegato ad una terra separata da quella della cabina di trasformazione, l'isolamento verso massa degli apparecchi BT nella cabina di trasformazione deve sopportare la tensione totale di terra aumentata della tensione di fase U_o .

442.4 Sistema IT

Se le masse dell'impianto utilizzatore BT sono collegate ad un impianto di terra separato da quello della cabina di trasformazione, il neutro può essere collegato tramite una impedenza all'impianto di terra di cabina solo se è soddisfatta la condizione a) o b) sopraindicata.

Se il neutro è collegato tramite una impedenza ad una terra separata da quella di cabina, l'isolamento verso terra degli apparecchi BT installati nella cabina di trasformazione deve sopportare la tensione totale di terra aumentata della tensione U_o .

NOTA Nei sistemi IT l'impedenza Z è diversa da zero. Il caso di neutro isolato da terra corrisponde a quello di neutro collegato tramite una impedenza alla terra di cabina.

Se le masse BT sono collegate allo stesso impianto di terra di cabina, a seguito di un guasto monofase a terra sulla MT, o AT, le tensioni di contatto sulle masse BT non devono superare il limite U_{Tp} di Figura 44.A.2.

Nel caso l'impianto di terra sia costituito da una rete magliata sotto tutte le masse dell'impianto utilizzatore, ai fini della sicurezza delle persone, è sufficiente che la tensione totale di terra non superi $2 U_{Tp}$.

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

443.1 Generalità

La Sezione 443 specifica le prescrizioni per la protezione degli impianti elettrici contro le sovratensioni transitorie di origine atmosferica trasmesse attraverso la rete di distribuzione dell'energia elettrica, comprese le fulminazioni dirette sul sistema di alimentazione, e quelle contro le sovratensioni dovute a manovre. La Sezione 443 non specifica le prescrizioni per la protezione contro le sovratensioni transitorie dovute a fulminazioni dirette o in prossimità della struttura.

NOTA 1 Per la valutazione del rischio da sovratensioni transitorie dovute alla fulminazione diretta della struttura o in sua prossimità fare riferimento alla Norma CEI EN 62305-2.

In generale, le sovratensioni dovute a manovra hanno un'ampiezza inferiore rispetto a quelle di origine atmosferica e, di conseguenza, le prescrizioni relative alla protezione contro le sovratensioni transitorie di origine atmosferica normalmente coprono anche la protezione contro quelle dovute a manovra.

Se non è installata alcuna protezione contro i disturbi di origine atmosferica, può essere necessario prevedere una protezione contro le sovratensioni da manovra.

NOTA 2 Le sovratensioni a seguito di manovra possono avere una durata maggiore e possono contenere maggior energia rispetto a quelle di origine atmosferica. Vedi 443.4.

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

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

NOTA 3 Per quanto riguarda le sovratensioni transitorie di origine atmosferica, non viene fatta alcuna distinzione tra i sistemi messi a terra e non messi a terra.

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

La scelta e l'installazione degli SPD devono essere effettuate conformemente a quanto indicato nell'art. 534 della Norma CEI 64-8.

Se sulle linee elettriche di alimentazione è necessario installare SPD, si raccomanda l'impiego di altri SPD sulle altre linee, come quelle telefoniche.

Le prescrizioni per la protezione contro le sovratensioni transitorie propagate attraverso le reti di trasmissioni dati non sono trattate nell'art. 443. Vedi la Specifica Tecnica CLC TS 61643-22.

La Sezione 443 non si applica agli impianti in cui le conseguenze delle sovratensioni riguardano:

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

Commento

443.1 La protezione delle strutture contro i fulmini non rientra nel campo di applicazione della presente Norma bensì della serie di Norme CEI EN 62305 (Serie CEI 81-10) del CT 81.

Si ricorda anche che per realizzare un'adeguata protezione contro le sovratensioni di origine atmosferica occorre partire dall'analisi dei rischi secondo la Norma CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2).

443.2 A disposizione

443.3 Termini e definizioni

443.3.1

ambiente urbano

area con un'alta densità di edifici o di abitanti, e con edifici alti

NOTA Il centro cittadino costituisce un esempio di ambiente urbano.

443.3.2

ambiente suburbano

area con una densità media di edifici

NOTA Le periferie cittadine sono un esempio di ambiente suburbano.

443.3.3

ambiente rurale

area con una bassa densità di edifici

NOTA La campagna è un esempio di ambiente rurale.

443.3.4

limitatore di sovratensioni

SPD

dispositivo che contiene almeno un componente non lineare, previsto per limitare le sovratensioni e deviare le sovracorrenti

NOTA Un SPD è costituito da un assieme completo, dotato di appropriati mezzi di connessione.

[IEC 61643-11:2011, 3.1.1]

443.3.5

livello calcolato di rischio

CRL

valore calcolato del rischio, utilizzato per valutare la necessità di una protezione contro le sovratensioni transitorie

443.3.6

tensione nominale di tenuta a impulsi

U_w

valore della tensione di tenuta ad impulso assegnato dal costruttore all'apparecchiatura o ad una sua parte, che caratterizza la capacità di tenuta specificata del suo isolamento in presenza di sovratensioni transitorie

[CEI EN 60664-1:2007, 3.9.2, modificata — è stato aggiunto il simbolo]

443.4 Controllo della sovratensione

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

- sulla vita umana, ad esempio i servizi di sicurezza, i dispositivi di assistenza medica;
- sui servizi pubblici e sul patrimonio culturale, ad esempio la perdita di servizi pubblici, centri IT, musei;
- sulle attività commerciali o industriali, ad esempio nel caso di hotel, banche, industrie, mercati commerciali, fabbriche;

d) su un gran numero di persone, ad esempio nel caso di grandi edifici, uffici, scuole.

Per tutti gli altri casi può essere effettuata una valutazione del rischio conformemente a quanto indicato in 443.5, allo scopo di determinare se la protezione contro le sovratensioni transitorie sia necessaria. Nel caso in cui la valutazione del rischio non venga effettuata, l'impianto elettrico deve essere dotato di una protezione contro le sovratensioni interne.

La protezione contro le sovratensioni dovute a manovra dovrebbe essere presa in considerazione nel caso di apparecchiature in cui sia probabile la generazione di sovratensioni o di disturbi a seguito di manovre, che eccedono i valori della categoria di sovratensione dell'impianto, ad esempio nel caso di un generatore a bassa tensione che alimenta l'impianto o in presenza di carichi induttivi o capacitivi (ad esempio motori, trasformatori, banchi di condensatori, ecc.), di unità di accumulo di energia o elevati carichi di corrente.

NOTA L'Allegato B fornisce una guida per il controllo delle sovratensioni, nel caso in cui sulle linee aeree siano installati dispositivi di SPD.

Commento

443.4 Si evidenzia la necessità di conseguire il coordinamento tra gli SPD installati sull'impianto elettrico e tra gli SPD ed i dispositivi di protezione contro la sovracorrente presenti sull'impianto elettrico.

443.5 Metodo di valutazione dei rischi

NOTA 1 Per la protezione di una struttura e dei suoi sistemi elettrici contro i fulmini e le sovratensioni di origine atmosferica si applica la serie di Norme CEI EN 62305.

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

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

dove

- f_{env} è un fattore ambientale e il suo valore deve essere calcolato utilizzando la Tabella 443.1.

Tabella 443.1 – Calcolo di f_{env}

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

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

- N_g è la densità di fulminazione al suolo (fulmini per km² per anno) nel punto in cui è presente la rete di alimentazione e la struttura collegata;

NOTA 2 Conformemente all'art. A.1 della Norma CEI EN 62305-2, 25 giorni temporaleschi all'anno corrispondono ad un valore di 2,5 fulmini per km² per anno. Questo valore è ricavato dalla formula $N_g = 0,1 \times T_d$, dove T_d indica il numero di giorni temporaleschi per anno (livello ceraunico).

- la lunghezza del tratto sottoposto alla valutazione del rischio L_p è calcolata come segue:

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

dove

L_{PAL} è la lunghezza (km) della linea aerea a bassa tensione;

L_{PCL} è la lunghezza (km) del cavo interrato a bassa tensione;

L_{PAH} è la lunghezza (km) della linea aerea ad alta tensione;

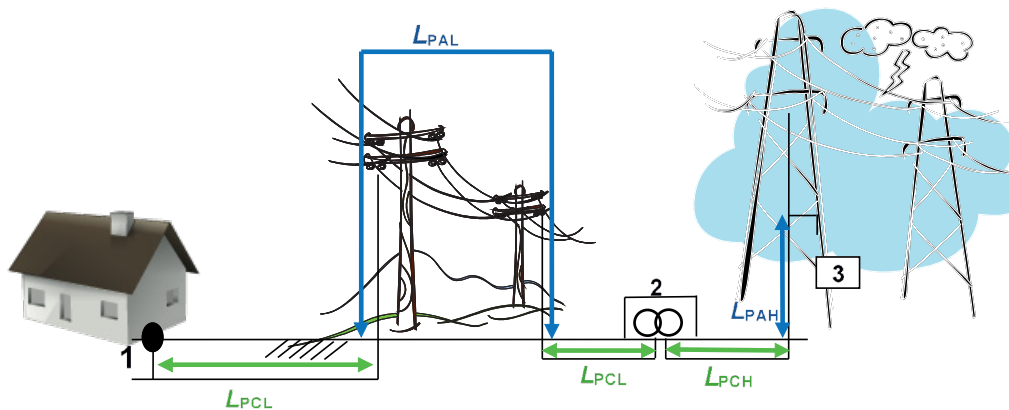
L_{PCH} è la lunghezza (km) del cavo interrato ad alta tensione.

Si richiama l'attenzione sul fatto che il presente testo non è definitivo poiché attualmente sottoposto ad inchiesta pubblica e come tale può subire modifiche, anche sostanziali

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

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

Nella Figura 443.1 è riportato un esempio di un impianto che mostra le lunghezze da tenere in considerazione.



Legenda

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

Figura 443.1 – Illustrazione di un impianto che mostra le lunghezze dei tratti da considerare

Se $CRL \geq 1\,000$, non è necessaria alcuna protezione contro le sovratensioni transitorie di origine atmosferica;

se $CRL < 1\,000$, è richiesta la protezione contro le sovratensioni transitorie di origine atmosferica.

NOTA 3 Nell'Allegato A sono riportati esempi di calcolo del valore di CRL.

Commento

443.5 Si ricorda che la serie di Norme CEI 62305 presenta il metodo più generale (basato sull'approccio probabilistico) per la valutazione del rischio e la scelta degli SPD. Il metodo descritto nel presente documento, pur semplificato, non confligge con le indicazioni della serie di Norme CEI 62305.

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

443.6.1 Scopo della classificazione delle tensioni nominali di tenuta a impulso (categorie di sovratensione)

L'art. 443.6 fornisce informazioni sulla categoria di sovratensione dell'apparecchiatura.

NOTA Le categorie di sovratensione degli impianti elettrici vengono definite ai fini del coordinamento dell'isolamento e viene indicata la corrispondente classificazione dell'apparecchiatura rispetto alle tensioni impulsive nominali (vedi la Tabella 443.2).

La tensione nominale di tenuta a impulso è utilizzata per classificare nelle categorie di sovratensione delle apparecchiature alimentate direttamente dall'impianto elettrico a bassa tensione.

Le tensioni nominali di tenuta a impulso per le apparecchiature scelte in funzione della tensione nominale vengono fornite per distinguere tra diversi livelli di disponibilità delle apparecchiature dal punto di vista della continuità del servizio e del rischio accettabile di guasto.

Il controllo intrinseco della sovratensione, basato solo sulla tenuta alla tensione di tenuta a impulso dell'apparecchiatura conforme alla CEI EN 60664-1, può non essere sufficiente in quanto:

- le sovratensioni transitorie trasmesse attraverso il sistema di distribuzione dell'energia elettrica nella maggior parte degli impianti non vengono attenuate in modo significativo a valle. Il coordinamento dell'isolamento è possibile nell'intero impianto applicando la protezione contro le sovratensioni transitorie dell'apparecchiatura corrispondente alla tensione nominale di tenuta a impulso classificata, riducendo in questo modo il rischio di guasto ad un livello accettabile;
- negli impianti alimentati da un sistema a bassa tensione completamente interrato, che non includano linee aeree, le correnti di scarica e le correnti parziali di fulmine vengono distribuite attraverso i cavi interrati;
- le apparecchiature sono spesso collegate a due diversi servizi, vale a dire alle linee di alimentazione elettrica ed alle linee di trasmissione dati. L'esperienza sul campo mostra che la maggior parte dei danni dovuti alle sovratensioni si verifica su questo tipo di apparecchiatura.

È necessario tenere conto della tensione impulsiva nominale U_w (vedi la Norma CEI EN 60664-1) della maggior parte delle apparecchiature sensibili che devono essere protette nel sistema, oppure del livello di immunità dell'apparecchiatura stessa (vedi la Norma CEI EN 61000-4-5), nei casi in cui una perdita temporanea di funzionalità dell'apparecchiatura sia critica.

443.6.2 Tensioni nominali di tenuta a impulso delle apparecchiature e categorie di sovratensione

Si deve tener conto di quanto segue:

- a) Le apparecchiature con tensione nominale di tenuta a impulso corrispondente alla categoria di sovratensione IV sono idonee all'uso all'origine dell'impianto o nelle sue vicinanze, per esempio a monte del quadro di distribuzione principale. Le apparecchiature di categoria IV hanno una capacità di tenuta agli impulsi molto elevata, che assicura un notevole grado di affidabilità e devono avere una tensione nominale di tenuta a impulso non inferiore al valore specificato nella Tabella 443.2.

NOTA 1 Esempi di queste apparecchiature comprendono i contatori di energia elettrica, i dispositivi primari di protezione dalle sovracorrenti e le unità di controllo dell'ondulazione.

- b) Le apparecchiature con tensione nominale di tenuta a impulso corrispondente alla categoria di sovratensione III sono idonee all'uso all'interno di impianti fissi a valle e all'interno del quadro di distribuzione principale, a condizione che forniscano un elevato grado di disponibilità e che abbiano una tensione nominale di tenuta a impulso non inferiore al valore specificato nella Tabella 443.2.

NOTA 2 Esempi di queste apparecchiature comprendono i quadri di distribuzione, gli interruttori, il cablaggio (vedi la Norma CEI 64-8/2), compresi i cavi, le sbarre, le scatole di giunzione, gli interruttori, le prese all'interno degli impianti fissi e le apparecchiature per applicazioni industriali e altri tipi di apparecchiature, per esempio i motori stazionari con collegamento permanente all'impianto fisso.

- c) Le apparecchiature con tensione nominale di tenuta a impulso corrispondente alla categoria di sovratensione II sono idonee al collegamento in impianti fissi, forniscono il grado di disponibilità normalmente richiesto per le apparecchiature alimentate dalla corrente elettrica e devono avere una tensione nominale di tenuta a impulso non inferiore al valore specificato nella Tabella 443.2.

NOTA 3 Esempi di queste apparecchiature comprendono gli apparecchi domestici e carichi simili.

- d) Le apparecchiature con tensione nominale di tenuta a impulso corrispondente alla categoria di sovratensione I sono idonee solo per l'uso in impianti fissi, in cui all'esterno dell'apparecchiatura siano installati SPD per limitare le sovratensioni transitorie al livello specificato e devono avere una tensione nominale di tenuta a impulso non inferiore al valore specificato nella Tabella 443.2. Di conseguenza, le apparecchiature con una tensione nominale di tenuta a impulso corrispondente alla categoria di

Si richiama l'attenzione sul fatto che il presente testo non è definitivo poiché attualmente sottoposto ad inchiesta pubblica e come tale può subire modifiche, anche sostanziali

sovratensione I dovrebbero, preferibilmente, non venire installate all'origine o in prossimità dell'origine dell'impianto.

NOTA 4 Esempi di queste apparecchiature comprendono i circuiti elettronici come i computer, i dispositivi elettronici per applicazioni domestiche, etc.

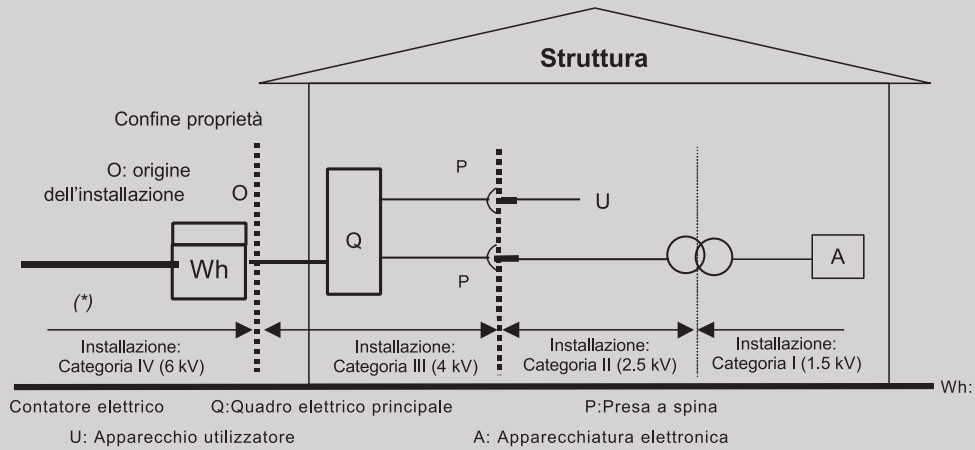
Tabella 443.2 – Tensione nominale di tenuta a impulso dell'apparecchiatura (U_w)

Tensione nominale dell'impianto ^a V	Tensione tra linea e neutro, derivata dalle tensioni nominali in c.a. o in c.c. sino a e inclusi V	Tensione nominale di tenuta a impulso dell'apparecchiatura ^b kV			
		Categoria IV di sovratensione (apparecchiature con tenuta a impulso nominale molto alta)	Categoria III di sovratensione (apparecchiature con tenuta a impulso nominale alta)	Categoria II di sovratensione (apparecchiature con tenuta a impulso nominale normale)	Categoria I di sovratensione (apparecchiature con tenuta a impulso nominale ridotta)
		Per esempio i contatori di energia elettrica, i sistemi di telecontrollo	Per esempio, i quadri di distribuzione, gli interruttori, le prese	Per esempio, le apparecchiature domestiche di distribuzione, gli utensili	Per esempio, le apparecchiature elettroniche sensibili
120/208	150	4	2,5	1,5	0,8
230/400 ^c 277/480 ^b	300	6	4	2,5	1,5
400/690	600	8	6	4	2,5
1 000	1 000	12	8	6	4
1 500 c.c.	1 500 c.c.	15 ^d	10 ^d	8 ^d	6 ^d

a Conforme alla EN 60038.
b Questa tensione nominale di tenuta a impulso si applica tra i conduttori attivi e il PE.
c Per il funzionamento dei sistemi IT con tensioni di 220 V–240 V, deve essere utilizzata la riga 230/400, a causa della tensione verso terra in caso di guasto di terra su una linea.
d Valori raccomandati basati sull'Allegato D della IEC/TR 60664-2-1:2011.

Commento

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



(*) In proposito vedi l'art. 5.1.4 della Norma CEI 0-21.

Allegato A
(informativo)

Note esplicative relative all'art. 443.5

Esempi di livello di rischio calcolato CRL per l'uso di SPD

Esempio 1 – Edifici in ambienti rurali

Densità di fulminazione al suolo $N_g = 1$

Fattore ambientale $f_{env} = 85$

Lunghezza del tratto sottoposto alla valutazione del rischio $L_p = 2 L_{PAL} + L_{PCL} + 0,4 L_{PAH} + 0,2$

$$L_{PCH} = (2 \times 0,4) + (0,4 \times 0,6) = 1,04$$

dove

L_{PAL} è la lunghezza (km) della linea aerea a bassa tensione = 0,4;

L_{PAH} è la lunghezza (km) della linea aerea ad alta tensione = 0,6;

L_{PCL} è la lunghezza (km) del cavo sotterraneo a bassa tensione = 0;

L_{PCH} è la lunghezza (km) del cavo sotterraneo ad alta tensione = 0.

$$CRL = f_{env} / (L_p \times N_g) = 85 / (1,04 \times 1) = 81,7$$

In questo caso, la protezione SPD deve essere installata, dato che il valore di CRL è inferiore a 1 000.

Esempio 2 – Edifici in ambienti rurali alimentati a media tensione

Densità di fulminazione al suolo $N_g = 0,4$

Fattore ambientale $f_{env} = 85$

Lunghezza del tratto sottoposto alla valutazione del rischio $L_p = 2 L_{PAL} + L_{PCL} + 0,4 L_{PAH} + 0,2$

$$L_{PCH} = 0,2 \times 1$$

$$= 0,2$$

dove

L_{PAL} è la lunghezza (km) della linea aerea a bassa tensione = 0;

L_{PAH} è la lunghezza (km) della linea aerea a media tensione = 0;

L_{PCL} è la lunghezza (km) del cavo sotterraneo a bassa tensione = 0;

L_{PCH} è la lunghezza (km) del cavo sotterraneo a media tensione = 1.

$$CRL = f_{env} / (L_p \times N_g) = 85 / (0,2 \times 0,4) = 1 062,5$$

In questo caso, la protezione SPD non è obbligatoria, dato che il valore di CRL è maggiore o uguale a 1 000.

Esempio 3 – Edifici in ambiente urbano alimentati da linee aeree

Densità di fulminazione al suolo $N_g = 1$

Fattore ambientale $f_{env} = 850$

$$\begin{aligned} \text{Lunghezza del tratto sottoposto alla valutazione del rischio } L_p &= 2 L_{PAL} + L_{PCL} + 0,4 L_{PAH} + 0,2 L_{PCH} \\ &= 2 \times 0,4 + 0,4 \times 0,6 = \\ &1,04 \end{aligned}$$

dove

L_{PAL} è la lunghezza (km) della linea aerea a bassa tensione = 0,4;

L_{PAH} è la lunghezza (km) della linea aerea ad alta tensione = 0,6;

L_{PCL} è la lunghezza (km) del cavo sotterraneo a bassa tensione = 0;

L_{PCH} è la lunghezza (km) del cavo sotterraneo ad alta tensione = 0.

$$CRL = f_{env} / (L_p \times N_g) = 850 / (1 \times 1,04) = 817.$$

In questo caso, la protezione SPD deve essere installata, dato che il valore di CRL è inferiore a 1 000.

Esempio 4 – Edifici in ambiente urbano alimentati da cavi sotterranei

Densità di fulminazione al suolo $N_g = 0,5$

Fattore ambientale $f_{env} = 850$

$$\text{Lunghezza del tratto sottoposto alla valutazione del rischio } L_p = 2 L_{PAL} + L_{PCL} + 0,4 L_{PAH} + 0,2 L_{PCH} = 1$$

dove

L_{PAL} è la lunghezza (km) della linea aerea a bassa tensione = 0;

L_{PAH} è la lunghezza (km) della linea aerea ad alta tensione = 0;

L_{PCL} è la lunghezza (km) del cavo sotterraneo a bassa tensione = 1;

L_{PCH} è la lunghezza (km) del cavo sotterraneo ad alta tensione = 0.

$$CRL = f_{env} / (L_p \times N_g) = 850 / (1 \times 0,5) = 1 700.$$

In questo caso, la protezione SPD non è obbligatoria, dato che il valore di CRL è maggiore o uguale a 1 000.

Allegato B
(informativo)

Guida per il controllo della sovratensione attraverso SPD applicati alle linee aeree

Quando un'installazione è alimentata da, o include una linea aerea, ed è richiesto un SPD in conformità con quanto indicato in 443.4, il controllo di protezione del livello di sovratensione può essere realizzato installando limitatori di sovratensione direttamente all'interno dell'impianto, in prossimità della sua origine.

A titolo di esempio possono essere applicate le seguenti misure di protezione:

- a) nel caso di reti di distribuzione elettrica su linee aeree, la protezione dalle sovratensioni è predisposta nei punti giunzione della rete ed in modo particolare all'estremità di ciascuna linea di alimentazione di lunghezza superiore a 0,5 km. I limitatori di sovratensione dovrebbero essere installati ogni 0,5 km lungo le linee di distribuzione elettrica. In nessun modo, la distanza tra i limitatori di sovratensione deve essere superiore a 1 km;
- b) se una rete di distribuzione elettrica è in parte realizzata come rete aerea ed in parte come una rete interrata, la protezione dalle sovratensioni delle linee aeree dovrebbe essere applicata secondo quanto indicato in a), in ciascun punto di transizione dalla linea aerea al cavo interrato;
- c) in una rete di distribuzione TN che alimenta impianti elettrici, la cui protezione viene effettuata attraverso l'interruzione automatica dell'alimentazione, i conduttori di terra dei limitatori di sovratensione collegati ai conduttori di linea sono collegati al conduttore PEN o al conduttore PE;
- d) in una rete di distribuzione TT che alimenta impianti elettrici, la cui protezione viene effettuata attraverso l'interruzione automatica dell'alimentazione, sono previsti limitatori di sovratensione per i conduttori di linea e per il conduttore di neutro. Nel punto in cui il conduttore di neutro della rete di alimentazione è efficacemente messo a terra, non è necessario un limitatore di sovratensione per tale conduttore.

444 Protezione contro le influenze elettromagnetiche

444.0 Generalità

Le interferenze elettromagnetiche (EMI) disturbano o danneggiano i sistemi per le tecnologie di comunicazione e delle informazioni (ICT), per le tecnologie di comunicazione radiotelevisive (BCT), di comando, controllo e comunicazione degli edifici (CCCB), controllo, comando e automazione dei processi (PMCA). Le correnti dovute a fulmini, manovre, cortocircuiti e altri fenomeni elettromagnetici possono causare sovratensioni ed interferenze elettromagnetiche.

Questi effetti possono verificarsi in presenza di:

- conduttori che formano spire di grandi dimensioni;
- diverse condutture di potenza e di segnale con percorsi paralleli.

I cavi di alimentazione che portano correnti elevate con ampia derivata della corrente (d/d_t) possono indurre sovratensioni nei cavi di comando, controllo e comunicazione degli impianti elettrici, che possono influenzare o danneggiare le apparecchiature elettriche collegate.

444.1 Campo di applicazione

Si ricorda che la presente Norma non si applica alle reti di distribuzione pubblica di energia elettrica. Vedi 11.4.

L'applicazione delle misure di compatibilità elettromagnetica (EMC) descritte nella presente Norma può essere considerata parte di una buona pratica di progettazione per ottenere la compatibilità elettromagnetica degli impianti fissi come richiesto dalla Direttiva EMC 2014/30/UE.

444.2 Definizioni

Ai fini della presente Sezione, si applicano le seguenti definizioni.

444.2.1 rete equipotenziale

insieme di strutture conduttrici interconnesse, che fornisce uno "schermo elettromagnetico" per i sistemi elettronici e per il personale, a frequenze comprese tra la corrente continua (c.c.) e la bassa radiofrequenza (RF)

NOTA Il termine "schermo elettromagnetico" indica qualsiasi struttura utilizzata per deviare, bloccare o impedire il passaggio di energia elettromagnetica. La rete equipotenziale è in genere messa a terra anche se non strettamente necessario.

444.2.2 conduttore equipotenziale ad anello

conduttore equipotenziale che forma un anello chiuso.

NOTA Abitualmente, un conduttore equipotenziale ad anello ha connessioni multiple alla rete equipotenziale comune, pertanto ciò ne migliora la qualità.

444.2.3 Sistema equipotenziale comune

sistema di collegamento equipotenziale che fornisce sia il collegamento equipotenziale di protezione sia il collegamento equipotenziale funzionale

444.2.4 Rete a maglia comune

rete equipotenziale in cui tutti i quadri, cabine e normalmente tutti i conduttori di ritorno della corrente continua, sono connessi assieme, come pure i punti multipli, al sistema equipotenziale comune.

444.2.5 Conduttore supplementare (di bypass)

conduttore normalmente posato lungo il percorso dei cavi per fornire un collegamento supplementare a bassa impedenza tra la terra e i terminali dei condotti

444.3 Attenuazione delle interferenze elettromagnetiche (EMI)

Le misure di seguito descritte per ridurre le influenze elettromagnetiche sulle apparecchiature elettriche sono destinate al progettista e all'installatore dell'impianto elettrico. Vedi l'Allegato 4A.

Si devono utilizzare solo le apparecchiature elettriche che soddisfano le prescrizioni delle appropriate Norme EMC o le prescrizioni EMC della relativa Norma di prodotto, vedi anche 515.3.1.2.

444.3.1 Sorgenti di interferenze elettromagnetiche

le apparecchiature elettriche sensibili alle interferenze elettromagnetiche non dovrebbero essere poste vicino a sorgenti potenziali di emissioni elettromagnetiche quali ad esempio:

- dispositivi di manovra per carichi induttivi;
- motori elettrici;
- lampade fluorescenti;
- saldatrici;
- raddrizzatori e inverter;
- convertitori statici (in c.c.);
- convertitori di frequenza e regolatori;
- sistemi di regolazione della potenza;
- ascensori;
- trasformatori;
- quadri;
- barre di distribuzione di energia.

Allegato A (informativo)

A.444.1 Misure per ridurre le interferenze elettromagnetiche

Le seguenti misure concorrono a ridurre le interferenze elettromagnetiche.

- a) L'installazione di limitatori di sovratensioni e/o di filtri per le apparecchiature sensibili alle influenze elettromagnetiche è consigliata per migliorare la compatibilità elettromagnetica per quanto riguarda i fenomeni elettromagnetici condotti.
- b) Le guaine metalliche (per es. armature, schermi) dei cavi collegate alla eventuale rete equipotenziale comune.
- c) Evitare spire scegliendo percorsi comuni (secondo A.444.6) per i conduttori dei circuiti.
- d) Separazione dei cavi di energia e di segnale avendo cura che gli incroci siano realizzati ad angolo retto (vedi A.444.6.2).
- e) L'utilizzo di cavi con conduttori concentrici per evitare le correnti indotte nel conduttore di protezione.
- f) Impiego di cavi simmetrici multipolari (per es. cavi schermati contenenti conduttori di protezione separati) per collegare gli inverter e i motori con controllo di frequenza.
- g) Seguire le istruzioni del costruttore relative ai requisiti EMC per l'utilizzo di cavi di segnale.
- h) In presenza di un sistema di protezione contro i fulmini:
 - separazione dei cavi di potenza e di segnale dai captatori e dalle calate mediante una distanza minima o con l'uso di una schermatura. La distanza minima deve essere determinata dal progettista dell'LPS secondo la CEI EN 62305-3;
 - Quando sono utilizzati cavi segnale o dati schermati, bisognerebbe limitare la corrente di guasto, proveniente dai sistemi di potenza, che fluisce negli schermi e anime dei cavi di segnale, che sono messi a terra. Possono essere necessari conduttori supplementari, (art. 444.2.5), per rinforzare lo schermo, vedi Figura A.44.R1.

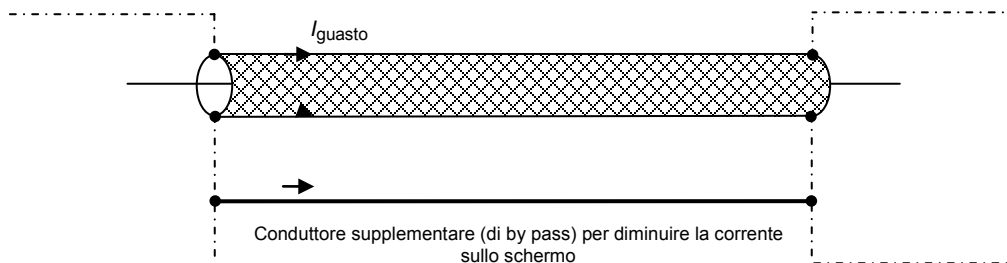


Figura A.44.R1 - Conduttore supplementare per diminuire la corrente nello schermo

NOTA 1 E' opportuno che il conduttore supplementare sia il più vicino possibile allo schermo dei cavi per segnali o dati per ridurre anche l'area della spira. Questa pratica riduce in modo considerevole, per es. gli effetti dell'Impulso Elettromagnetico da fulminazione (LEMP).

i) Se i cavi di segnale o dati schermati sono comuni a diversi edifici alimentati da un sistema TT, si raccomanda siano integrati con un conduttore supplementare equipotenziale (Figura A.44.R2), di sezione minima 16 mm² Cu o equivalente.

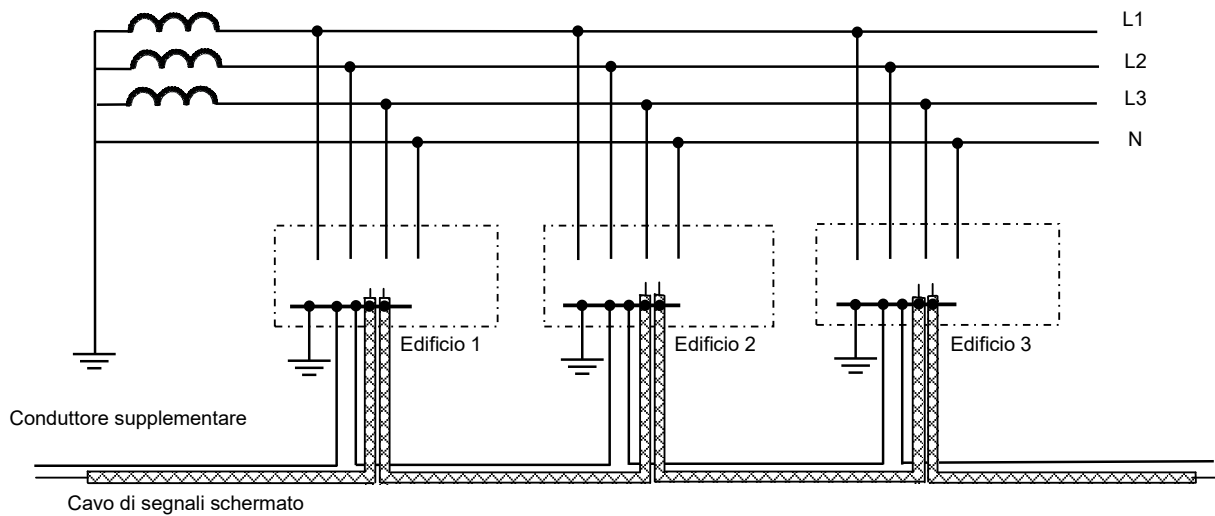


Figura A.44.R2 – Esempio di un conduttore supplementare tra più edifici alimentati con un sistema TT

NOTA 2 Quando lo schermo messo a terra è utilizzato come percorso di ritorno di un segnale, si possono usare cavi coassiali con schemi multipli isolati.

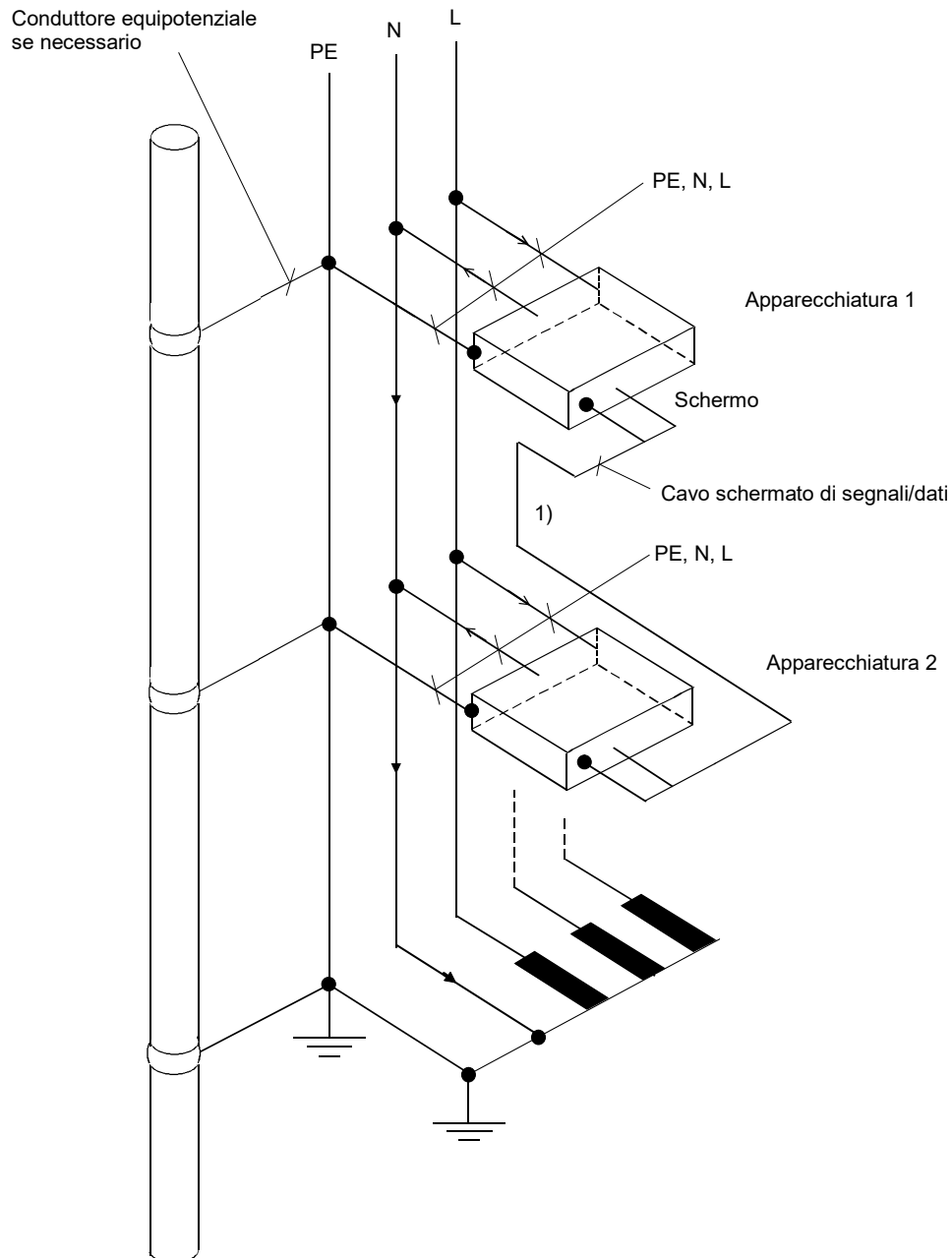
j) Si raccomanda che i conduttori supplementari abbiano un'impedenza più bassa possibile; a tal fine:

- siano più corti possibile;
- abbiano sezione di forma tale da dar luogo ad una bassa reattanza induttiva e bassa impedenza per unità di lunghezza, per es. un nastro di collegamento con una larghezza in rapporto allo spessore di cinque a uno.

A.44.2 Sistema TN

Non si può usare il sistema TN-C, dove si devono ridurre i disturbi elettromagnetici.

E' ammesso il sistema TN-S (figura A.44.R.3) ma il conduttore di neutro deve essere collegato a terra in un punto solo.

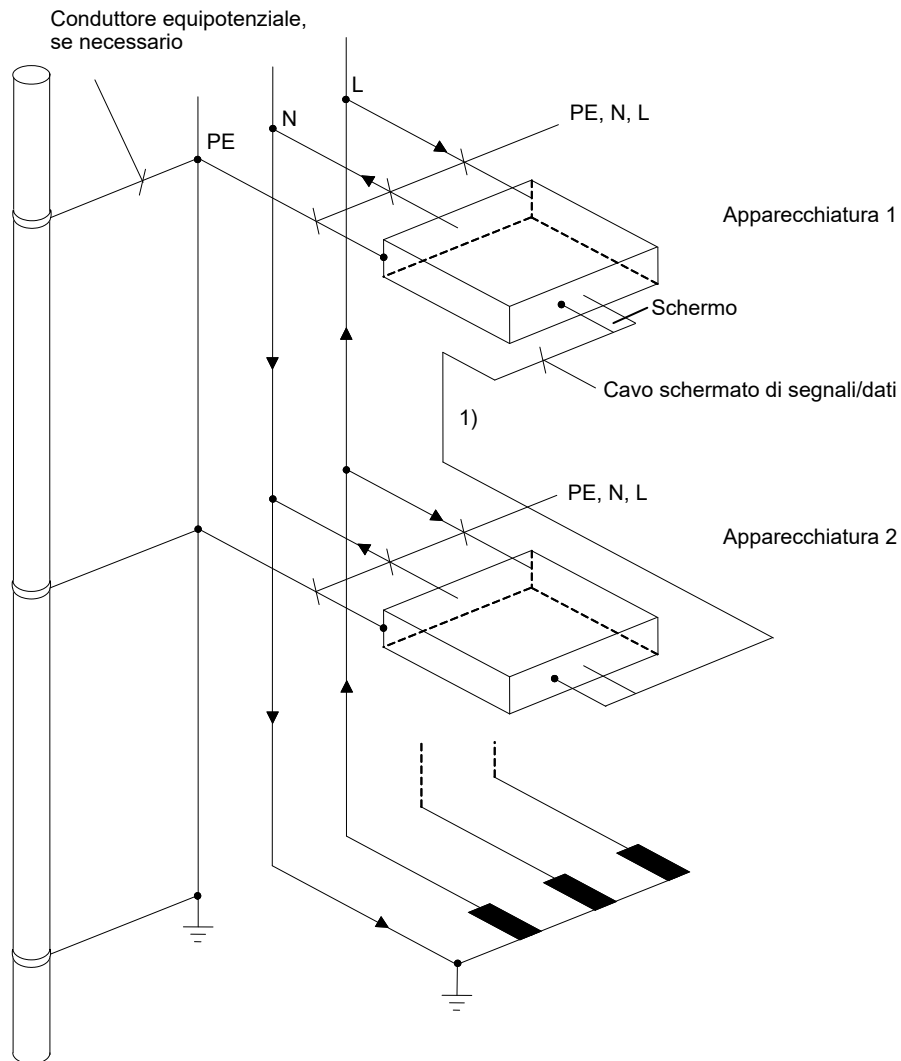


- 1) Spira di area limitata tra il conduttore di protezione e lo schermo dei cavi di segnale dati, che deve seguire il percorso più vicino possibile al PE.

Figura A.44.R3 – Collegamenti in un sistema TN-S

A.44.3 Sistema TT

Si ricorda che nei sistemi TT l'utente non può collegare a terra il conduttore di neutro, Figura A.44R4.



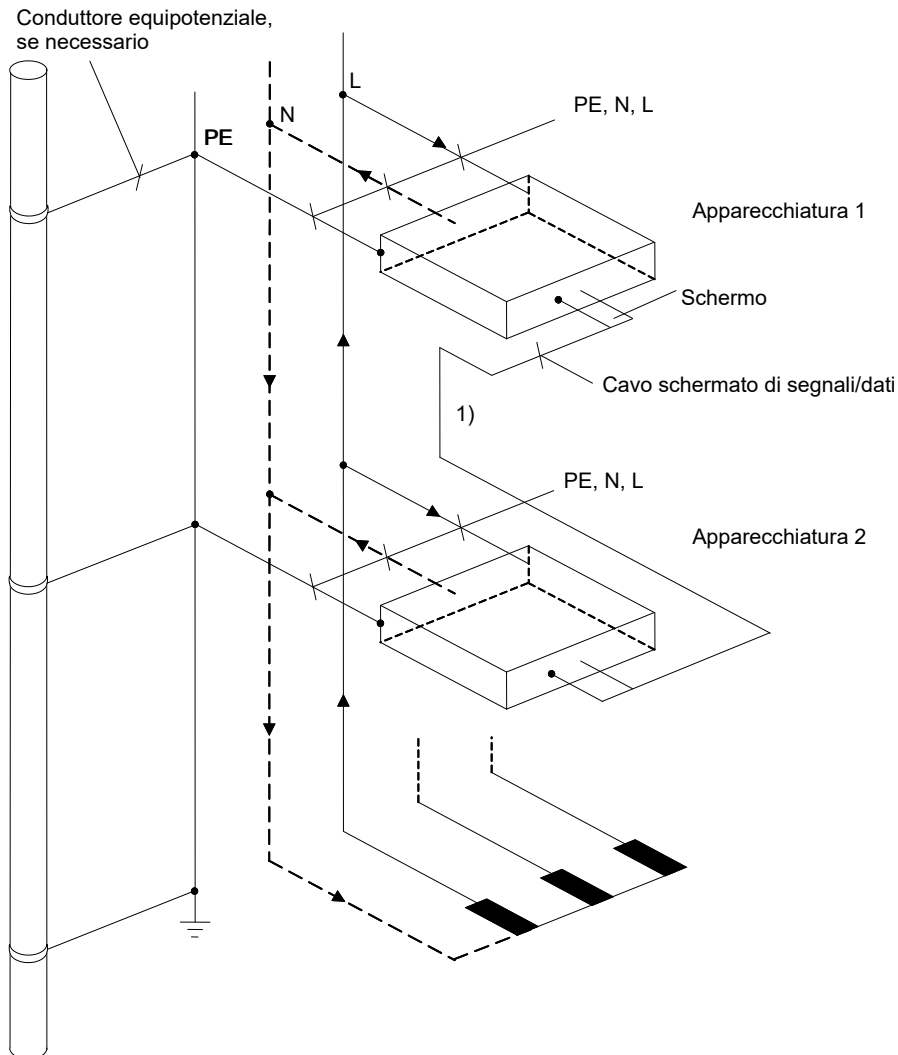
- 1) Spira di area limitata tra il conduttore di protezione e lo schermo dei cavi di segnali/dati, che deve seguire il percorso più vicino possibile al PE.

Figura A.44.R4 – Sistema TT in un impianto all'interno di un edificio

A.44.4 Sistema IT

Nei sistemi IT trifase, Figura A.44.R5, si deve tener conto che in presenza di un guasto a terra di una fase, le altre fasi assumono verso le masse la tensione concatenata.

NOTA Le apparecchiature elettroniche direttamente alimentate tra il conduttore di fase e quello di neutro, devono essere progettate per resistere alla tensione tra il conduttore di fase e le masse.



- 1) Spira di area limitata tra il conduttore di protezione e lo schermo dei cavi di segnali/dati, che deve seguire il percorso più vicino possibile al PE.

Figura A.44.R5 –Sistema IT in un impianto all'interno di un edificio

A.44.5 Cambio di alimentazione

Nei sistemi TN, la commutazione tra due sorgenti deve avvenire interrompendo l'eventuale conduttore di neutro (Figure A.44.R6, A.44.R7, A.44.R8); in questo modo, l'eventuale corrente di squilibrio e di terza armonica fluisce soltanto sul conduttore di neutro non interrotto.

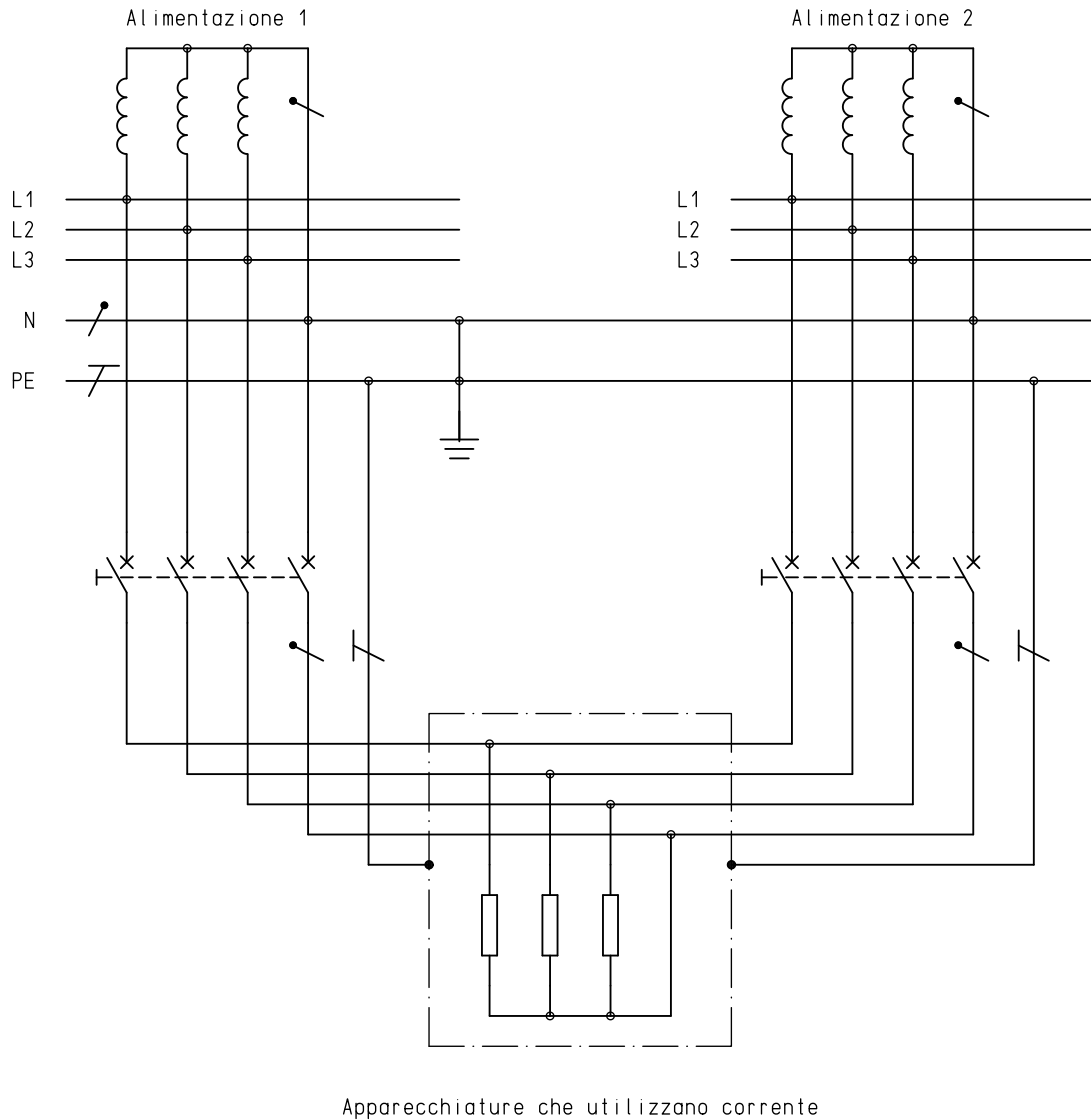


Figura A.44.R6 – Alimentazione alternativa trifase con un interruttore quadripolare

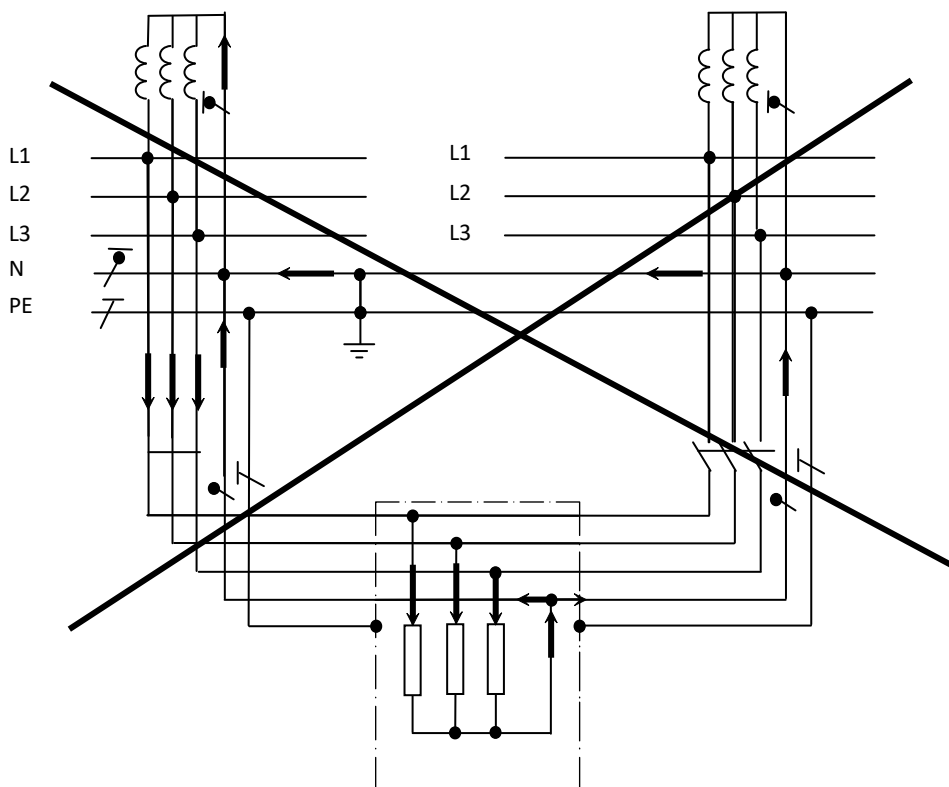


Figura A.44.R7 – La non interruzione del neutro provoca la circolazione di correnti indesiderate che generano un campo elettromagnetico, inoltre può causare il funzionamento intempestivo di dispositivi differenziali.

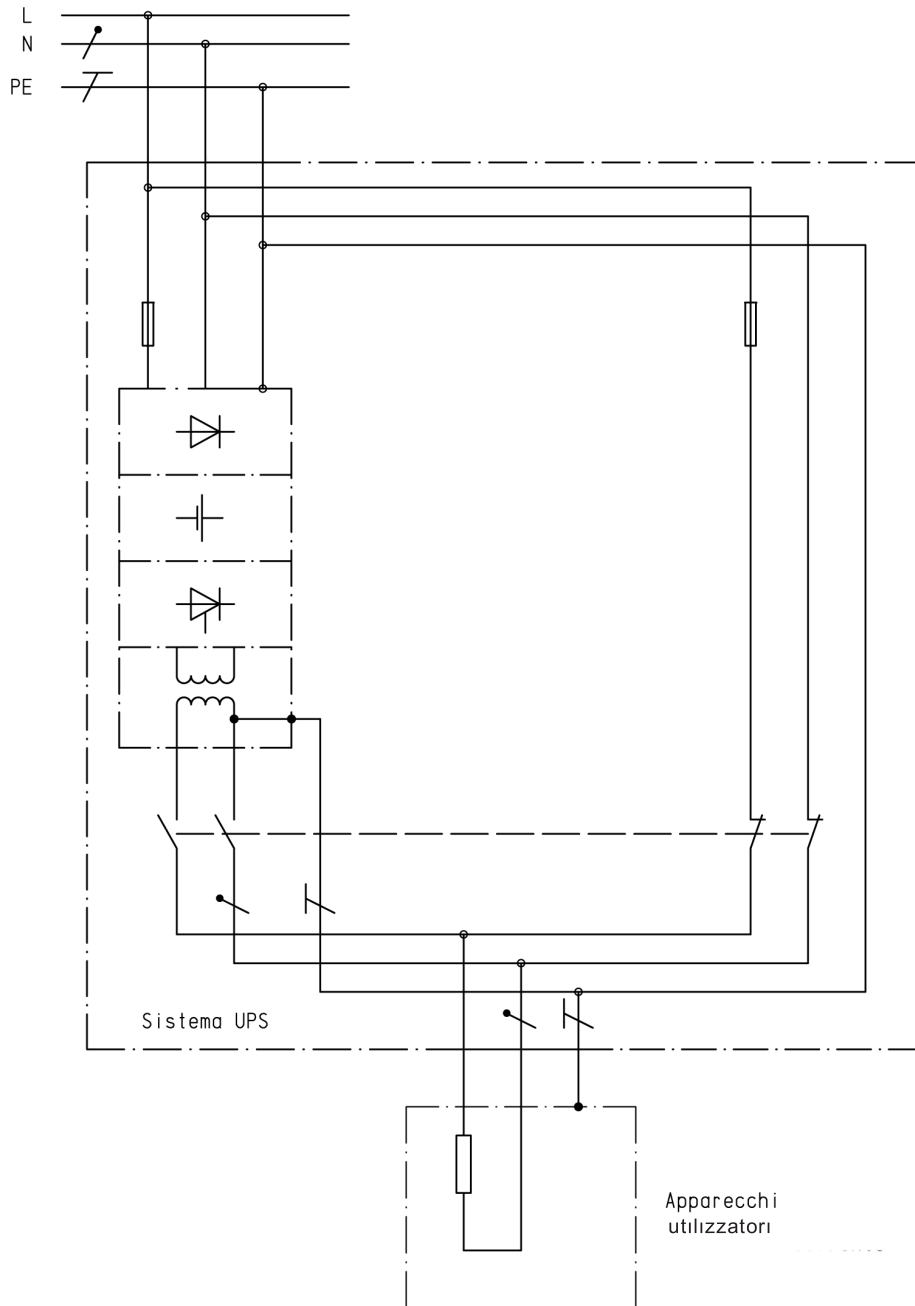


Figura A.44.R8 - Alimentazione alternativa monofase con interruttore bipolare

A.444.6 Provvedimenti in edifici esistenti

Nell'esecuzione di impianti nuovi in edifici esistenti, dove non è possibile applicare le prescrizioni precedenti, ai fini della riduzione delle interferenze elettromagnetiche, si possono applicare le seguenti misure per migliorare la situazione (Figura A.44.R9):

- 1) l'uso di collegamenti a fibre ottiche privi di metallo per i circuiti di segnali;
- 2) l'uso di apparecchiature di Classe II;
- 3) l'uso di trasformatori di isolamento a doppio avvolgimento conformemente alla CEI EN 61558-2-1 o CEI EN 61558-2-4 o CEI EN 61558-2-6 o CEI EN 61558-2-15. Il circuito secondario dovrebbe essere collegato preferibilmente come un sistema TN-S, ma si può utilizzare un sistema IT quando richiesto per applicazioni specifiche.

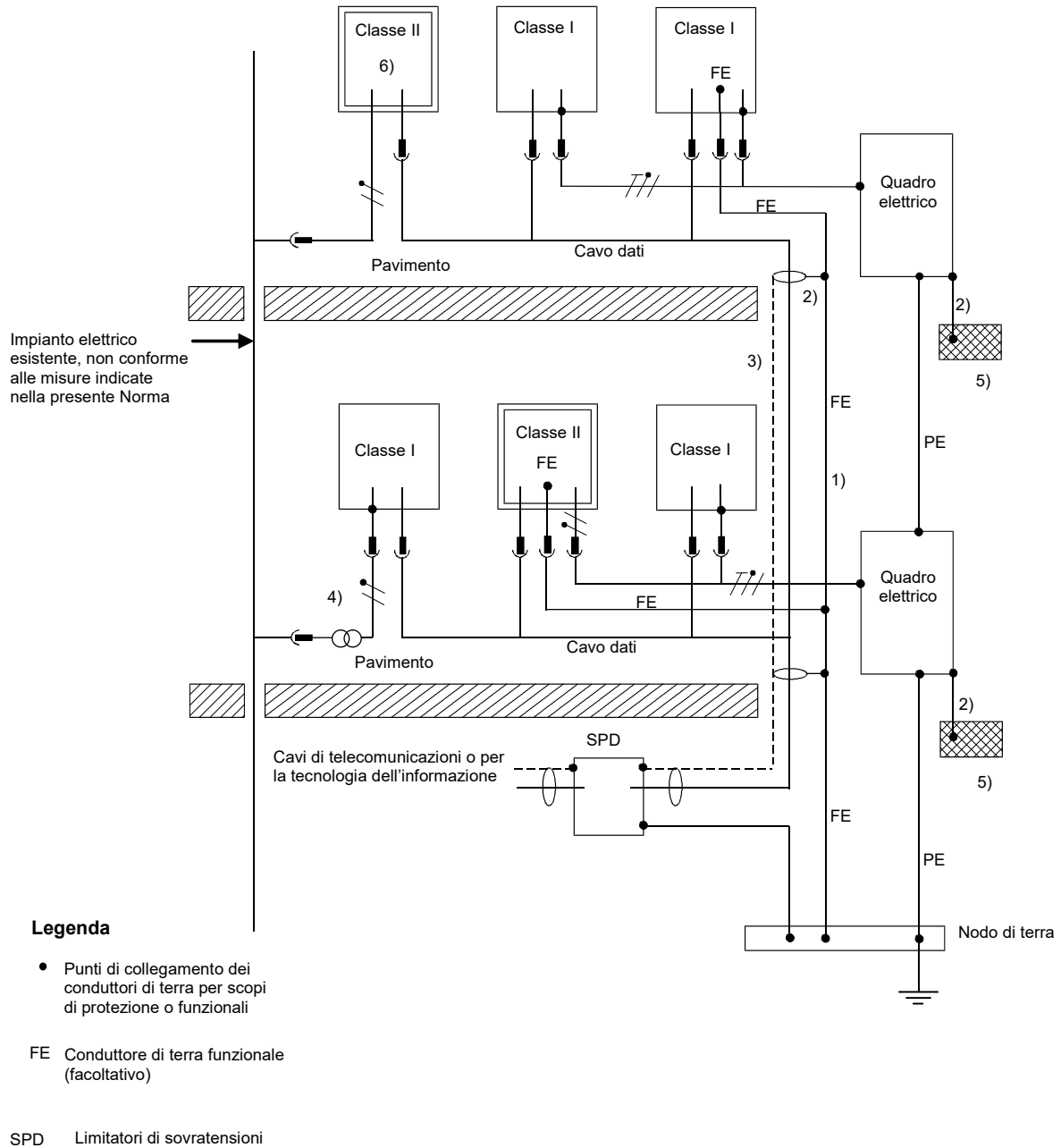


Figura A.44.R9 – Esempio di misure per ridurre le interferenze in un edificio esistente

Riferimento	Descrizione delle misure illustrate	Paragrafo/Norma
1)	Percorso comune con separazioni adeguate e assenza di anelli	A.444.4.2
2)	Collegamenti più corti possibili e PE parallelo ai cavi	IEC/TR 61000-2-5 A.444.4.1
3)	Cavi di segnale schermati e/o conduttori a coppie ritorte (doppino)	A.444.7
4)	Uso di trasformatori di isolamento	A.444.6
5)	Collegamento equipotenziale locale	A.444.8.4
6)	Uso di apparecchiature di Classe II	A.444.6

A.444.7 Cavi di segnale

Per i cavi di segnale si dovrebbero utilizzare cavi schermati e/o cavi a coppie ritorte (doppino).

A.444.8 Messa a terra e collegamento equipotenziale

A.444.8.1 Interconnessione dei dispersori

Tutti i conduttori di protezione e funzionali in un impianto devono essere collegati al nodo di terra come richiesto al Capitolo 54 della parte 5 della presente Norma.

Inoltre, l'impianto di terra per i conduttori di protezione e funzionali deve essere unico (Figura A.44.R10).

Nel caso di più edifici, dove l'interconnessione dei dispersori non è possibile o pratica, si raccomanda di applicare la separazione galvanica delle reti di comunicazione, per es. mediante l'uso di collegamenti a fibre ottiche.

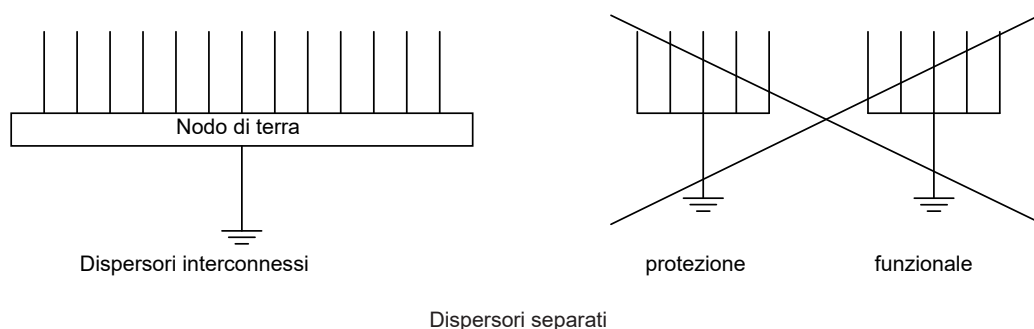


Figura A.44.R10 Interconnessione dei dispersori

A.444.8.2 Interconnessione delle reti in ingresso e disposizioni di messa a terra

Per le abitazioni dove generalmente si usa una quantità limitata di apparecchiature elettroniche, può essere accettabile una rete di conduttori di protezione sotto forma di rete a stella (vedi Figura A.44.R11).

Per gli edifici commerciali ed industriali e per gli edifici simili contenenti molte apparecchiature elettroniche multiple, è utile un sistema di collegamento a maglia comune ai fini della conformità alle prescrizioni EMC dei tipi diversi di apparecchiature (vedi Figura A.44.R13).

A.444.8.3 Tipi di collegamento a terra

Si possono utilizzare i quattro tipi di collegamento a terra descritti nei paragrafi seguenti, a seconda dell'importanza e della vulnerabilità delle apparecchiature.

A.444.8.3.1 Collegamento ad anello

Un collegamento equipotenziale ad anello è illustrato nella Figura A.44.R14 sul piano superiore della struttura. Il conduttore equipotenziale ad anello è raccomandabile sia preferibilmente in rame, nudo o isolato, ed installato in modo da restare accessibile ovunque, per es. usando una passerella porta cavi, un condotto metallico (vedi serie CEI EN 61386), un metodo di installazione con montaggio in superficie o un canale per cavi. Tutti i conduttori di protezione e funzionale possono essere collegati al conduttore ad anello.

A.444.8.3.2 Collegamento a stella

Questo tipo di collegamento si applica ad impianti piccoli associati ad abitazioni, edifici commerciali piccoli, ecc. e, da un punto di vista generale, alle apparecchiature che non sono interconnesse mediante cavi di segnali (Figura A.44.R11).

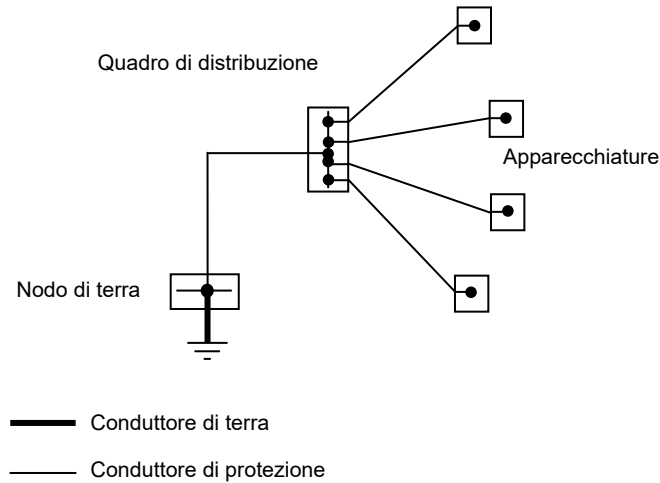


Figura A.44.R11 – Esempio di collegamento a stella

A.444.8.3.3 Collegamento a maglia multiplo a stella

Questo tipo di rete si applica a impianti con diversi piccoli gruppi di apparecchiature di comunicazione interconnesse da cavi di segnale. (Figura A.44.R12).

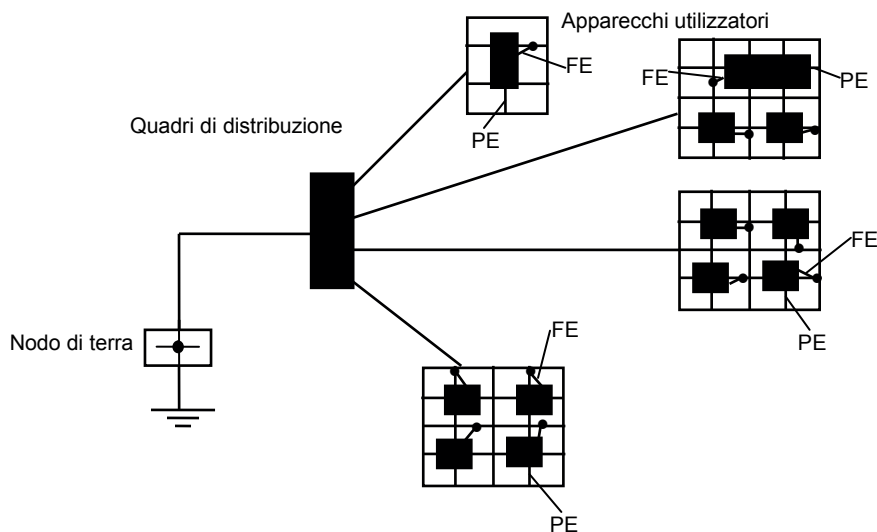


Figura 44.R12 – Esempio di rete a stella con collegamento a maglia multiplo a stella

A.44.8.3.4 Collegamento a maglia comune

Questo tipo di rete si applica ad impianti con densità elevata di apparecchiature, per es. di comunicazione corrispondenti ad applicazioni critiche (Figura A.44.R13).

Una rete di collegamento equipotenziale a maglia è migliorata dalle eventuali strutture metalliche dell'edificio. Essa è completata da conduttori disposti a maglie quadrate.

La dimensione della maglia dipende dal livello di protezione contro i fulmini scelto, dal livello di immunità della parte di apparecchiatura dell'impianto e dalle frequenze usate per la trasmissione dei dati.

La dimensione della maglia deve essere adattata alle dimensioni dell'impianto da proteggere, ma non deve superare 2 m x 2 m nelle zone in cui sono installate apparecchiature sensibili alle interferenze elettromagnetiche.

Essa è adatta per la protezione dei centralini telefonici di commutazione automatici privati e dei sistemi centralizzati di trattamento dei dati.

In alcuni casi, parti di questa rete possono avere maglie più fitte per soddisfare prescrizioni specifiche.

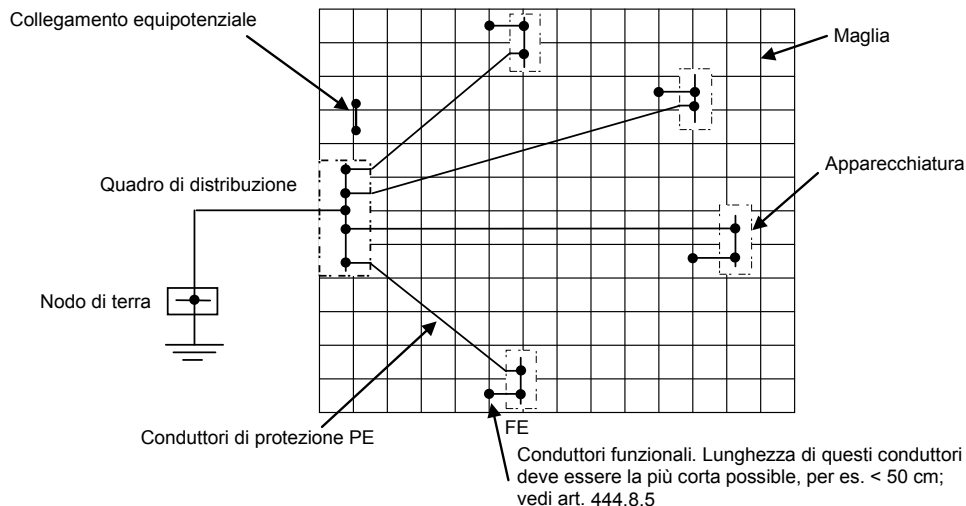


Figura A.44.R13 – Esempio di collegamento a maglia comune

A.44.8.4 Collegamento equipotenziale in edifici multipiano

Per gli edifici multipiano, si raccomanda che, su ciascun piano, sia installato un sistema di collegamento equipotenziale vedi Figura A.44.R14; per esempi di reti di collegamento per uso comune, ciascun piano è un tipo di rete. I sistemi di collegamento equipotenziale dei diversi piani devono essere interconnessi tra loro.

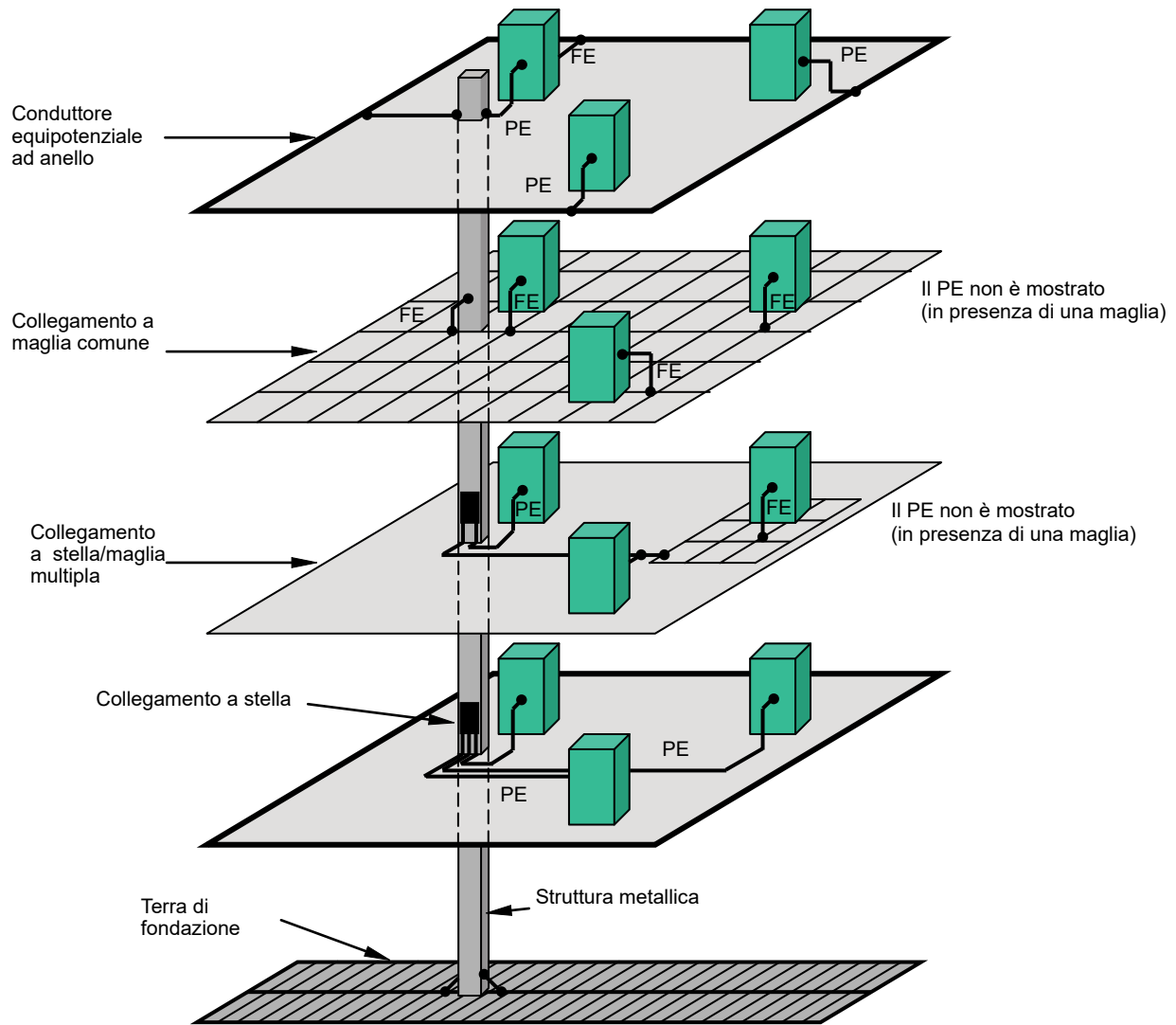


Figura A.44.R14 – Esempio di sistema di collegamento equipotenziale in una struttura senza LPS

A.444.8.5 Conduttore di terra funzionale

Alcune apparecchiature elettroniche richiedono una tensione di riferimento prossima al potenziale di terra per funzionare correttamente; questa tensione di riferimento è fornita dal conduttore di terra funzionale.

I conduttori per la messa a terra funzionale possono essere nastri, trecce piatte e cavi con sezione circolare.

Per le apparecchiature che funzionano a frequenze elevate, sono preferibili i nastri o le trecce piatte e le connessioni devono essere le più brevi possibili.

Non è specificato alcun colore per i conduttori di terra funzionale. Tuttavia, il giallo verde è riservato ai conduttori di protezione e non deve essere usato. Si raccomanda di utilizzare lo stesso colore in tutto l'impianto per marcare i conduttori di terra funzionale a ciascuna estremità.

Per le apparecchiature che funzionano a frequenze basse, le sezioni indicate in 543 sono considerate soddisfacenti, indipendentemente dalla forma del conduttore.

A.444.8.6 Edifici contenenti quantità significative di apparecchiature per la tecnologia dell'informazione

Le seguenti specifiche supplementari sono destinate a ridurre le influenze dei disturbi elettromagnetici sul funzionamento delle apparecchiature per la tecnologia dell'informazione.

Negli ambienti elettromagneticamente severi, si raccomanda di adottare il collegamento a maglia comune.

A.444.8.6.1 Dimensionamento ed installazione del conduttore ad anello

L'anello deve essere costituito da un conduttore avente le seguenti dimensioni minime (Cu):

- sezione piatta: 30 mm x 2 mm,
- sezione rotonda: diametro 8 mm.

I conduttori nudi devono essere protetti contro la corrosione in corrispondenza dei supporti e del loro passaggio attraverso le pareti.

A.444.8.6.2 Parti da collegare al collegamento equipotenziale

Le seguenti parti devono essere collegate alla rete di collegamento equipotenziale:

- I rivestimenti metallici (per es. gli schermi o le armature) dei cavi di trasmissione dei dati o delle apparecchiature per la tecnologia dell'informazione;
- i conduttori di terra dei sistemi di antenna;
- i conduttori di terra del polo a terra dell'alimentazione in corrente continua per le apparecchiature per la tecnologia dell'informazione;
- i conduttori di terra funzionale.

A.444.8.7 Messa a terra e collegamento equipotenziale, per scopi funzionali, degli impianti per la tecnologia dell'informazione

A.444.8.7.1 Nodo di terra

Le apparecchiature per la tecnologia dell'informazione è raccomandabile siano collegate al nodo di terra principale mediante il percorso più breve possibile da qualsiasi punto dell'edificio. A tal fine, il nodo di terra può essere costituito da un anello.

NOTA 1 L'anello di terra può essere nudo o isolato.

NOTA 2 L'anello di terra dovrebbe essere installato in modo da essere preferibilmente accessibile per tutta la sua lunghezza. Per impedire la corrosione, può essere necessario proteggere i conduttori nudi sui supporti e negli attraversamenti delle pareti.

A.444.8.7.2 Collegamento a terra per soddisfare le prescrizioni EMC per armadi, telai e rack

Le connessioni di terra dovrebbero essere un percorso a bassa impedenza, il cavo di terra non deve essere avvolto o ripiegato su se stesso. Si devono prendere precauzioni appropriate per evitare qualsiasi differenza di potenziale tra la terra esistente ed un nuovo impianto.

Lo schermo dei cavi che entrano in un armadio deve essere collegato con un conduttore dedicato di bassa impedenza alla sbarra di terra dell'armadio. La struttura metallica dell'armadio non deve essere usata come unica connessione di terra.

Ciascun armadio deve essere collegato a terra separatamente. Quando più armadi sono posti all'interno di una zona, una sbarra a terra deve essere prevista all'interno della zona. La lunghezza della sbarra di messa a terra deve essere sufficiente per collegare gli armadi presenti con un margine del 20 %.

Le sezioni del conduttore di protezione devono essere scelte secondo la sezione 543. In ogni caso, la sezione del conduttore non deve essere inferiore a quanto segue:

- 4 mm² per una scatola più piccola o uguale a 21U;
- 16 mm² per una scatola più grande di 21U;
- 25 mm² rispetto al nodo di terra per scatole multiple.

NOTA U è un'unità di altezza uguale a 44,54 mm come definito nella CEI EN 60297-3-105.

A.444.9 Separazione dei circuiti

A.444.9.1 Generalità

I cavi per energia (bassa tensione) ed i cavi per la tecnologia dell'informazione (bassissima tensione), che condividono lo stesso sistema di condutture o lo stesso percorso, devono essere installati secondo le prescrizioni di questo art..

La sicurezza elettrica e la compatibilità elettromagnetica possono produrre prescrizioni diverse per la segregazione elettrica e la separazione elettrica. La sicurezza elettrica ha sempre la priorità più alta.

A.444.9.2 Prescrizioni di progetto

Quando la specifica del cablaggio per la tecnologia dell'informazione e la sua applicazione prevista sono note, si devono applicare le prescrizioni e le raccomandazioni delle Norme CEI EN 50174-2, 6.2, e CEI EN 50174-3.

NOTA 1 La serie di Norme CEI EN 50174 contiene prescrizioni e raccomandazioni per l'installazione del cablaggio per la tecnologia dell'informazione per una serie di applicazioni che forniscono i seguenti servizi:

- ICT (tecnologie di comunicazione delle informazioni) per es. telefonia, reti locali;
- BCT (tecnologie di comunicazione radiotelevisive (broadcast)) per es. audiovisiva, televisione;
- CCCB (controllo, comando e comunicazioni negli edifici) per es. automazione degli edifici;
- PMCA (controllo, comando e automazione dei processi) per es. reti industriali (bus di campo).

In mancanza di indicazioni specifiche la distanza in aria tra i cavi di energia e i cavi IT deve essere almeno 200 mm.

Questa distanza può essere ridotta se si utilizza una barriera metallica o un sistema di contenimento come illustrato nella Tabella Z1.

Ai fini del presente articolo, i conduttori attivi utilizzati anche per la tecnologia dell'informazione non sono considerati cavi per la tecnologia dell'informazione. I requisiti della Tabella Z1 non si applicano a questi tipi di conduttori attivi.

Tabella Z1 – Distanze di separazione minime (in mancanza di indicazioni specifiche)

Sistema di confinamento dei cavi di potenza			
Separazione senza barriera elettromagnetica	metallico aperto A	metallico perforato B	metallico non perforato C
200 mm	150 mm	100 mm	0 mm
A : Schermatura (c.c.-100 MHz) equivalente a quella di una maglia saldata di acciaio con dimensione della maglia di 50 mm x100 mm. Questa prestazione di schermatura si ottiene anche con una passerella di acciaio (esclusa la passerella a traversini) anche se lo spessore della parete è inferiore a 1,0 mm e/o la zona perforata in modo uniforme è superiore al 20 %.			
B : Schermatura (c.c.-100 MHz) equivalente a quella di una passerella di acciaio con spessore della parete di almeno 1,0 mm e non più del 20 % di zona perforata uniformemente. Questa schermatura si ottiene anche con cavi per energia schermati che non soddisfano la prestazione definita nella NOTA 1. Nessuna parte del cavo deve essere posta a meno di 10 mm al di sotto della sommità della barriera.			
C : Schermatura (c.c.-100 MHz) equivalente a quella di un tubo di acciaio con spessore della parete di almeno 1,0 mm. La separazione specificata è supplementare a quella fornita da eventuale divisore/barriera.			

NOTA 1 Quando le prescrizioni di separazione della Tabella Z1 sono inferiori alle prescrizioni di separazione ai fini della sicurezza (art. 528.1), si applicano le prescrizioni di sicurezza.

Questa separazione è conforme alla CEI EN 50174-2 supponendo che la corrente totale nei cavi a bassa tensione non superi 600 A e quando:

- i cavi bilanciati di telecomunicazione dell'informazione hanno una prestazione di immunità
- elettromagnetica conforme alla serie di Norme EN 50288 per la Categoria 5 e superiore;
- i cavi coassiali per la tecnologia dell'informazione hanno una prestazione di immunità elettromagnetica conforme alla CEI EN 50117-4-1 per la Categoria BCT-C;
- le apparecchiature connesse ai cavi sono adatte per funzionare utilizzando il cablaggio per la tecnologia dell'informazione installato o da installare.

Questa distanza può anche essere ridotta se si utilizza un cavo per energia schermato, in base alle informazioni fornite dal costruttore del cavo per energia.

Ulteriori aspetti da tenere in considerazione sono indicati in 444.3.1.

La separazione minima tra i cavi per la tecnologia dell'informazione ed i cavi di potenza deve comprendere tutte le possibilità di movimento dei cavi tra i loro punti di fissaggio o altri dispositivi di arresto (vedi per es. la Figura A.44.R15).

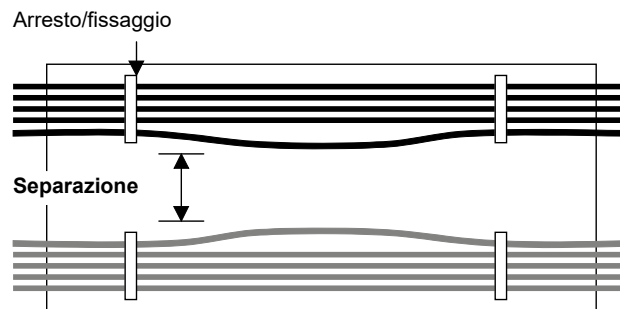
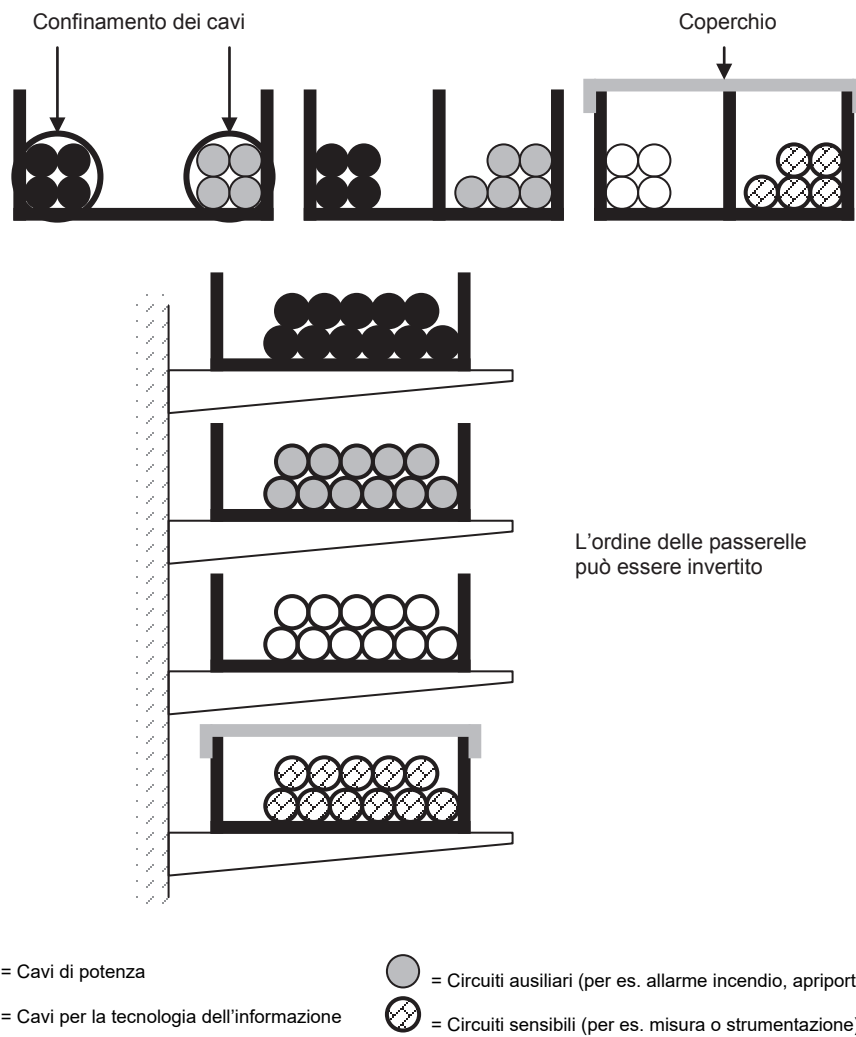


Figura A.44.R15 – Esempio di distanza di separazione dei cavi

La prescrizione di separazione minima si applica sulle tre dimensioni. Tuttavia, quando i cavi per la tecnologia dell'informazione ed i cavi di alimentazione si incrociano e la separazione minima richiesta non può essere mantenuta, allora l'angolo del loro incrocio deve essere mantenuto a 90° su ciascun lato dell'incrocio per una distanza non inferiore alla prescrizione di separazione minima applicabile.

Conformemente alle prescrizioni di questo articolo:

- i cavi di potenza e per la tecnologia dell'informazione non dovrebbero far parte dello stesso fascio (raggruppamento);
- i diversi fasci dovrebbero essere separati e segregati elettromagneticamente l'uno dall'altro come illustrato negli esempi della Figura A.44.R16.



NOTA Tutte le parti metalliche sono collegate elettricamente.

Figura A.44.R16 – Esempio di separazione e segregazione

A.444.9.3 Condizioni per assenza di segregazione

Non è richiesta alcuna segregazione tra i cavi per la tecnologia dell'informazione e i cavi di potenza a condizione che:

- 1) la classificazione dell'ambiente risultante del cablaggio per la tecnologia dell'informazione sia conforme a E1 della Norma CEI EN 50173-1, e
- 2) il cablaggio per le telecomunicazioni sia conforme alle istruzioni fornite dal costruttore delle apparecchiature di trasmissione e dei terminali.

La classificazione dell'ambiente risultante del cablaggio per la tecnologia dell'informazione è ritenuta conforme a E1 della Norma CEI EN 50173-1 quando sono soddisfatte tutte le seguenti condizioni:

- i circuiti sono monofase;
- i conduttori attivi di un circuito, sono mantenuti vicini (per es. all'interno di una guaina oppure ritorti, nestrati o raggruppati);
- corrente per circuito ≤ 20 A;
- corrente totale ≤ 100 A.

In tutti gli altri casi, si applicano le prescrizioni di A.444.9.2.

NOTA Se in seguito si effettuano modifiche alla classificazione dell'ambiente elettromagnetico risultante, l'assenza di separazione rende i circuiti inadatti.

A.444.10 Sistemi di condutture

A.444.10.1 Generalità

I sistemi di supporto dei cavi possono essere metallici e non metallici. I sistemi metallici offrono gradi variabili di protezione rispetto alle interferenze elettromagnetiche, purché siano installati conformemente alle prescrizioni di A.444.9.

A.444.10.2 Linee guida per la scelta

Per la scelta del sistema di supporto dei cavi "tipo, materiale, forma, ecc." si deve considerare:

- a) l'intensità dei campi elettromagnetici lungo il percorso (prossimità di sorgenti di disturbi elettromagnetici condotti);
- b) il livello autorizzato delle emissioni condotte e irradiate;
- c) il tipo di cablaggio (schermato, ritorto, a fibre ottiche);
- d) l'immunità elettromagnetica delle apparecchiature collegate;
- e) le altre sollecitazioni ambientali (chimiche, meccaniche, climatiche, del fuoco, ecc.);
- f) qualsiasi estensione futura sul sistema di cablaggio per la tecnologia dell'informazione. I sistemi di supporto non metallici sono adatti in particolare nei seguenti casi:
 - impiego dei cavi a fibre ottiche;
 - l'ambiente elettromagnetico e le apparecchiature collegate sono conformi alla serie di Norme CEI EN 61000-6 con la severità corrispondente e sono usati cavi non a fibre ottiche, conformemente alle prescrizioni applicabili di A.444.9.2 o A.444.9.3.

Nel caso di cavi non a fibre ottiche e con ambiente elettromagnetico e apparecchiature collegate non conformi alla serie CEI EN 61000-6 con la corrispondente severità, la protezione elettromagnetica dipende dal sistema di confinamento dei cavi.

Per i componenti metallici dei sistemi di supporto dei cavi, soprattutto la forma (piatta, forma a U, tubolare, ecc.) piuttosto che la sezione determinerà l'impedenza caratteristica del sistema di supporto. Le forme chiuse sono migliori poiché riducono l'accoppiamento di modo comune.

Lo spazio utilizzabile all'interno della passerella dovrebbe tener conto della quantità concordata di cavi supplementari da installare. L'altezza del fascio di cavi deve essere inferiore alle pareti laterali della passerella, come illustrato nella Figura A.44.R17. L'utilizzo di coperchi coprenti migliora la prestazione di compatibilità elettromagnetica della passerella.

Per una passerella a forma di U, il campo magnetico diminuisce vicino ai due angoli. Per questo motivo, si preferiscono pareti laterali profonde.

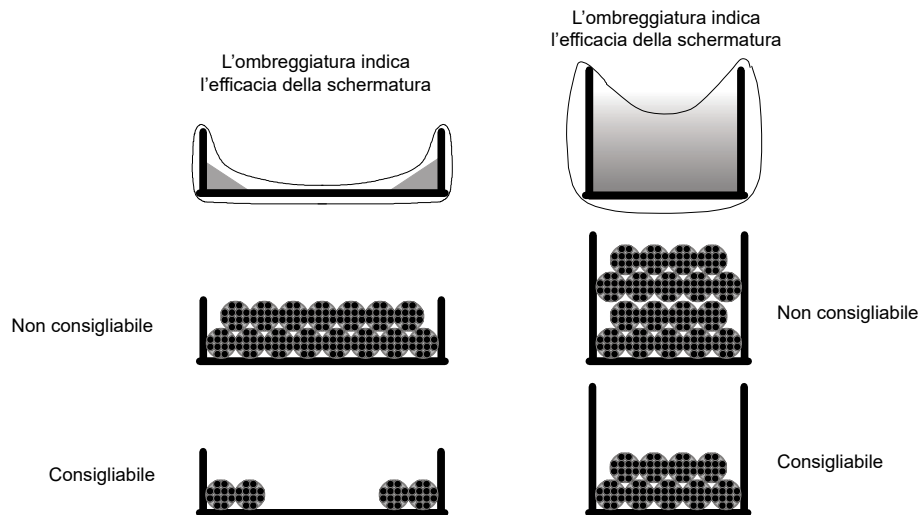


Figura A.44.R17 – Disposizione dei cavi nelle passerelle metalliche

A.444.11 Impianti

A.444.11.1 Sistemi di confinamento metallici o compositi destinati ad assicurare la protezione ai fini della compatibilità elettromagnetica

I sistemi di confinamento metallici dei cavi o compositi, destinati a fornire protezione di compatibilità elettromagnetica, devono essere sempre collegati al collegamento equipotenziale locale ad entrambe le estremità. Per le distanze lunghe, cioè superiori a 50 m, si raccomandano connessioni supplementari al sistema di collegamento equipotenziale. Tutte le connessioni devono essere le più corte possibili. Quando i sistemi di confinamento sono composti da molti elementi, si dovrebbe prestare attenzione ad assicurare la continuità mediante un collegamento efficace tra gli elementi adiacenti. Sono ammessi giunti rivettati, imbullonati o avvitati, a condizione che le superfici in contatto siano conduttrici, cioè non abbiano vernice o rivestimento isolante, che siano protetti contro la corrosione e che sia assicurato un buon contatto elettrico tra gli elementi adiacenti.

La forma della sezione metallica dovrebbe essere mantenuta per tutta la sua lunghezza. Tutte le interconnessioni devono avere un'impedenza bassa. Una connessione a filo unico breve tra due parti di un sistema di supporto dei cavi darà luogo ad un'impedenza locale elevata e quindi al deterioramento della protezione di compatibilità elettromagnetica fornita dal sistema di confinamento dei cavi, vedi Figura A.44.R18.

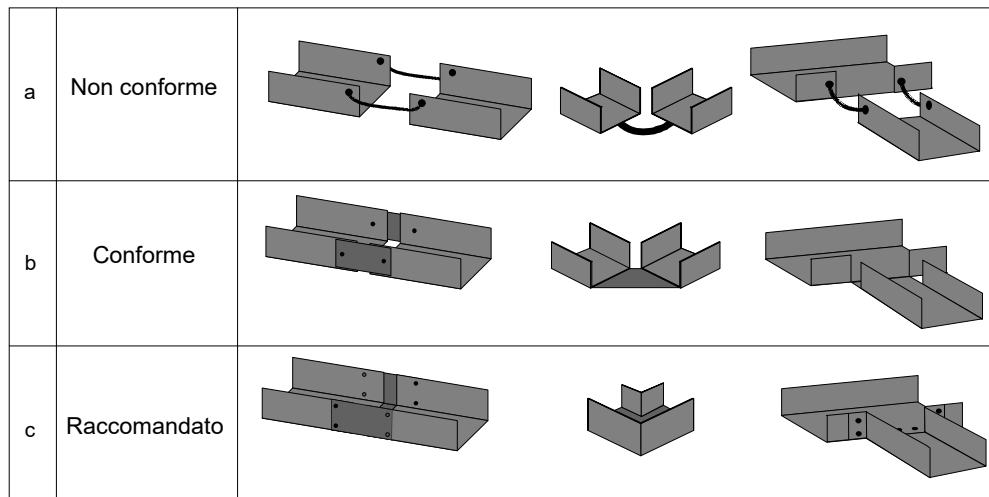


Figura A.44.R18 – Esempi di conservazione della continuità dei componenti del sistema metallico per assicurare la protezione ai fini della compatibilità elettromagnetica

Dalle frequenze di pochi megahertz in su, una fascetta a maglia lunga 10 cm tra le due parti di un sistema di supporto dei cavi deteriora l'effetto di schermatura di più di un fattore 10 (20 dB). Qualsiasi estensione o alterazione del sistema di condutture deve mantenere la prestazione di compatibilità elettromagnetica richiesta.

Quando si utilizzano coperchi metallici per le passerelle metalliche, si preferisce un coperchio con molti contatti su tutta la lunghezza. Se ciò non è possibile, i coperchi dovrebbero essere collegati alla passerella almeno ad entrambe le estremità mediante connessioni inferiori a 10 cm, per es. fascette intrecciate o a maglia.

La Figura A.44.R19 mostra una passerella che attraversa una parete sulla quale si deve installare una barriera antincendio. Quando i sistemi di condutture devono essere interrotti per passare attraverso le strutture di un edificio (per es. pavimenti, pareti), le due sezioni metalliche devono essere interconnesse. I collegamenti devono avere prestazioni conformi alla Norma CEI EN 50310 (CEI 306-4).

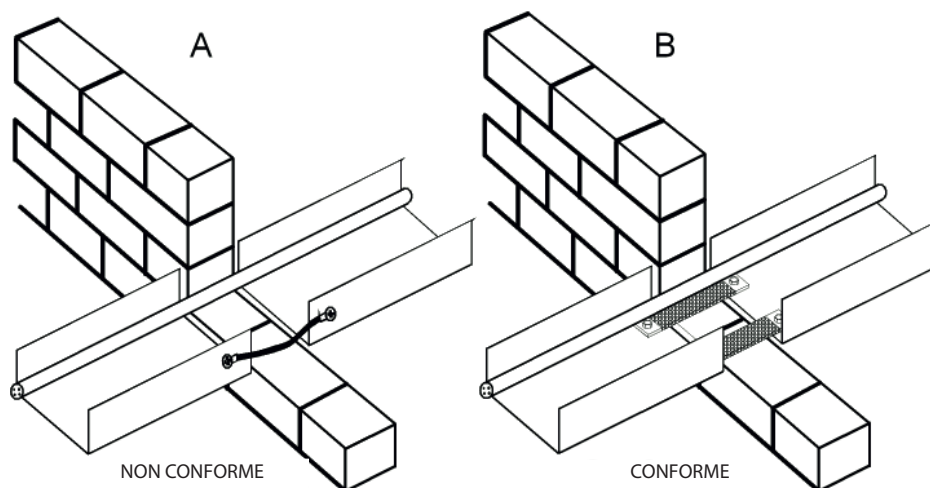


Figura A.44.R19 – Interruzione di una passerella metallica in corrispondenza a una barriera tagliafiamme

Le regole relative alle barriere antincendio devono avere la precedenza.

45 Protezione contro gli abbassamenti di tensione

451 Prescrizioni generali

451.1 Devono essere prese adeguate precauzioni se un abbassamento di tensione, o la mancanza ed il successivo ripristino della tensione possono comportare pericoli per le persone o per le cose. Adeguate precauzioni devono essere prese anche quando una parte dell'impianto o un apparecchio utilizzatore possono essere danneggiati da un abbassamento di tensione.

Non sono richiesti tuttavia dispositivi di protezione contro gli abbassamenti di tensione se i danni all'impianto o all'apparecchio utilizzatore costituiscono un rischio accettabile e non creano condizioni di pericolo per le persone.

Commento

451.1 Questa prescrizione si applica soprattutto al caso di apparecchi utilizzatori che contengono motori in grado di ripartire dopo un arresto di tensione o un suo abbassamento al di sotto di un determinato valore.

Dispositivi di protezione contro gli abbassamenti di tensione sono necessari in particolare negli impianti di edifici nei quali vi siano alimentazioni di servizi di sicurezza ed alimentazioni di riserva; i dispositivi di protezione devono essere in grado di assicurare la messa in funzione di questi servizi quando la tensione dell'alimentazione principale scenda al di sotto del limite di funzionamento corretto.

Un elenco di apparecchiature sensibili agli abbassamenti di tensione sono riportate nella Tabella 1 della norma CEI 0-21.

451.2 I dispositivi che intervengono in caso di abbassamento di tensione possono essere ritardati se l'apparecchio utilizzatore che essi proteggono può sopportare senza danni interruzioni oppure abbassamenti di tensione di breve durata.

Commento

451.2 In genere sono considerate di breve durata interruzioni ed abbassamenti di tensione di durata inferiore o uguale a 2 s.

Vedi anche la Sezione 535 della Parte 5 che fornisce alcuni esempi di dispositivi di protezione contro gli abbassamenti di tensione.

451.3 L'utilizzo di contattori, con apertura e richiusura ritardata, non deve impedire l'apertura istantanea di dispositivi di comando o di protezione.

451.4 Le caratteristiche dei dispositivi di protezione contro gli abbassamenti di tensione devono essere compatibili con le prescrizioni relative all'avvio ed all'uso degli apparecchi utilizzatori.

451.5 Se la richiusura di un dispositivo di protezione può dare luogo a situazioni pericolose, tale richiusura non deve essere automatica.

46 Sezionamento e comando

Tabella di comparazione della numerazione degli articoli tra l'ottava edizione 2021 e l'attuale edizione.

CEI 64-8:2021	CEI 64-8:2023
460 Introduzione	460 Introduzione
461 Generalità	461 Generalità
462 Sezionamento	462 Sezionamento
463 Interruzione per manutenzione non elettrica	463 Comando funzionale
464 Comando ed arresto di emergenza	464 Interruzione per la manutenzione meccanica
465 Comando funzionale	465 Interruzione di emergenza

460 Introduzione

Commento

460 Vedi anche la Sezione 537 della Parte 5 che fornisce prescrizioni per la scelta e la installazione dei dispositivi di sezionamento e di comando

460.1 Campo di applicazione

Il presente Capitolo riguarda:

- le misure relative al sezionamento ed al comando non automatico locale e a distanza, che sono utilizzate al fine di evitare o di sopprimere i pericoli connessi con gli impianti elettrici, con gli apparecchi utilizzatori o con le macchine alimentate elettricamente.
- comando di circuiti di controllo o apparecchiature

Commento

460.1 Per comando non automatico si deve intendere un comando manuale

461 Generalità

461.1 Ogni dispositivo previsto per il sezionamento o il comando deve soddisfare le prescrizioni corrispondenti della Sezione 537 della Parte 5, secondo la funzione o le funzioni cui esso è destinato.

Commento

461.1 Qualora un dispositivo sia usato per più di una funzione esso deve soddisfare le prescrizioni previste per ciascuna di esse

461.2 Nei sistemi TN-C e nella parte TN-C dei sistemi TN-C-S, sul conduttore PEN non devono essere inseriti dispositivi di sezionamento o di comando.

Nei sistemi TN-S e nella parte TN-S dei sistemi TN-C-S non sono richiesti dispositivi di sezionamento o di comando sul conduttore di neutro, purché sia previsto un collegamento equipotenziale di protezione e

- che il conduttore del neutro sia collegato affidabilmente a terra attraverso una bassa resistenza, in modo da rispettare i tempi di disconnessione dei dispositivi di protezione, conformi alle prescrizioni della Sezione 41 oppure
- che l'operatore del sistema di distribuzione (DSO) dichiari che il conduttore PEN o quello N dell'alimentazione siano affidabilmente collegati a terra attraverso una bassa resistenza, in modo da rispettare i tempi di disconnessione dei dispositivi di protezione, conformi alle prescrizioni della Sezione 41.

Commento

461.2 *La prescrizione non impedisce l'installazione, sul conduttore di protezione e sul conduttore PEN, di un dispositivo di apertura manovrabile solo con attrezzo, per permettere di effettuare misure o interventi di emergenza, e di prese a spina su cavi che comprendano, oltre a tutti i conduttori attivi, anche il conduttore di protezione.*

A valle di un interruttore differenziale non devono essere installati conduttori PEN, né devono essere eseguiti collegamenti tra neutro e terra.

Questo articolo non prende in considerazione i sistemi TN di distribuzione pubblica. Vedi anche Norma CEI 11-27.

Le misure descritte nel presente Capitolo non rappresentano alternative alle misure di protezione descritte nei Capitoli da 41 a 45, compresi.

462 Sezionamento

462.1 Ogni circuito deve poter essere sezionato dall'alimentazione.

462.2 Tutti i circuiti devono essere dotati di dispositivi di sezionamento di tutti i conduttori attivi, ad eccezione di quanto indicato in 461.2.

Si può sezionare un gruppo di circuiti con uno stesso dispositivo se le condizioni di servizio lo consentono.

Commento

462.1 *L'espressione "se le condizioni di servizio lo consentono" significa che è ammesso il sezionamento dei circuiti corrispondenti per permettere di effettuare lavori di manutenzione o di riparazione fuori tensione.*

462.3 Devono essere adottati mezzi idonei per evitare che qualsiasi componente possa essere alimentato intempestivamente.

NOTA Tali precauzioni possono consistere in una o più delle seguenti misure:

- blocco meccanico sul dispositivo di sezionamento;
- scritte od altre opportune segnalazioni
- collocazione del dispositivo di sezionamento entro un locale od un involucro chiusi a chiave

Commento

462.3 *La messa in cortocircuito ed a terra dei conduttori attivi può essere utilizzata come misura complementare.*

Quando un componente elettrico, oppure un involucro, contenga parti attive collegate a più di una alimentazione, una scritta o altra segnalazione deve essere posta in posizione tale per cui qualsiasi persona, che acceda alle parti attive, sia avvertita della necessità di sezionare dette parti dalle diverse alimentazioni, a meno che non sia previsto un interblocco tale da assicurare che tutti i circuiti interessati siano sezionati.

462.4 Nel caso in cui sia possibile la presenza di energia elettrica residua, devono essere previsti mezzi per la sua scarica.

Quando sia rilevante, deve essere fornita una scritta che indichi il tempo richiesto per la scarica o il ritardo necessario, prima che l'involucro che possa essere aperto.

NOTA Le unità di accumulo dell'energia non devono essere scaricate, dato che esse sono considerate sorgenti di alimentazione.

Commento

462.4 *Come mezzo appropriato si può considerare per es. un interruttore che effettui il collegamento a terra dei conduttori attivi dei componenti elettrici, quali condensatori o cavi, che possono essere causa di pericolo.*

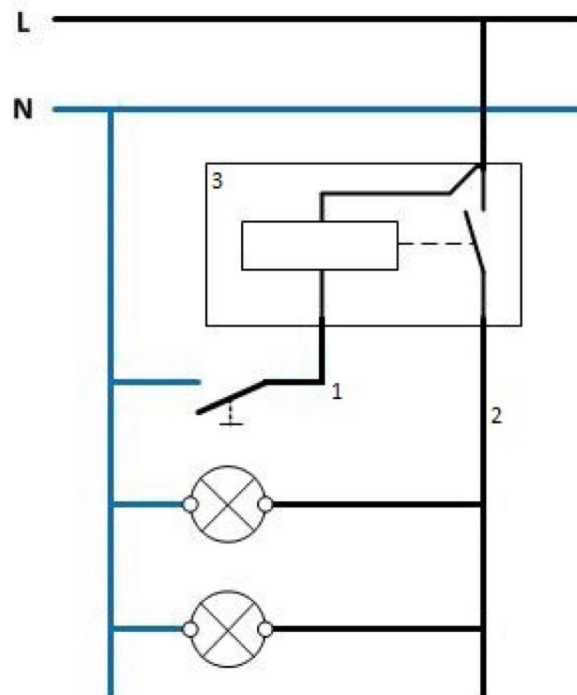
463 Comando funzionale

463.1 Generalità

463.1.1 Un dispositivo di comando funzionale deve essere previsto per ogni parte di un circuito che può richiedere di essere comandato indipendentemente dalle altre parti dell'impianto.

463.1.2 I dispositivi di comando funzionale non devono necessariamente interrompere tutti i conduttori attivi di un circuito.

Un dispositivo di comando unipolare non deve essere inserito sul conduttore di neutro ad eccezione delle connessioni del dispositivo di comando dei circuiti di illuminazione, vedere la Figura 46.1.



Legenda

1	Collegamento dal dispositivo di comando dei circuiti di illuminazione
2	Circuito di alimentazione delle lampade
3	Dispositivo di comando

Figura 46.1 — Circuito di comando delle lampade con un interruttore sul conduttore del neutro

Il sezionamento del neutro deve essere conforme a quanto indicato in 530.4.2

463.1.3 In generale, tutti gli apparecchi alimentati da corrente elettrica, per i quali sia richiesto il comando, devono essere comandati da un adeguato dispositivo di comando funzionale.

Un singolo dispositivo di comando funzionale può comandare più apparecchi destinati a funzionare contemporaneamente.

463.1.4 I dispositivi di comando funzionale intesi ad assicurare la commutazione dell'alimentazione da sorgenti diverse devono interrompere tutti i conduttori attivi e non devono consentire di mettere in parallelo le alimentazioni suddette, a meno che l'impianto non sia progettato specificatamente per questa condizione.

463.2 Circuiti di comando (circuiti ausiliari)

I circuiti di comando devono essere progettati, disposti e protetti in modo da limitare i pericoli derivanti da un guasto tra il circuito di comando ed altre parti conduttrici che possa causare un cattivo funzionamento (per es. manovre intempestive) dell'apparecchio comandato (vedere la Sezione 557).

463.3 Comando dei motori

463.3.1 I circuiti di comando dei motori devono essere progettati in modo da impedire che qualsiasi motore riparta automaticamente dopo un arresto a seguito di un abbassamento o ad una mancanza di tensione, se tale avvio può causare pericolo.

Commento

463.3.1 *In casi particolari può essere necessario l'avviamento automatico di un motore, dopo un arresto, quando per es. il mancato avviamento dopo una breve interruzione dell'alimentazione possa essere causa di pericolo.*

I guasti di terra nei circuiti di comando non dovrebbero provocare un avvio involontario, un movimento potenzialmente pericoloso o impedire l'arresto di un motore.

463.3.2 Quando è prevista la frenatura di un motore a mezzo di inversione di corrente si devono prendere provvedimenti atti ad evitare l'inversione del senso di rotazione alla fine della frenata, se tale inversione può causare pericolo.

463.3.3 Quando la sicurezza dipende dal senso di rotazione di un motore, si devono prendere provvedimenti atti ad impedire il funzionamento in senso inverso dovuto ad un'inversione delle fasi.

NOTA Si richiama l'attenzione sul pericolo che può derivare dalla perdita di una fase.

464 Interruzione per la manutenzione non elettrica

464.1 Quando la manutenzione non elettrica può comportare rischi per le persone, si devono prevedere dispositivi di interruzione dell'alimentazione.

L'interruzione deve provocare l'apertura di tutti i conduttori attivi, ad eccezione di quanto indicato in 461.2, per mezzo di un dispositivo di sezionamento adatto.

Come apparecchiature meccaniche alimentate elettricamente si intendono, oltre alle macchine rotanti, anche i sistemi di riscaldamento e le apparecchiature elettromagnetiche.

NOTA: Per gli impianti elettrici nelle macchine, vedere la Norma CEI EN 60204-1 (CEI 44-5).

I sistemi alimentati in altro modo, per es. con alimentazione pneumatica, idraulica od a vapore, non sono coperti dalla presente Norma. In tali casi, l'interruzione di qualsiasi alimentazione associata di elettricità può non essere una misura sufficiente.

Commento

464.1 *Esempi di applicazioni nelle quali si ricorre all'interruzione per manutenzione non elettrica sono:*

- gru;
- ascensori e montacarichi;
- scale mobili;
- nastri trasportatori;
- macchine utensili;
- pompe.

464.2 Devono essere presi adatti provvedimenti per evitare che le apparecchiature meccaniche alimentate elettricamente vengano riattivate accidentalmente durante la manutenzione non elettrica, a meno che i dispositivi di interruzione non siano continuamente sotto il controllo delle persone addette a tale manutenzione.

NOTA Detti provvedimenti possono consistere in una o più delle seguenti misure:

- blocco meccanico sul dispositivo di interruzione;
- scritte od altre opportune segnalazioni;
- collocazione dei dispositivi di interruzione entro un locale o un involucro chiusi a chiave.

465 Comando ed arresto di emergenza

NOTA Vedi nuove definizioni del Capitolo 20 della Parte 2

465.1 Devono essere previsti dispositivi per il comando di emergenza di qualsiasi parte di un impianto in cui può essere necessario agire sull'alimentazione per eliminare pericoli imprevisti.

Commento

465.1 Esempi di impianti in cui sono usati dispositivi per il comando di emergenza (diversi da quelli per l'arresto di emergenza di cui in 464.5) sono:

- sistemi di pompaggio di liquidi infiammabili;
- sistemi di ventilazione;
- grandi calcolatori;
- lampade a scarica alimentate ad alta tensione;
- alcuni grandi edifici, come per es. i magazzini di vendita;
- laboratori per prove e ricerche elettriche;
- grandi cucine;
- centrali termiche;
- laboratori didattici.

465.2 Quando esista rischio di folgorazione, il dispositivo per il comando di emergenza deve interrompere tutti i conduttori attivi, con l'eccezione di quanto indicato in 461.2, utilizzando un dispositivo di sezionamento idoneo.

465.3 I dispositivi per il comando di emergenza (e per l'arresto di emergenza) devono agire il più direttamente possibile sui conduttori di alimentazione appropriati.

La sistemazione deve essere tale che l'interruzione dell'alimentazione avvenga con un'unica azione.

Commento

465.3 L'azione del dispositivo per il comando e per l'arresto di emergenza sui conduttori di alimentazione può avvenire sia direttamente sia a distanza (tramite circuiti elettrici o altri sistemi di trasmissione, per es. meccanici o pneumatici).

Un dispositivo per l'arresto di emergenza può essere comune a più circuiti.

465.4 La sistemazione del comando di emergenza deve essere tale che il suo funzionamento non provochi altri pericoli, né interferisca nell'operazione completa necessaria ad eliminare il pericolo.

NOTA Quando questo comando attua la funzione di arresto di emergenza, nel caso delle macchine, le relative prescrizioni sono indicate nella Norma UNI EN ISO 13850 e nella Norma CEI EN 60204-1.

La funzione di manovra di emergenza non deve ridurre l'efficacia dei dispositivi di protezione o che svolgono altre funzioni di sicurezza.

Commento

465.4 *Devono essere previsti dispositivi di arresto di emergenza quando i movimenti prodotti elettricamente possono essere causa di pericoli.*

Esempi di impianti dove sono usati dispositivi di arresto di emergenza sono:

- scale mobili;*
- nastri trasportatori;*
- porte azionate elettricamente;*
- alcuni tipi di macchine utensili;*
- impianti di lavaggio auto.*

Per ascensori e per montacarichi valgono le prescrizioni del D.M. 587/87, che si basa sulla Norma Europea EN 81: non è considerato necessario un dispositivo per l'arresto di emergenza sul circuito di alimentazione, essendo considerato sufficiente il dispositivo previsto sul circuito elettrico degli stessi ascensori e montacarichi.

Per gli ascensori e montacarichi si applica anche il DPR 30 aprile 1999, n. 162, applicazione della Direttiva europea 95/16/CEE.

47 Applicazione delle prescrizioni per la sicurezza

470 Generalità

470.1 Devono essere applicate misure di protezione in accordo con le prescrizioni del presente Capitolo ad ogni impianto, ad ogni parte dell'impianto e ad ogni componente elettrico.

470.2 La scelta e l'applicazione delle misure di protezione secondo le varie condizioni di influenze esterne devono essere in accordo con le indicazioni del Capitolo 48 e le prescrizioni della Parte 7.

470.2.1 La protezione deve essere assicurata:

- a) mediante i singoli componenti elettrici, oppure
- b) mediante misure di protezione applicate durante l'installazione, oppure
- c) mediante una combinazione di quanto indicato in a) e b), in accordo con quanto richiesto dalle Sezioni che seguono del presente Capitolo.

470.3 Ci si deve assicurare che misure di protezione diverse nello stesso impianto o nella stessa parte dell'impianto non possano influenzarsi o annullarsi mutuamente.

471 (omesso)

472 (omesso)

473 Misure di protezione contro le sovracorrenti

NOTA Le prescrizioni della presente Sezione non tengono conto delle influenze esterne. Per l'applicazione delle misure di protezione in relazione alle influenze esterne, vedi il Capitolo 48 e la Parte 7.

Commento

473 *A proposito dei montanti che collegano gli organi di misura alle rispettive unità immobiliari, vedi quanto prescritto dalla Norma CEI 0-21.*

473.1 Protezione contro i sovraccarichi

473.1.1 Posizione dei dispositivi di protezione contro i sovraccarichi

Il dispositivo che protegge una condotta contro i sovraccarichi può essere posto lungo il percorso di questa condotta se nel tratto di condotta tra il punto in cui si presenta una variazione (di sezione, di natura, di modo di posa o di costituzione) ed il punto in cui è posto il dispositivo di protezione non vi siano né derivazioni né prese a spina.

473.1.2 Omissione dei dispositivi di protezione contro i sovraccarichi

I vari casi indicati nel presente articolo non si applicano, con l'eccezione di quanto indicato nel seguente punto a), agli impianti elettrici situati in luoghi che presentano maggior rischio in caso di incendio, né agli impianti elettrici di ambienti ed applicazioni particolari per i quali vengono prescritte condizioni diverse nella Parte 7.

Non è necessario prevedere dispositivi di protezione contro i sovraccarichi per:

- a) le condutture situate a valle di variazioni di sezione, di natura, di modo di posa o di costituzione, ed effettivamente protette contro i sovraccarichi da dispositivi di protezione posti a monte;
- b) le condutture che alimentino apparecchi utilizzatori che non possono dare luogo a correnti di sovraccarico, a condizione che queste condutture siano protette contro i cortocircuiti in accordo con le prescrizioni della Sezione 434 e che non abbiano né derivazioni né prese a spina;

c) gli impianti di telecomunicazione, comando, segnalazione e simili.

NOTA Le condizioni di protezione contro i sovraccarichi degli impianti citati al punto c) sono allo studio.

Commento

473.1.2 Per la protezione dei circuiti che entrano o attraversano gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio, vedere la Sezione 751.

Si raccomanda di considerare i luoghi con pericolo di esplosione come i luoghi a maggior rischio in caso di incendio, ai fini dell'applicazione di questo articolo.

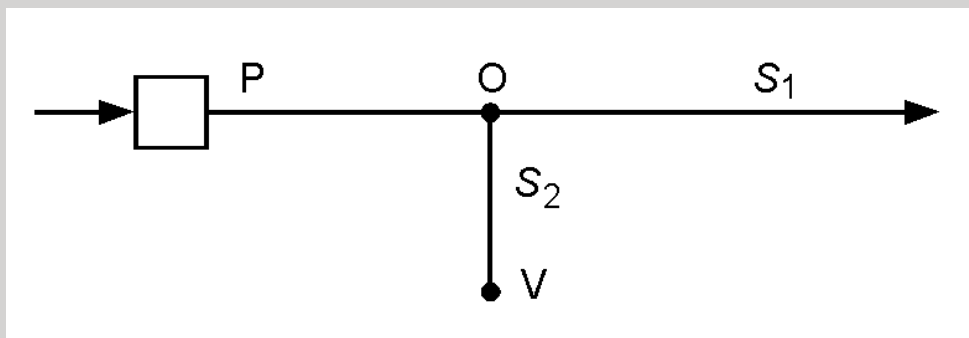
In tali ambienti il dispositivo di protezione contro i sovraccarichi deve essere posto all'inizio del circuito.

Devono venire anche protette contro i sovraccarichi le condutture che alimentano derivazioni o carichi per i quali in sede di progetto si sia assunto un coefficiente di utilizzazione o di contemporaneità inferiore ad 1.

Possono essere esenti dalle protezioni contro i sovraccarichi le condutture che alimentano diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni sia inferiore o uguale alla portata delle condutture in questione.

Vengono mostrati qui di seguito esempi di realizzazione delle condizioni a) e b).

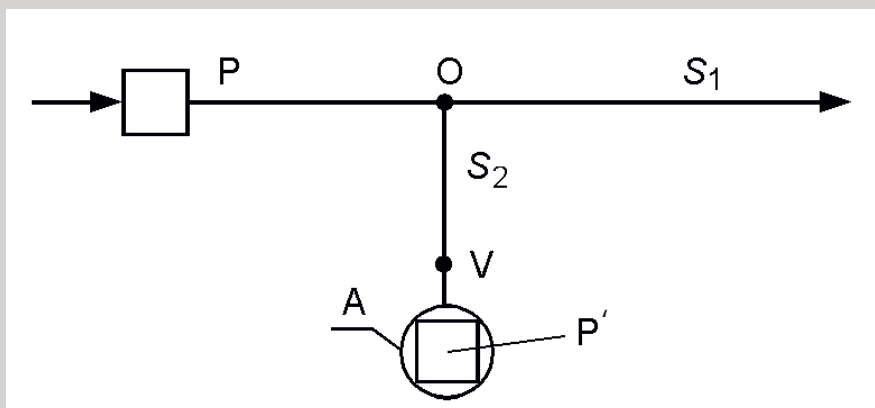
a) Esempio della condizione a)



Il dispositivo P protegge la sezione S2 contro i sovraccarichi.

b) Esempi della condizione b)

b1) Conduttura alimentante un apparecchio utilizzatore che incorpori il proprio dispositivo di protezione, a condizione che questo dispositivo di protezione protegga la conduttura stessa contro i sovraccarichi.



L'apparecchio utilizzatore A incorpora il proprio dispositivo di protezione P' contro i sovraccarichi.

b2) Conduttura alimentante un apparecchio utilizzatore che non possa dare luogo a sovraccarichi e che non sia protetto contro i sovraccarichi, quando la corrente di impiego di questo apparecchio utilizzatore non sia superiore alla portata della conduttura.

NOTA 1 Esempi di apparecchi utilizzatori che non possono dare luogo a sovraccarichi sono:

- gli apparecchi termici (scaldacqua, cucine, caloriferi, ecc.);
- i motori con corrente a rotore bloccato non superiore alla portata della conduttura di alimentazione;
- gli apparecchi di illuminazione.

NOTA 2 Una presa a spina è un componente a valle del quale è sempre possibile che si producano sovraccarichi.

473.1.3 Posizione od omissione dei dispositivi di protezione contro i sovraccarichi nei sistemi IT

Le prescrizioni di cui in 473.1.1 e 473.1.2, riguardanti la posizione o l'omissione dei dispositivi di protezione contro i sovraccarichi, non si applicano agli impianti IT, a meno che ogni circuito non protetto contro i sovraccarichi non sia protetto da un interruttore differenziale, oppure a condizione che tutti i componenti elettrici alimentati da un tale circuito - comprese le condutture - siano realizzati in accordo con la misura di protezione descritta nell'art. 413.2.

Commento

473.1.3 Negli impianti IT la corrente di doppio guasto a terra in due circuiti diversi può avere un valore inferiore a quello della corrente di cortocircuito minima di uno dei circuiti.

In tal caso le prescrizioni della Sezione 434 non possono venire rispettate dal momento che il tempo di interruzione di questa corrente di doppio guasto può risultare troppo lungo ed i conduttori di uno dei due circuiti potrebbero superare le loro temperature ammissibili. Per questa ragione i conduttori devono venire protetti contro i sovraccarichi.

473.1.4 Casi in cui l'omissione della protezione contro i sovraccarichi è raccomandata per ragioni di sicurezza

L'omissione della protezione contro i sovraccarichi è raccomandata per i circuiti che alimentano apparecchi utilizzatori in cui l'apertura intempestiva del circuito potrebbe essere causa di pericolo.

Esempi di tali casi sono:

- i circuiti di eccitazione delle macchine rotanti;

- i circuiti di alimentazione degli elettromagneti di sollevamento;
- i circuiti secondari dei trasformatori di corrente;
- i circuiti che alimentano dispositivi di estinzione dell'incendio.

NOTA In tali casi si raccomanda di prevedere un dispositivo di allarme che segnali eventuali sovraccarichi.

473.2 Protezione contro i cortocircuiti

473.2.1 Posizione dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti

Un dispositivo che assicuri la protezione contro i cortocircuiti deve essere posto nel punto in cui una riduzione della sezione dei conduttori o un'altra variazione dia luogo a una riduzione del coefficiente K di cui all'art. 434.3.2, con le eccezioni dei casi citati in 473.2.2 o in 473.2.3.

473.2.2 Posizione alternativa dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti

È permesso disporre dispositivi di protezione contro i cortocircuiti in un punto diverso da quello specificato in 473.2.1, nelle condizioni indicate in 473.2.2.1 o 473.2.2.2.

473.2.2.1 Il tratto di conduttura tra il punto di riduzione della sezione, o di un'altra variazione, e la posizione del dispositivo di protezione soddisfa contemporaneamente le quattro condizioni seguenti:

- a) la sua lunghezza non supera 3 m;
- b) è realizzato in modo da ridurre al minimo il rischio di cortocircuito;

NOTA Questa condizione può essere ottenuta per esempio rinforzando la protezione della conduttura contro le influenze esterne.

- c) non è posto vicino a materiale combustibile;
- d) non è posto in impianti situati in luoghi a maggior rischio in caso di incendio o con pericolo di esplosione.

Commento

473.2.2.1 Con riferimento alla condizione b), le sollecitazioni esterne possono essere per es. meccaniche, termiche o dovute all'umidità.

473.2.2.2 Un dispositivo di protezione posto a monte della riduzione di sezione, o di un'altra variazione, possiede una caratteristica di funzionamento tale da proteggere contro i cortocircuiti, in accordo con quanto specificato in 434.3.2, la conduttura situata a valle, di detta riduzione di sezione o di detta variazione.

473.2.3 Omissione dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti

È ammesso non prevedere dispositivi di protezione contro i cortocircuiti per:

- le condutture che collegano generatori, trasformatori, raddrizzatori, batterie di accumulatori ai rispettivi quadri di comando e protezione, quando i dispositivi di protezione siano posti su questi quadri;
- i circuiti la cui apertura potrebbe comportare pericoli per il funzionamento degli impianti interessati, quali quelli citati in 473.1.4;
- alcuni circuiti di misura,

a condizione che siano soddisfatte contemporaneamente le due condizioni seguenti:

- a) la conduttura sia realizzata in modo da ridurre al minimo il rischio di cortocircuito;
- b) la conduttura non sia posta in vicinanza di materiali combustibili.

Commento

473.2.3 *L'omissione dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti è ammessa anche nel caso in cui nel tratto di conduttura siano inseriti altri componenti elettrici, sempre nell'osservanza delle due condizioni a) e b).*

473.3 Prescrizioni secondo la natura dei circuiti

473.3.1 Protezione dei conduttori di fase

Commento

473.3.1 *Nei sistemi TN e TT, per i circuiti trifase senza neutro o per i circuiti fase-fase, protetti con un interruttore differenziale, è ammesso che una delle fasi non abbia un proprio dispositivo di protezione, purché non sia distribuito un neutro artificiale ricavato a valle dell'interruttore differenziale e siano soddisfatte le condizioni specificate nella Sezione 434.*

473.3.1.1 La rilevazione delle sovracorrenti deve essere prevista per tutti i conduttori di fase; essa deve provocare l'interruzione del conduttore nel quale la sovracorrente è rilevata, ma non necessariamente l'interruzione di altri conduttori attivi, con l'eccezione dei casi citati in 473.3.2.

473.3.1.2 Nei sistemi TN e TT tuttavia, per i circuiti alimentati tra le fasi e nei quali il conduttore di neutro non sia distribuito, la rilevazione delle sovracorrenti può non essere prevista su uno dei conduttori di fase, a condizione che siano soddisfatte contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- a) esista, nello stesso circuito o a monte, una protezione differenziale destinata a provocare l'interruzione di tutti i conduttori di fase;
- b) il conduttore di neutro non sia distribuito da un punto neutro artificiale ricavato sui circuiti situati a valle del dispositivo di protezione differenziale sopra citato in a).

NOTA comune a 473.3.1.1 e 473.3.1.2 Nel caso in cui l'apertura di una sola fase possa essere causa di pericolo, per esempio nel caso dei motori trifase, si devono prendere adeguate precauzioni.

473.3.2 Protezione del conduttore di neutro

473.3.2.1 Sistemi TT o TN

- a) Quando la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale o equivalente a quella dei conduttori di fase, non è necessario prevedere la rilevazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro né un dispositivo di interruzione sullo stesso conduttore, salvo quanto disposto in 523.5.2.
- b) Quando la sezione del conduttore di neutro sia inferiore a quella dei conduttori di fase, è necessario prevedere la rilevazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro, adatta alla sezione di questo conduttore: questa rilevazione deve provocare l'interruzione dei conduttori di fase, ma non necessariamente quella del conduttore di neutro.
- c) Non è necessario tuttavia prevedere la rilevazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro se sono contemporaneamente soddisfatte le due seguenti condizioni:
 - il conduttore di neutro è protetto contro i cortocircuiti dal dispositivo di protezione dei conduttori di fase del circuito; e
 - la massima corrente che può attraversare il conduttore di neutro in servizio ordinario è chiaramente inferiore al valore della portata di questo conduttore.

NOTA 1 Questa seconda condizione è soddisfatta se la potenza trasportata è divisa il più equamente possibile tra le diverse fasi, per esempio se la somma delle potenze assorbite dagli apparecchi utilizzatori alimentati tra ogni fase ed il neutro (illuminazione e prese a spina) è molto inferiore alla potenza totale trasportata dal circuito interessato. La sezione del conduttore di neutro non deve tuttavia essere inferiore al valore appropriato prescritto nel Capitolo 52 della Parte 5.

NOTA 2 Nei sistemi TN-C, il conduttore PEN non deve mai essere interrotto.

473.3.2.2 Sistema IT

Si raccomanda vivamente di non distribuire il conduttore di neutro nei sistemi IT.

Quando tuttavia il conduttore di neutro venga distribuito, è in genere necessario prevedere la rilevazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro di ogni circuito, rilevazione che deve provocare l'interruzione di tutti i conduttori attivi del circuito corrispondente, ivi compreso il conduttore di neutro. Questa misura non è necessaria se:

- il conduttore di neutro è effettivamente protetto contro i cortocircuiti da un dispositivo di protezione posto a monte, per esempio all'origine dell'impianto, in accordo con le prescrizioni di cui in 434.3; oppure
- il circuito è protetto da un dispositivo differenziale avente corrente nominale differenziale non superiore a "0,20 volte" la portata del conduttore di neutro corrispondente. Questo dispositivo deve aprire tutti i conduttori attivi del circuito corrispondente, ivi compreso il conduttore di neutro.

Commento

473.3.2.2 Nei sistemi IT si raccomanda di non distribuire il conduttore di neutro, dal momento che un suo guasto a terra elimina i vantaggi di questi sistemi: per alimentare eventuali apparecchi utilizzatori previsti per funzionare con tensione di fase si può ricorrere a generatori distinti o a trasformatori.

La Tabella che segue mostra come si applicano le prescrizioni di 473.3.1, 473.3.2 e 473.3.3.

Circuiti	$3F + N$	$3F + N$	$3F$	$F + N$	$2F$
Sistemi	$S_N \geq S_F$ F F F N	$S_N < S_F$ F F F N	F F F	F N	F F
TN-C	P P P x	P P P x ⁽¹⁾	P P P ⁽²⁾	P x	P P ⁽²⁾
TN-S	P P P –	P P P P ^{(3) (4)}	P P P ⁽²⁾	P –	P P ⁽²⁾
TT	P P P –	P P P P ^{(3) (4)}	P P P ⁽²⁾	P –	P P ⁽²⁾
IT	P P P P ^{(3) (5)}	P P P P ^{(3) (5)}	P P P	P P ^{(3) (5)}	P P

P: significa che un dispositivo di protezione deve essere previsto sul conduttore corrispondente;

–: significa che non è richiesto un dispositivo di protezione sul conduttore corrispondente: esso peraltro non è vietato;

x: significa che il dispositivo di protezione è vietato sul conduttore PEN;

⁽¹⁾ Se le due condizioni di 473.3.2.1 c) non sono soddisfatte, si deve disporre sul conduttore PEN un rilevatore che in caso di sovracorrente provochi l'interruzione dei conduttori di fase, ma non dello stesso conduttore PEN.

⁽²⁾ Eccetto in caso di protezione differenziale, di cui in 473.3.1.2.

⁽³⁾ Si applica 473.3.3.

⁽⁴⁾ Eccetto nel caso di 473.3.2.1 c).

⁽⁵⁾ Eccetto nel caso in cui il conduttore di neutro sia effettivamente protetto contro i cortocircuiti o ci sia una protezione differenziale, in accordo con 473.3.2.2, a monte.

S_N : sezione del conduttore di neutro;

S_F : sezione dei conduttori di fase.

473.3.3 Interruzione del conduttore di neutro

Quando sia richiesta l'interruzione del conduttore di neutro, l'interruzione e la chiusura devono essere tali che il conduttore di neutro non debba essere interrotto prima del conduttore di fase e che lo stesso conduttore debba essere chiuso sostanzialmente nello stesso momento o prima del conduttore di fase.

48 Criteri per la scelta delle misure di protezione secondo le varie condizioni di influenze esterne

481 Criteri per la scelta delle misure di protezione contro i contatti diretti ed indiretti secondo le varie condizioni di influenze esterne

481.1 Generalità

481.1.1 Le prescrizioni riportate in 481.2 e 481.3 indicano le misure di protezione contro i contatti diretti ed indiretti, definite nel Capitolo 41, tra le quali sono praticamente scelte quelle applicate tenendo conto delle condizioni delle influenze esterne, negli ambienti a maggior rischio e nelle applicazioni particolari trattati nella Parte 7.

Commento

481.1.1 In pratica sono determinanti per la scelta delle misure di protezione contro i contatti diretti ed indiretti negli ambienti e nelle applicazioni particolari trattati nella Parte 7 solo le seguenti condizioni di influenze esterne: grado di addestramento delle persone; valore della resistenza elettrica del corpo umano; possibilità di contatto delle persone con il potenziale di terra.

Le altre condizioni esterne non hanno praticamente alcuna influenza sulla scelta e sulla applicazione delle misure di protezione contro i contatti diretti ed indiretti, ma devono essere prese in considerazione per la scelta dei componenti dell'impianto.

481.1.2 Quando in questa Sezione sono previste diverse misure di protezione, la scelta, nella Parte 7, delle misure appropriate dipende dalle condizioni locali e dalla natura degli apparecchi utilizzatori alimentati.

481.2 Scelta delle misure di protezione contro i contatti diretti

481.2.1 Le misure di protezione mediante isolamento delle parti attive (412.1) e mediante involucri o barriere (412.2) si applicano in tutte le condizioni di influenze esterne.

481.2.2 Le misure di protezione mediante ostacoli, secondo quanto indicato in 412.3 e 729.513.1.2, o mediante distanziamento, secondo quanto indicato in 412.4, sono permesse in locali accessibili solo a persone addestrate e chiaramente e visibilmente contrassegnati mediante opportune segnalazioni.

481.2.3 Distanze minime da rispettare nei passaggi di servizio o di manutenzione

Si applica la Sezione 729 della Parte 7.

481.3 Scelta delle misure di protezione contro i contatti indiretti

481.3.1 La misura di protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione in accordo con le prescrizioni di 413.1 si applica in qualsiasi impianto (481.3.1.1 e 481.3.1.2).

481.3.1.1 Negli impianti o parti di impianto per i quali la corrispondente Sezione della Parte 7 (Sezioni 704, 705 e 710) limita la tensione di contatto limite convenzionale U_L a 25 V in c.a. o a 60 V in c.c. non ondulata, si applicano le seguenti prescrizioni:

- nei sistemi TN e IT, i tempi di interruzione massimi definiti nella Tabella 41A devono essere sostituiti dai seguenti:

Tempi di interruzione massimi

Sistema TN		Sistema IT		
U_o	t	U_o/U	Neutro non distribuito	Neutro distribuito
(V)	(s)	(V)	t (s)	t (s)
120	0,4	120/240	0,4	1
230	0,2	230/400	0,2	0,4
400 > 400	0,06	400/690	0,06	0,2
	0,02 ⁽⁺⁾	580/1 000	0,02 ⁽⁺⁾	0,06

U_o tensione tra fase e terra.

(+) Se tale tempo di interruzione non può essere garantito, può essere necessario prendere altre misure di protezione, quali un collegamento equipotenziale supplementare.

- nei sistemi TT, la condizione di 413.1.4.2 è sostituita dalla seguente:

$$R_E I_{dn} \leq 25V$$

- nei sistemi IT, la condizione di 413.1.5.2 è sostituita dalla seguente:

$$R_E I_d \leq 25V$$

481.3.1.2 Negli impianti o parti di impianti trattati in 481.3.1.1, si possono applicare le prescrizioni di cui in 413.1 se vengono adottate, in aggiunta, una o entrambe le seguenti misure, secondo le indicazioni della Parte 7:

- applicazione di collegamenti equipotenziali supplementari (vedi 413.1.2.2);
- protezione mediante dispositivi a corrente differenziale, con la corrente differenziale nominale di intervento non superiore a 30 mA.

NOTA Le condizioni del presente articolo permettono di provvedere alla protezione dell'intero impianto in accordo con le condizioni generali di 413.1, che si riscontrano nella maggior parte dello stesso impianto, e di fornire misure di protezione supplementari nei luoghi per i quali la Parte 7 richiede una limitazione della tensione di contatto limite convenzionale.

481.3.2 La misura di protezione mediante l'impiego di componenti elettrici di classe II o di componenti con isolamento equivalente, in accordo con 413.2, si applica in tutte le situazioni, a meno che non siano date limitazioni nella Parte 7.

NOTA Si ricorda che i componenti elettrici devono essere protetti adeguatamente contro le influenze esterne.

481.3.3 La misura di protezione per mezzo di luoghi non conduttori è ammessa solo nelle condizioni in cui non sia praticamente possibile alcun contatto con la terra.

481.3.4 La misura di protezione per mezzo di collegamento equipotenziale locale non collegato a terra è ammessa solo nelle condizioni in cui non sia praticamente possibile alcun contatto con la terra.

481.3.5 La misura di protezione per separazione elettrica si può applicare in tutte le situazioni. Tuttavia, in determinate condizioni ambientali (Parte 7 e in particolare nella Sezione 706) essa deve essere limitata all'alimentazione di un solo apparecchio utilizzatore mobile per ogni trasformatore.

481.3.6 L'uso del sistema SELV in accordo con 411.1.4 oppure del sistema PELV in accordo con 411.1.5 è considerato come una misura di protezione contro i contatti indiretti applicabile in tutte le situazioni.

NOTA 1 In alcuni casi, la Parte 7 limita il valore della bassissima tensione in c.a. ad un valore inferiore a 50 V, cioè a 25 V o a 12 V.

NOTA 2 Quando si usa il sistema FELV è necessario adottare altre misure di protezione contro i contatti indiretti (vedi 411.3).

481.3.7 In alcuni impianti o parti di impianti, per es. nei luoghi in cui le persone possono essere immerse in acqua, la corrispondente Sezione della Parte 7 richiede misure di protezione particolari.

482 Scelta delle misure di protezione negli ambienti a maggior rischio in caso di incendio

Si applicano le prescrizioni della Sezione 751 della Parte 7.

Si richiama l'attenzione sul fatto che il presente testo non è definitivo poiché attualmente sottoposto ad inchiesta pubblica e come tale può subire modifiche, anche sostanziali

Comitato Tecnico Elaboratore
CT 64-Impianti elettrici di bassa tensione (fino a 1 000 V in c.a. e a 1 500 V in c.c.)
Altre norme di possibile interesse sull'argomento

