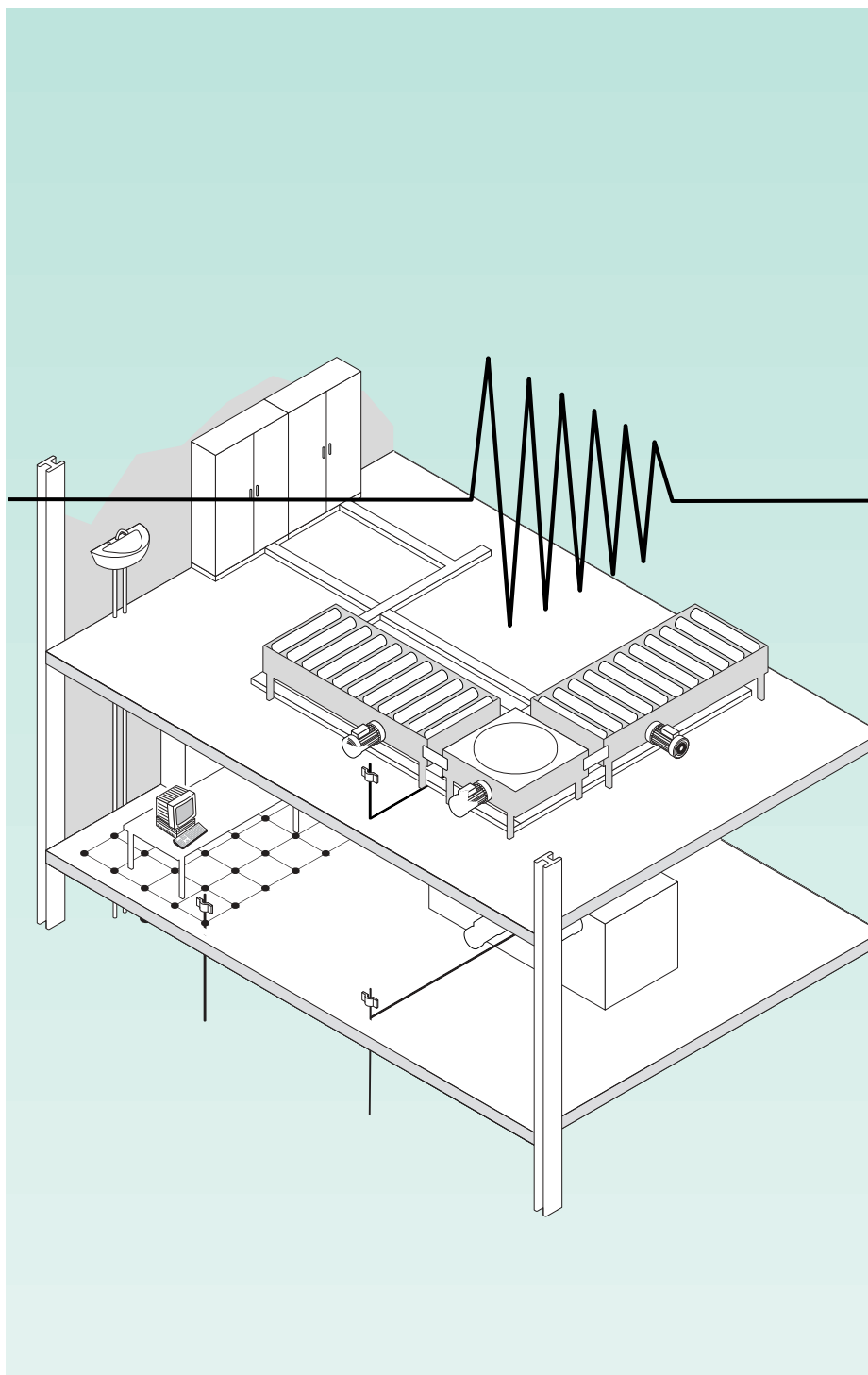


Compatibilità elettromagnetica «EMC» Manuale didattico



GROUPE SCHNEIDER

■ Magrini Galileo ■ Merlin Gerin ■ Modicon ■ Square D ■ Telemecanique

Compatibilità elettromagnetica «EMC» Manuale didattico



GROUPE SCHNEIDER

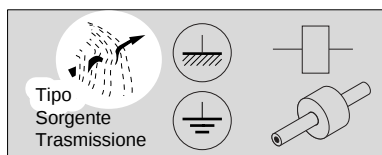
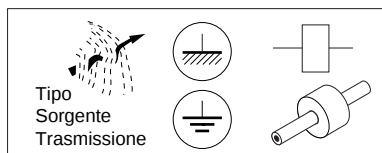
■ Magrini Galileo ■ Merlin Gerin ■ Modicon ■ Square D ■ Telemecanique

Queste immagini vi aiuteranno a localizzare i diversi paragrafi del documento

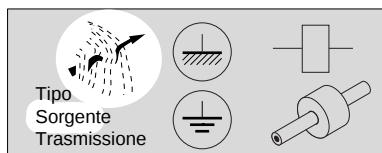
CAPITOLO 1

CAPITOLO 2

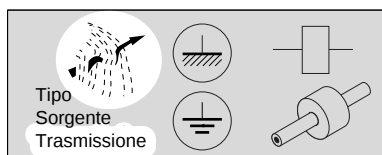
Tipi di disturbi elettromagnetici



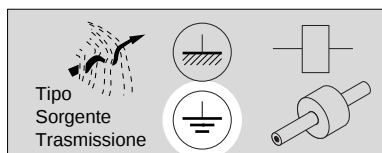
Fonti di disturbi elettromagnetici



Modi di trasmissione dei disturbi elettromagnetici



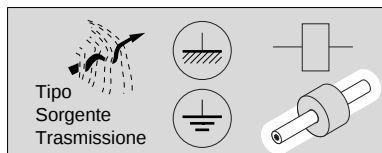
La terra



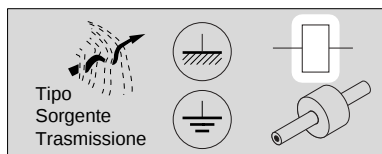
Le masse



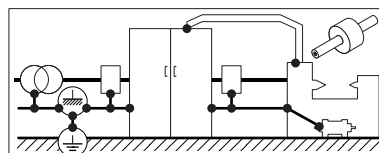
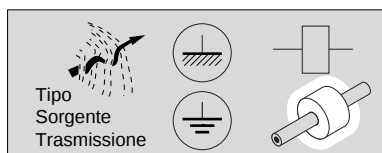
I cavi



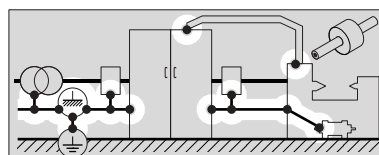
I filtri



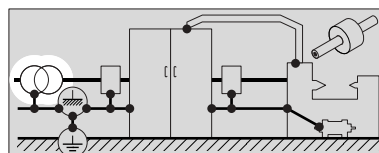
Le ferriti



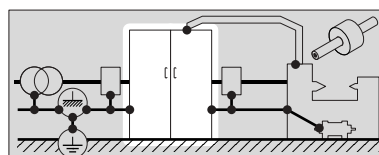
Le reti di massa



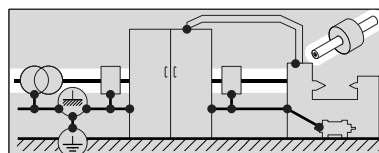
L'alimentazione



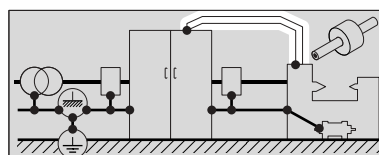
L'armadio



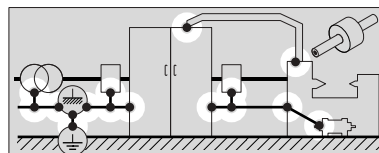
I cavi



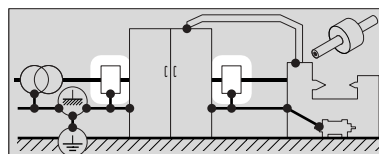
I percorsi dei cavi



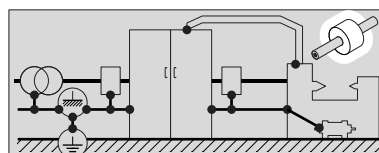
Le connessioni



I filtri
I dispositivi di protezione
contro le sovratensioni



Le ferriti



Sommario

CAPITOLO 1

Comprensione dei fenomeni di compatibilità elettromagnetica

Introduzione	1- 2
Comportamento in frequenza di un conduttore elettrico	1- 3
Comportamento in frequenza di un'induttanza o di una capacità	1- 4
Compatibilità elettromagnetica di un sistema	1- 5
La compatibilità elettromagnetica: «EMC»	1- 5
Campo d'applicazione	1- 6
Tipi di disturbi elettromagnetici	1- 7
Definizione di un disturbo elettromagnetico	1- 7
Origine delle emissioni elettromagnetiche	1- 8
Disturbi bassa frequenza «BF»	1- 9
Disturbi alta frequenza «AF»	1- 9
Le armoniche	1- 10
I transistori	1- 14
Le scariche elettrostatiche «ESD»	1- 16
I disturbi della rete di alimentazione «BT»	1- 18
Fonti dei disturbi elettromagnetici	1- 20
Commutazione di carichi induttivi con contatti a secco	1- 20
Commutazione di carichi induttivi con semiconduttori	1- 23
I motori elettrici	1- 25
L'illuminazione fluorescente	1- 27
La saldatura a punti	1- 28
Ripartizione dello spettro di frequenza dei disturbi	1- 29
Modi di trasmissione dei disturbi elettromagnetici	1- 30
Gli accoppiamenti: generalità	1- 30
Gli accoppiamenti per conduzione	1- 32
Gli accoppiamenti per irraggiamento	1- 34
Disaccoppiamento dei disturbi	1- 38

Sommario

La terra	1- 40
Definizione generale	1- 40
Ruolo della terra negli impianti elettrici	1- 40
Collegamenti elettrici alla terra	1- 40
Schema tipo di collegamento alla terra dell'impianto	1- 41
Terra e compatibilità elettromagnetica	1- 41
Le masse	1- 42
Definizione generale	1- 42
Definizione specifica agli impianti elettrici	1- 42
Masse e sicurezza delle persone e dei beni	1- 42
Masse e compatibilità elettromagnetica	1- 43
Anelli tra masse	1- 46
Anelli di massa	1- 47
Evitare il collegamento delle masse a stella alla terra	1- 48
I cavi	1- 49
Comportamento di un conduttore in frequenza	1- 49
Lunghezza e diametro di un conduttore	1- 51
Effetto antenna di un conduttore	1- 52
Cavo verde-giallo PE-PEN	1- 53
Interconnessione delle masse	1- 53
I filtri	1- 54
Funzione di un filtro	1- 54
I diversi filtri	1- 55
Le ferriti	1- 57
Indice	1- 58

Sommario

CAPITOLO 2

Conseguimento della compatibilità elettromagnetica nell'impianto

Introduzione	2-2
L'approccio «EMC»	2-3
Progettazione di un nuovo impianto o di un'estensione	2-4
Manutenzione di un impianto o evoluzione-aggiornamento parco macchine	2-5
Miglioramento di un impianto esistente	2-6
Le regole dell'arte	2-7
Soggetti interessati:	2-7
La rete di massa	2-8
Presentazione	2-8
L'edificio	2-9
L'apparecchio / la macchina	2-11
L'armadio	2-12
Collegamenti elettrici	2-13
Interconnessioni «concatenamento» delle masse	2-14
L'alimentazione	2-18
Analisi	2-19
Capitolato	2-19
Disaccoppiamento mediante trasformatore	2-19
I regimi di neutro	2-20
I regimi di neutro: comportamento in «EMC»	2-21
Distribuzione nell'impianto	2-24
Messa alla massa degli schermi dei trasformatori	2-25
L'armadio	2-26
Analisi	2-26
Piano di massa di riferimento	2-28
Ingresso cavi	2-28
Percorso dei cavi	2-28

Sommario

Illuminazione	2-29
Installazione dei componenti	2-29
I cavi	2-32
Classi* di segnali trasmessi	2-32
Scelta dei cavi	2-32
Prestazioni dei cavi per quanto concerne la «EMC»	2-34
Le regole di cablaggio	2-36
I 10 comandamenti	2-36
I percorsi dei cavi	2-44
Le canaline	2-44
Collegamento agli armadi	2-45
Posizionamento dei cavi	2-46
Collegamento delle estremità	2-48
Posa sconsigliata	2-50
Posa consigliata	2-51
Le connessioni	2-52
Tipo e lunghezza delle connessioni	2-52
Realizzazione di una connessione	2-53
Le insidie da evitare	2-54
Collegamento delle schermature	2-55
I filtri	2-56
Installazione all'interno di un armadio	2-56
Montaggio dei filtri	2-58
Collegamento dei filtri	2-59
I dispositivi di protezione contro le sovratensioni	2-60
Le protezioni contro le sovratensioni o dispositivi antidisturbo bobine: scelta	2-60
Le ferriti	2-62
Indice	2-63

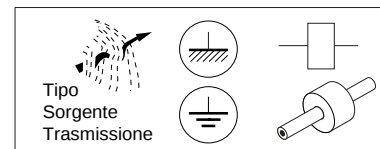
Sommario

CAPITOLO 3

Norme, metodi e prove di «EMC»

Le Norme	3-2
Introduzione	3-2
I 3 tipi di norme EMC	3-2
Gli organismi normalizzatori	3-3
Le pubblicazioni CISPR	3-3
Esempi di pubblicazioni CISPR applicabili ai nostri prodotti	3-4
Le pubblicazioni IEC	3-5
Esempi di pubblicazioni IEC 1000-X-X applicabili ai nostri prodotti	3-6
Le pubblicazioni CENELEC	3-8
I metodi e le prove di «EMC»	3-9

CAPITOLO 1

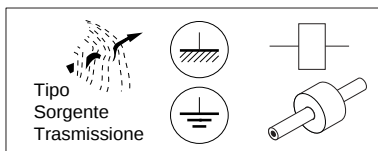


COMPRENSIONE DEI FENOMENI DI COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA

1

2

3



Introduzione

1



2



Avvisiamo il lettore abituato all'elettrotecnica convenzionale che nel presente capitolo vengono affrontate nozioni relative ai fenomeni legati alle tensioni ed alle correnti Alta Frequenza «AF».

3

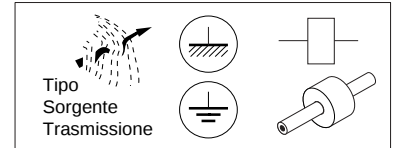


Queste modificano in modo considerevole le caratteristiche delle installazioni elettriche e quindi il loro comportamento.

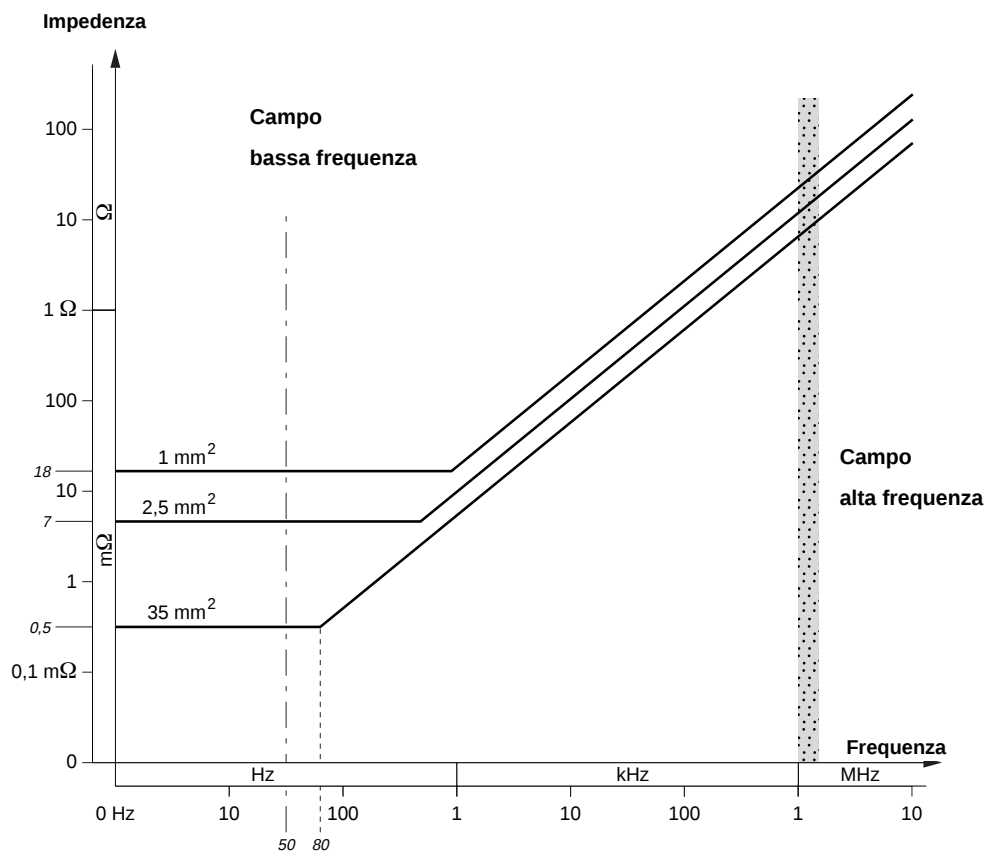
Il «controllo» di questi fenomeni è fondamentale se si desidera comprendere e soprattutto risolvere i problemi riscontrabili in loco.

Quanto sopra è illustrato dagli esempi che seguono.

Introduzione

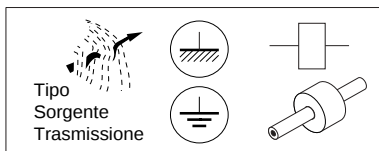


Comportamento in frequenza di un conduttore elettrico



Valori caratteristici dell'impedenza di un conduttore elettrico di lunghezza $L = 1 \text{ m}$

- Constatiamo che l'impedenza del cavo aumenta considerevolmente con la frequenza del segnale che lo attraversa.
(impedenza Ω) $Z = K (\text{cste}) \times F (\text{frequenza Hz})$
- Per segnali Bassa Frequenza «BF» (esempio 50-60 Hz)
==> **l'impedenza del cavo è poco significativa**
==> **il diametro del cavo è preponderante**
- Per segnali Alta Frequenza «AF» ($F > 5 \text{ MHz}$)
==> **l'impedenza del cavo è determinante**
==> **la lunghezza del cavo è determinante**
==> **il diametro del cavo è poco significativo**



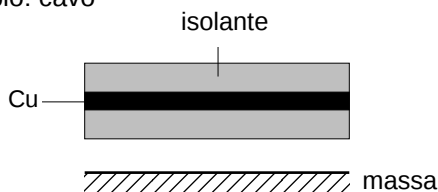
Introduzione

Comportamento in frequenza di un'induttanza o di una capacità

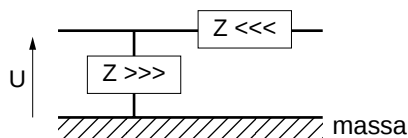
- 1 • $Z = 2\pi Lf$ Ad alta frequenza «AF», l'**impedenza di un cavo diventa molto elevata**.
 ==> La «lunghezza» dei conduttori non è più trascurabile
 ==> Deformazione del segnale (ampiezza, frequenza, ecc.).
- 2 • $Z = \frac{1}{2\pi Cf}$ Ad alta frequenza «AF», l'**impedenza di una capacità parassita diventa molto bassa**.
 ==> Gli accoppiamenti capacitivi diventano efficaci,
 ==> Comparsa delle correnti di fuga nell'impianto,
 ==> Il segnale utile è più facilmente influenzato dal disturbo,

$Z = \text{Impedenza}$ $L = \text{Induttanza}$ $C = \text{Capacità}$ $f = \text{frequenza del segnale}$

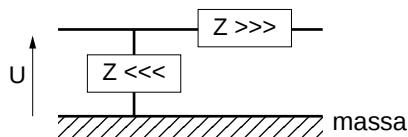
Esempio: cavo



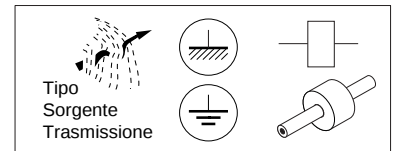
Schema equivalente a bassa frequenza «BF»



Schema equivalente ad alta frequenza «AF»

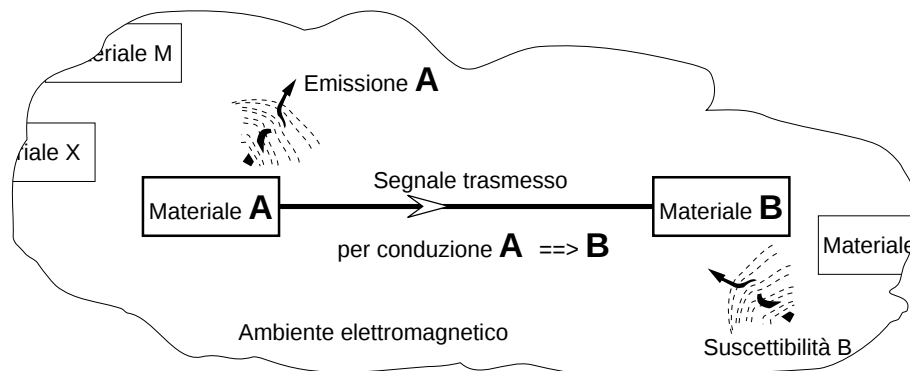


Compatibilità elettromagnetica di un sistema



La compatibilità elettromagnetica: «EMC»

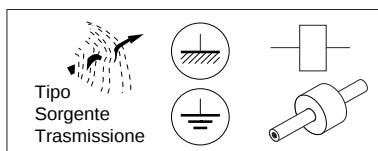
Le Norme stabiliscono che la compatibilità elettromagnetica «EMC» è «la capacità di un dispositivo, di un apparecchio o di un sistema, di funzionare in un ambiente elettromagnetico in modo soddisfacente, senza produrre a sua volta disturbi elettromagnetici intollerabili per tutto ciò che si trova in quello stesso ambiente».



1

2

3



Compatibilità elettromagnetica di un sistema

Campo di applicazione

1

Viene definito sistema un insieme di apparecchiature (azionatori, motori, rilevatori, ecc.) che concorrono alla realizzazione di una funzione stabilita.

Occorre notare che dal punto di vista elettromagnetico, il sistema comprende tutti gli elementi che interagiscono, e questo arrivando fino ai dispositivi di disinserzione dalla rete.

Le alimentazioni elettriche, i collegamenti le diverse apparecchiature, i diversi materiali che le compongono e le loro alimentazioni elettriche fanno parte del sistema.

2

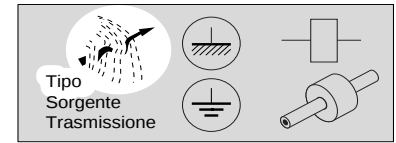
3



Questo significa che:

- Il grado di immunità di ogni apparecchio consente che questo non venga disturbato dall'ambiente elettromagnetico.
- Il livello di emissione di disturbi deve essere sufficientemente ridotto per non disturbare gli apparecchi che si trovano all'interno dell'ambiente elettromagnetico circostante.

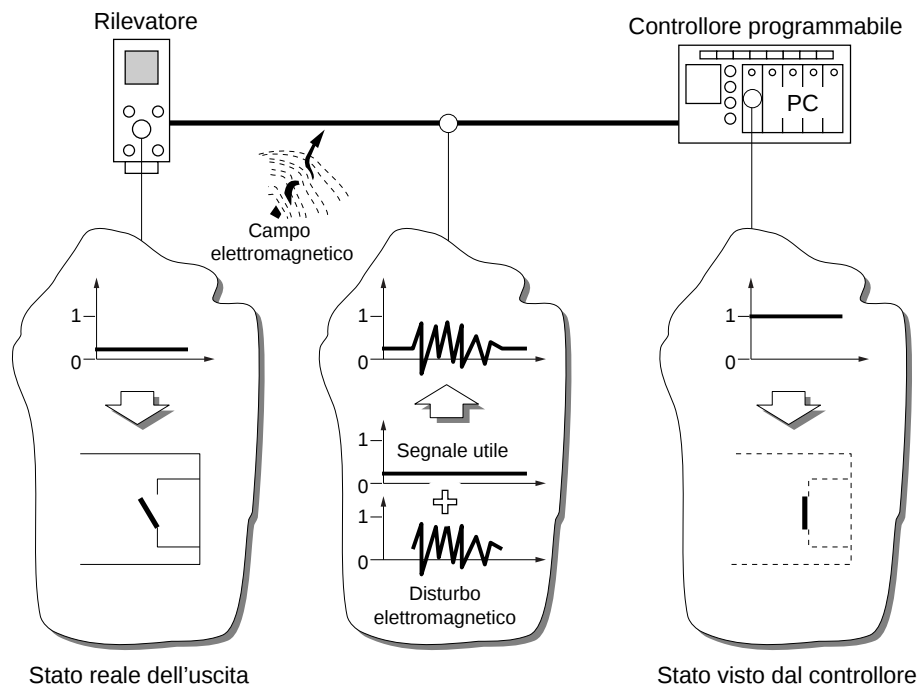
Tipi di disturbi elettromagnetici



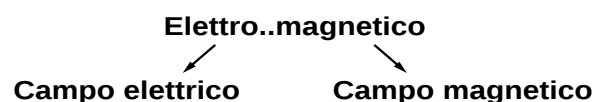
Definizione di “disturbo elettromagnetico”

Qualsiasi fenomeno elettromagnetico in grado di danneggiare le prestazioni di un dispositivo, apparecchio o sistema...

Un disturbo elettromagnetico può consistere in un rumore elettromagnetico, in un segnale non desiderato o in una modifica del campo di propagazione stesso.



Un disturbo elettromagnetico, come indica il nome stesso, è composto da un campo elettrico $\vec{E}$ generato da una differenza di potenziale e da un campo magnetico $\vec{H}$ originato dalla circolazione di una corrente I all'interno di un conduttore.



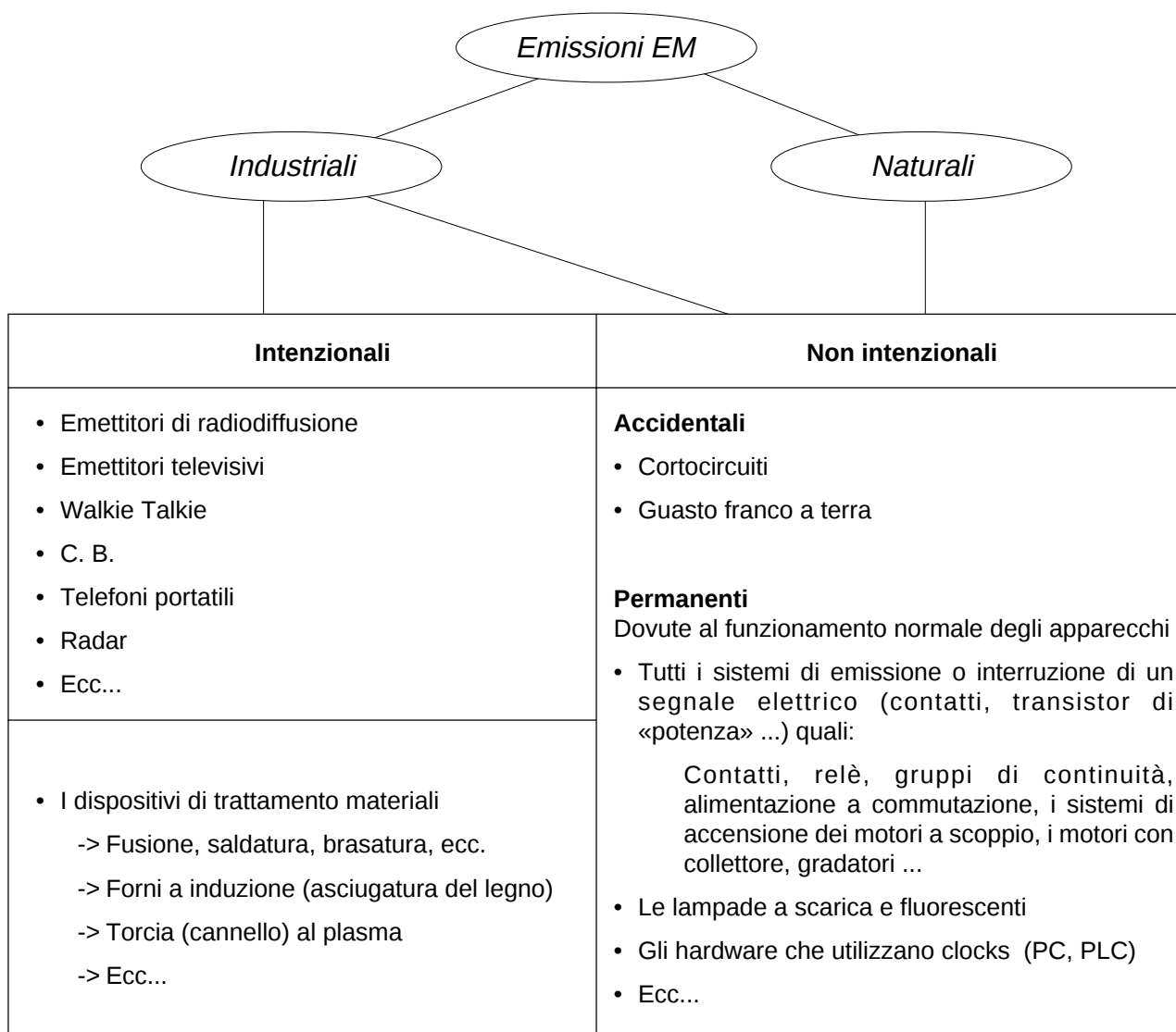
Il disturbo elettromagnetico «parassita» è semplicemente un segnale che viene ad aggiungersi al segnale utile.

Questo segnale si propaga per conduzione nei conduttori e per irraggiamento nell'aria...

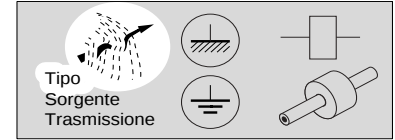


Tipi di disturbi elettromagnetici

Origine delle emissioni elettromagnetiche



Tipi di disturbi elettromagnetici



Disturbi bassa frequenza «BF»

Gamma di frequenza: $0 \lesssim \text{Frequenza} \lesssim$ da 1 a 5 MHz.

I disturbi bassa frequenza «BF» si ritrovano all'interno dell'impianto principalmente sotto forma CONDOTTA (cavi, ecc...)

Durata: spesso lunga (alcune decine di ms)

In alcuni casi questo fenomeno può essere permanente (armoniche).

Energia: l'energia condotta può essere rilevante e si traduce in un funzionamento anomalo con danneggiamento degli apparecchi collegati.

$$(\text{Energia}) W_{(J)} = U_{(V)} I_{(A)} t \text{ (sec)}$$

1

2

3

Disturbi alta frequenza «AF»

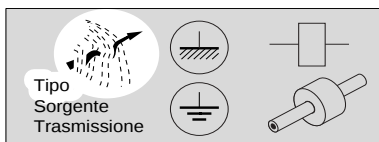
Gamma di frequenza: Frequenza $\geq$ 30 MHz.

I disturbi alta frequenza «AF» si ritrovano nell'impianto principalmente per IRRAGGIAMENTO (aria ...)

Durata: impulsi AF. Tempo di salita dell'impulso < 10 ns.

Questo fenomeno può diventare permanente (circuiti di commutazione, clocks, ecc.).

Energia: l'energia irradiata è in genere debole e provoca il funzionamento anomalo degli apparecchi circostanti.



Tipi di disturbi elettromagnetici

Le armoniche

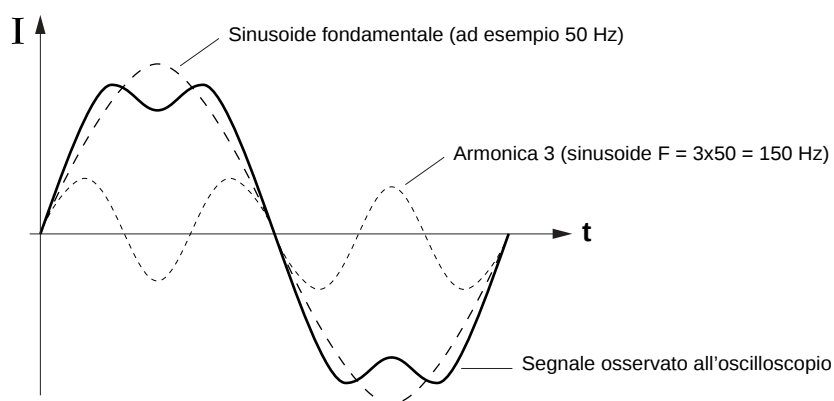
1

Un segnale periodico di qualsivoglia forma può essere scomposto matematicamente in una somma di segnali sinusoidali aventi diverse ampiezze e fasi e la cui frequenza è un multiplo intero del fondamentale (la frequenza più bassa ed utile del segnale).

Scomposizione di un segnale in serie di FOURIER.

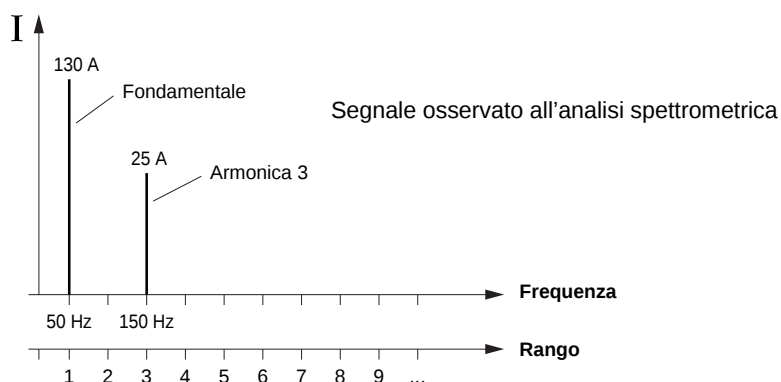
2

**Rappresentazione
del segnale nel tempo**



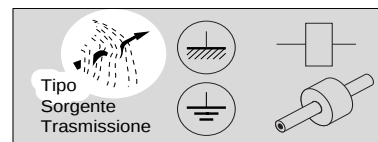
3

**Rappresentazione
dello spettro di
frequenza**



Le armoniche sono disturbi di tipo bassa frequenza «BF» e sono quindi principalmente di tipo «condotto».

Tipi di disturbi elettromagnetici



Percentuale di distorsione armonica

La percentuale di distorsione armonica totale consente di valutare la deformazione di un segnale qualunque rispetto al segnale sinusoidale fondamentale (rango 1).

$$TDH \% = \sqrt{\sum_2^n \left(\frac{H_i}{H_1} \right)^2}$$

H_i = ampiezza dell'armonica di rango i
 H_1 = ampiezza del fondamentale (rango 1)

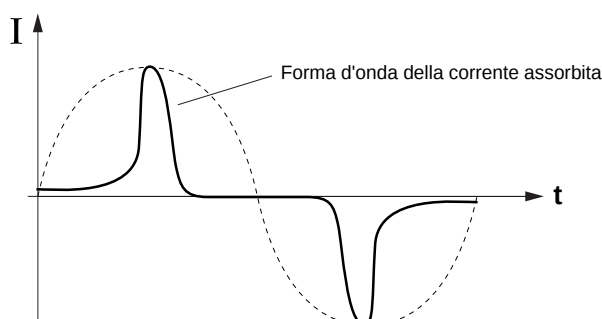
Che può essere così semplificata: $TDH \approx \frac{\sum \text{Ampiezze di tutte le armoniche di rango } \geq 2}{\text{Ampiezza del fondamentale o armonica di rango 1}}$

Le armoniche di rango superiore a 40 hanno un effetto non rilevante sul tasso di distorsione armonica (ma non sugli impianti).

Origine

Tutti i carichi (ricevitori) non lineari (illuminazione fluorescente, alimentatori a commutazione, ecc.) assorbono una corrente non sinusoidale generando quindi delle correnti armoniche.

La sorgente di alimentazione trasforma queste correnti armoniche in tensioni armoniche attraverso la sua impedenza «Z» interna.



Corrente assorbita da un tubo fluorescente

$$U = U_0 - ZI$$

È questa tensione armonica trasmessa sulla rete che può disturbare altri ricevitori



Tipi di disturbi elettromagnetici

Le armoniche (segue)

1

Principali generatori di armoniche

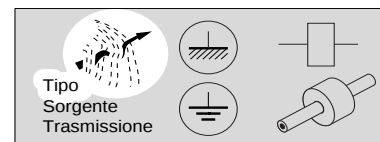
- Gruppi di continuità, chopper,
- raddrizzatori: elettrolisi, saldatrici, ecc,
- forni ad arco,
- forni ad induzione,
- avviatori elettronici,
- variatori di velocità elettronici per motori a corrente continua,
- convertitori di frequenza per motori asincroni e sincroni,
- apparecchi di uso domestico quali televisori, lampade a scarica, tubi fluorescenti, ecc,
- circuiti magnetici saturati (trasformatori, ecc.)

2

3

Come è facile constatare, questi tipi di ricevitori sono sempre più utilizzati e la «potenza» che controllano è sempre più elevata, da cui deriva l'importanza crescente dei disturbi.

Tipi di disturbi elettromagnetici



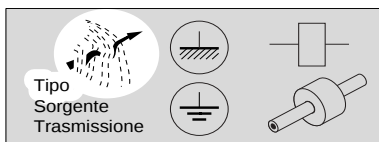
Principali ricevitori disturbati dalle armoniche

<i>Ricevitori</i>	<i>Disturbi</i>
Macchine sincrone:	Riscaldamento supplementare
Trasformatori:	Perdite e riscaldamento supplementare. Rischi di saturazione in presenza di armoniche pari.
Macchine asincrone:	Riscaldamento supplementare per i motori a gabbia o con cave profonde Coppie impulsive
Cavi:	Aumento delle perdite ohmiche e dielettriche
Computers:	Problemi di funzionamento dovuti ad esempio alle coppie impulsive dei motori di trascinamento
Elettronica di «potenza» :	Problemi legati alla forma d'onda: commutazione, sincronizzazione, ecc.
Condensatori:	Riscaldamento, invecchiamento, messa in risonanza del circuito, ecc.
Regolatori, relè, contatori:	Misura falsata, funzionamento intempestivo, mancanza di precisione, ecc

1

2

3



Tipi di disturbi elettromagnetici

I transitori

1

Con il termine «disturbi transitori» si intendono le sovratensioni impulsive dovute all'accoppiamento fra i vari circuiti elettrici e che si trovano sotto forma condotta nei cavi di alimentazione, negli ingressi di comando e di segnale degli apparecchi elettrici o elettronici.

2

Caratteristiche dei transitori normalizzati (tipo IEC 1000-4-4)

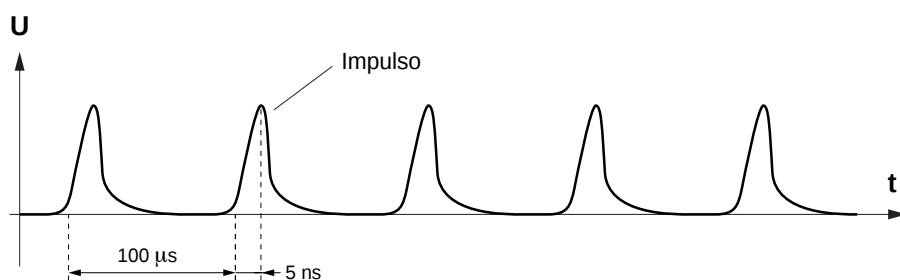
Gli elementi significativi di questi disturbi sono:

- La durata molto limitata del tempo di salita dell'impulso $\simeq 5$ ns
- Durata dell'impulso $\simeq 50$ ns
- La ripetitività del fenomeno: scariche d'impulsi per $\simeq 15$ ms
- La frequenza di ripetizione: successione di scariche ogni $\simeq 300$ ms
- La ridotta energia degli impulsi $\simeq 1 \cdot 10^{-3}$ Joule
- L'ampiezza elevata della sovratensione ≤ 4 kV

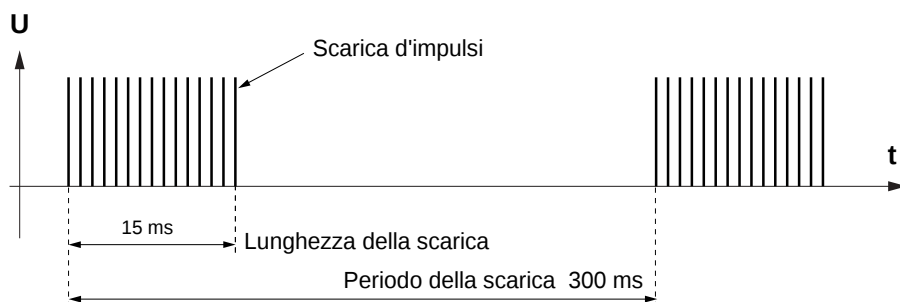
3

Esempio:

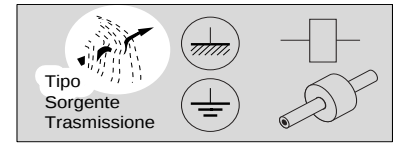
Rappresentazione nel tempo



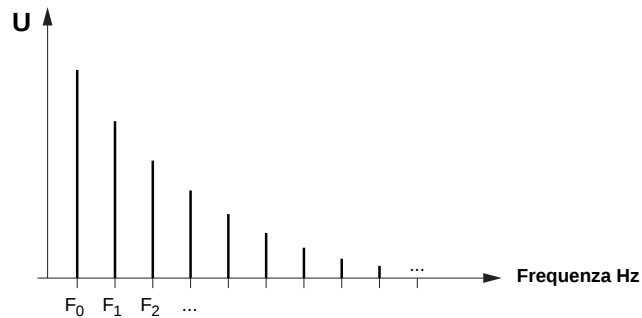
Il periodo di ripetizione dipende dal livello della tensione di prova



Tipi di disturbi elettromagnetici



Rappresentazione dello spettro di frequenza



1

2

3

In funzione della natura del segnale transitorio considerato, lo spettro può essere di larga banda (0 ... 100 MHz o più)

Origine

Sono dovuti alla commutazione rapida degli «interruttori» meccanici e soprattutto elettronici...

Alla commutazione di un «interruttore», la tensione ai morsetti passa molto rapidamente dal suo valore nominale a zero e viceversa. Questo genera brusche ed elevate variazioni di tensione (dv/dt) trasmesse nei cavi.

Principali sorgenti

 Fulmini, difetti di guasti a terra, commutazione dei circuiti induttivi (bobine contattori, elettrovalvole, ecc.)

 I disturbi transitori sono di tipo alta frequenza «AF».

Essi sono condotti nei cavi ma possono facilmente trasmettersi in altri cavi per irraggiamento.



Tipi di disturbi elettromagnetici

Le scariche elettrostatiche

Con il termine «scarica elettrostatica» si intendono gli impulsi di corrente che percorrono un oggetto qualsiasi, al momento del contatto (diretto o indiretto) di questo oggetto collegato alla massa, con un altro oggetto avente potenziale più elevato rispetto alla massa.

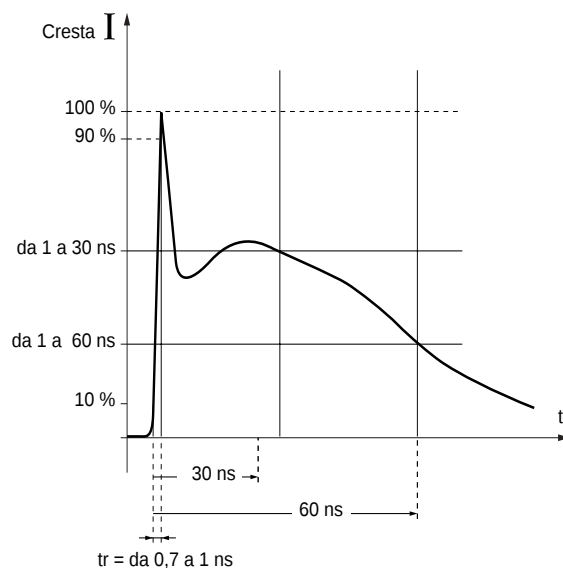
Caratteristiche delle scariche elettrostatiche normalizzate (tipo IEC 1000-4-2)

Gli elementi significativi di questo tipo di disturbo sono:

- la durata molto limitata del tempo di salita dell'impulso $\simeq 1$ ns
- la durata dell'impulso $\simeq 60$ ns
- il carattere isolato del fenomeno: 1 scarica
- la tensione molto elevata all'origine della scarica (2 ... 15 kv ...)

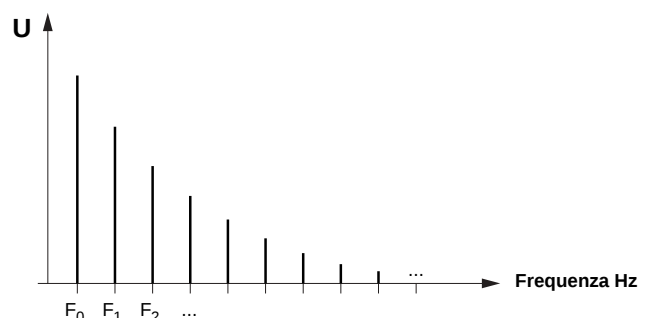
Esempio:

**Rappresentazione
nel tempo**

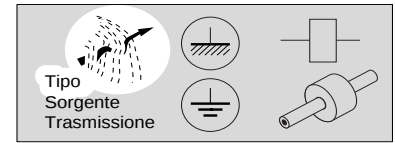


**Rappresentazione
dello spettro di frequenza**

Lo spettro larga banda (0 ... 1000 MHz ...)



Tipi di disturbi elettromagnetici

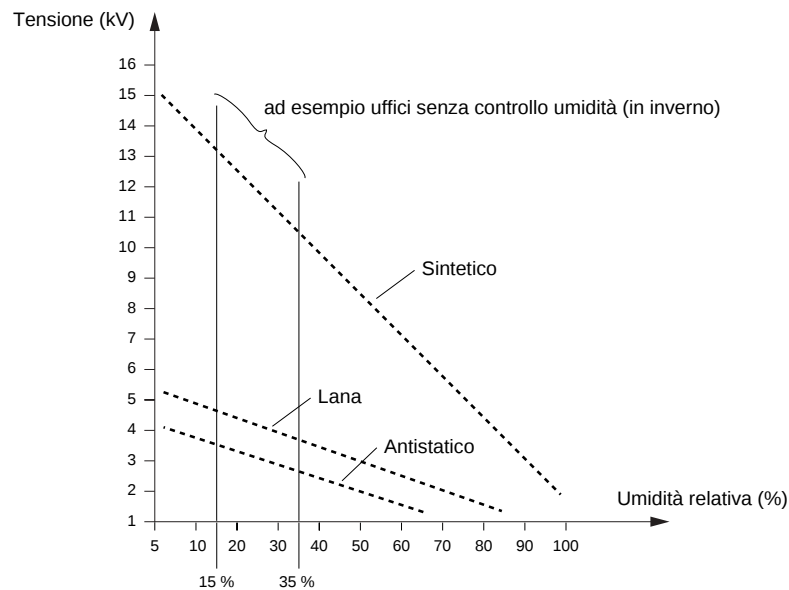


Origine

Le scariche elettrostatiche risultano dallo scambio di elettroni tra i materiali o tra il corpo umano ed i materiali. Questo fenomeno è favorito dalla presenza di materiali sintetici (plastica, tessuti, ecc?) e si accentua in modo particolare con un'atmosfera secca.

Principali sorgenti

Il processo può risultare ad esempio dalla carica di una persona che cammina su un pavimento in moquette (scambio di elettroni tra il corpo ed il tessuto), dallo sfregamento dei vestiti di un operatore seduto su di una sedia. Le scariche possono prodursi tra una persona ed un oggetto o tra oggetti carichi...



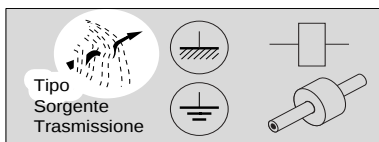
Valori massimi delle tensioni elettrostatiche alle quali gli operatori possono essere caricati

Effetti

L'effetto della scarica di un operatore su di un materiale può andare dal semplice funzionamento anomalo alla distruzione del materiale .



Le scariche elettrostatiche sono disturbi di tipo alta frequenza «AF» condotti, ma che possono facilmente trasmettersi ad altri conduttori, per irraggiamento.



Tipi di disturbi elettromagnetici

I disturbi della rete d'alimentazione pubblica «BT»

Tensione: variazioni, interruzioni, avvallamenti, sovratensioni

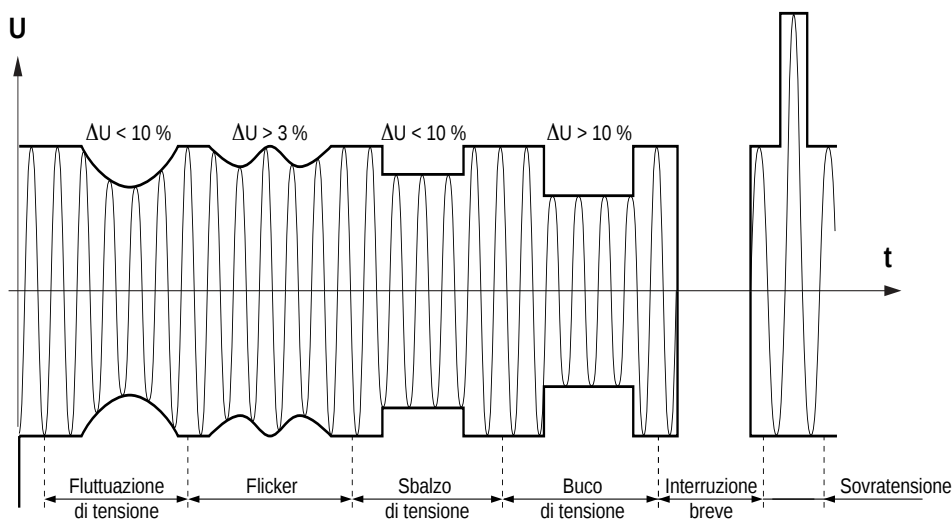
Frequenza: variazioni

Forma d'onda: armoniche, transitori, correnti portanti

Fasi: squilibrio

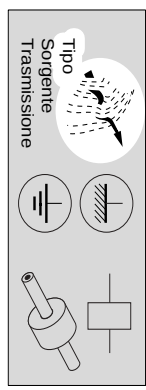
Potenza: cortocircuiti, sovraccarichi (effetti sulla tensione)

Si tratta principalmente di disturbi di tipo bassa frequenza «BF»

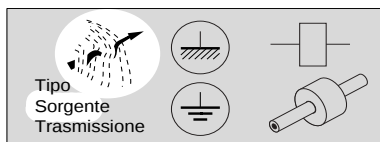


Esempi di disturbi rete bassa tensione «BT»

Tipi di disturbi elettromagnetici



Denominazione corrente	Ampiezza della variazione	Durata dell'evento	Origine	Conseguenze
Fluttuazione di tensione	$\Delta U < 10\%$ (variazione lenta) IEC 38 IEC 1000-3-3 IEC 1000-3-5		- Forni ad arco - Macchine saldatrici - Grossi carichi con avviamenti frequenti (compressori, ascensori, ecc.)	Senza conseguenza sul materiale
Flicker	$\Delta U > 3\%$			Sfarfallamento delle illuminazioni
Sbalzi di tensione	$\Delta U < 10\%$ (variazione rapida)		Commutazione di grossi carichi (avviamento di grossi motori, caldaie elettriche, forni elettrici, ecc.)	
Buco di tensione	$10\% \leq \Delta U \leq 100$ IEC 1000-2-2	10 ... 500 ms Durata: interruz. e buchi sono: ad impulsi: < 10 ms brevi: da 10 ms a 300 ms	Messa sotto tensione I spunto (da 8 a 20 In) - di grossi motori e «ripresa al volo» - di grossi trasformatori - di grossi condensatori all'inizio della rete Cortocircuito sulla distribuzione principale BT (vento, temporale, difetto a casa di utente vicino) (interruzione dovuta ad un dispositivo di protezione con richiusura)	- Ricaduta dei relè ad intervento rapido in grado di provocare grossi problemi al processo - Perdita dell'alimentazione (se $\Delta U > 30\%$) - Perdita di frenatura sui motori - Controllare di garantire una buona immunità soprattutto ai controllori programmabili, ai rilevatori, ecc. - Sgancio dei motori asincroni
Interruzioni brevi	$\Delta U = 100\%$	brevi: da 10 ms a 0,3 s lunghe: da 0,3 s a 1 m permanenti: > 1 m	Messa sotto tensione I spunto (da 8 a 20 In) - di grossi motori e «ripresa al volo» - di grossi trasformatori - di grossi condensatori all'inizio della rete - Se $t \leq 10\text{ms}$ —> fenomeno transitorio	Perdita dell'alimentazione
Sovratensioni	$\Delta U > 10\%$	Impulsiva	- Accidentale (errori di collegamento) - Manovra sulla rete MT - Scariche atmosferiche	- Distruzione del materiale elettronico - Occorre assolutamente tenerne conto nella progettazione e messa in opera delle apparecchiature elettroniche - Generalmente senza conseguenze per il materiale elettromeccanico



Fonti dei disturbi elettromagnetici

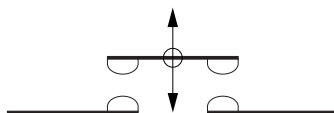
Commutazione tramite contatti puliti di carichi induttivi

Gli apparecchi di commutazione con contatti puliti

1

Questa categoria comprende tutti gli apparecchi destinati ad aprire o a chiudere uno o più circuiti elettrici mediante contatti separabili.

2



3

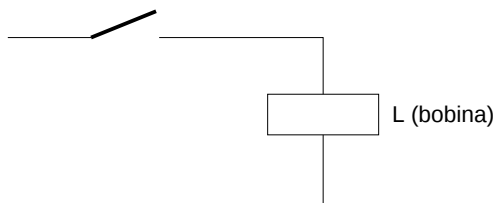
Origine dei disturbi

Il comportamento del contatto elettrico e i disturbi generati dipendono dal tipo di carico comandato.

Comportamento su carico resistivo

La commutazione di un carico resistivo mediante contatto pulito non genera disturbi o li genera in modo ridotto.

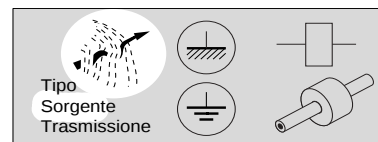
Comportamento su carico induttivo



Esempio di carico induttivo:

Elettromagnete di contattori, elettrovalvole, freni, ecc.

Fonti dei disturbi elettromagnetici



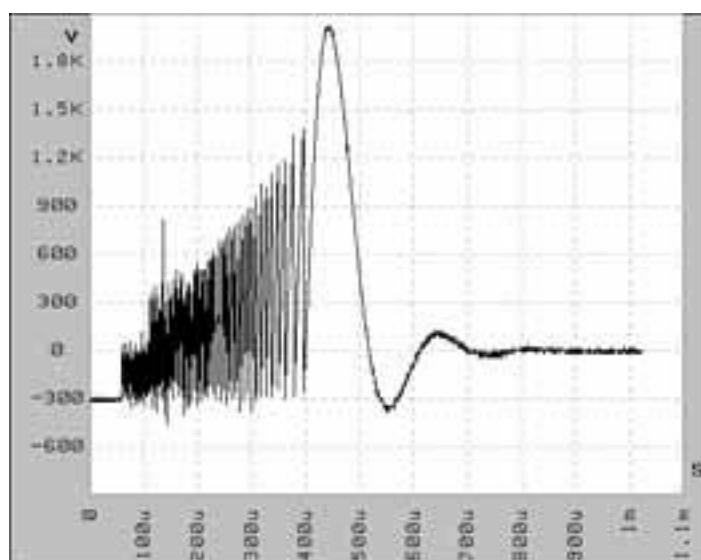
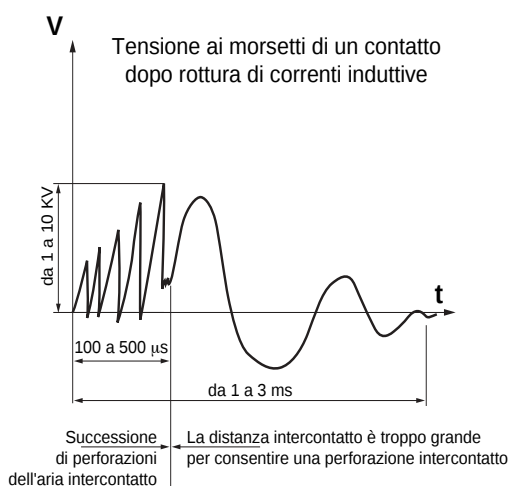
A regime stabilito

A regime stabilito un contatto che «alimenta» un carico induttivo non genera disturbi.

Commutazione di un circuito induttivo

L'apertura di un circuito induttivo genera ai morsetti del contatto:

- una sovratensione rilevante che può provocare una serie di perforazioni dielettriche seguite eventualmente da un regime d' arco.
- un'oscillazione smorzata della tensione alla frequenza propria del circuito composto dal carico induttivo e dalla sua linea di comando.



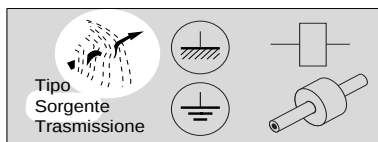
Apertura contattore 9A~ senza limitatore di sovratensione

Applicazione ai circuiti di potenza

Il comando d'interruttori, contattori, interruttori automatici ecc. in circuiti di potenza produce regimi transitori che generano disturbi.

Esempio: chiusura su condensatori di rifasamento, intervento di un interruttore automatico in caso di cortocircuito, ecc.

Malgrado l'ampiezza delle correnti commutate, i fenomeni prodotti da queste manovre spesso creano disturbi ridotti. Le energie che entrano in gioco sono elevate ma caratterizzate da fronti di salita ridotti (effetto di filtraggio dei cavi, costante di tempo elevata dei carichi, ecc.).



Fonti dei disturbi elettromagnetici

Disturbi emessi

Le sovratensioni variano tra 1 e 10 kV ed aumentano con la velocità di apertura del contatto. Dipendono dall'energia esistente all'interno del circuito comandato.

Esempio: 50 mJ per un piccolo contattore in corrente alternata
0,2 J per un piccolo contattore in corrente continua
10 J per un grosso contattore in corrente continua

Lo spettro di frequenza dei disturbi emessi (fronti di perforazione) è compreso tra alcuni kilohertz (kHz) e molti Megahertz (MHz).

Effetti sugli impianti

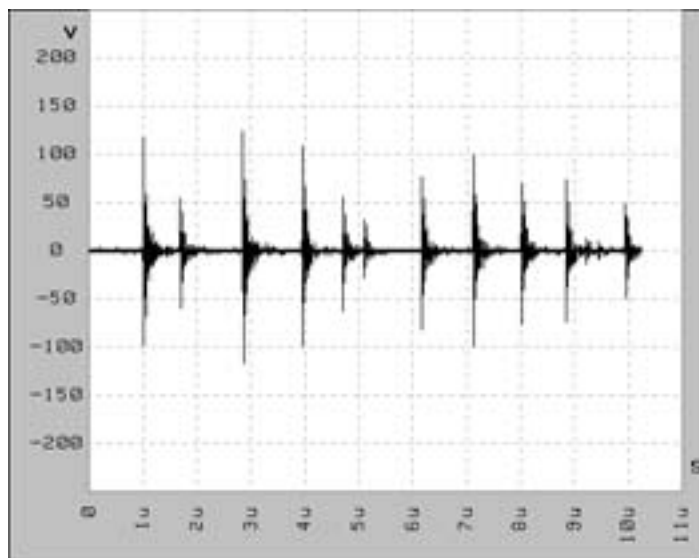
Questi disturbi non hanno effetti dannosi sui materiali elettromeccanici classici.

==> Possono disturbare alcuni circuiti elettronici:

sotto forma condotta

Successione di transitori sovrapposti alla corrente di alimentazione. Questa può essere la causa d'innesci intempestivi dei tiristori, triacs, ecc. , di commutazione o di distruzione d'ingressi sensibili.

Apertura contattore 9A ~ ritorno in rete

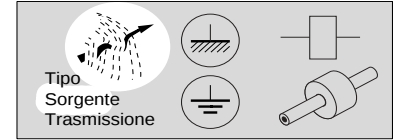


sotto forma irradiata

Questi disturbi di tipo alta frequenza «AF» possono, per irraggiamento, disturbare circuiti separati vicini (cavi all'interno della stessa canalina, piste di scheda elettronica, ecc.).

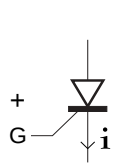
Infine possono disturbare apparecchi di telecomunicazione posti nelle vicinanze (televisione, radio, circuito di misura, ecc.).

Fonti dei disturbi elettromagnetici

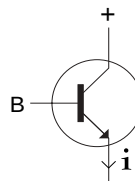


Commutazione di carichi induttivi mediante semiconduttori

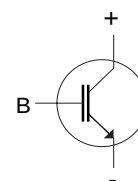
Con questa definizione si intendono tutti i componenti elettronici progettati per stabilire e/o interrompere la corrente in un circuito elettrico mediante l'intervento di un semiconduttore.



Il tiristore



Il transistor



L'IGBT

IGBT = Insulated Gate Bipolar Transistor

Si tratta di un certo tipo di «interruttori» molto rapidi che vengono «aperti» o «chiusi» in funzione del riferimento sul comando dell'interruttore (Base «B» o Porta «G» a seconda dei componenti).

Prestazioni tipiche di questi componenti

Valori indicativi	Tiristore	Transistor	IGBT
Tenuta in tensione (max)	1,6 kV	1,2 kV	1,2 kV
I max durante la conduzione	1,5 kA	500 A (commutati)	400 A (commutati)
Frequenza di commutazione	3 kHz	5 kHz	10-20 kHz



Fonti dei disturbi elettromagnetici

Commutazione di carichi induttivi mediante semiconduttori (segue)

1

Analisi di un caso

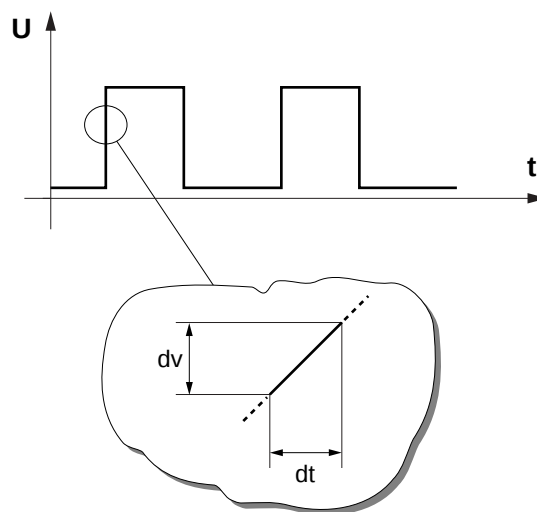
Fenomeno osservato

L'abilitazione e l'interruzione di un circuito elettrico si traducono in una brusca variazione della corrente o della tensione ai morsetti del circuito di comando.

2

Ne risultano forti gradienti di tensione (dv/dt) ai morsetti del circuito che sono all'origine dei disturbi.

3



Segnali emessi:

I disturbi generati sono di due tipi:

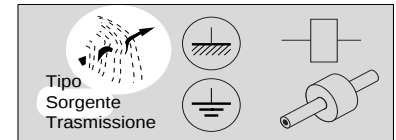
- Armoniche bassa frequenza «BF» : 10 kHz ...
- Transitori bassa e alta frequenza «AF» : fino a 30 MHz ...

Li ritroviamo sotto forma condotta o irradiata.

Effetti

Disturbo degli apparecchi sensibili quali: sistemi di misura, ricevitori radio, telefoni, rilevatori, regolatori, ecc.

Fonti dei disturbi elettromagnetici

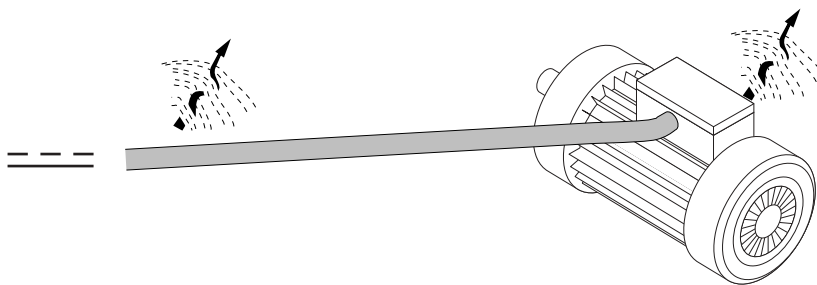


I motori elettrici

Le macchine rotanti

Le macchine rotanti (motori elettrici) costituiscono una sorgente rilevante di disturbi condotti e/o irradiati.

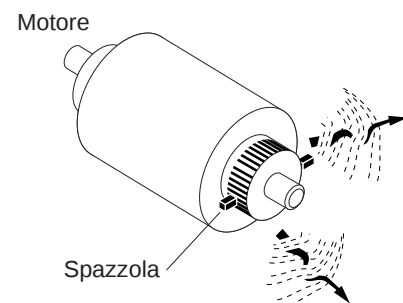
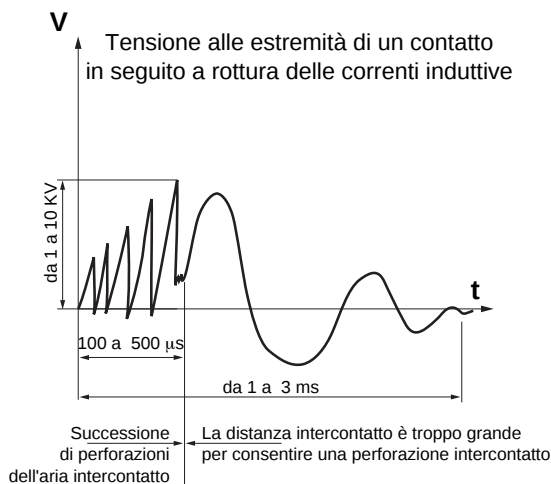
Esempio: motore a corrente continua con collettore



Fenomeni osservati

In funzionamento normale (marcia continua) i disturbi possono dipendere dal tipo di motore utilizzato.

- i motori ad induzione (asincrono, ecc.) non producono disturbi rilevanti.
- i motori a spazzola e collettore possono generare disturbi tipo «transitorio» a fronte ripido (dv/dt elevati) prodotti nella fase di commutazione delle spazzole.



commutazione corrente continua collettore



Fonti dei disturbi elettromagnetici

I motori elettrici (segue)

1

Tuttavia è possibile che i motori asincroni generino disturbi:

- la saturazione magnetica dei motori. Il carico diventa quindi non lineare e provoca la creazione di armoniche.
- l'inserimento o la messa sotto tensione del motore(avviamento), con il forte richiamo di corrente che ne risulta (da 6 a 10 I nominale) può produrre un buco di tensione sulla rete d'alimentazione.

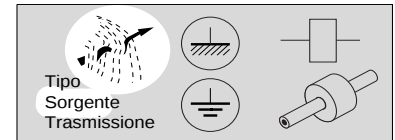
2

3

Segnali emessi:

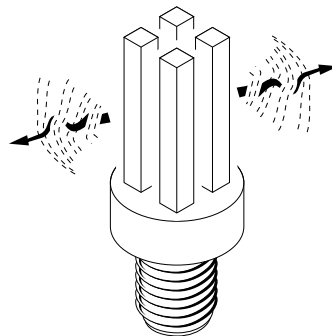
- armoniche Bassa Frequenza
- disturbo di una rete d'alimentazione (buco di tensione, ecc.)
- disturbi transitori Bassa ed Alta frequenza «AF» che possono superare i 100 MHz
- scariche elettrostatiche provocate dall'accumulo di energia elettrostatica risultante dallo sfregamento di materiali di natura diversa.

Fonti dei disturbi elettromagnetici



L'illuminazione fluorescente

In questa categoria comprendiamo tutte le sorgenti d'illuminazione che funzionano in base al principio di arco elettrico che si accende e spegne alternativamente.



Origine

Sia in montaggio duo che compensato, la corrente assorbita dai tubi a fluorescenza non è sinusoidale.

Disturbi generati

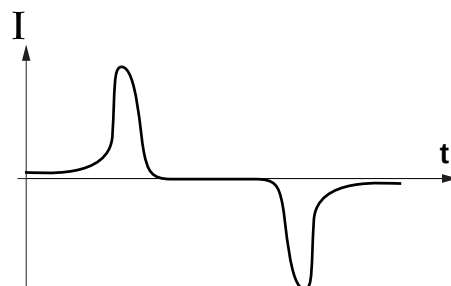
Questa corrente è quindi particolarmente carica di armoniche, e in particolare quella di rango 3 ($3 \times 50 \text{ Hz}$ o $3 \times 60 \text{ Hz} \dots$)

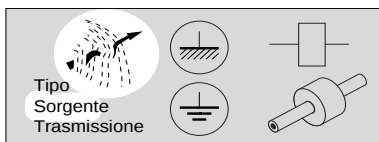
Vengono generati disturbi su un'ampia gamma di frequenza (da 0 a 100 kHz e oltre).



Questi disturbi principalmente di tipo a bassa frequenza «BF» si ritrovano nell'impianto sotto forma condotta.

Forma della corrente assorbita





Fonti dei disturbi elettromagnetici

La saldatura a punti

1

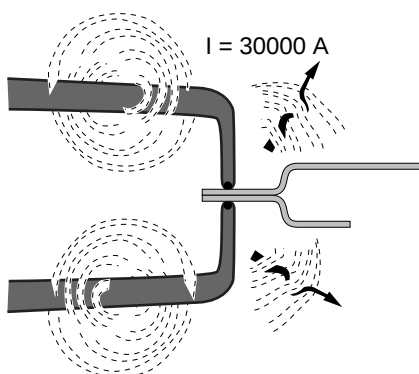
Si tratta di tutte le macchine o pinze per la saldatura elettrica.

Principio

2

La saldatura a punti si effettua facendo passare localmente una corrente elevata (≈ 30000 A) attraverso i due pezzi che si desidera saldare. Il riscaldamento prodotto è tale che si ottiene una saldatura per fusione.

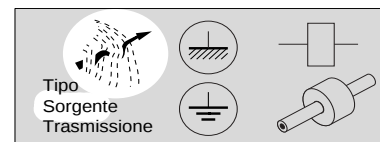
3



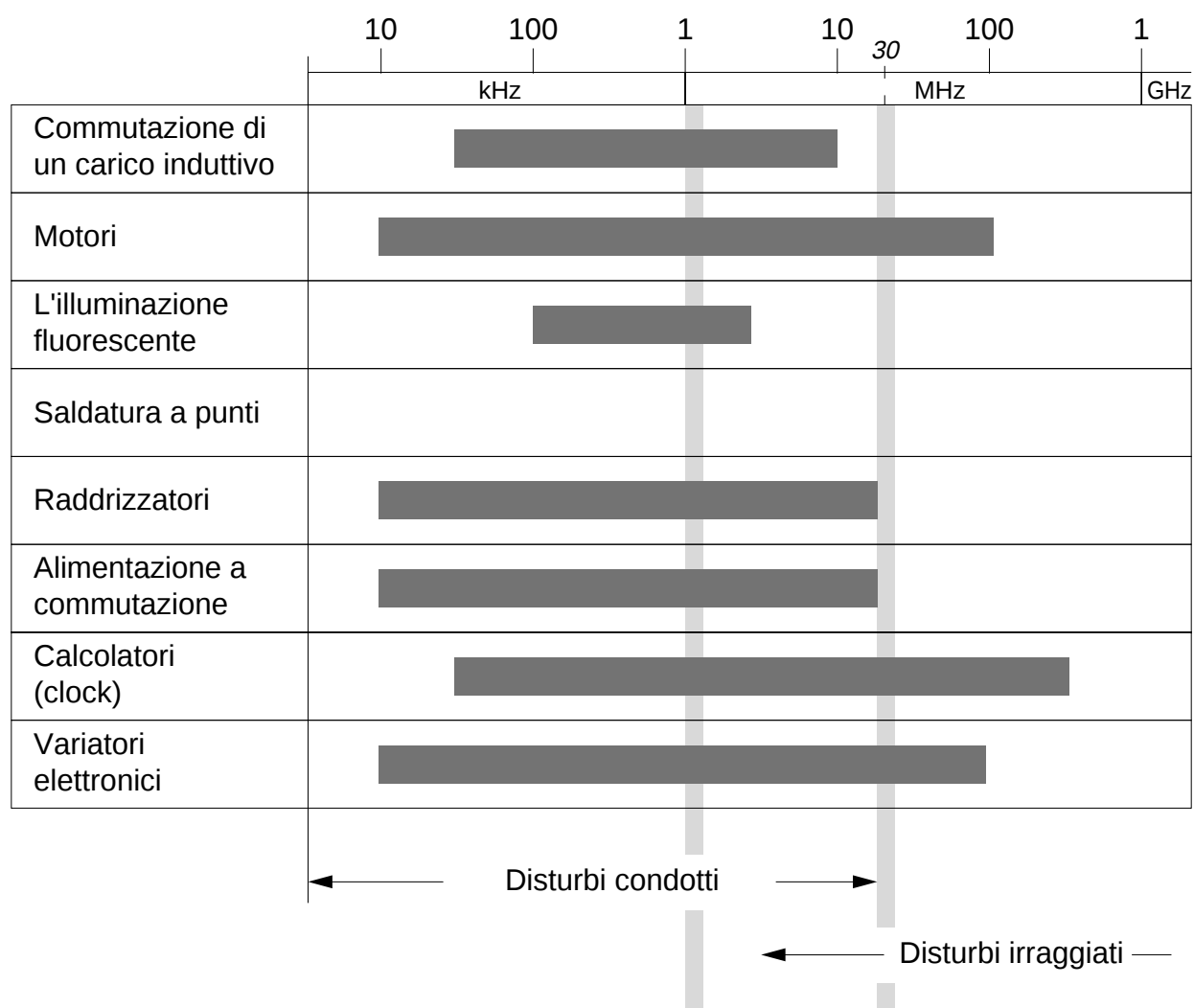
Disturbi generati

- tensioni armoniche 200 ... 20 KHz
- irraggiamento di un forte campo magnetico che può causare il funzionamento anomalo degli interruttori induttivi di prossimità.

Fonti dei disturbi elettromagnetici



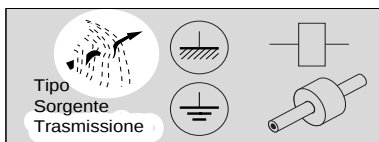
Ripartizione dello spettro di frequenza



1

2

3



Modi di trasmissione dei disturbi elettromagnetici

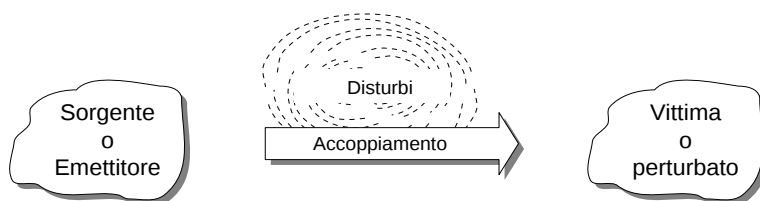
L'identificazione del modo di trasmissione dei disturbi è l'elemento essenziale per una corretta analisi dei fenomeni «EMC».

Gli accoppiamenti: generalità

1

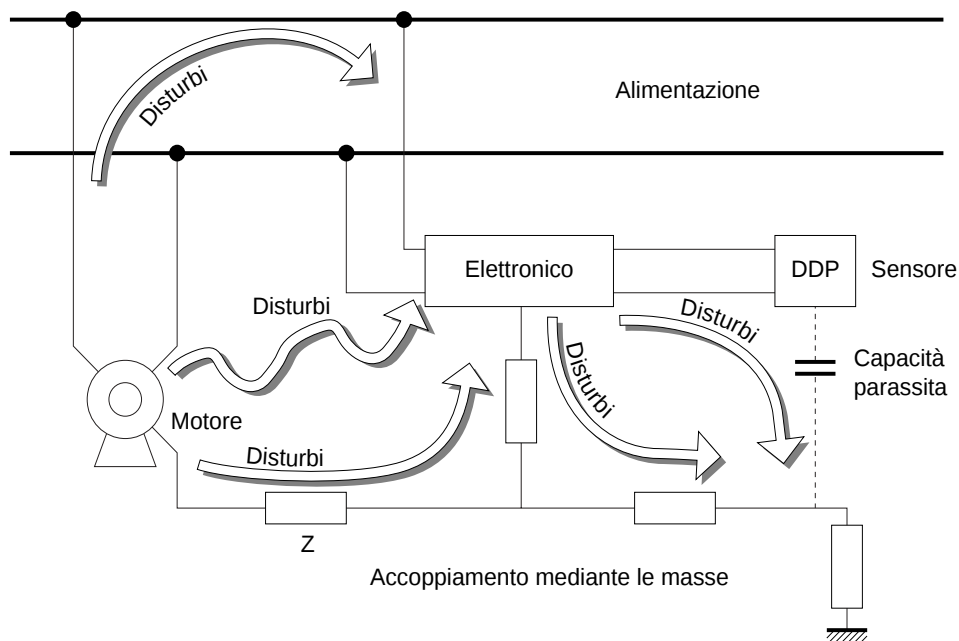
Gli accoppiamenti sono i mezzi di azione dei disturbi «EMC» sugli oggetti disturbati.

2



3

Esempio d'installazione:



Modi di trasmissione dei disturbi elettromagnetici



1

Quando un apparecchio «sensibile» (basso livello...) viene alimentato da una sorgente di energia elettrica comune a più apparecchi (rete di distribuzione...) i disturbi generati dagli apparecchi di «potenza» (motori, forni, ecc ...) vengono trasmessi al primo attraverso le linee di alimentazione comuni.

2

Esiste un altro tipo di accoppiamento per conduzione nei circuiti di massa e di terra.

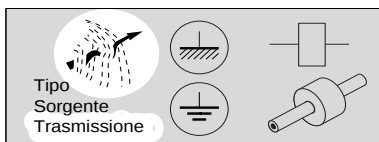
I conduttori di massa elettronica (scheda ...) sono infatti tutti collegati alla massa dell'impianto quindi alla terra mediante conduttori elettrici d'impedenza «Z» non nulla.

3

Ne risulta una differenza di potenziale tra la terra e le masse ma anche tra le masse.

Queste differenze di potenziale provocheranno la circolazione di correnti parassite nei diversi circuiti ...

Accoppiamenti per irraggiamento dei disturbi nell'aria possono a loro volta generare funzionamenti anomali degli apparecchi vicini.



Modi di trasmissione dei disturbi elettromagnetici

Gli accoppiamenti per conduzione

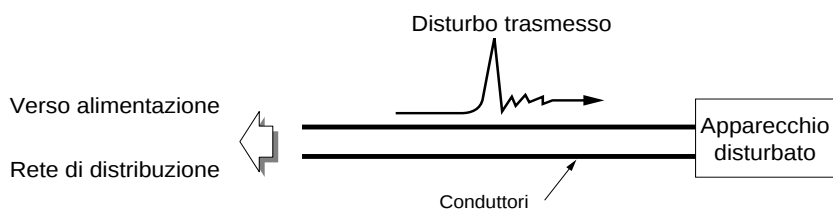
1

I disturbi prodotti per conduzione sono trasmessi da un «conduttore» elettrico, ovvero da:

- linee d'alimentazione interne, o la rete di distribuzione,
- cavi di controllo,
- cavi di trasmissione dei dati, bus ...,
- conduttori di protezione (PE - PEN ...),
- terra ...,
- le capacità parassite ...,

2

3

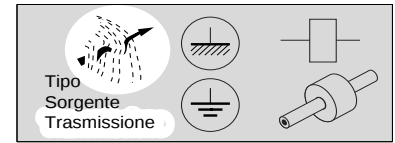


Principio

In un collegamento bifilare (2 fili), un segnale (utile o parassita) può trasmettersi in due modi diversi:

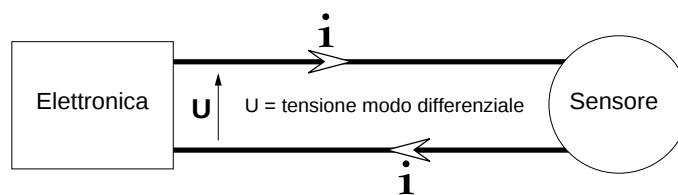
- modo differenziale
- modo comune

Modi di trasmissione dei disturbi elettromagnetici



Il modo differenziale

La corrente nel modo differenziale (o modo seriale) percorre uno dei conduttori, passa attraverso l'apparecchio, generando eventuali funzionamenti anomali, con ritorno attraverso un altro conduttore.

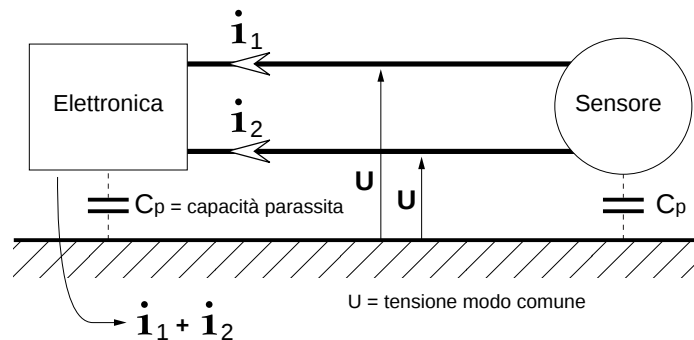


1

2

Il modo comune

La corrente nel modo comune percorre tutti i conduttori nello stesso senso e con ritorno attraverso la massa tramite le capacità parassite.



3

I disturbi nel modo comune rappresentano il problema fondamentale dei fenomeni «EMC» dal momento che il loro cammino di propagazione è difficile da identificare.

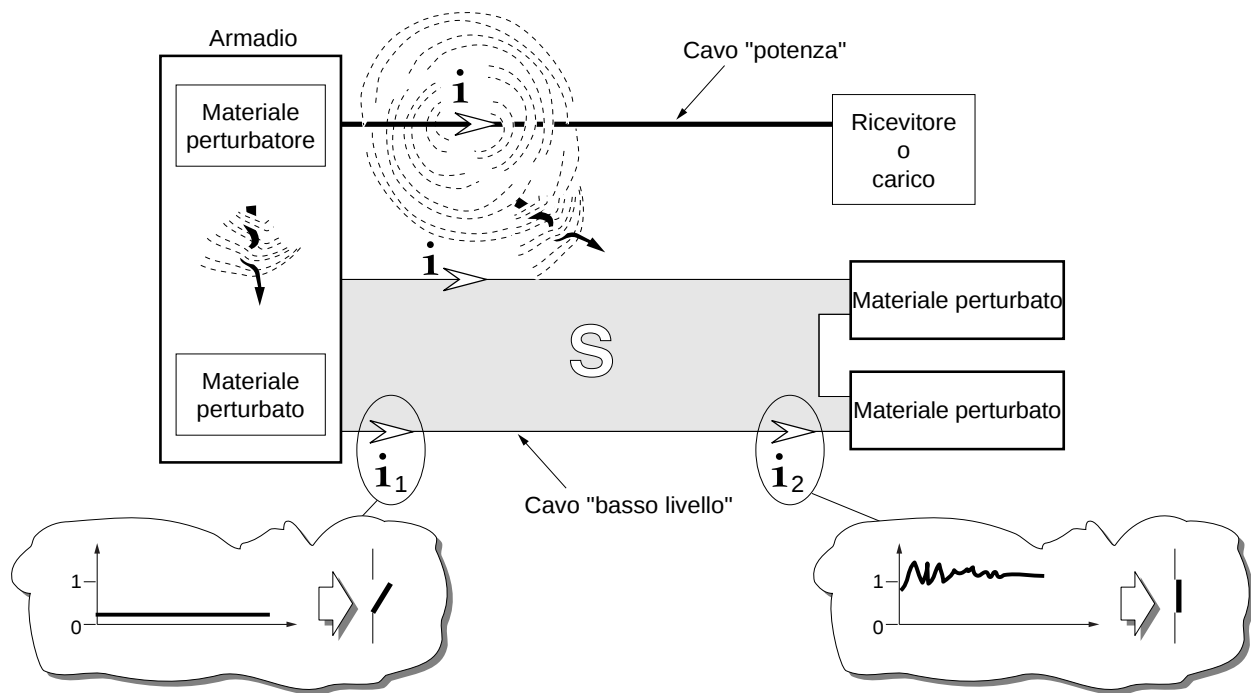


Modi di trasmissione dei disturbi elettromagnetici

Gli accoppiamenti per irraggiamento

I disturbi irraggiati sono trasmessi attraverso l'ambiente (aria ...)

Esempio d'applicazione:

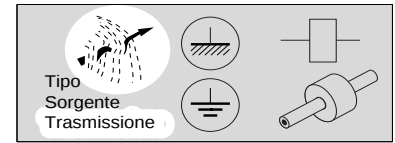


Principio

In base al tipo di disturbo emesso, gli accoppiamenti potranno essere di due tipi:

- accoppiamento induttivo
- accoppiamento capacitivo

Modi di trasmissione dei disturbi elettromagnetici

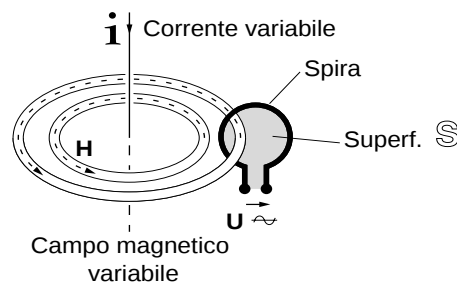


L'accoppiamento induttivo

Una corrente I che circola all'interno di un conduttore elettrico crea un campo magnetico che irraggerà attorno al conduttore. È evidente che la corrente che circola deve essere elevata ed è principalmente generata dai circuiti di «potenza» (che veicolano forti correnti) > 10 A.

Qualsiasi spira formata da un conduttore elettrico di superficie S e attraversato da un campo magnetico variabile vede apparire una tensione U alternata alle sue estremità.

Schema di principio



L'accoppiamento capacitivo

Tra un circuito elettrico (cavo, componente, ecc.) ed un altro circuito vicino (conduttore, massa, ecc.) esiste sempre una capacità non nulla.

Una differenza di potenziale variabile tra questi due circuiti crea la circolazione di una corrente elettrica che passa da uno all'altro attraverso l'isolante (aria ...) formando quindi un condensatore o capacità parassita.

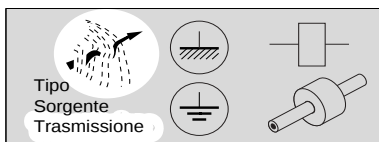
Il valore della corrente parassita è tanto maggiore quanto più la frequenza della tensione ai morsetti della capacità parassita è elevata.

$$I = \frac{U}{Z}$$

$$Z = \frac{1}{\omega C}$$

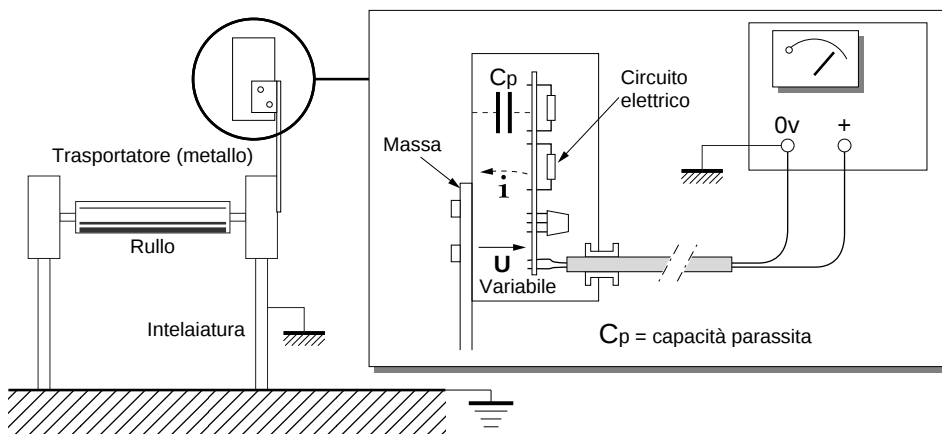
$$I = UC 2\pi f$$

$$I = kf$$



Modi di trasmissione dei disturbi elettromagnetici

Gli accoppiamenti per irraggiamento (segue)



Il valore della capacità parassita formato dalle due parti del circuito è:

- proporzionale alla superficie dei due circuiti
- inversamente proporzionale alla distanza tra i due circuiti

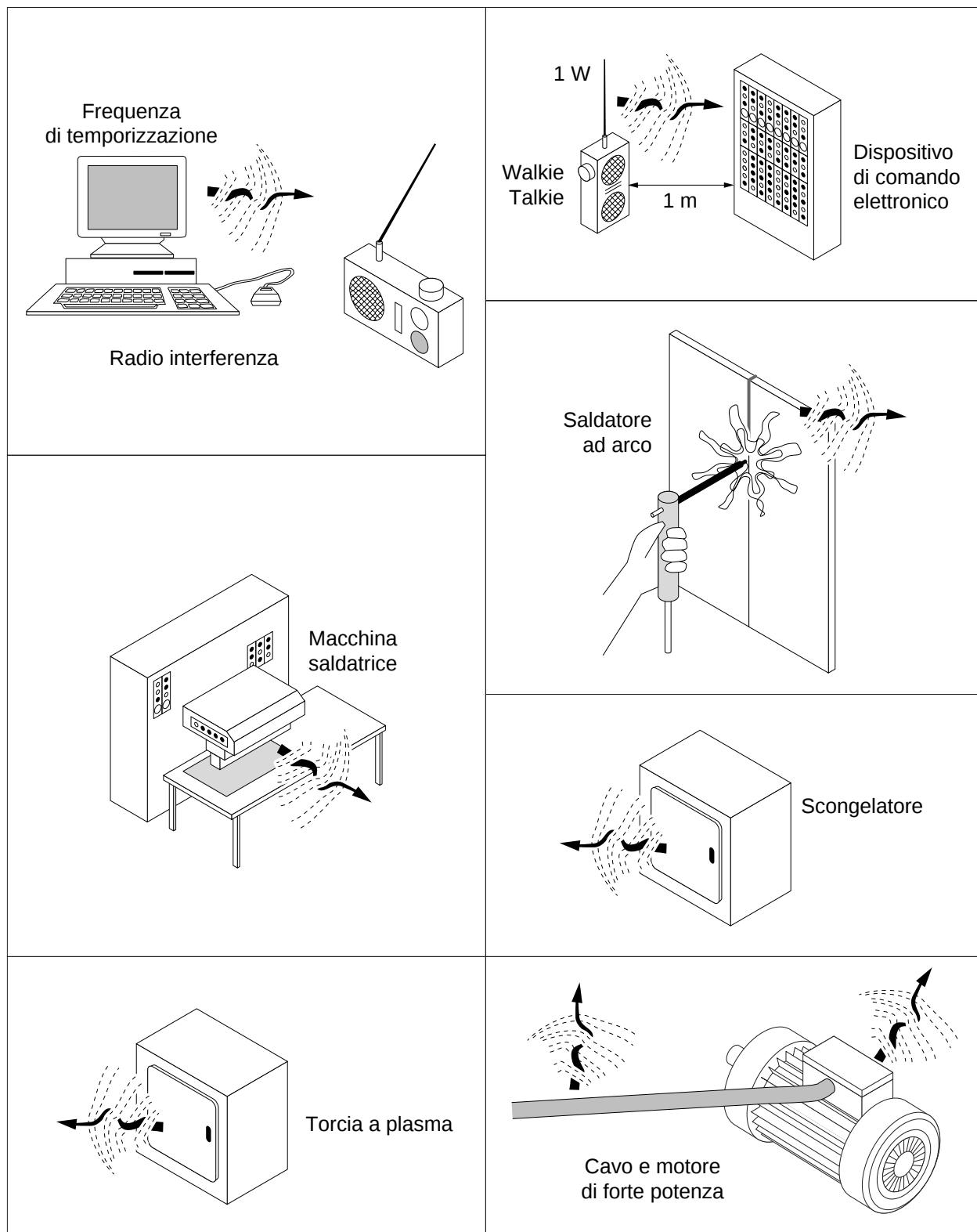


Se le capacità parassite tra i circuiti sono completamente irrilevanti a 50 Hz, hanno tuttavia un'importanza considerevole ad alta frequenza «AF» e sono all'origine di funzionamenti anomali dell'impianto.

Modi di trasmissione dei disturbi elettromagnetici



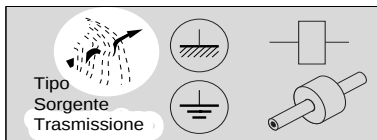
Qualche esempio di trasmettitori di disturbi elettromagnetici:



1

2

3



Modi di trasmissione dei disturbi elettromagnetici

Disaccoppiamento dei disturbi

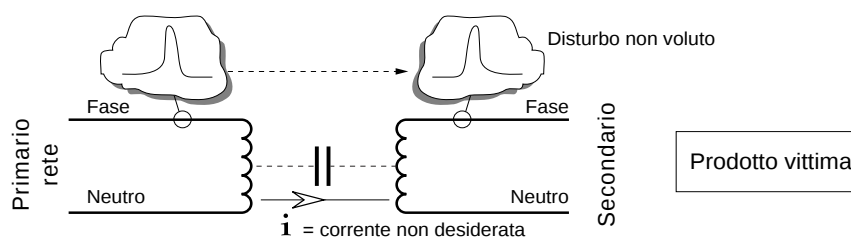
I trasformatori d'isolamento

Trasformatore	Rappresentazione	Isolamento	
		BF	AF
Standard		OK	Inefficace
Schermo semplice		OK	Medio
Schermo doppio		OK	Buono

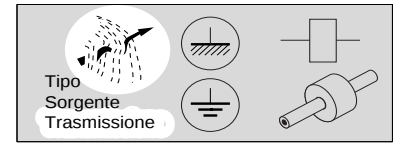
Il trasformatore

- Consente di cambiare il regime di neutro in qualsiasi punto dell'impianto,
- Assicura un buon isolamento galvanico solo a bassa frequenza «BF» ,
- Se si desidera garantire un isolamento galvanico adatto ad AF sarà necessario un trasformatore a doppio schermo,
- Blocca e devia le correnti di modo comune verso le masse,
- Consente di interrompere gli anelli di massa,
- Più adatto alla «EMC» dei componenti optoelettronici

Spiegazione dei fenomeni



Modi di trasmissione dei disturbi elettromagnetici



In continua o in bassa frequenza «BF» (50 Hz ...)

La resistenza d'isolamento primaria/secondaria $\geq 10 \text{ M}\Omega$

La capacità parassita è irrilevante.

In alta frequenza «AF»

L'impedenza d'isolamento primaria/secondaria è ridotta dalla capacità parassita fra gli avvolgimenti primari e secondari.

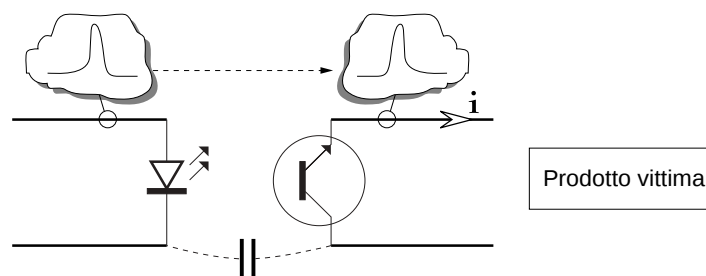
La capacità parassita $\leq 50 \text{ pF}$ per i trasformatori di ridotte dimensioni e $> 1 \text{ nF}$ per i trasformatori di grandi dimensioni ($> 500 \text{ VA}$).

1 nF rappresenta un'impedenza di 100Ω ad una frequenza di 2 MHz.

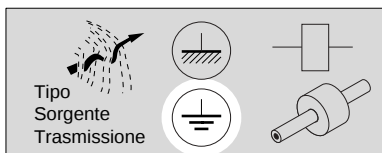
Conseguenze

Ne risulta che i disturbi ad esempio di tipo transitorio a fronti ripidi esistenti sulla rete d'alimentazione e provenienti ad esempio da sovratensioni di manovra, rischiano di essere trasferiti al secondario del trasformatore e di disturbare i prodotti ad esso collegati.

Il componente optoelettronico



Il fenomeno è identico con il componente optoelettronico anche se la sua impedenza a bassa frequenza «BF» ed il suo comportamento ad alta frequenza «AF» sono in genere migliori rispetto a quelli del trasformatore di segnali.



La terra

Simbolo:

Per necessità nel presente documento chiameremo «terra» tutte le parti o strutture non accessibili o interrate. Anche se non ufficiale, questa definizione ci consentirà di meglio identificare la terra e le masse all'interno di un impianto.

1

Definizione generale

Suolo del pianeta che in alcune applicazioni elettriche viene preso come riferimento convenzionale di potenziale «0 V» e la cui conduttività elettrica (molto variabile) veicola naturalmente - o è utilizzata dall'uomo per veicolare - correnti elettriche.

2

Ruoli della terra negli impianti elettrici

Nota preliminare

Qualsiasi corrente che circola a terra vi è entrata e ne uscirà per tornare alla sorgente.

3

Applicazioni:

- Ripartizione nell'«elettrodo» suolo delle correnti di fulmini diretti (scarica elettrostatica atmosfera - suolo).
- Circolazione nel suolo delle correnti indotte dal fulmine tra due punti di una linea di distribuzione aerea.
- In regime di neutro T-T la porzione di terra compresa tra la presa di terra della rete di distribuzione e quella dell'impianto fa circolare le (deboli) correnti di fuga o di guasto prodotte dall'impianto.
- Le masse degli impianti sono equipotenzialmente collegate alla terra (equipotenzialità terra/soilo rispetto alle masse e strutture metalliche) per garantire la protezione di persone (e animali) contro i rischi elettrici legati ai contatti indiretti.

Collegamenti elettrici alla terra

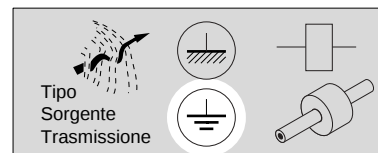
I dispositivi riguardanti questi collegamenti nel quadro dei sistemi di distribuzione elettrica degli edifici che ci riguardano sono relativi alle applicazioni sopra riportate (protezione delle persone e dei beni) e vengono richiamati nelle norme IEC 364 e IEC 1024.

***Per un dato impianto elettrico,
è necessario e sufficiente avere una buona terra ed unico collegamento a terra***

Buona perchè le linee di discesa dei parafulmini devono poter occasionalmente convogliare correnti dell'ordine da 20 a 30 kA in un suolo di resistività molto variabile ($\approx$ da 5 a 10 000 $\Omega \cdot m$) senza provocare degradazioni del collegamento.

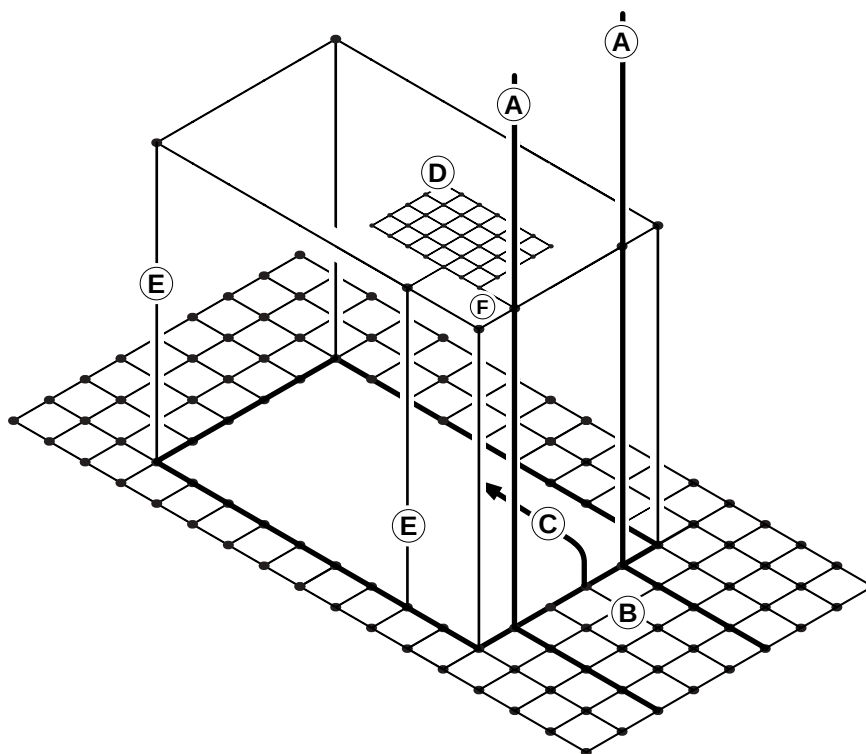
Unico perchè la resistenza molto variabile del suolo provocherebbe in condizioni estreme delle differenze di potenziale molto elevate tra i diversi collegamenti di terra. Inoltre l'impianto stesso in normale funzionamento (correnti di fuga, di guasto, ecc.) provocherebbe disturbi non accettabili.

La terra



Schema tipo di collegamento alla terra dell'impianto

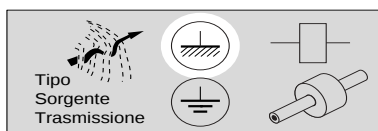
- (A) Discese dei parafulmini.
- (B) Rete di terra a maglia e interrata con particolare rinforzo al piede delle discese dei parafulmini.
- (C) Collegamento di terra dell'impianto tramite i conduttori di protezione PE (o PEN) dell'impianto.
- (D) Magliatura delle masse di una parte dell'impianto collegata alle strutture metalliche o agli elementi complementari delle maglie (E).
- (E) Shunt realizzati tra le discese dei parafulmini e le maglie di massa per evitare eventuali inneschi d'arco (rischi d'incendio).



Terra e compatibilità elettromagnetica

Come abbiamo appena visto la terra gioca un ruolo molto specifico (ma parziale poichè occorre anche considerare il contributo delle linee di alimentazione rete del sito) nei confronti delle scariche dei fulmini.

Per la maggior parte degli altri fenomeni «EMC» da trattare (transitori, correnti o campi irradiati ad alta frequenza «AF»), i conduttori di terra la cui lunghezza e topologia di distribuzione (collegamento a stella in parallelo con i conduttori attivi) con impedenze molto elevate in alta frequenza «AF», non potranno essere di alcuna utilità senza l'utilizzo di una rete magliata.



Le masse

Simbolo: 

Definizione generale

Una massa è un punto o piano di collegamento equipotenziale collegato o meno alla terra, che serve di riferimento ad un circuito o sistema.

Nota : una massa il cui potenziale è stabilito in modo intenzionale deve essere oggetto di misure particolari d'isolamento e, in caso sia necessario di verifiche di collegamento.

Definizione relativa agli impianti elettrici

Una massa rappresenta qualsiasi parte conduttrice di un apparecchio, macchina o impianto accessibile al contatto normalmente non in tensione in servizio ordinario, ma che può assumere un potenziale pericoloso in caso di guasto.

Esempi di masse :

- struttura metallica di un edificio (carpenteria, tubazioni, ecc.),
- strutture delle macchine,
- armadi metallici, piastre di fondo degli armadi non verniciate,
- canaline metalliche,
- telaio di un trasformatore, di un controllore, ecc.,
- i cavi di colore verde-giallo (PE - PEN) di collegamento alla terra

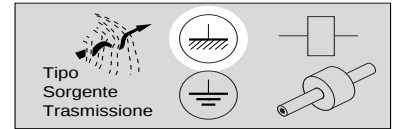
Masse e sicurezza delle persone e dei beni

La norma fondamentale IEC 364 oltre alle varie norme nazionali relative a impianti particolari descrivono le prescrizioni di costruzione in grado di garantire il raggiungimento di adeguati livelli di sicurezza.

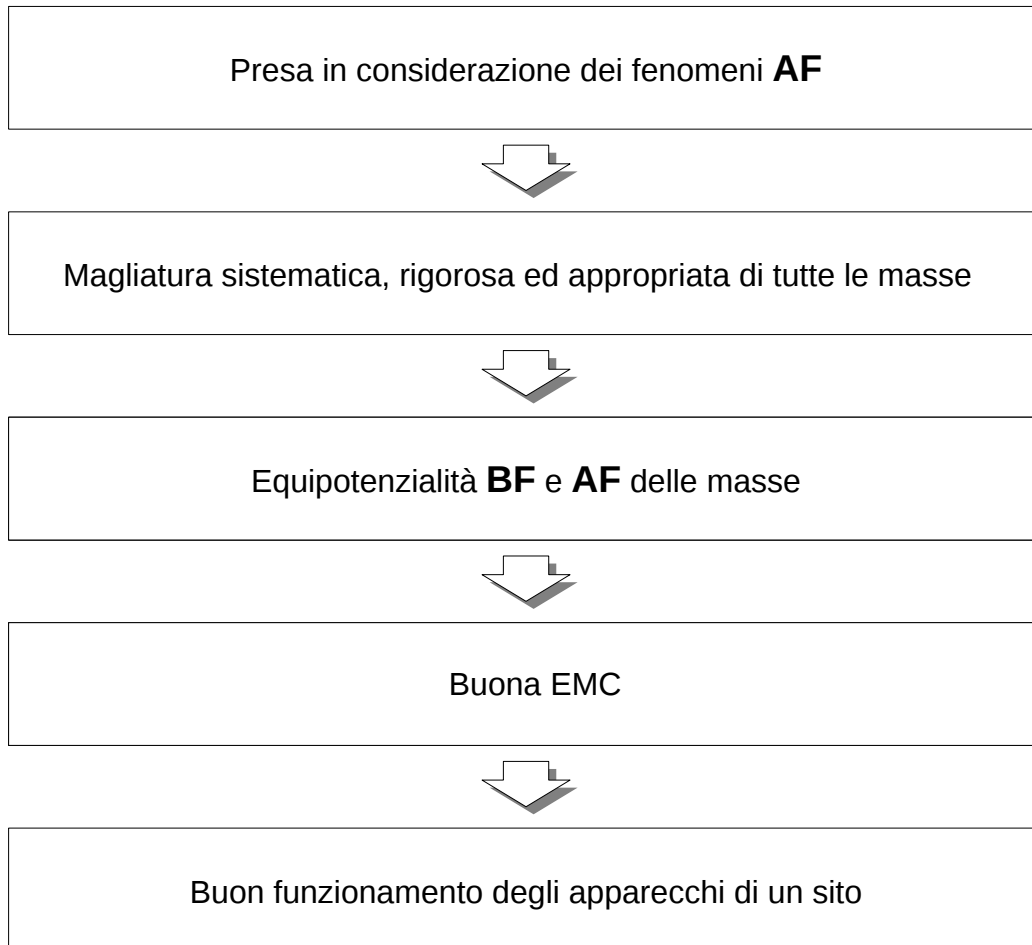
Qualunque sia il regime di neutro dell'impianto, è previsto l'impiego di conduttori di colore verde-giallo detti «PE» o «conduttori di protezione» d'impedenza definita per il collegamento delle masse alla terra e al sistema di alimentazione dell'impianto in modo che

- Nel normale funzionamento, o in caso di guasto (i) verso massa:
 - le correnti di guasto elevate vengono eliminate (sicurezza dei beni),
 - nessuna tensione pericolosa possa comparire tra due masse, massa e terra o struttura metallica (sicurezza delle persone),
- La sicurezza degli impianti che ha precedenza assoluta rispetto a qualsiasi altro aspetto e gli interventi ulteriori sul collegamento delle masse non dovranno in alcun caso provocare:
 - lo scollegamento di un «PE» (verde-giallo) di una massa,
 - l'aumento d'impedenza di qualsiasi collegamento «PE»,

Le masse



Masse e compatibilità elettromagnetica



1

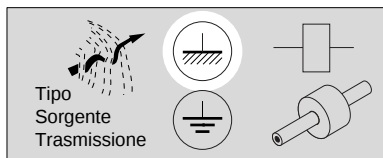
2

3

Comportamento in bassa frequenza «BF»

Esempio: con frequenza di rete (50 o 60 Hz).

L'equipotenzialità delle masse in bassa frequenza «BF» (50 Hz - 60 Hz) è sempre correttamente realizzata mediante cavi di colore verde-giallo (PE - PEN).



Le masse

Comportamento in alta frequenza «AF»

Abbiamo visto nel paragrafo riguardante la terra che quest'ultima gioca un ruolo relativamente limitato nei confronti dei fenomeni «EMC».

Al contrario le masse, situate nell'immediata prossimità degli apparecchi elettronici giocano il ruolo di «piano» di riferimento per i fenomeni in alta frequenza «AF» (così come alcuni eventi con frequenza 50/60 Hz) a condizione di risolvere in primo luogo il problema della loro equipotenzialità.

L'interconnessione delle masse realizzata dai conduttori di protezione con collegamento a stella presenta tra due punti talvolta vicini delle impedenze molto elevate in «AF». D'altra parte correnti di guasto elevate fanno insorgere delle differenze di potenziale tra due punti, e (schema TN-C) delle correnti significative possono circolare permanentemente nel PEN.

Risulta quindi necessario (senza limitare il ruolo dei PE) realizzare il massimo di collegamenti complementari (cavi di colore diverso dal verde-giallo) il cui diametro non dovrà essere inferiore al diametro minore dei PE collegati alle masse considerate. Questi collegamenti devono essere realizzati vicino alle masse degli apparecchi, percorsi di cavi, strutture metalliche esistenti o aggiunte appositamente, ecc.

A questi saranno collegati direttamente schermi, schermature, ritorni in modo comune dei dispositivi di filtraggio, ecc....

Una rete equipotenziale di massa a maglie fini
rispondente alle esigenze «EMC» verrà così costituita.

In alcuni casi eccezionali (correnti indotte a frequenza di rete, differenze di potenziale, ecc...) il collegamento alla rete di massa dovrà essere realizzato in modo appropriato (es. : ad un'estremità con condensatori idonei per lavorare in BF e capaci di sostenere tensioni elevate (AT)).

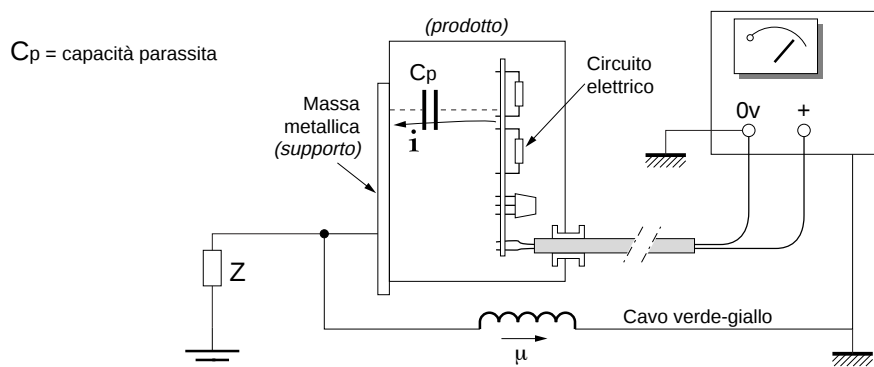
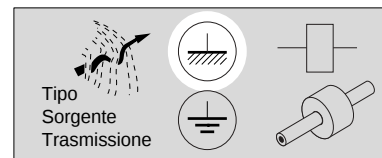
Corrente di dispersione nell'impianto

A causa della loro vicinanza ai circuiti elettrici dell'impianto, le masse formano con questi circuiti delle capacità parassite che sono all'origine della circolazione di correnti non volute attraverso i componenti e le masse.

In alcuni casi questo potrebbe tradursi con un funzionamento anomalo degli impianti (sganciamento delle protezioni differenziali...).

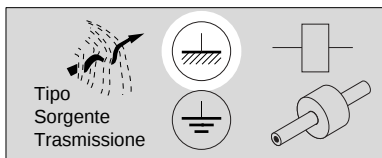
Questa materia verrà approfondita nei capitoli che riguardano i modi di trasmissione (disturbi irradiati, accoppiamento capacitivo).

Le masse



Il collegamento delle masse deve quindi essere realizzato con mezzi appropriati in bassa frequenza «BF» (sicurezza delle persone ...) e in alta frequenza «AF» (buona «EMC»).

Questo può essere realizzato in modo efficace da un punto di vista tecnico ed economico: - **se il problema viene affrontato in fase di PROGETTAZIONE,**
- **se vi è la competenza nella realizzazione «AF» di un impianto**



Le masse

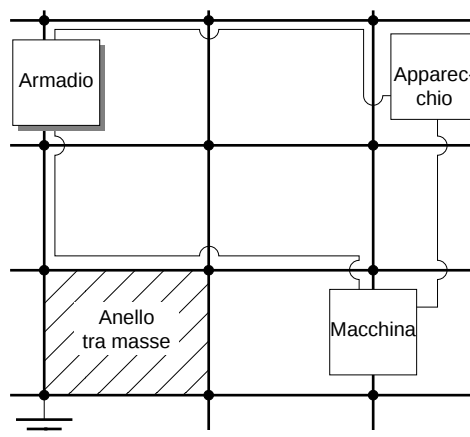
Anelli tra masse

1

Un anello tra masse è la superficie compresa tra due o più cavi di massa.

2

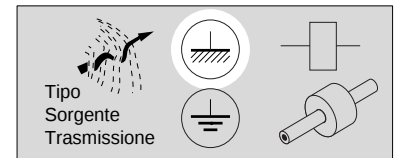
3



Gli anelli tra masse sono il risultato di un sistema a maglie sistematico e rigoroso che consente di garantire l'equipotenzialità di un sito.

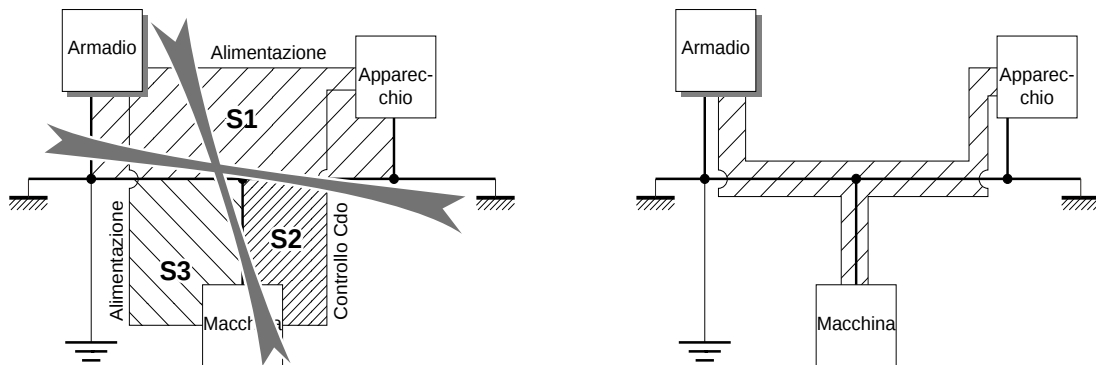
Occorre assolutamente moltiplicare i collegamenti tra tutte le masse.

Le masse



Anello di massa

Un anello di massa è la superficie compresa tra un cavo funzionale (cavi d'alimentazione, di controllo, rete di comunicazione...) ed il conduttore o la massa meccanica più vicina.

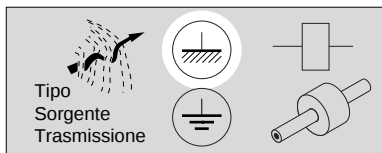


Il numero di anelli di massa è pari al numero di cavi funzionali esistenti

È fondamentale ridurre la superficie degli anelli di massa

facendo passare i cavi funzionali per tutta la loro lunghezza, il più vicino possibile alle masse.

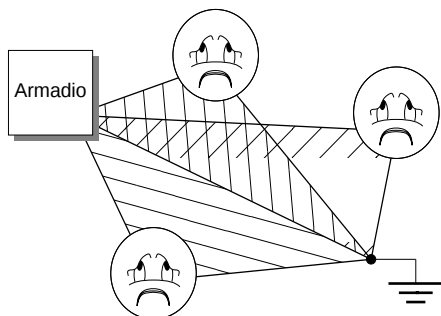
*Gli anelli di massa sono la sorgente principale dei problemi di «EMC»,
in quanto rendono particolarmente efficace l'accoppiamento dei disturbi irraggiati.*



Le masse

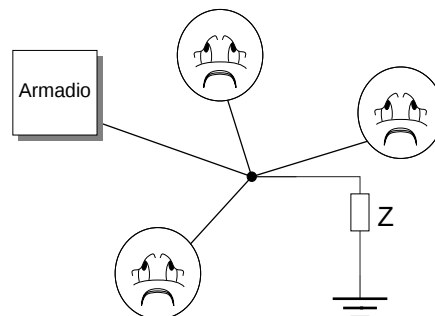
Evitare i collegamenti a stella delle masse alla terra

1

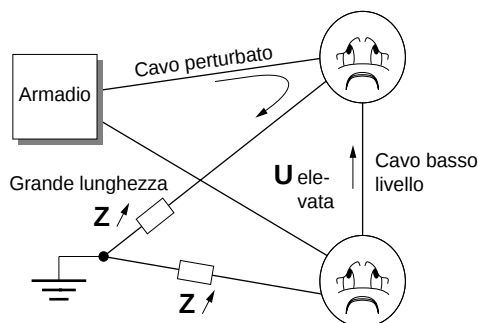
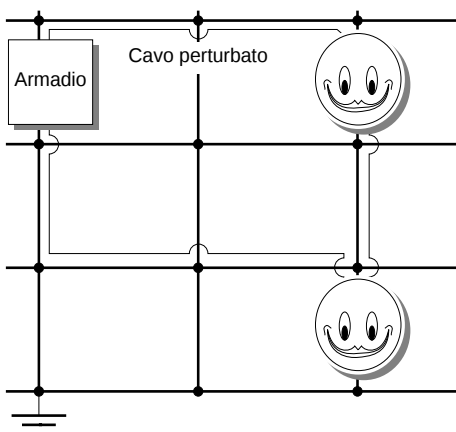


Anello di massa di grande superficie

2



3



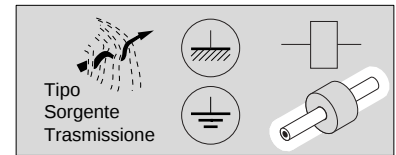
Forte impedenza comune
==> ddp tra gli apparecchi



Occorre evitare assolutamente il collegamento a stella delle masse alla terra

Solo un collegamento a maglie sistematico e rigoroso delle masse tra di loro consente di ottenere una buona equipotenzialità in alta frequenza «AF» del sito.

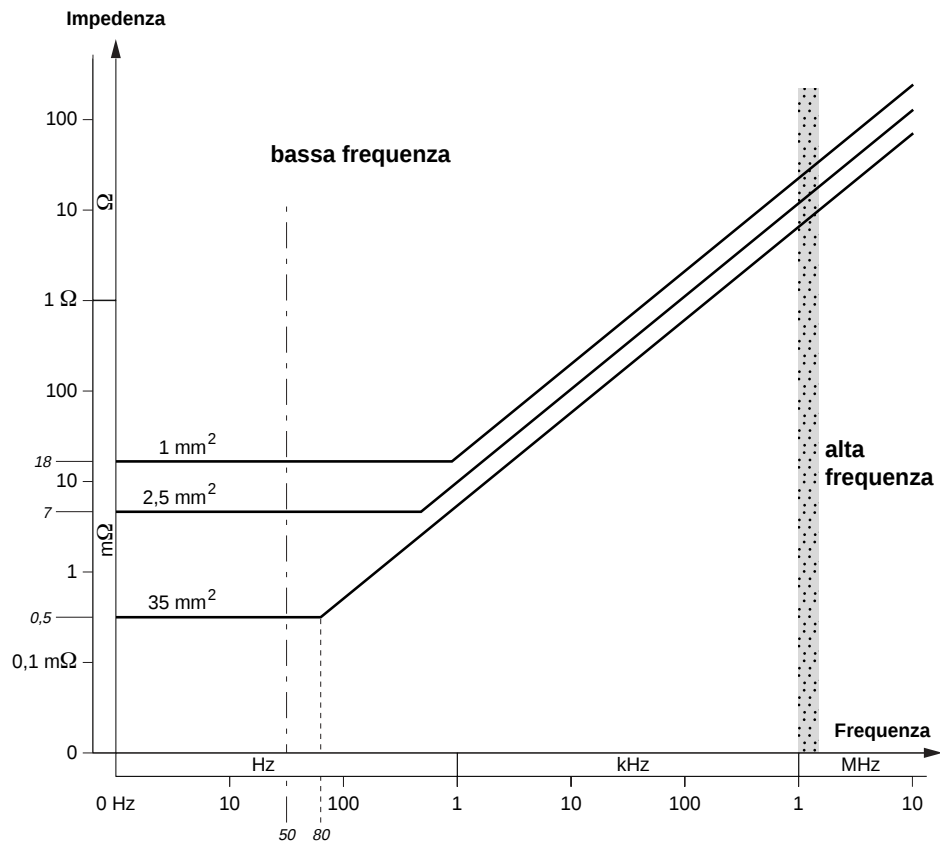
I cavi



Comportamento di un conduttore in frequenza

Il livello di compatibilità elettromagnetica (EMC) in un apparecchio è legato agli accoppiamenti tra i circuiti, che dipendono direttamente dalle impedenze dei collegamenti tra questi.

I conduttori utilizzati e la loro messa in opera sono importanti nel comportamento elettromagnetico dell'impianto.



Valori caratteristici dell'impedenza di un conduttore elettrico di lunghezza $L = 1$ m

A 100 kHz 2 cavi da 1 mm² in parallelo hanno un'impedenza minore di un cavo da 35 mm²
 ==> da cui l'importanza del sistema di collegamento a maglia



I cavi

Comportamento in bassa frequenza «BF»

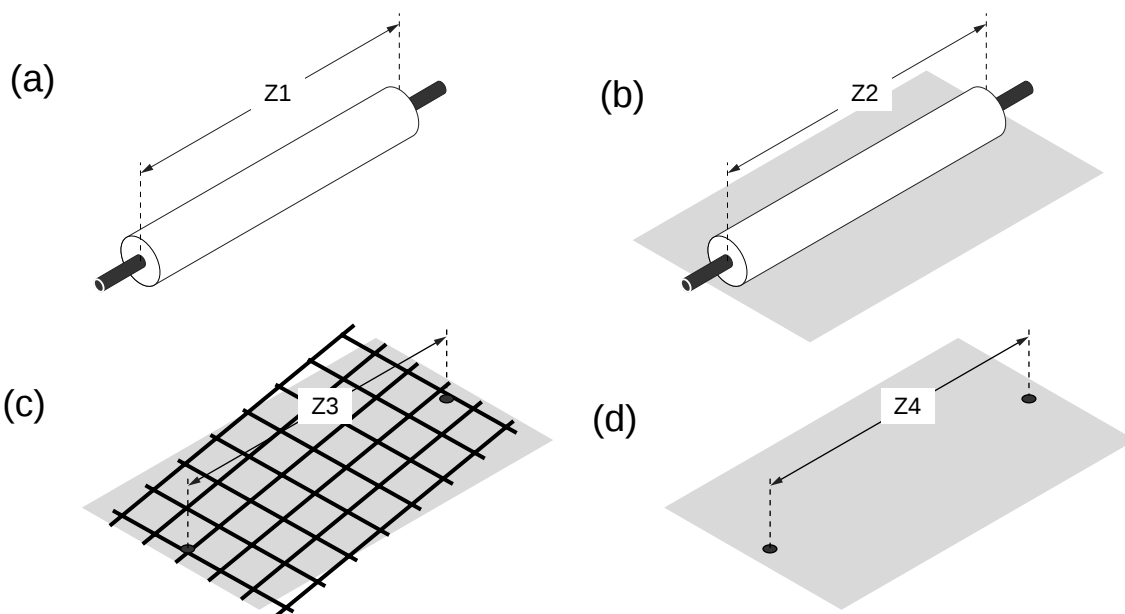
In bassa frequenza «BF», la corrente sfrutta l'intera sezione del conduttore mentre in alta frequenza «AF» l'effetto pelle diventa significativo. La circolazione di corrente si concentra alla superficie del conduttore.

A bassa frequenza «BF» (50 Hz - 60 Hz) il diametro del cavo è determinante

Comportamento in alta frequenza «AF»

In alta frequenza «AF» ($F \simeq > 1... 5 \text{ MHz} \dots$)

- il perimetro della sezione del conduttore è determinante (effetto pelle)
- La sezione del conduttore è poco significativa
- la lunghezza del cavo è determinante

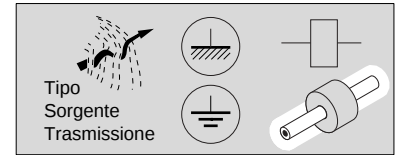


In base ai diversi casi:

- a : Z1, cavo in aria (induttanza di linea: $l \approx 1 \mu\text{H/m}$).
- b : Z2, cavo fissato su superficie metallica.
- c : Z3, rete metallica con contatto ad ogni incrocio (ad esempio ferro da cemento saldato).
- d : Z4, piano in metallo.

A parità di lunghezza, le impedenze di linea sono nell'ordine $Z1 > Z2 > Z3 > Z4$

I cavi



Lunghezza e sezione di un conduttore

L'impedenza di un conduttore dipende principalmente dalla sua induttanza, proporzionale alla lunghezza del cavo.

Questa induttanza diventa fondamentale al di sopra di 1 kHz per un cavo standard.

Questo significa che, per un conduttore di alcuni metri, l'impedenza sarà:

- in corrente continua o a bassa frequenza «BF» di alcuni «milliohm»
- intorno ad 1 MHz di alcuni ohm
- ad alta frequenza «AF» ($\simeq 100$ MHz ...) di molte centinaia di ohm



Se la lunghezza di un conduttore supera 1/30 della lunghezza d'onda del segnale trasmesso, l'impedenza del cavo diventa «infinita».

==> l'impianto si comporta quindi come se non ci fosse conduttore.

$$L_{(m)} > \frac{\lambda}{30}$$

λ : lunghezza d'onda del segnale trasmesso

$$\lambda > \frac{300}{F_{(MHz)}}$$

F : frequenza del segnale trasmesso in MHz

$$L > \frac{10}{F_{(MHz)}}$$

L : lunghezza del conduttore in metri

 Un conduttore non serve a nulla se $L > \frac{10}{F_{(MHz)}}$. Esempio: cavo di messa a terra



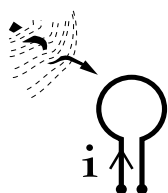
I cavi

Effetto antenna di un conduttore

I conduttori sono delle antenne sulle quali può agire il campo irradiato. Questi conduttori possono ugualmente emettere quando sono percorsi da una corrente ad alta frequenza «AF»

1

Campo magnetico $\vec{H}$

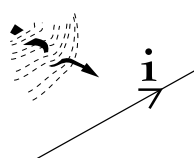


Anello = antenna
"Ricevitore"

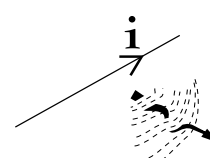


Anello = antenna
"Emettitore"

Campo elettrico $\vec{E}$



Conduttore = antenna
"Ricevitore"



Conduttore = antenna
"Emettitore"

2

3

Lunghezza delle antenne

Per alcune lunghezze di conduttori in relazione con la lunghezza d'onda del segnale irradiato, l'effetto antenna diventa molto rilevante.

① $L = \frac{\lambda}{4}$ Antenna detta "quarto d'onda"

$$L_{(m)} > \frac{75}{F_{(MHz)}} \implies \text{Antenna adattata}$$

Esempio: $F = 100 \text{ MHz}$ $L > \frac{75}{100} = 0,75 \text{ m}$

Alla frequenza di 100 MHz, un conduttore di lunghezza $L > 0,75 \text{ m}$ si comporta come una buona antenna.

② $L = \frac{\lambda}{2}$ Antenna detta "mezza onda"

I cavi



Cavo verde-giallo PE-PEN

Nei vecchi impianti relazionati senza tenere conto dei fenomeni «AF», la lunghezza dei conduttori verde-giallo (PE-PEN) è tale ($L > 1$ a 2 m) che:

- ==> *contribuiscono efficacemente all'equipotenzialità «BF» (50 Hz - 60 Hz) del sito e quindi alla sicurezza delle persone e dei beni (CEI 64-8).*
- ==> *non giocano praticamente alcun ruolo sull'equipotenzialità «AF» del sito e quindi sulla "EMC".*

1

2

3

Interconnessione delle masse

È indispensabile realizzare una magliatura rigorosa e sistematica di tutte le masse se si vuole ottenere un'equipotenzialità «AF».

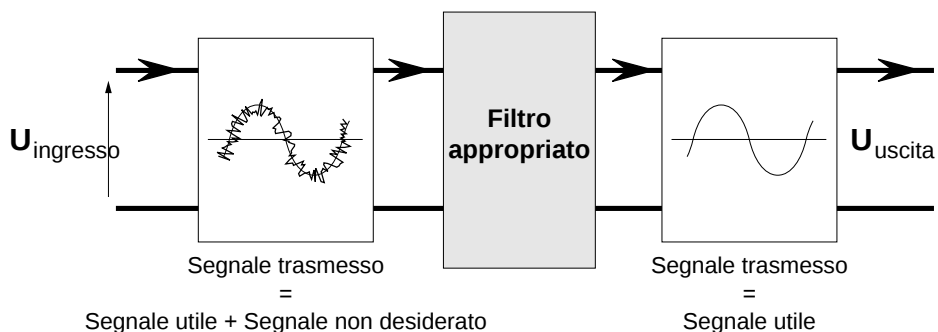
- ==> *se la lunghezza del cavo di massa è eccessiva ($L > 10 / F$ (MHz)) l'impianto diventa flottante, con comparsa inevitabile di differenze di potenziale tra i materiali e circolazione di correnti indesiderabili.*



I filtri

Funzione di un filtro

I filtri svolgono la funzione di lasciar passare i segnali utili e di eliminare la parte indesiderabile del segnale trasmesso.



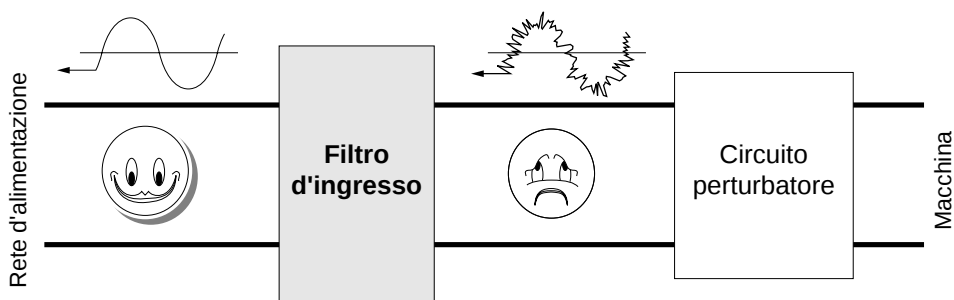
Campo d'impiego:

- filtri anti-armoniche $F \leq 2,5 \text{ kHz}$
- filtri RFI (Radio-disturbi condotti) $F \leq 30 \text{ MHz}$

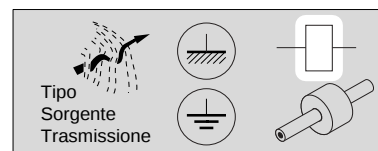
Senso di azione:

- filtri d'ingresso
- esempio: filtri anti-armoniche, filtri RFI

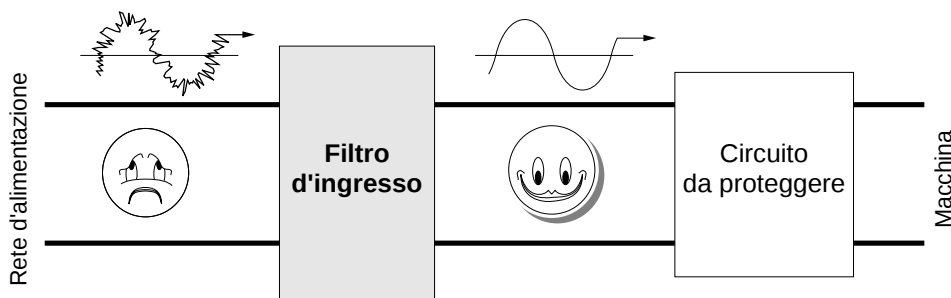
Proteggono la rete d'alimentazione dai disturbi generati dall'apparecchio alimentato.



I filtri

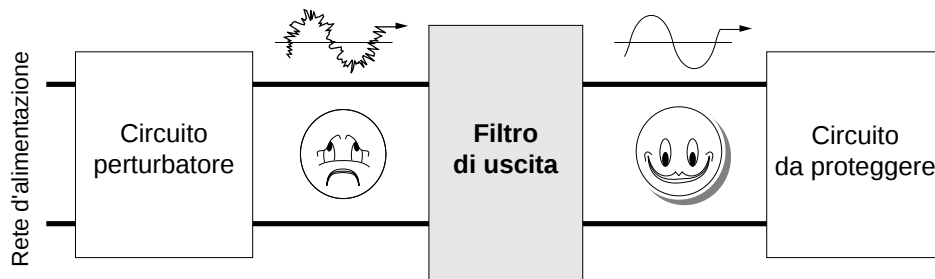


Proteggono ugualmente l'apparecchio dai disturbi provenienti dalla rete di alimentazione.



- Filtri di uscita
Esempio: filtri «sinus»

Proteggono il carico contro i disturbi provenienti dall'apparecchio.



I diversi filtri

Tipo di filtraggio:

- i filtri “modo differenziale”
- i filtri “modo comune”
- i filtri completi garantiscono il filtraggio modo comune e differenziale.

La tecnologia

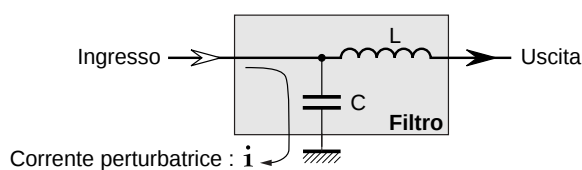
- i filtri passivi
- i compensatori attivi



I filtri

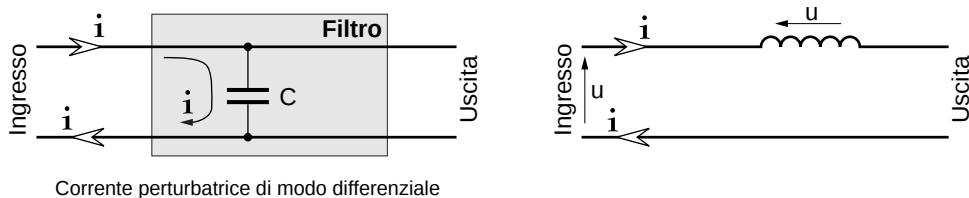
Principio del filtraggio passivo = disadattamento d'impedenza

- fare sbarramento ai disturbi : induttanza in serie ($Z = L\omega$)
- scaricare i disturbi : capacità in parallelo ($Z = \frac{1}{C\omega}$)
- unire i due effetti



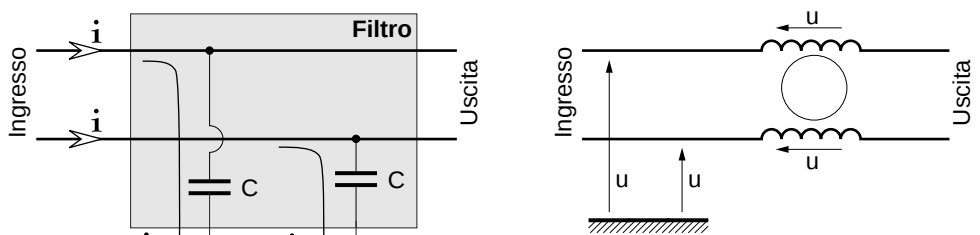
- dissipare i disturbi in energia: le ferriti

Il filtraggio passivo «di modo differenziale»



Corrente perturbatrice di modo differenziale

Il filtraggio passivo «di modo comune»



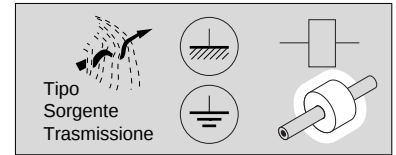
Corrente perturbatrice di modo comune

In modo differenziale, le 2 induttanze si annullano perchè avvolte in senso inverso sullo stesso nucleo

Principio del compensatore attivo

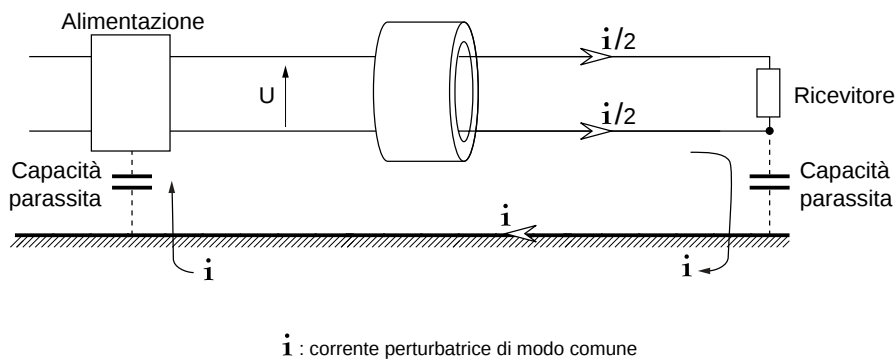
- utilizzato solo per il filtraggio delle correnti armoniche,
- genera un segnale complementare al segnale di disturbo per ricostituire un segnale originale.

Le ferriti



Si tratta di filtri modo comune in alta frequenza «AF».

Le ferriti sono composte da materiale ad elevato grado di permeabilità magnetica.



La ferrite utilizza due principi:

- l'induttanza di modo comune (vedere paragrafo filtri)
- l'assorbimento con perdite joule (riscaldamento) indotte dai disturbi «AF» di modo comune.

Questi due principi portano ad un'impedenza di modo comune la cui efficacia dipende dal suo rapporto nei confronti dell'impedenza del circuito da proteggere .

Indice

A

Accoppiamenti: 1- 30
Accoppiamento: 1- 32
AF : 1- 9
Alimentazione: 1- 18
Anello: 1- 46, 1- 47
Antenna: 1- 52
Applicazione: 1- 6
Armoniche: 1- 10

B

BF: 1- 9

C

Capacità : 1- 4
Carichi: 1- 20, 1- 23
Cavi: 1-50
Collegamenti: 1- 40
Collegamento: 1-41, 1-48
Commutazione: 1- 20
Compatibilità: 1- 5
Comportamento: 1- 3, 1- 4
Conduttore : 1- 49
Conduzione: 1- 32
Contatti: 1- 20

D

Disaccoppiamento: 1- 38
Disturbi: 1- 9, 1- 18, 1- 29
Disturbo: 1- 7, 1- 38

E

Elettromagnetica: 1- 5
Elettrostatiche: 1- 16
EMC : 1- 5
Emissioni: 1- 8

F

Filtri: 1- 55
Fluorescente: 1- 27
Fonti: 1-20
Frequenza: 1- 3, 1- 4, 1- 9, 1- 49

I

Illuminazione: 1- 27
Induttanza : 1- 4
Induttivi: 1- 20, 1- 23
Interconnessione: 1- 53
Irradiazione: 1-34

1

2

3

Indice

L

Lunghezza: 1- 51

M

Masse: 1- 42, 1- 53

Modi: 1- 30

Motori: 1- 25

O

Origine: 1- 8

P

Pubblica: 1- 18

R

Rete: 1- 18

Ripartizione: 1- 29

S

Saldatura: 1- 28

Scariche: 1- 16

Secco: 1- 20

Semiconduttori: 1-23

Sezione: 1- 51

Sicurezza: 1- 42

Spettro: 1- 29

Stella: 1- 48

T

Terra: 1- 40

Tipi: 1- 7

Transitori: 1- 14

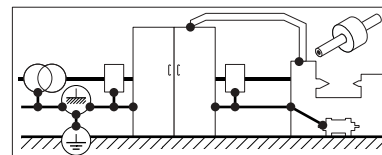
Trasmissione: 1- 30

1

2

3

CAPITOLO 2



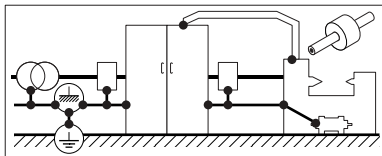
CONSEGUIMENTO DELLA COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA NELL'IMPIANTO

1

2

3

-- *REGOLE DELL'ARTE* --



Introduzione

La progettazione, la realizzazione, la modifica o la manutenzione di un apparecchio cominciano sempre da uno studio avente lo scopo di stabilire:

- le caratteristiche dei materiali e dei componenti in grado di adempiere la funzione desiderata,
- le regole di progettazione meccaniche ed elettriche in grado di garantire la funzione desiderata.

1

Questo studio è stato sviluppato tenendo conto dei limiti tecnico-economici.

Da questo punto di vista, consigliamo di preoccuparsi di **garantire la compatibilità elettromagnetica a partire dalla fase di progettazione di un impianto.**

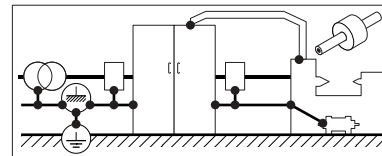
3

Questo approccio rappresenta la migliore garanzia contro funzionamenti anomali e costi imprevisti.

Non tenere conto della «EMC» in fase di studio del progetto produce un risparmio immediato valutabile in una percentuale minima del costo globale del lavoro (valutabile intorno al 3-5%).

In questo caso tuttavia, è spesso necessario realizzare modifiche al momento della messa in servizio dell'impianto. Il costo globale di queste modifiche, anche per il limitato margine di manovra, supera spesso alcune decine in percentuale. Inoltre questo provoca ulteriori ritardi nella consegna con inevitabili problemi nelle relazioni commerciali con il Cliente.

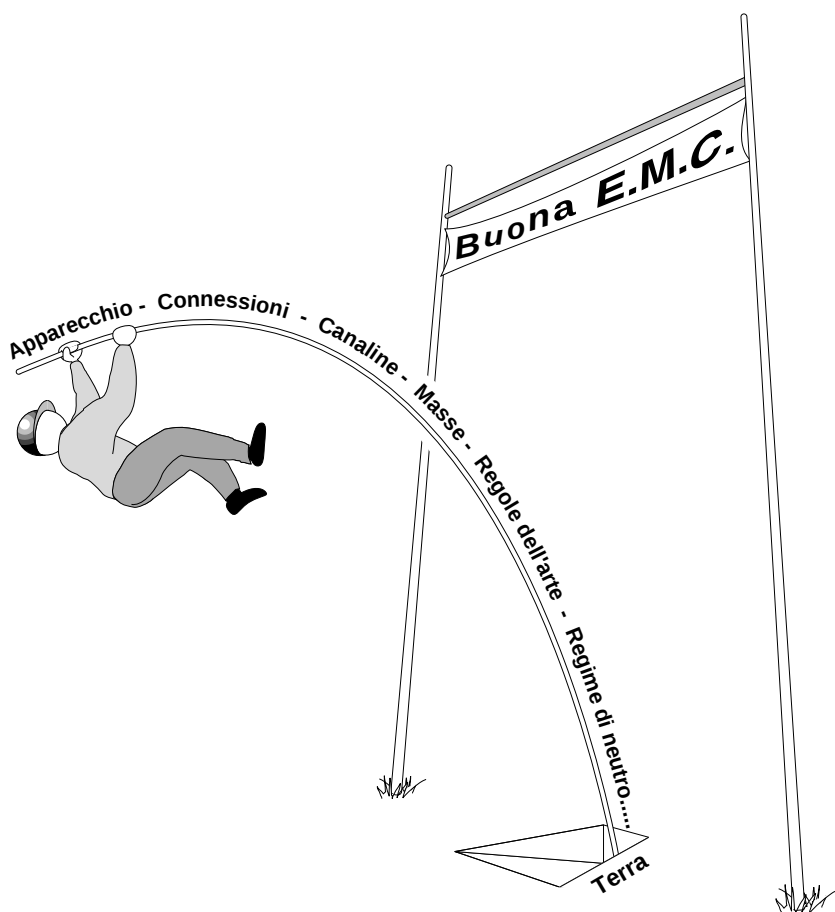
L'approccio «EMC»



L'approccio «EMC» deve essere globale.

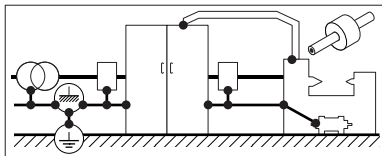
Il corretto funzionamento si basa su di una corretta progettazione, scelta e realizzazione di tutti gli elementi dell'impianto.

Qualunque sia la fase di vita dell'impianto, le REGOLE DELL'ARTE definite di seguito devono essere applicate con serietà e metodo.



La «EMC» e in particolare i fenomeni «AF» sono di complessa interpretazione. È necessario quindi tenere presente che non esistono soluzioni miracolose né verità universali in materia «EMC».

Tuttavia, anche se i limiti e quindi le azioni applicabili restano specifiche di ogni impianto, l'applicazione delle regole dell'arte garantisce le più alte probabilità di ottenere il corretto funzionamento dell'impianto.



L'approccio «EMC»

Progettazione di un nuovo impianto o di un'estensione

1

*DEFINIZIONE DEL CAMPO
NORMATIVO «EMC»*

- Norme generiche «EMC»
- Norme di prodotto

2

ANALIZZARE

- L'ambiente
- Esterno (rete pubblica, privata, sito, vicinanze...)
 - Interno (edificio, macchine, impianti vicini...)

3

DEFINIRE

I limiti legati al sito ed all'applicazione.

DETERMINARE

I prodotti e accessori «EMC» compatibili con i limiti esistenti (impianti, CAPITOLATI...).

STABILIRE

Le regole d'impianto necessarie ad ottenere una buona «EMC» (regole di collegamento, precauzioni...).

REALIZZARE

L'impianto rispettando rigorosamente le regole stabilite.

VERIFICARE

La buona realizzazione dell'impianto, il corretto funzionamento dell'apparecchiatura.

*MISURARE
EVENTUALMENTE*

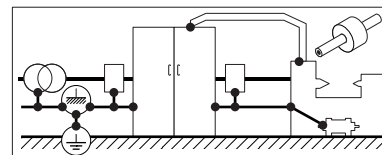
Se la norma lo richiede.

CORREGGERE

Se necessario.



L'approccio «EMC»

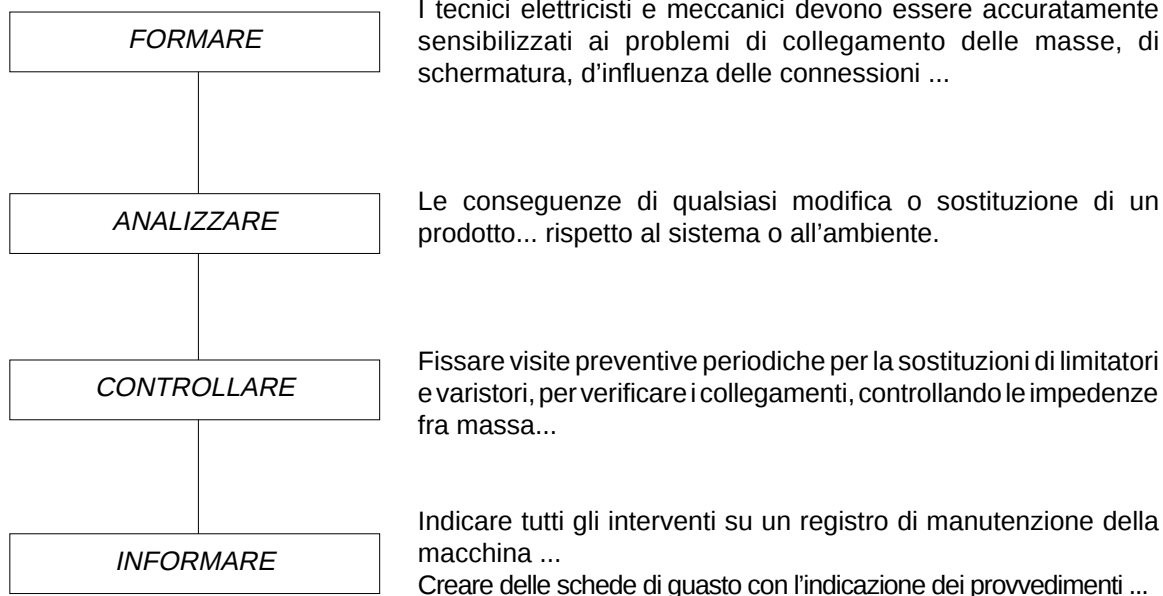


Manutenzione di un impianto

O

Evoluzione - aggiornamento del parco macchine

La manutenzione «EMC» è semplice, ma deve essere correttamente organizzata, pianificata e condotta con rigore.



1

2

3

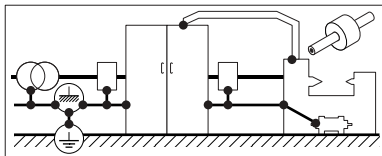
Il rispetto di queste regole è in ogni caso utile per l'utilizzatore, al di là della «EMC».

Occorre tenere sempre presente che è sufficiente una semplice usura del collegamento elettrico (corrosione, mancanza di continuità di schermatura, canalina non imbullonata) per deteriorare e danneggiare molto seriamente il comportamento «EMC» di un impianto.

Evoluzione del parco macchine, estensione della macchina...

L'approccio da adottare in questo caso deve essere lo stesso indicato precedentemente per la progettazione. È fondamentale realizzare un dossier completo delle modifiche apportate per facilitare la messa in servizio e gli interventi futuri.

Qualunque sia la fase di vita dell'impianto, le REGOLE DELL'ARTE definite di seguito devono essere applicate con serietà e rigore.



L'approccio «EMC»

Miglioramento di un impianto esistente

In tutti i casi di funzionamento anomalo è necessario ricercare e analizzare le cause.

1

**INFORMARSI
ASCOLTARE**

È necessario informarsi presso i responsabili, ma anche e soprattutto presso gli operatori.

2

IDENTIFICARE

- 1- La o le vittime.
Farsi un'idea precisa del guasto
- 2- La o le sorgenti di disturbo.
Valutare gli ordini di grandezza dei disturbi.
- 3- I modi di accoppiamento o il percorso delle perturbazioni.

3

CONSULTARE

Questa guida per comprendere i fenomeni ed identificare i problemi.
Leggere molto attentamente «le regole d'arte».

**DEFINIRE
LE PRIORITA'**

Dare priorità alle sorgenti di disturbo più importanti.
Effettuare per primi gli interventi che non richiedono modifiche profonde o arresti macchina troppo prolungati.
Trattare i punti d'ingresso dei disturbi uno per volta, fino all'ultimo.

**DEFINIRE
LE AZIONI**

Dopo essersi ben documentati sul problema anche con la lettura del capitolo relativo alle regole d'arte, effettuare un controllo dell'impianto, osservare attentamente tutti i punti importanti e annotare le azioni da intraprendere.

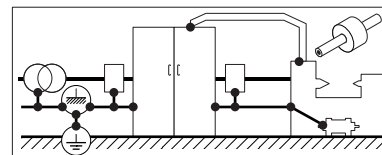
**REALIZZARE LE
AZIONI CORRETTIVE**

Lavorare con metodo e determinazione.
Trattare le azioni una ad una. All'inizio i risultati non sono visibili, a volte il problema peggiora, ma occorre continuare senza scoraggiarsi fino ad ottenere lo scopo prefisso.
Non eliminare mai provvisoriamente un rimedio. Solo alla fine, dopo aver ottenuto il risultato desiderato sarà possibile eliminare questo o quel rimedio solo se crea veramente problemi di disturbo all'impianto.
A questo punto ci si renderà conto che spesso i rimedi ritenuti inutili all'inizio concorrono attivamente al corretto funzionamento dell'impianto.

Se non risulta possibile riprodurre l'inconveniente o in caso di problema grave, potrà essere necessario ricorrere all'appoggio o all'intervento di un tecnico «EMC» con perfetta conoscenza dei prodotti in oggetto



Le regole dell'arte



L'evoluzione delle tecnologie e delle tecniche consente di progettare e realizzare prodotti, macchine ... con prestazioni sempre più elevate.

Questo implica un'evoluzione dei vincoli che porta a far evolvere le regole d'arte nella progettazione degli impianti.

Le regole d'arte sono l'insieme delle nozioni di cui è necessario tenere conto per una corretta realizzazione degli apparecchi e degli impianti elettrici.

1

Il rispetto di queste regole consente di limitare in modo significativo i vincoli e i costi dovuti ai problemi «EMC» più correnti.

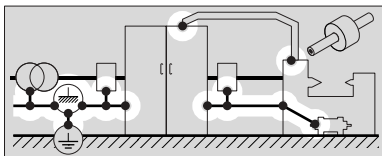
2

SCELTA DEI COMPONENTI	
Fenomeni in bassa frequenza «BF»	Fenomeni in alta frequenza «AF»
• Sistemi di protezione • Filtraggio • Lunghezza dei cavi	• EQUIPOTENZIALITA' delle masse (rete) • Attento smistamento dei cavi • Scelta dei cavi • Collegamenti curati per tener conto dell'«AF» • Schermatura dei cavi • Canaline e percorsi dei cavi • Lunghezza dei cavi
Prevalenza dei sistemi di protezione	Prevalenza delle tecniche impiantistiche

3

Soggetti interessati:

- La rete di massa pagina 8,
- L'alimentazione pagina 18,
- L'armadio pagina 26,
- I cavi pagina 32,
- Le regole di collegamento ... pagina 36,
- I percorsi dei cavi pagina 44,
- Le connessioni pagina 52,
- I filtri pagina 56,
- I dispositivi di protezione pagina 60,
- Le ferriti pagina 62.



La rete di massa

Presentazione

***L'EQUIPOTENZIALITÀ in bassa e alta frequenza delle masse
è una regola d'oro in «EMC».***

1

 Equipotenzialità «BF» e «AF» del sito

==> con una rete specifica adatta, ecc ...

2

 Equipotenzialità «BF» e «AF» locale

==> con una magliatura di tutte le masse e se necessario la realizzazione di un piano di massa specifico adattato, ecc ..

3

*Realizzare una magliatura rigorosa di tutte le strutture metalliche, intelaiature, strutture,
conduttori di massa ... tra loro.*

 Connessioni

(vedere il paragrafo «le connessioni» riportato più avanti in questo capitolo)

==> *Una cura particolare deve essere dedicata alla realizzazione delle connessioni per assicurare qualità e durata in «BF» e «AF».*

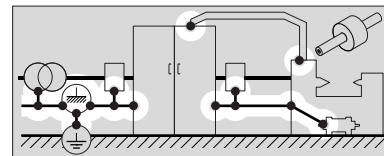
==> *Connessione diretta (senza conduttore) metallo/metallo con collegamento bullonato.*

==> *Connessione mediante treccia in metallo o qualsiasi altro collegamento largo e corto.*

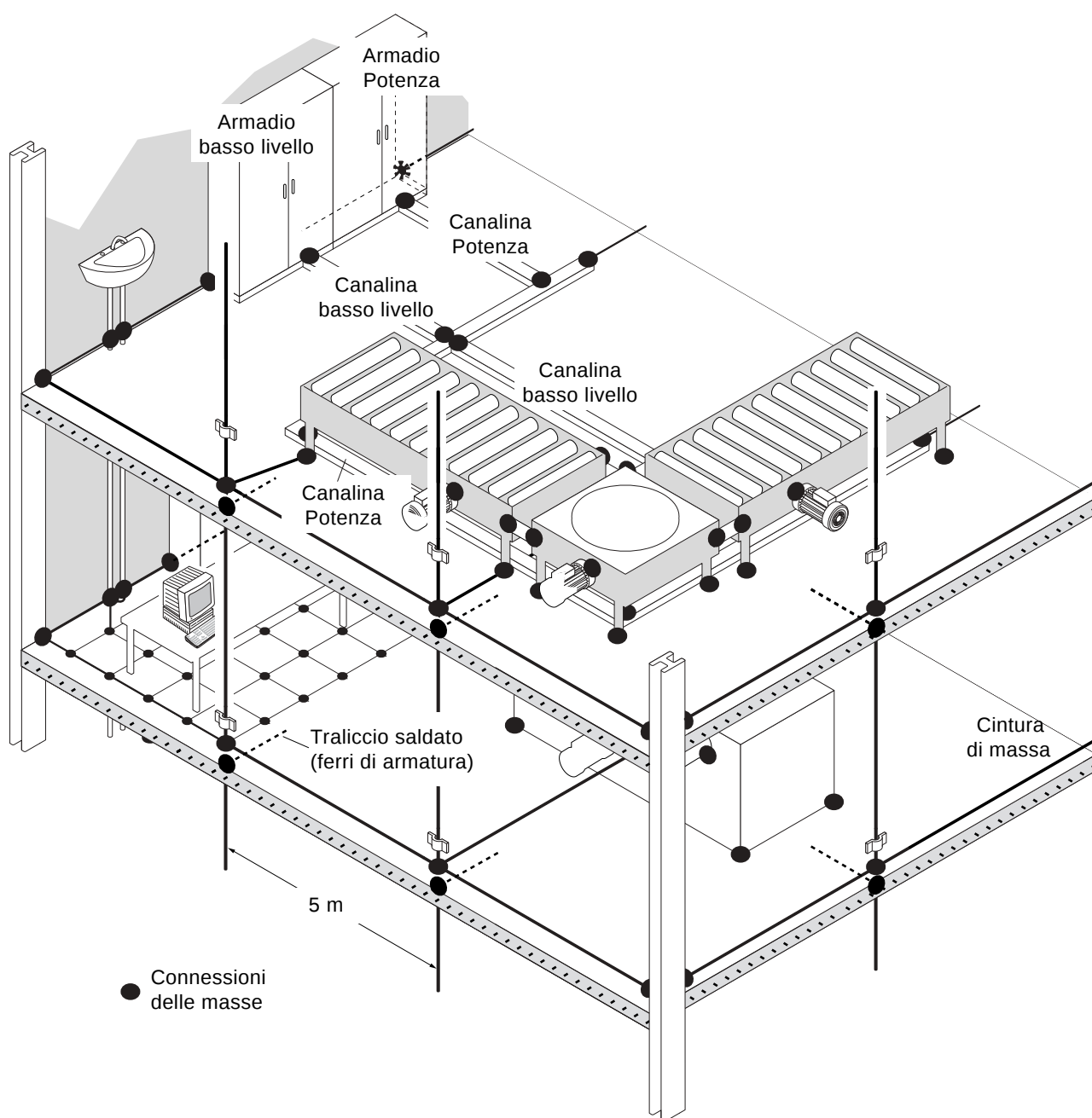


Attenzione alla vernice e ai rivestimenti isolanti...

La rete di massa



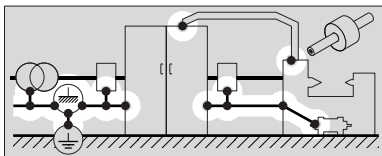
L'edificio



1

2

3



La rete di massa

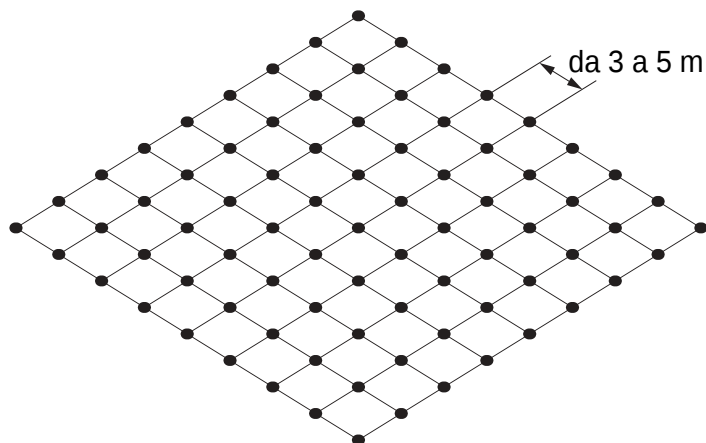
L'edificio (segue)

1

Equipotenzialità «BF» e «AF» del sito

==> Realizzare un piano di massa e una cintura di massa per piano (ferri di armatura saldati e colati nella soletta di cemento, pavimento sopraelevato con quadrettatura in conduttore rame ...).

2



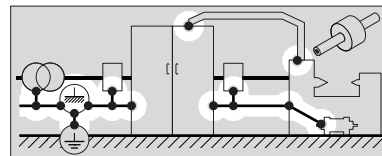
3

==> Collegare tutte le strutture metalliche dell'edificio alla rete di massa (elementi di carpenteria metallica, armature in cemento saldato, tubature e condotti metallici, canaline, trasportatori, telai metallici, grigliati ...)

==> Nelle zone destinate a contenere materiali suscettibili ai disturbi (informatica, misura...) è consigliabile la realizzazione di un piano di massa speciale a maglie molto strette.

==> Ecc ...

La rete di massa



L'apparecchio/ la macchina

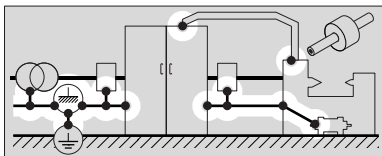
 Equipotenzialità locale «BF» e «AF» dell'apparecchio o della macchina.

- ==> Collegare fra loro tutte le strutture metalliche di uno stesso apparecchio (armadio, piastra del piano di massa fondo armadio, canaline, tubature e condotti, strutture e intelaiature metalliche della macchina ...).
- ==> Aggiungere se necessario dei conduttori di massa destinati a perfezionare la rete delle masse, (in un cavo le due estremità di ogni conduttore non utilizzato devono essere collegate alla massa).
- ==> Collegare la rete di massa locale alla rete di massa del sito ripartendo e moltiplicando al massimo le connessioni.

1

2

3



La rete di massa

L'armadio

(vedere il paragrafo «l'installazione dei componenti» riportato più avanti nel presente capitolo).

1

 **Equipotenzialità «BF» e «AF» dell'armadio e dei suoi componenti.**

==> Ogni armadio deve comprendere una piastra di fondo quale piano di massa.



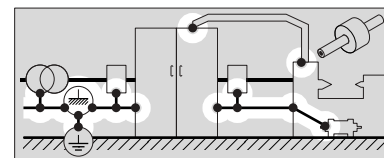
Attenzione alle piastre di fondo armadio coperte da vernice o da qualsiasi altro rivestimento isolante.

3

==> Tutte le masse metalliche dei componenti e degli elementi montati all'interno dell'armadio dovranno essere imbullonate direttamente sulla piastra del piano di massa per garantire un contatto metallo/metallo durevole e di qualità.

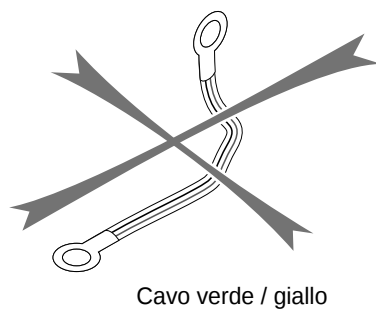
==> Il cavo di terra verde-giallo a causa della sua lunghezza eccessiva non può in genere assicurare un collegamento di qualità alla massa in «AF».

La rete di massa

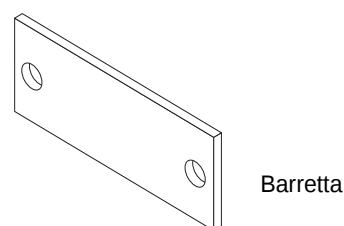


Collegamenti elettrici (complementari ai fini della EMC in “AF”)

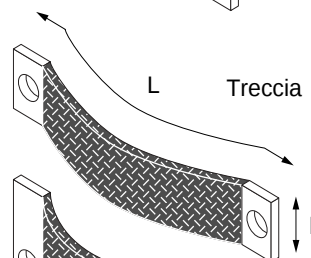
PE - PEN



Cavo verde / giallo



Barretta



L

Treccia

I

$$\frac{L}{I} < 3$$

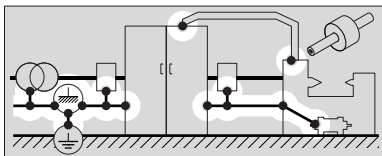


**Equipotenzialità - Magliatura - Continuità -
Sicurezza IEC 364**

1

2

3



La rete di massa

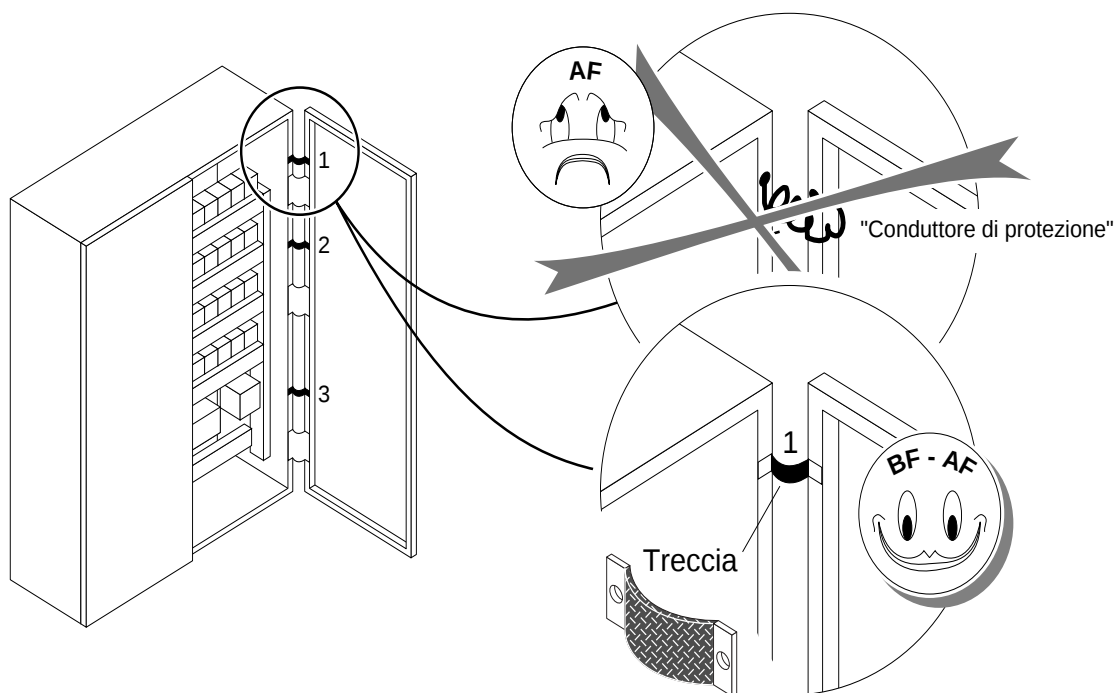
Interconnessioni «concatenamento» delle masse

-- ARMADIO --

1

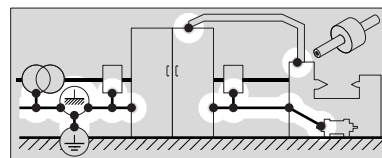
2

3



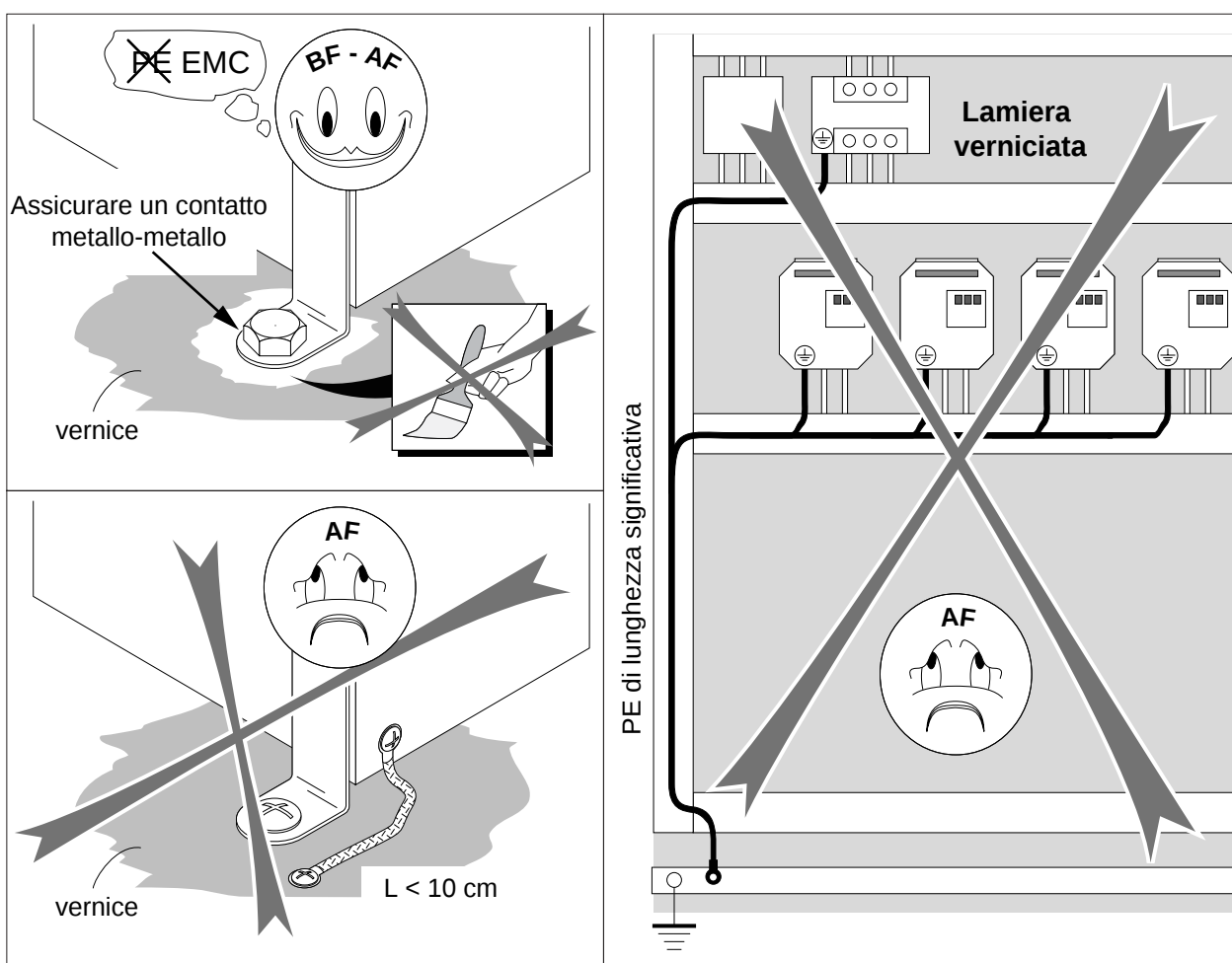
**Equipotenzialità - Magliatura - Continuità -
Sicurezza IEC 364**

La rete di massa

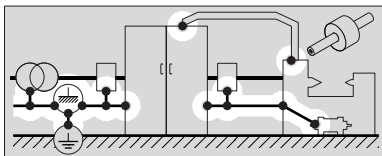


Interconnessioni «concatenamento» delle masse

-- ARMADIO --



**Equipotenzialità - Magliatura - Continuità -
Sicurezza IEC 364**



La rete di massa

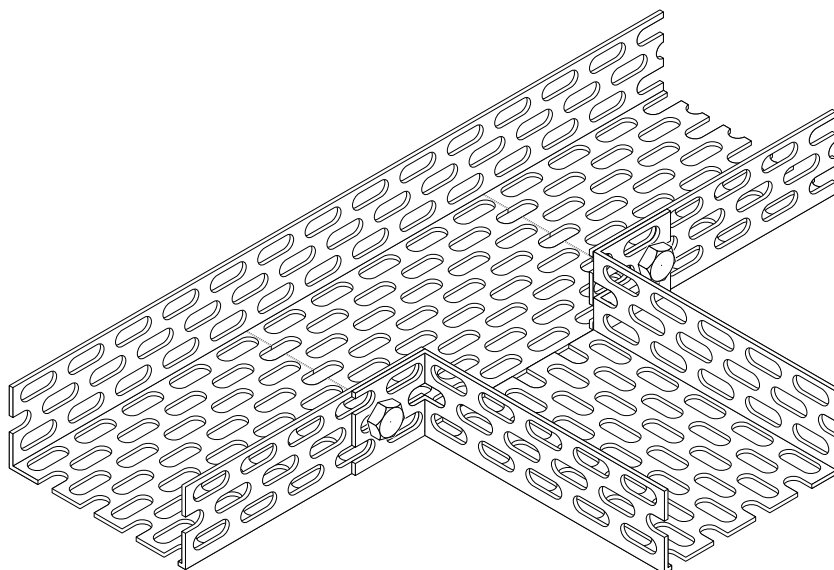
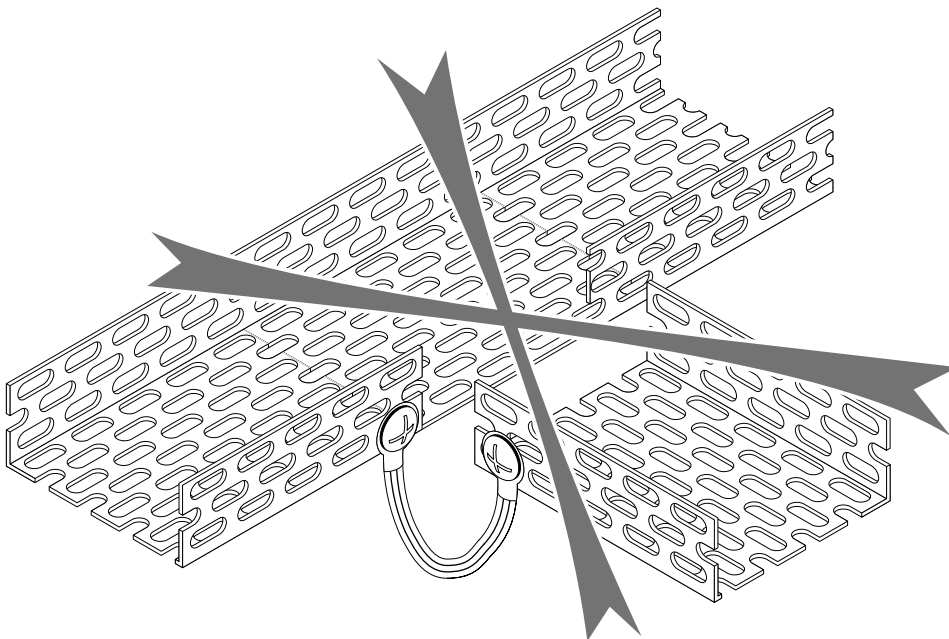
Interconnessioni «concatenamento» delle masse

-- INSTALLAZIONE --

1

2

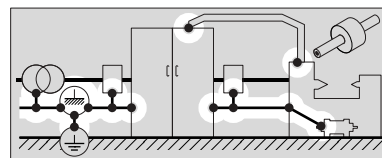
3



Equipotenzialità - Magliatura - Continuità -

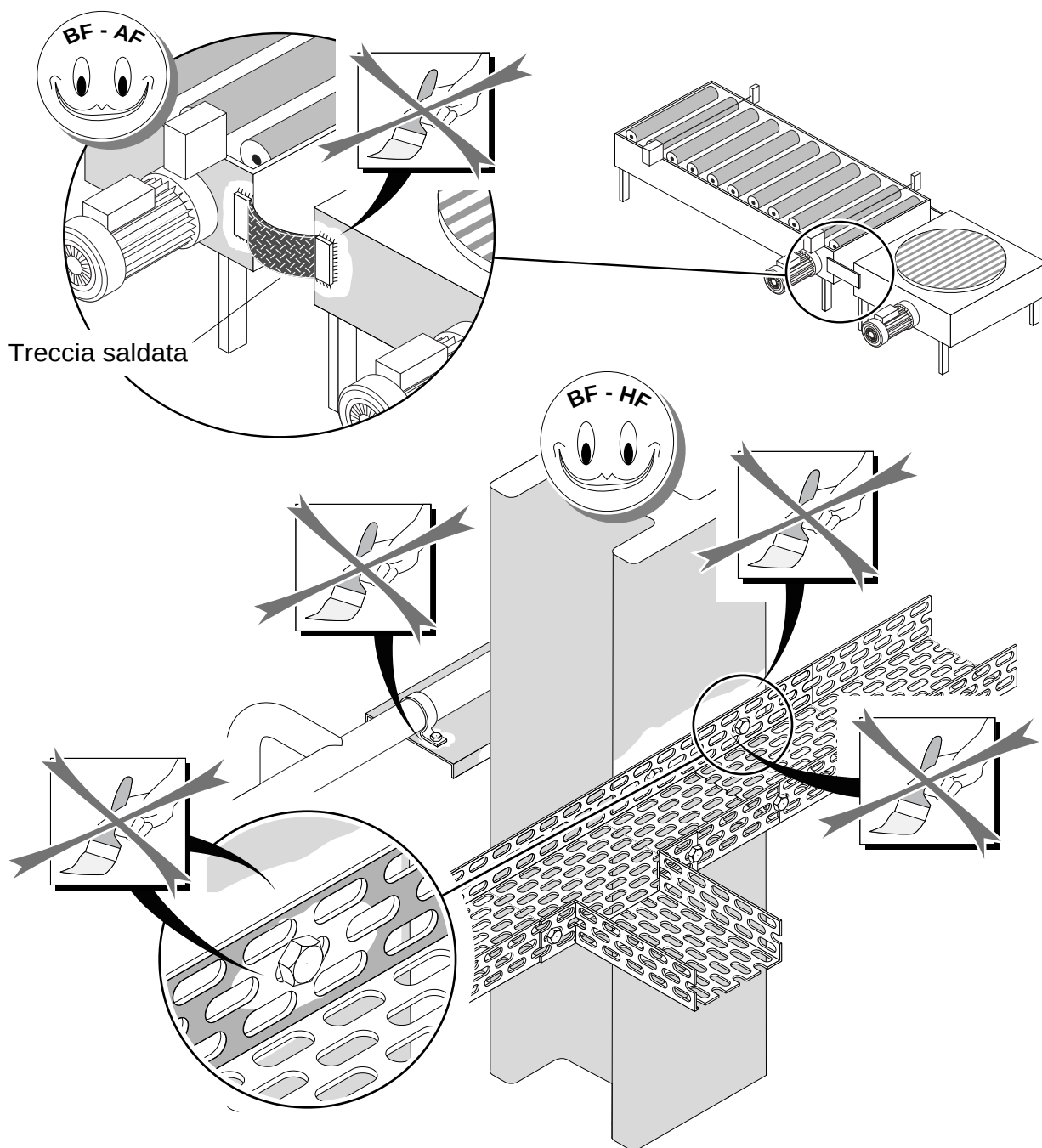
Sicurezza IEC 364

La rete di massa



Interconnessioni «concatenamento» delle masse

-- INSTALLAZIONE --



1

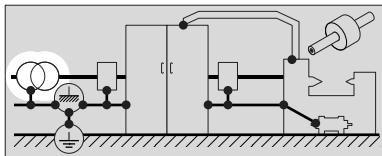
2

3



Equipotenzialità - Magliatura - Continuità -

Sicurezza IEC 364



L'alimentazione

Scopo

Fornire un'energia di qualità ma anche una disponibilità che consenta di ottenere il funzionamento corretto dell'impianto.

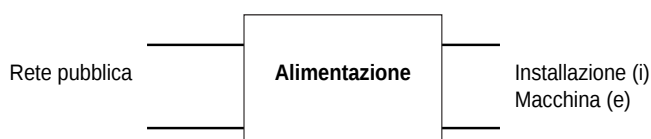
1

L'alimentazione è in genere un'interfaccia tra diverse reti. Esempi:

- la rete pubblica «BT» e gli utenti abbonati,
- la rete «AT» e le reti industriali,
- all'interno dell'impianto stesso tra i circuiti principali e le diverse partenze.

2

3



Come regola generale :

- Filtrare l'alimentazione

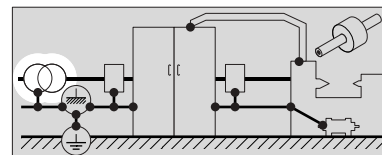
È utile l'impiego di un filtro ben collegato sull'alimentazione industriale

- Installare dei limitatori, scaricatori alla sorgente.

Allontanare questi componenti perturbatori in caso di presenza di apparecchiature sensibili.



L'alimentazione



Analisi

Circuito a monte

Considerare le potenziali sorgenti di disturbo ed il tipo di disturbo provocato (natura, intensità, frequenza ...) che potrebbero creare problemi all'alimentazione.

Circuito a valle

Considerare i diversi apparecchi alimentati ed il tipo di disturbi da essi provocati e che potrebbero creare problemi all'alimentazione.

Valutare gli effetti e le possibili conseguenze di questi disturbi sull'impianto da alimentare.

- Conseguenze accettabili o meno (permanenti, di breve durata ...)
- Gravità e costi delle conseguenze di tali disturbi
- Costo dell'impianto
- Disponibilità e affidabilità attese ...

1

2

3

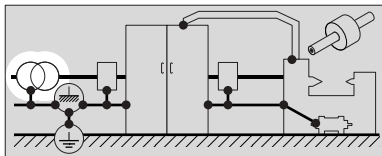
Capitolato

Dopo aver definito il capitolato dell'alimentazione occorre:

- 1- Tenere conto delle caratteristiche fornite dal costruttore in caso di alimentazione da «catalogo». caratteristiche d'immunità, d'emissione, d'attenuazione in modo comune, filtraggio ...
- 2- Convalidare, per le alimentazioni personalizzate, le prestazioni dell'alimentazione in accettazione (trasformatore, alimentatore speciale, alimentazione protetta, UPS ...).
- 3- Stabilire le caratteristiche dell'apparecchio di alimentazione elettrica da costruire e verificare le caratteristiche prima della messa in servizio.

Disaccoppiamento mediante trasformatore

(vedere il paragrafo «i trasformatori d'isolamento» nel capitolo 1 al punto «Modi di trasmissione dei disturbi «EM»).



L'alimentazione

I regimi di neutro

Il regime di neutro definisce i collegamenti elettrici del neutro e delle masse rispetto alla terra.

Per gli impianti bassa tensione «BT», è caratterizzato da:

Prima lettera: situazione del neutro rispetto alla terra

T = collegamento diretto del neutro alla terra

I = collegamento del neutro alla terra mediante impedenza elevata

Seconda lettera: situazione delle masse rispetto alla terra

T = collegamento diretto delle masse ad una terra distinta

N = collegamento delle masse del neutro a sua volta collegato a terra

Schema TN :

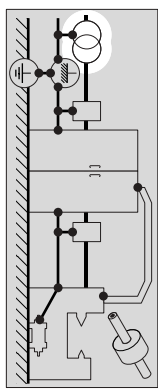
È scomposto in due gruppi TN-C - TN-S

TN-C : i conduttori di terra (PE) e neutro (N) sono congiunti e formano il conduttore PEN.

TN-S : i conduttori di terra (PE) e neutro (N) sono distinti e collegati alla terra.

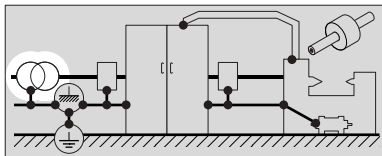
*Nella scelta del regime di neutro, **la sicurezza delle persone**
ha sempre priorità sugli aspetti funzionali*

L'alimentazione



I regimi di neutro: comportamento in «EMC»

	TT	TN-C	TN-S	IT
Sicurezza delle persone	Corretto Interruttore automatico differenziale obbligatorio	Corretto Essere sempre vigili e garantire la continuità del conduttore PE in caso di estensione d'installazione		
Sicurezza dei beni Rischi d'incendio Rischi per i materiali	Corretto	Non corretto Correnti molto elevate nel conduttore PEN possono essere > kA Vietato nei locali a rischio	Non corretto Protezione differenziale 500 mA	Corretto Consigliato in sicurezza intrinseca per mancanza d'arco elettrico
Disponibilità dell'energia	Corretto	Corretto	Corretto	Molto corretto
Comportamento in «EMC»	Corretto Il PE non è più un riferimento di potenziale unico per l'impianto: - Occorre in genere prevedere parafulmini - Richiede l'utilizzazione di apparecchi che consentano il passaggio di correnti di fuga elevate posti a valle di protezioni differenziali	Non corretto Circolazione di corrente di disturbo nelle masse Irraggiamento di disturbi «EMC» da parte del PE. Da sconsigliarsi in quanto può generare armoniche nell'impianto	Molto corretto - Richiede l'utilizzo di apparecchi che consentano il passaggio di correnti di fuga elevate situati a valle di protezioni differenziali - Correnti di guasto elevate nel PE (disturbi indotti) - 1 sola terra	Non corretto Incompatibilità con l'utilizzo di filtri di modo comune. Può essere necessario suddividere l'impianto per ridurre la lunghezza dei cavi e limitare le correnti di fuga schema TN nel caso di 2° guasto.



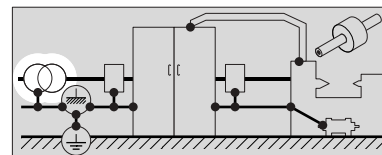
L'alimentazione

I regimi di neutro (segue)

		Prima lettera (definisce la situazione del neutro)		Alimentazione	
		Collegamento diretto del neutro alla terra	Collegamento del neutro alla terra mediante un'impedenza o assenza di collegamento	Rete BT diretta	Con trasformatore AT/BT
1 2 3	Situazione delle masse dell'impianto	Masse interconnesse collegate alla terra in un punto	T TT 		
			I 	SI	SI
	Collegamento delle masse al neutro		IT 	NO	SI
			TN-C 	Attenzione NOTA 1: In schema TN-C, il conduttore PEN, neutro e PE congiunti, non deve mai essere interrotto. In schema TN-S come negli altri schemi il conduttore PE non deve mai essere interrotto. NOTA 2: In schema TN-C, la funzione "conduttore di protezione" ha precedenza sulla funzione "neutro". In particolare un conduttore PEN deve essere sempre collegato al morsetto "terra" di un apparecchio e occorre realizzare un ponte tra questo morsetto ed il morsetto neutro. NOTA 3: Gli schemi TN-C e TN-S possono essere utilizzati nello stesso impianto. Lo schema TN-C deve essere obbligatoriamente a monte dello schema TN-S. Lo schema TN-S è obbligatorio per cavi di diametro < 10 mm ² Cu o < 16 mm ² Al o per cavi flessibili.	
			TN-S 	SI	SI



L'alimentazione

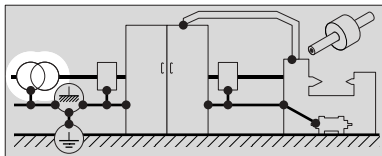


Interruzione	Dispositivo di protezione	Necessità di un servizio di manutenzione	Note
1° guasto	Interruttore differenziale • a monte E/o su ogni • partenza (selettività orizzontale)	NO Controllo periodico	- Intensità della corrente di guasto limitata dalle resistenze di terra (qualche decina di ampères) - Interconnessione delle masse e messa a terra con conduttore PE distinto dal conduttore di neutro.. - Nessuna esigenza sulla continuità del conduttore neutro. - Estensione senza calcolo delle lunghezze del conduttore - Soluzione più semplice per lo studio dell'impianto
2° guasto Continuità di servizio garantita	NO Necessità di un CPI controllo permanente d'isolamento  Riscaldamento dei cavi in caso di 2° guasto	SI Necessità di intervenire per eliminare 1° guasto  dopo il 1° guasto => configurazione TN	- L'intensità della corrente del 1° guasto non può creare una situazione pericolosa (decine di milliampères). - L'intensità della corrente del doppio guasto è significativa. - Le masse sono messe a terra con conduttore PE distinto dal conduttore di neutro. - Il primo guasto non è pericoloso né crea perturbazioni. - Segnalazione obbligatoria al primo guasto seguita dalla sua ricerca ed eliminazione con un Controllore Permanente d'isolamento installato tra neutro e terra. - Sganciamento obbligatorio al 2° guasto grazie ai dispositivi di protezione contro le sovracorrenti. - La verifica degli interventi al 2° guasto deve essere effettuata - Soluzione che garantisce la migliore continuità di servizio in esercizio. - Necessità d'installare dei rilevatori di tensione d'isolamento fase/massa (caso del 1° guasto). - Limitatori di sovratensioni indispensabili.
1° guasto	Vietato	NO • La verifica degli interventi dei dispositivi deve essere effettuata: - alla progettazione mediante calcolo - obbligatoriamente alla messa in servizio - periodicamente (ogni anno) con misure. • In caso di estensione o di rinnovamento le verifiche di intervento devono essere riviste	- Masse collegate al conduttore PEN, a sua volta collegato alla terra. - Intensità delle correnti di guasto elevate (aumento dei disturbi e rischi d'incendio) (I corto-circuito KA). - Conduttore neutro e conduttore di protezione congiunti (PEN). - La circolazione delle correnti di neutro negli elementi conduttori dell'edificio e nelle masse è all'origine d'incendi e per i materiali sensibili alle perturbazioni (medicali, informatici, telecomunicazioni) di cadute di tensione perturbatrici. - Intervento obbligatorio al primo guasto eliminato dai dispositivi di protezione contro le sovracorrenti.
1° guasto	NO per i circuiti di lunghezza rilevante è necessario un interruttore automatico differenziale	NO • La verifica degli interventi dei dispositivi deve essere effettuata: - alla progettazione mediante calcolo - obbligatoriamente alla messa in servizio - periodicamente (ogni anno) con misure. • In caso di estensione o di rinnovamento le verifiche di sganciamento devono essere rifatte	- Masse d'utilizzo collegate al conduttore PE, a sua volta collegato alla terra. - Intensità delle correnti di guasto elevate (aumento dei disturbi e rischi d'incendio) (I corto-circuito KA). - Conduttore neutro e conduttore di protezione separati. - Intervento obbligatorio al primo guasto eliminato dai dispositivi di protezione contro le sovracorrenti. L'utilizzo di Interruttori differenziali è sempre consigliabile per la protezione delle persone contro i contatti indiretti, in particolare in distribuzione terminale ove non è possibile controllare l'impedenza degli anelli. - Controllare il buon stato di funzionamento delle protezioni è un'operazione delicata. L'utilizzo di Interruttori differenziali riduce le difficoltà.

1

2

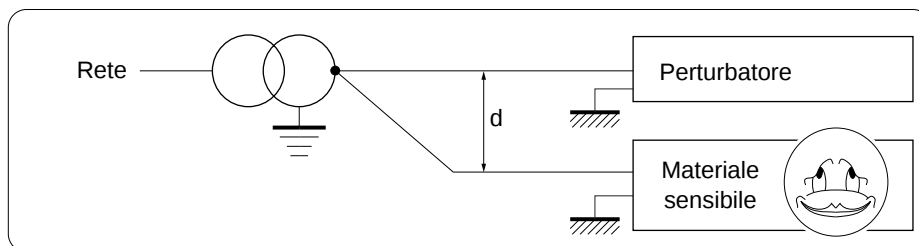
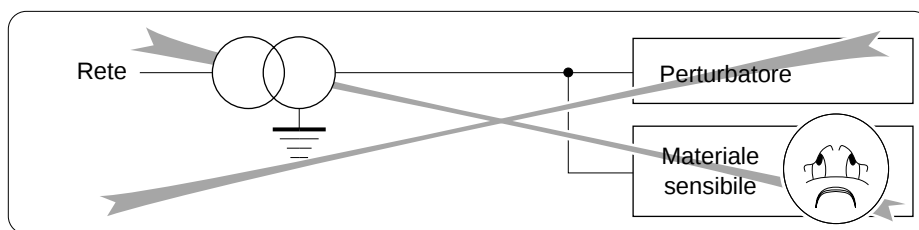
3



L'alimentazione

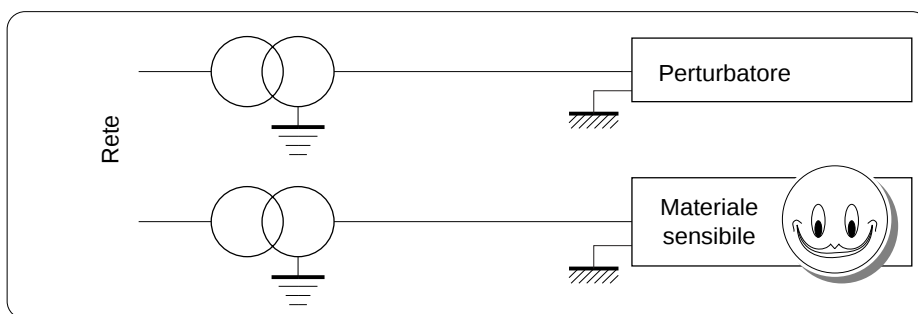
Distribuzione nell'impianto

Occorre collegare le alimentazioni degli apparecchi a STELLA il più vicino possibile all'alimentazione.

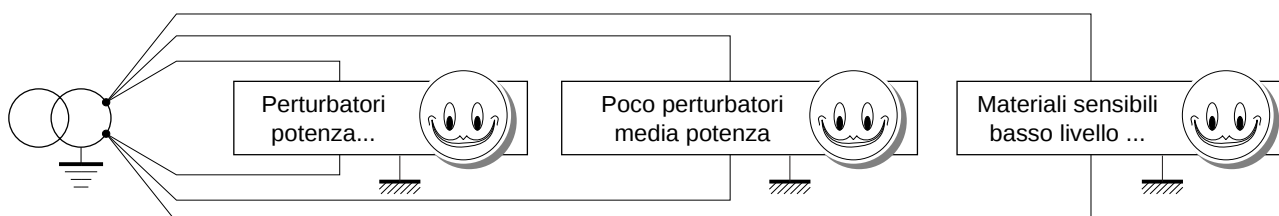


d = distanza tra cavo: vedere le regole di collegamento (più avanti nel capitolo)

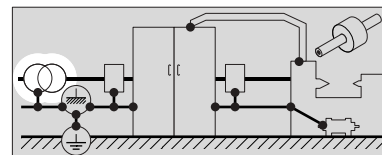
In caso d'impiego di materiali molto sensibili o fonte di forti disturbi è necessario separare le alimentazioni.



Occorre collegare i circuiti d'alimentazione posizionando i materiali fonte di disturbi il più vicino possibile alla sorgente e i più sensibili il più lontano possibile.



L'alimentazione



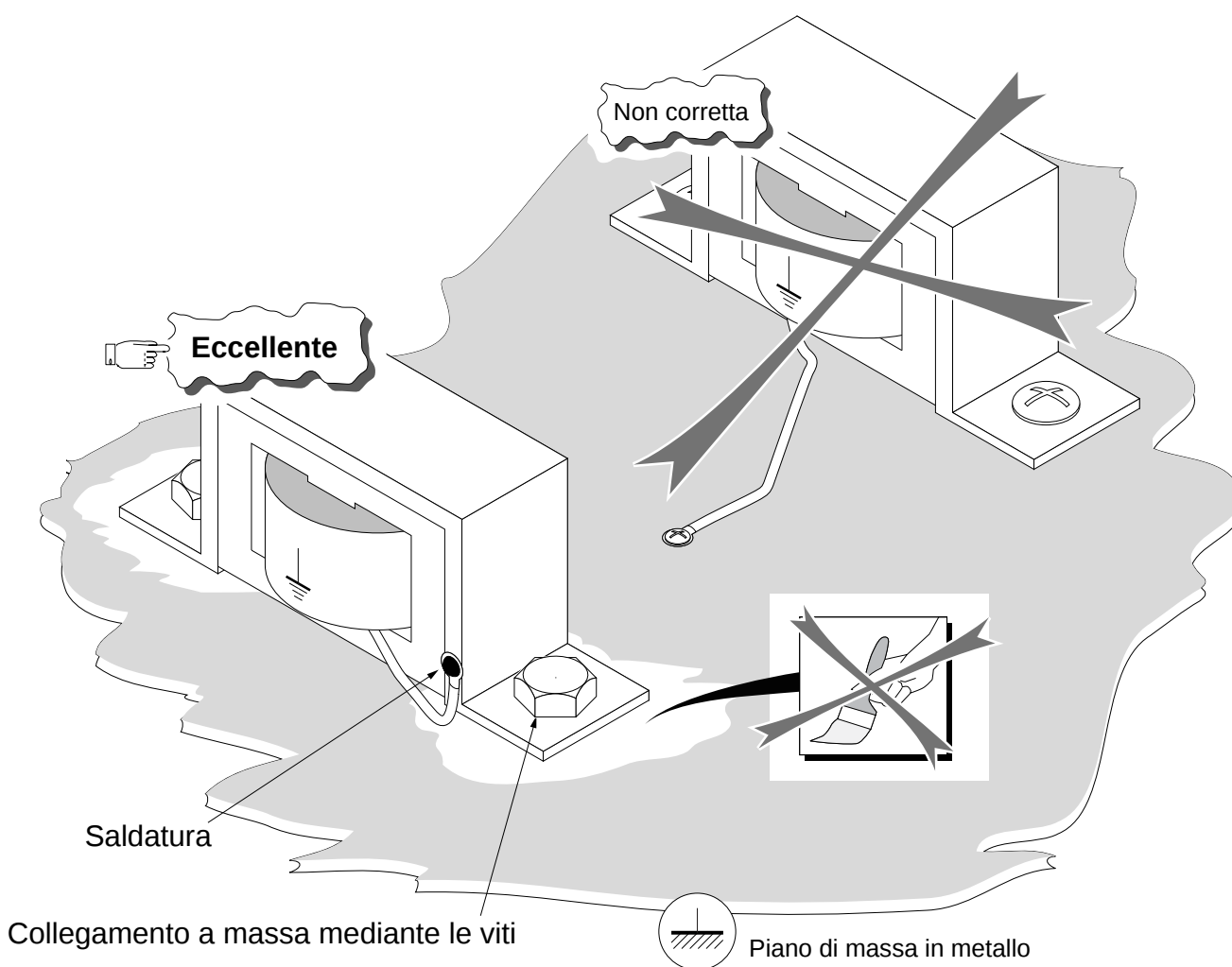
Collegamento a massa degli schermi dei trasformatori

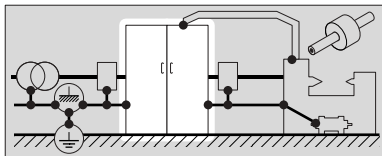
- La lunghezza delle connessioni di massa deve essere la più corta possibile.
- Il telaio del trasformatore deve essere montato a diretto contatto su un piano di massa metallico conduttore.

1

2

3





L'armadio

Analisi

1

I componenti

- Individuare i componenti potenziali disturbatori e determinare il tipo di disturbi emessi (natura, intensità, frequenza ...).
- Individuare i componenti sensibili e determinare il loro livello d'immunità.

Utilizzare ad esempio le documentazioni del costruttore, rilevando caratteristiche quali:

- potenza, tensione d'alimentazione (380 V ; 500 V ...), natura dei segnali ($\sim$; $=$), frequenza dei segnali (50 Hz, 60 Hz, 10 kHz ...),
- il tipo di circuito (commutazione tramite contatti ...)
- il tipo di carico comandato.

2

3

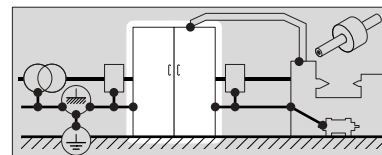
I segnali trasmessi attraverso i cavi

- Individuare i cavi di «ingresso» (segnale che proviene dall'esterno e penetra all'interno dell'armadio) e di «uscita».
- Determinare la natura del segnale trasmesso da questi cavi e dividerli per classe*, ovvero: sensibili, poco sensibili, fonti di lievi disturbi, fonti di disturbi.

(vedere il paragrafo «i cavi» più avanti nel presente capitolo).

--- * Termine non normativo utilizzato per le esigenze specifiche del presente documento. ---

L'armadio



Analisi (segue)

Esempio classico di ripartizione

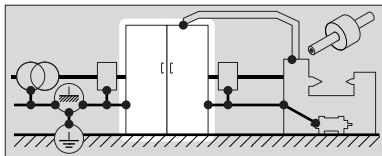
Sensibili	Perturbatori
• Controllori programmabili (PC) • Schede elettroniche • Regolatori • Cavi collegati a questi elementi, vale a dire gli ingressi e uscite quali rilevatori, sensori, sonde di misura ... —> classe* 1 o 2 • Cavi di trasmissione segnali analogici —> classe* 1	• Trasformatori da armadio • Contattori, interruttori automatici ... • Fusibili • Alimentazioni a commutazione • Convertitori di frequenza • Variatori di velocità • Alimentazioni == • Clocks di microprocessori • Cavi collegati a questi elementi • Le linee di alimentazione • Cavi di «potenza» in genere —> classe* 3 o 4 (vedere il paragrafo «i cavi» più avanti nel presente capitolo).

--- * Termine non normativo utilizzato per le esigenze specifiche del presente documento. ---

1

2

3



L'armadio

Piano di massa di riferimento

Prima di qualsiasi altra cosa, è necessario definire e realizzare un piano di massa di riferimento non verniciato sul fondo dell'armadio

1

☞ Questa lamiera o griglia metallica sarà collegata in più punti al telaio dell'armadio metallico a sua volta collegato alla rete di massa dell'apparecchiatura.

2

☞ Tutti i componenti, (filtri ...) saranno direttamente imbullonati a questo piano di massa.

☞ Tutti i cavi verranno accostati a questo piano di massa (riduzione degli anelli di massa).

☞ I collegamenti di schermature a 360° verranno realizzate mediante collari imbullonati direttamente al piano di massa.

3

Una cura particolare verrà dedicata alla realizzazione di tutti i collegamenti (vedere paragrafo corrispondente nelle pagine seguenti del presente capitolo).

Ingresso cavi

Filtrare i cavi perturbatori a partire dall'ingresso nell'armadio.

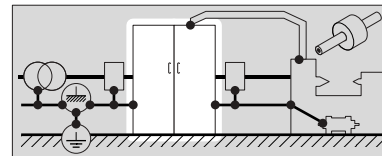
Dedicare una cura particolare alla scelta dei pressacavi aventi la funzione di garantire un collegamento della schermatura alla massa (parete).

Percorso dei cavi

(vedere i paragrafi «i cavi», «il cablaggio» e «i percorsi dei cavi - le canaline» più avanti nel presente capitolo).

I cavi verranno divisi per classe e fatti correre in canaline metalliche distinte e separate da una distanza adeguata.

L'armadio



Illuminazione

Non utilizzare lampade fluorescenti, tubi a scarica ... per l'illuminazione degli armadi di comando (generatori di armoniche ...).

 Utilizzare lampade ad incandescenza.

1

Installazione dei componenti

Separare e suddividere i componenti «perturbatori» da quelli «sensibili» in armadi distinti.

2

Piccoli armadi

Una tramezzatura effettuata con lamiere di separazione collegate in più punti alla massa consente di ridurre l'influenza dei disturbi.

3

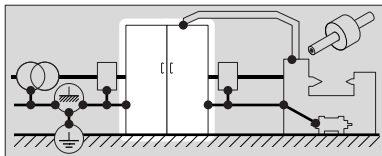
Grandi armadi

Assegnare un armadio per classe di componente ...

Gli armadi «perturbatori» e quelli «sensibili» devono essere distinti e separati gli uni dagli altri.



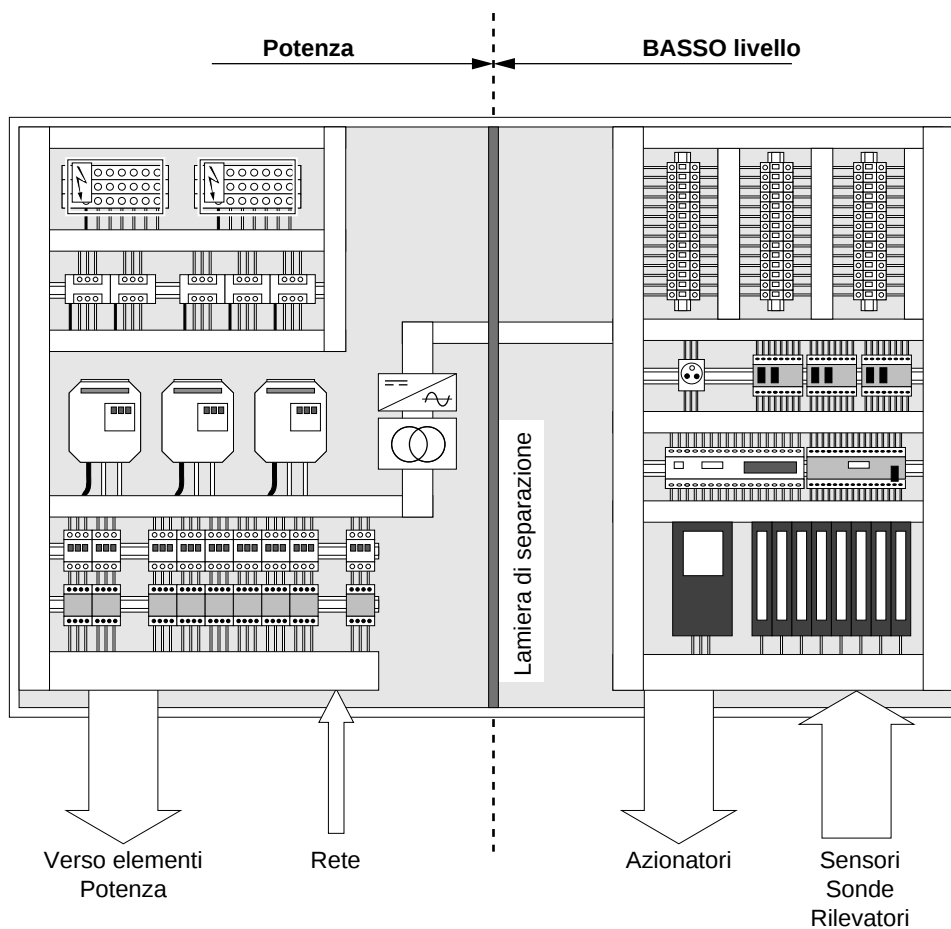
La mancata osservanza dei punti sopra indicati può annullare gli sforzi realizzati nel montaggio e nella messa in opera.



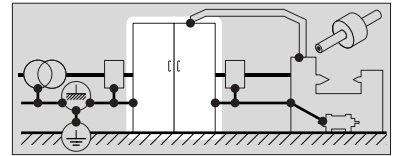
L'armadio

Esempio di strutturazione di un piccolo armadio

Nei piccoli armadi può bastare una tramezzatura realizzata con lamiera metallica imbullonata al telaio.

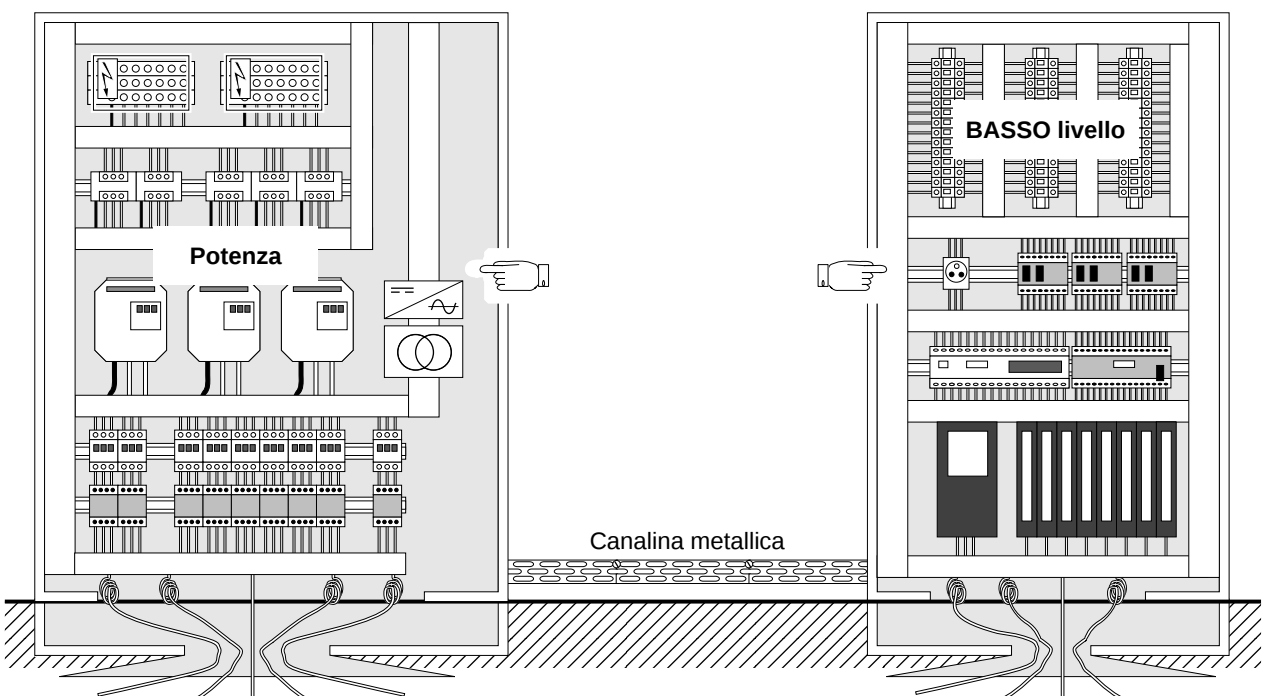
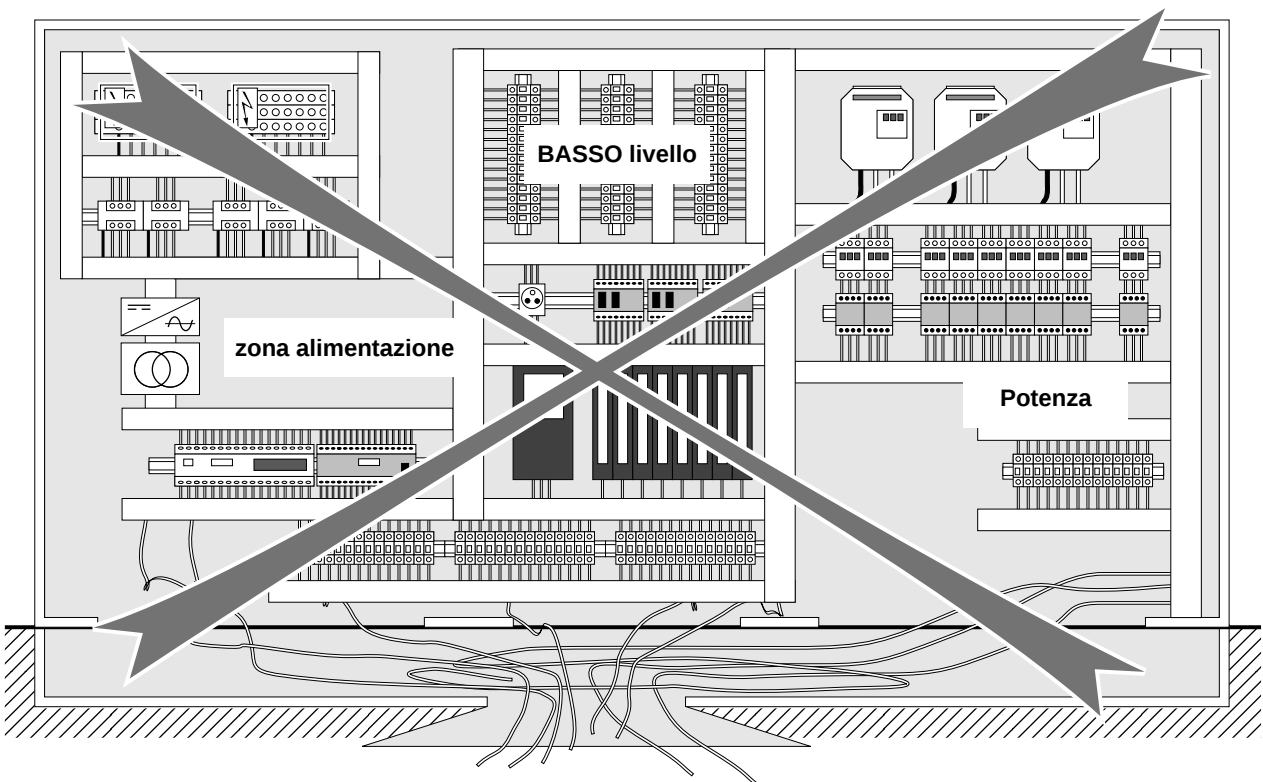


L'armadio



Esempio di strutturazione di un grande armadio

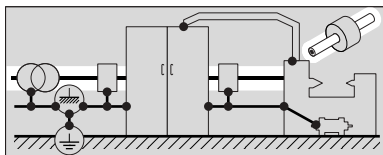
Non mischiare i cavi, avvolgere su se stesso il cavo eccedente.



1

2

3



I cavi

Classi* di segnali trasmessi

Classificazione dei segnali per livello di disturbo

Classe*	Perturbatore	Sensibile	Esempio di segnali trasmessi o dispositivi collegati
1 Sensibile		++	- Circuiti ad uscita analogica di basso livello - Sensori... - Circuiti di misura (sonde, sensori ...)
2 Poco sensibile		+	- Circuiti di controllo su carico resistivo - Circuiti basso livello digitale (bus ...) - Circuiti basso livello con uscita ON-OFF (sensori...) - Alimentazioni continue basso livello
3 Poco perturbatore	+		- Circuiti di controllo di carichi induttivi (relè, contattori, bobine, ...) con protezione idonea - Alimentazioni in alternata - Alimentazioni principali collegate ad apparecchi di potenza
4 Perturbatore	++		- Macchine saldatrici - Circuiti di potenza in genere - Variatori elettronici, alimentatori a commutazione

Scelta dei cavi

Tipo di cavi consigliati in funzione della classe* del segnale trasmesso

Classe*	Natura	Unifilare	Doppini	Doppini schermati	Schermati (treccie)	Schermati misti (schermo+treccia)
1	Sensibile					
2	Poco sensibile					
3	Poco perturbatore					
4	Perturbatore					

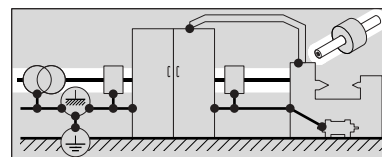
□ Sconsigliato

▨ Consigliato
Costo ragionevole

▩ Poco consigliato
Costo elevato per questa classe di segnali

--- * Termine non normativo utilizzato per le esigenze specifiche del presente documento. ---

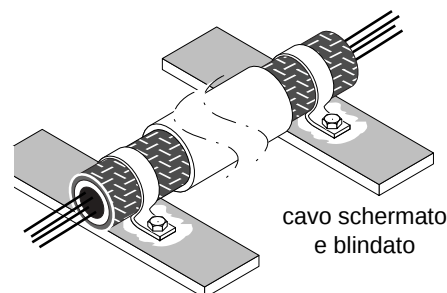
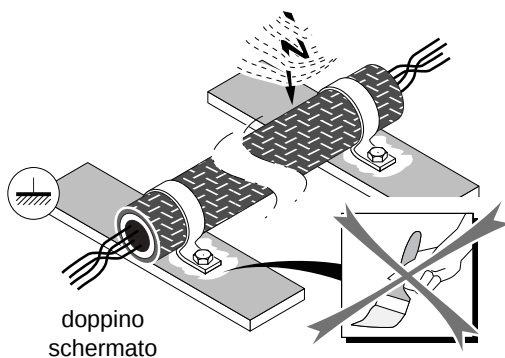
I cavi



Esempi di cavi utilizzati per le diverse classi* di segnali

Classe* 1

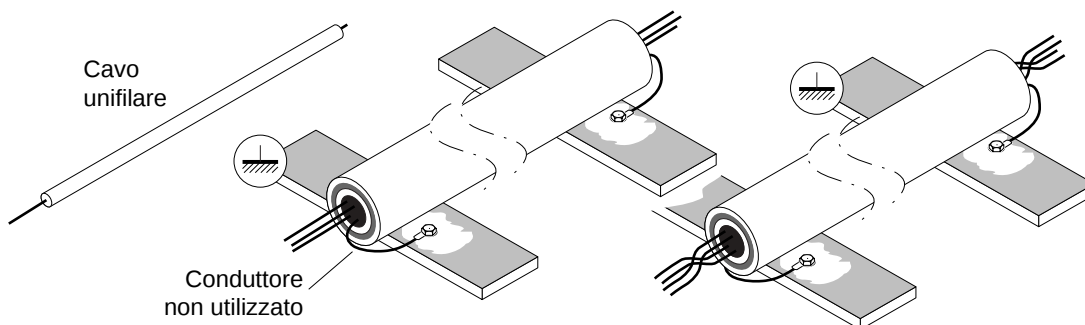
Segnali
sensibili



1

Classe* 2

Segnali
poco
sensibili

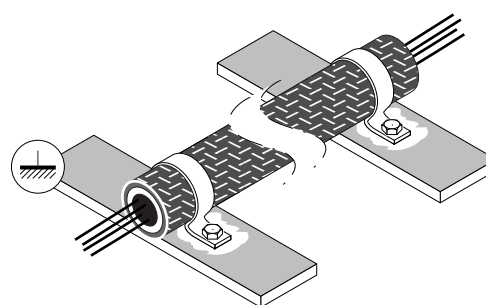
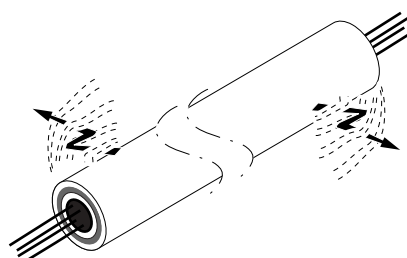


2

3

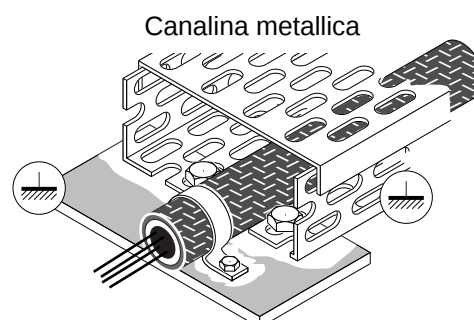
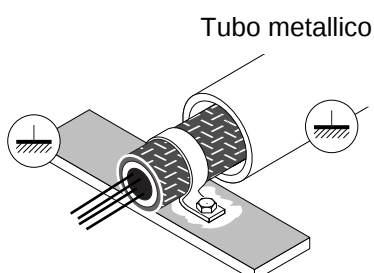
Classe* 3

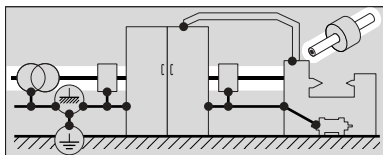
Segnali
poco
perturbatori



Classe* 4

Segnali
perturbatori





I cavi

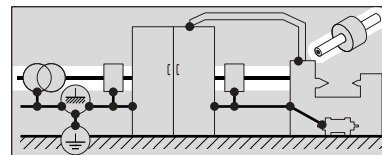
Prestazioni dei cavi per quanto concerne la «EMC»

Cavo	Disturbi condotti	Disturbi irraggiati			Modo comune
		BF : 0 - 50 Hz	BF < 5 MHz	BF > 5-30 MHz	
Cavo unifilare	Senza effetto	Medio ¹	Passabile ¹	Insufficiente ¹	Cattivo
Bifilare parallelo		Medio	Passabile	Insufficiente	
Bifilare doppino ritorto		Buono ²	Buono fino a 100 kHz	Passabile	Cattivo
Doppino ritorto schermato		Buono	Buono	Medio	Buono
Schermo lamina alluminio...		Medio	Passabile	Insufficiente	
Treccia		Eccellente	Eccellente	Buono	
Schermo + treccia		Eccellente	Eccellente	Eccellente	

1 : Se andata / ritorno molto vicina

2 : Dipende dal numero di torsioni/metro...

I cavi

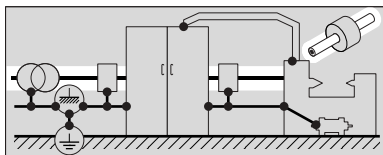


Accoppiamento		Livello di disturbo	Settore di attività
Modo differenziale	Diafonia accoppiam. capacitivo induttivo		
Cattivo	Cattivo		Solo materiale non sensibile Applicazione Bassa Frequenza "BF" 50 Hz-60 Hz
Buono	Cattivo	Materiali poco perturbatori	Terziario Applicaz. industriali poco disturbate
Eccellente	Buono	Disturbi industriali ridotti	Terziario Applicaz. industriali poco disturbate Veicola segnali < 10 MHz
	Medio	Disturbi industriali ridotti (emettitori radio, illuminazione fluorescente)	Locali industriali poco disturbati Reti locali Materiale informatico terziario
	Buono	Disturbi industriali classici	Settore industriale classico Informatica, misura, regolazione Reti locali Comando motore...
	Buono	Disturbi industriali elevati (industria pesante)	Prodotti molto sensibili in un ambiente molto disturbato

1

2

3



Le regole di cablaggio

I 10 comandamenti

REGOLA D'ORO DELLA «EMC»

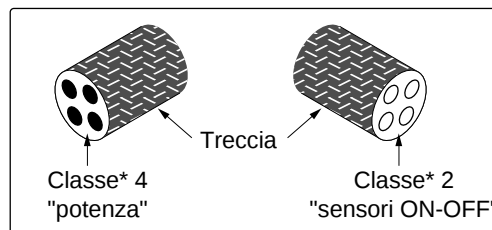
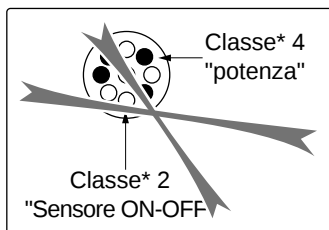
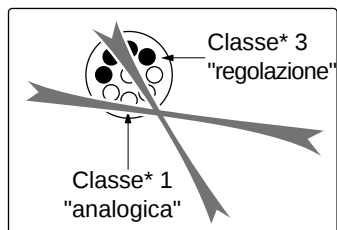
Garantire l'EQUIPOTENZIALITÀ delle masse in alta e bassa frequenza «AF» e «BF»

1

- localmente (impianto, macchina ...)
- a livello del sito

2

Non fare mai coabitare segnali di classi* sensibili (1-2) e perturbatori (3-4) all'interno dello stesso cavo o trefolo di conduttori.



Treccia: le lamine di alluminio, le armature metalliche, ... non sono schermature

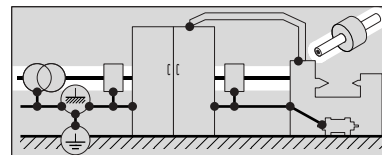
3

Ridurre al massimo la lunghezza dei percorsi in parallelo dei cavi che trasportano segnali di classi* diverse: sensibili (classe* 1 - 2) e perturbatori (classe* 3 - 4).

Limitare al massimo la lunghezza di questi cavi.

--- * Termine non normativo utilizzato per le esigenze specifiche del presente documento. ---

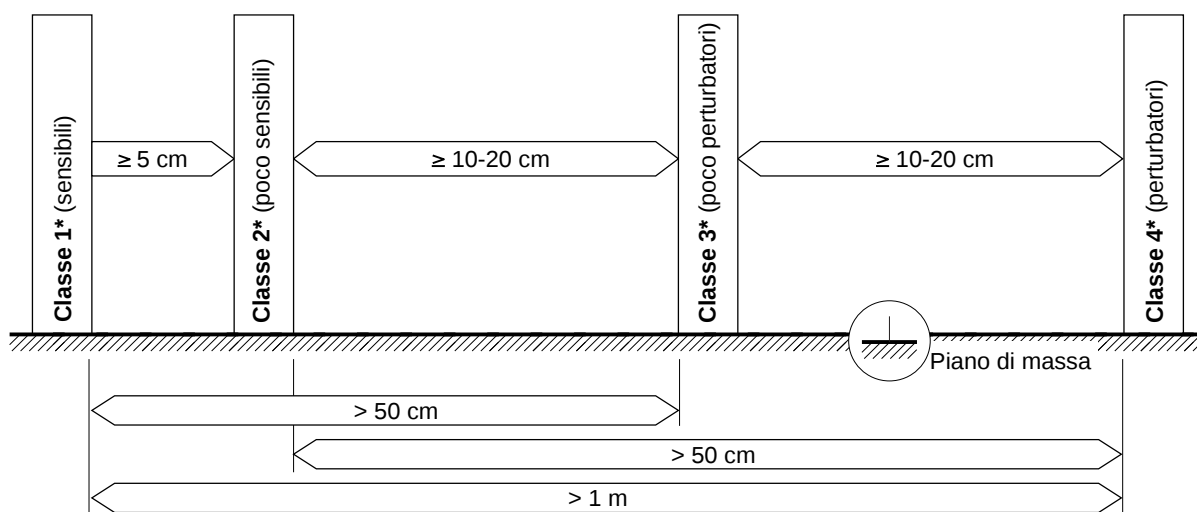
Le regole di cablaggio



4

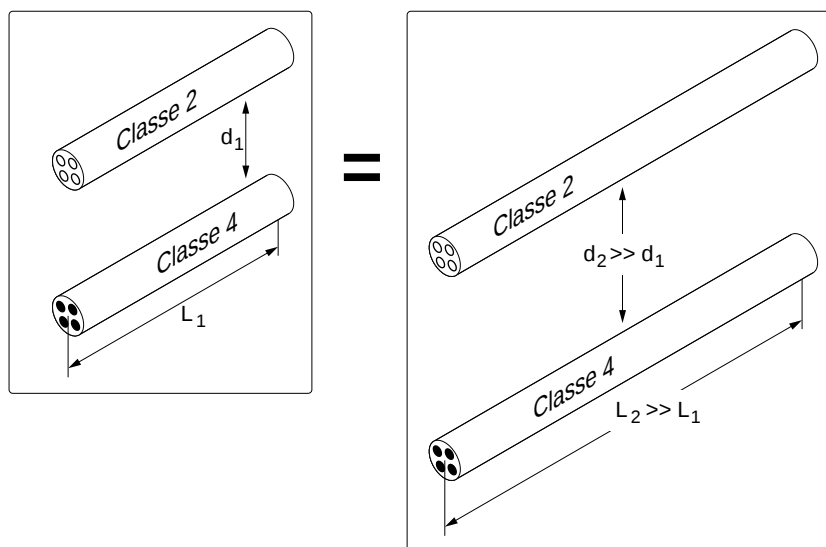
Allontanare al massimo i cavi che trasportano segnali di classi* diverse, ovvero sensibili (1-2) e perturbatori (3-4) - è molto efficace e poco costoso -.

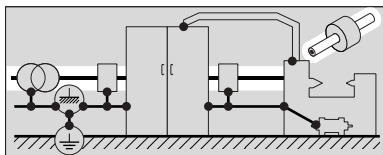
I valori riportati sono indicativi e si riferiscono a cavi che sono accostati ad un piano di massa e di lunghezza $L < 30$ m.



--- * Termine non normativo utilizzato per le esigenze specifiche del presente documento. ---

La distanza di separazione dei cavi sarà tanto maggiore quanto più rilevante sarà la lunghezza del percorso dei cavi.

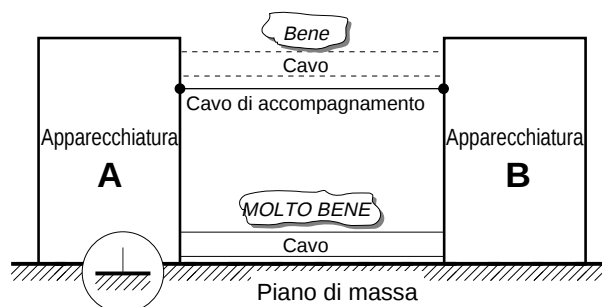
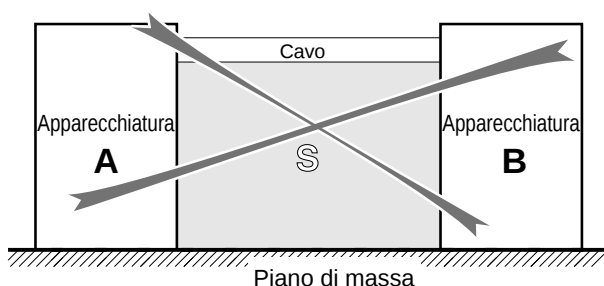




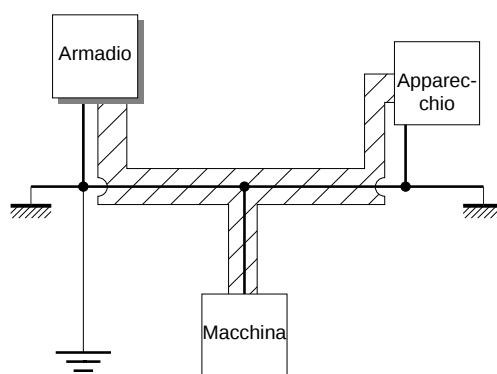
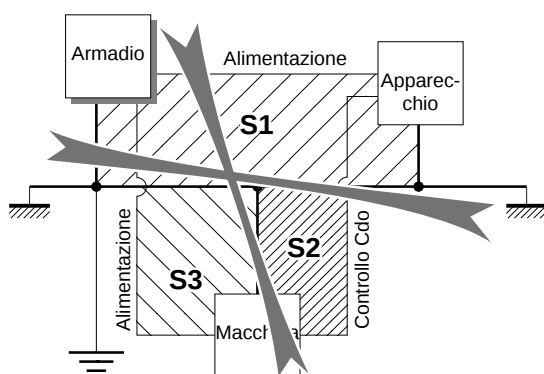
Le regole di cablaggio

5

Occorre ridurre al massimo la superficie degli anelli di massa.

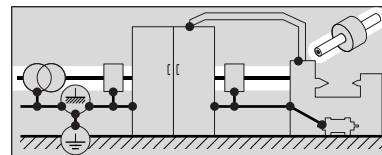


Occorre garantire la continuità del piano di massa tra 2 armadi, macchine, apparecchi.



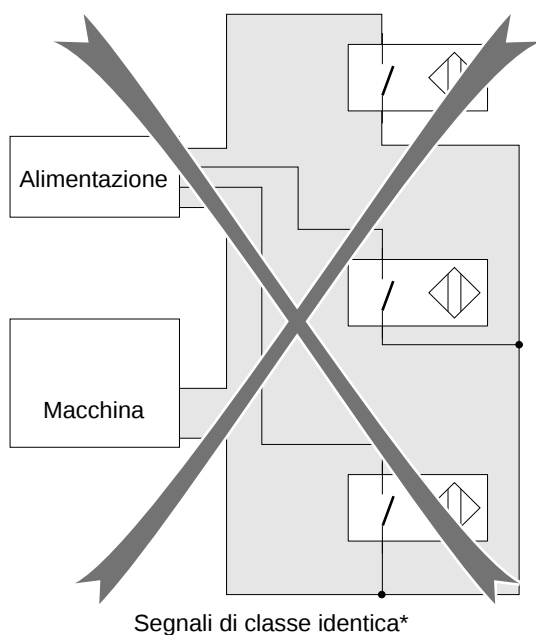
Accostare tutti i conduttori da capo a capo al piano di massa (lamiere di fondo armadio, masse degli involucri metallici, strutture equipotenziali della macchina o del telaio, conduttori d'accompagnamento, canaline...)

Le regole di cablaggio

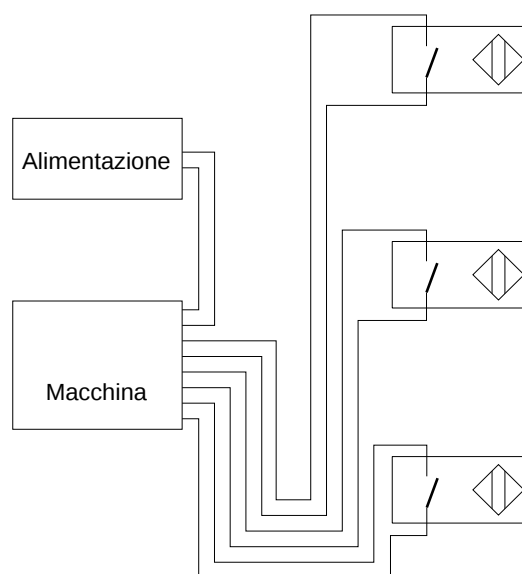


6

Il conduttore ANDATA deve scorrere sempre il più vicino possibile al conduttore RITORNO.



Segnali di classe identica*



Segnali di classe identica*

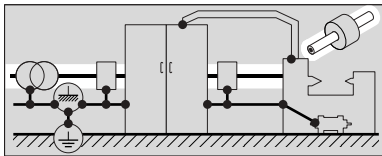
* : sensori basso livello ==> classe 2

1

2

3

L'utilizzo di cavi bifilari (2 conduttori) consente di garantire che il conduttore di ANDATA corra sempre per tutta la sua lunghezza parallelo e vicino al conduttore di RITORNO.



Le regole di cablaggio

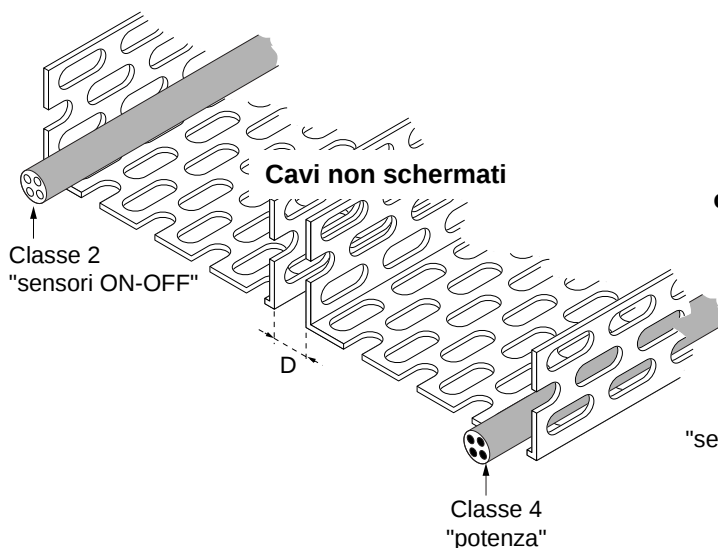
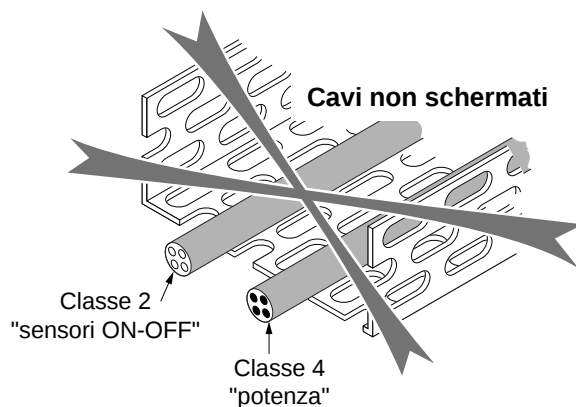
7

L'utilizzo di cavi schermati rende possibile la coabitazione di cavi per il trasporto di segnali di classi diverse all'interno della stessa canalina

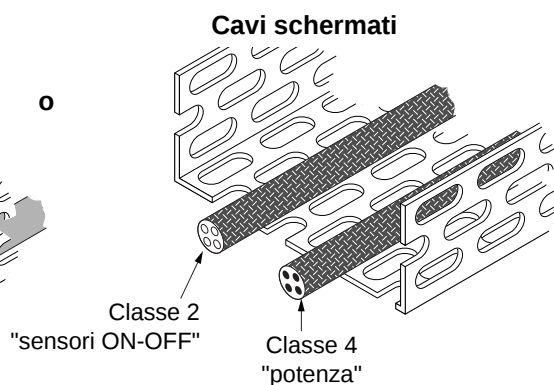
1

2

3

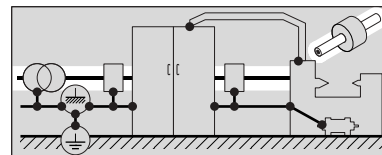


o



--- Classe : termine non normativo utilizzato per le esigenze specifiche del presente documento. ---

Le regole di cablaggio



8

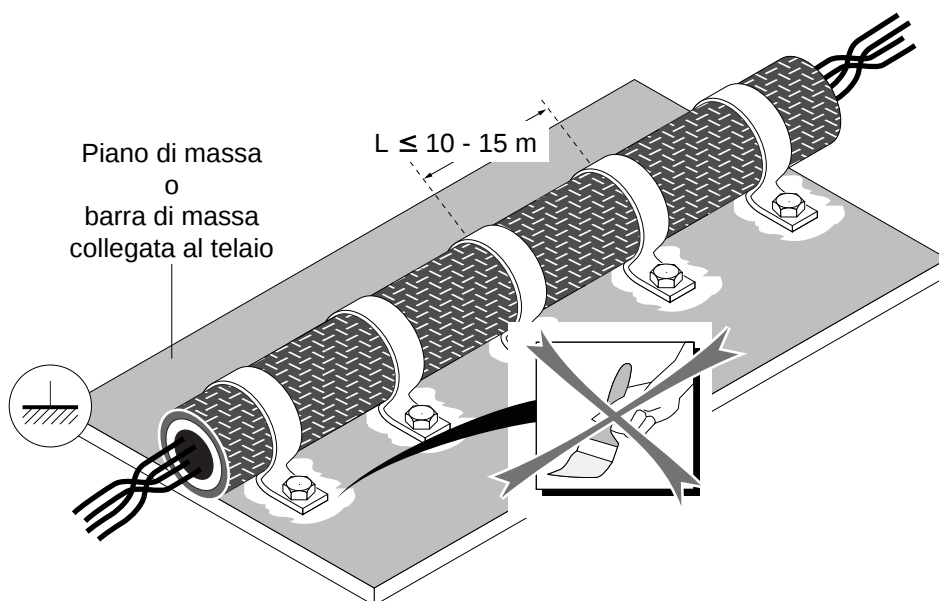
Collegamento delle schermature

Schermatura collegata alle due estremità

- Molto efficace contro i disturbi esterni (alta frequenza «AF» ...),
- Molto efficace, anche alla frequenza di risonanza del cavo,
- Nessuna differenza di potenziale tra cavo e massa,
- Consente di avvicinare cavi che trasportano segnali di classi diverse (in caso di buon collegamento (360°) e buona equipotenzialità delle masse (rete...),
- Effetto riduttore (alta frequenza «AF») molto elevato - ≈ 300 ,
- In caso di segnali ad alta frequenza «AF» elevati, può indurre correnti di fuga a terra per cavi di lunghezza rilevante $> 50 - 100$ m.

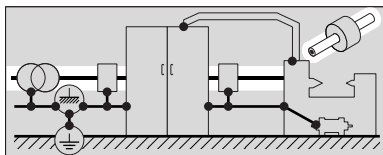
Molto efficace

Essendo l'equipotenzialità «BF» e «AF» del sito una regola d'oro nella «EMC», una schermatura è più efficace se è collegata a massa alle due estremità.



Una schermatura perde efficacia quando la lunghezza del cavo diventa troppo rilevante.

Si consiglia di moltiplicare i collegamenti intermedi alla massa.



Le regole di cablaggio

Schermatura collegata ad una sola estremità

- Inefficace nei confronti di disturbi esterni in campo elettrico «AF»,
- Permette di proteggere un collegamento isolato (sensore) contro il campo elettrico «BF»,
- La schermatura può fare da antenna e oscillare

==> i disturbi sono in questo caso più rilevanti che senza schermatura !,

- Permette di evitare il ronzio («BF»),

==> questo deriva dalla circolazione di una corrente «BF» nella schermatura.

1

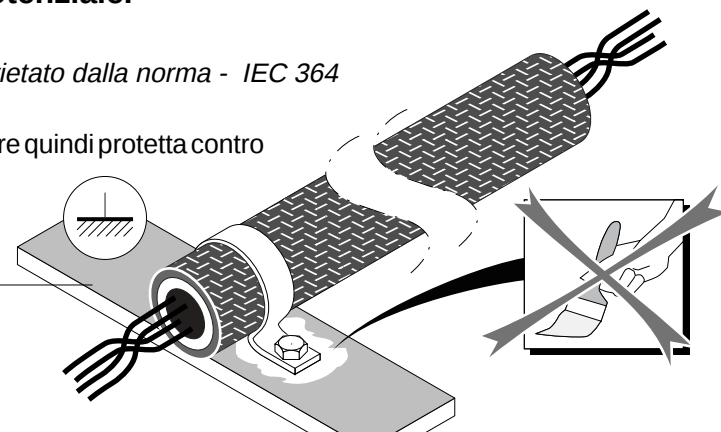


All'estremità della schermatura non collegata alla massa può apparire una forte differenza di potenziale.

==> è pericoloso e vietato dalla norma - IEC 364

La schermatura deve essere quindi protetta contro i contatti diretti.

Piano di massa
o
barra di massa
collegata al telaio



2

3

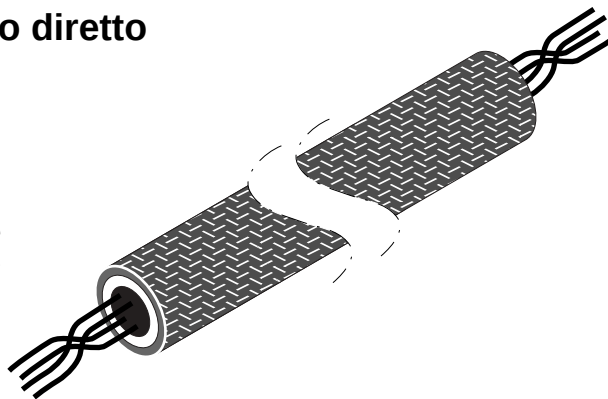
Efficacità media

In caso di non equipotenzialità del sito (ronzio), il collegamento ad una sola estremità può essere un mezzo per garantire un funzionamento accettabile.



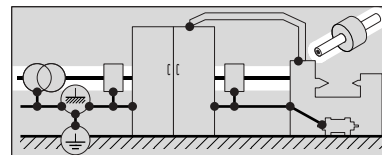
Schermatura non collegata alla masse : vietata se accessibile al contatto diretto

- Inefficace nei confronti di disturbi esterni («AF» ...),
- Inefficace contro il campo magnetico,
- Limita la diafonia capacitiva tra i vari cavi,
- Una forte differenza di potenziale può apparire tra la schermatura e la massa ==> questo è pericoloso e vietato (IEC 364)



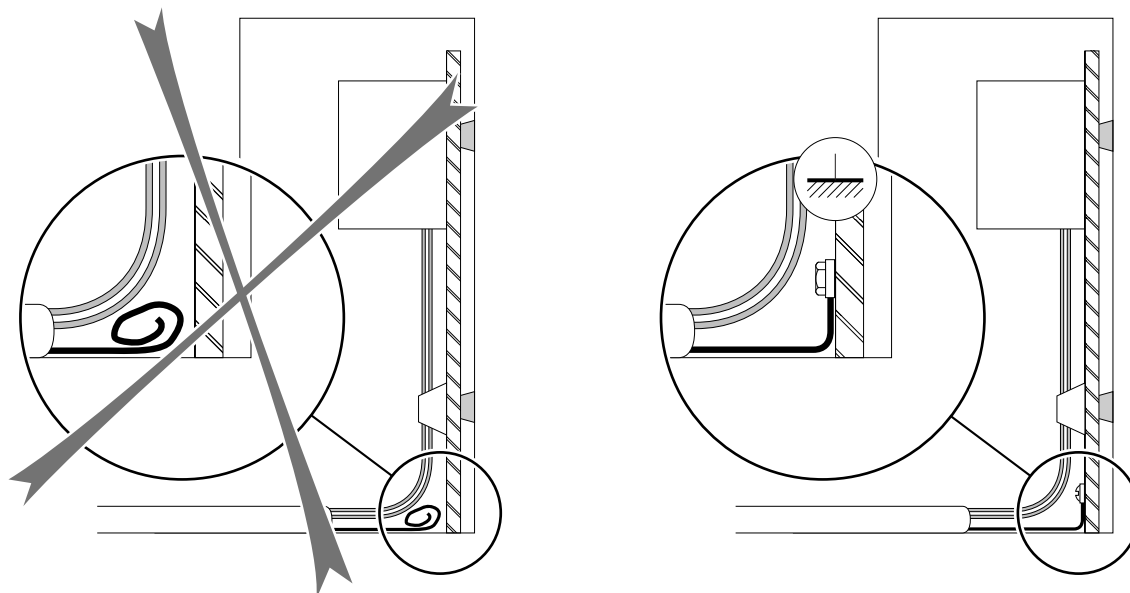
Efficacia nulla, soprattutto se confrontata con le possibilità offerte da una schermatura correttamente messa in opera ed al suo costo.

Le regole di cablaggio



9

Qualsiasi conduttore libero o non utilizzato di un cavo deve essere sistematicamente collegato alla massa (telaio, canalina, armadio...) ad entrambe le estremità.



Per i segnali di classe* 1, questo collegamento, in caso di cattiva equipotenzialità delle masse dell'impianto può generare un disturbo «ronzio» «BF» che si sovrappone al segnale utile.

--- * Termine non normativo utilizzato per le esigenze specifiche del presente documento. ---

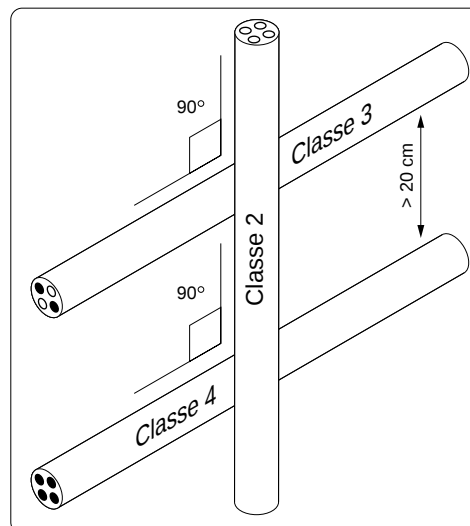
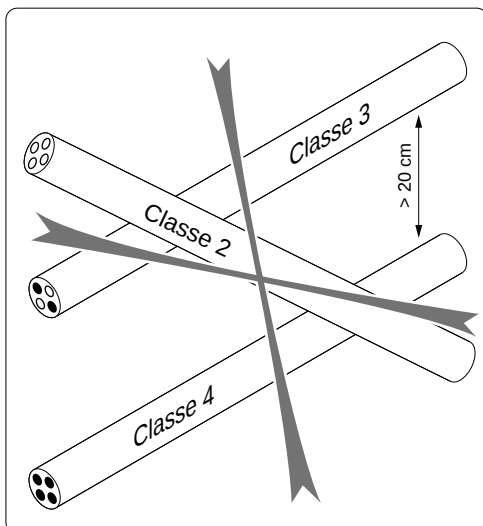
1

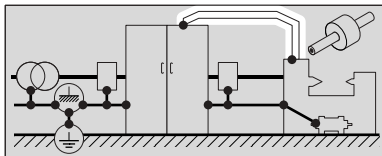
2

3

10

Incrociare ad angolo retto i conduttori o cavi che trasportano segnali di classi diverse ovvero sensibili (1 - 2) e perturbatori (3 - 4).





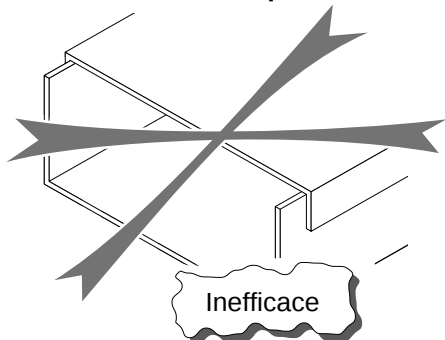
I percorsi dei cavi

Le canaline

Le canaline, i tubi ... metallici correttamente collegati offrono una schermatura ulteriore molto efficace dei cavi.

1

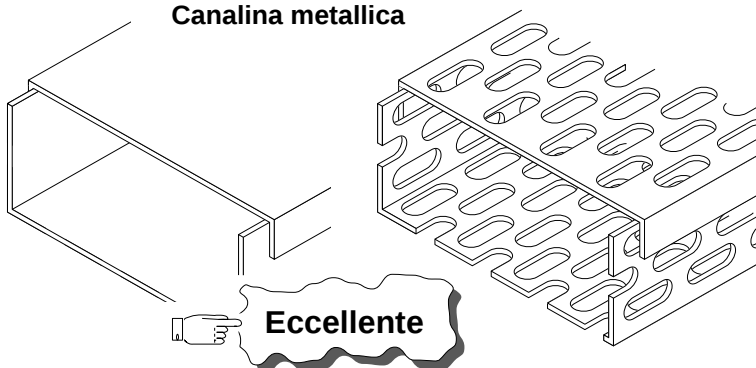
Canalina in plastica



Inefficace

2

Canalina metallica

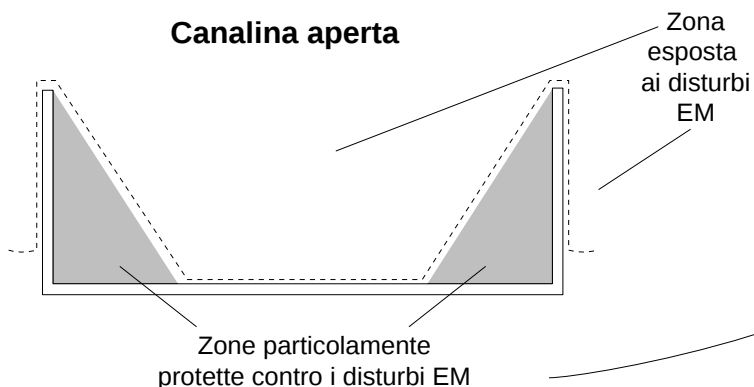


Eccellente

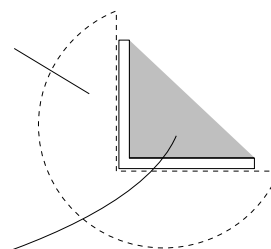
3

Comportamento di fronte a disturbi EM

Canalina aperta



Angolare

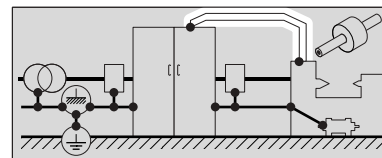


L'effetto di schermatura, di protezione o di schermo di una canalina metallica dipende dalla posizione del cavo

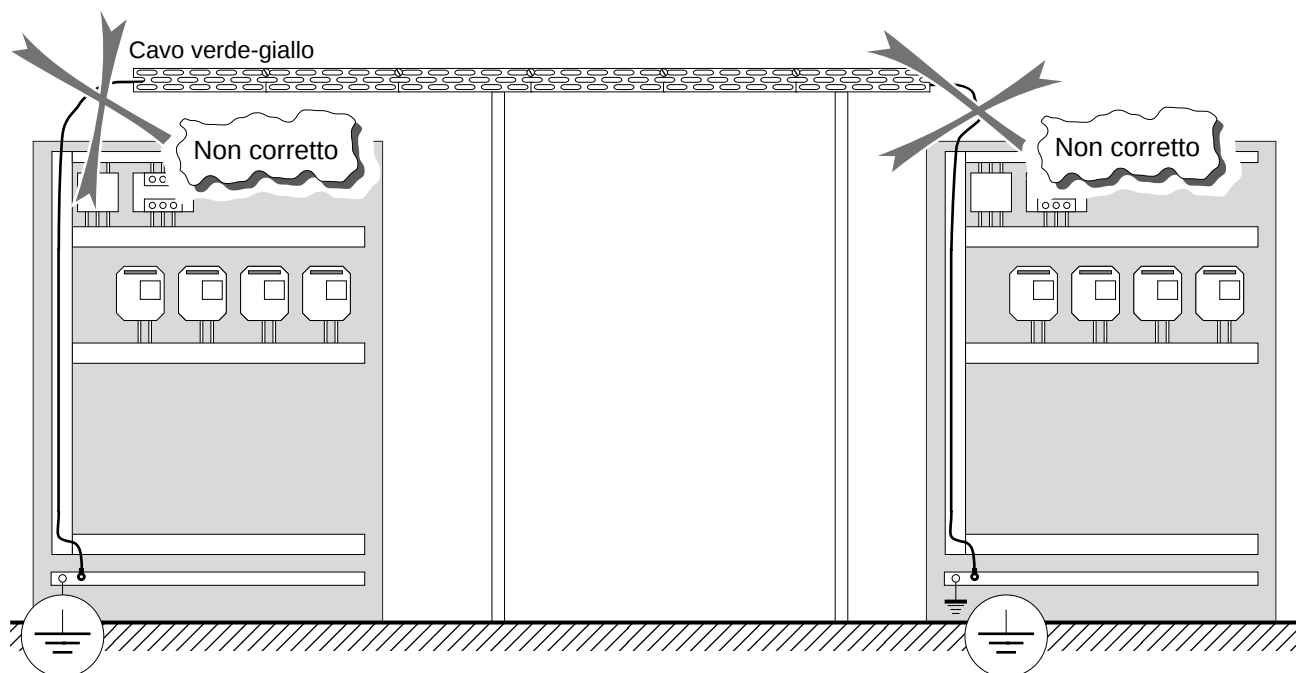


La migliore canalina metallica diventa inefficace se la qualità dei collegamenti d'estremità non è buona.

I percorsi dei cavi



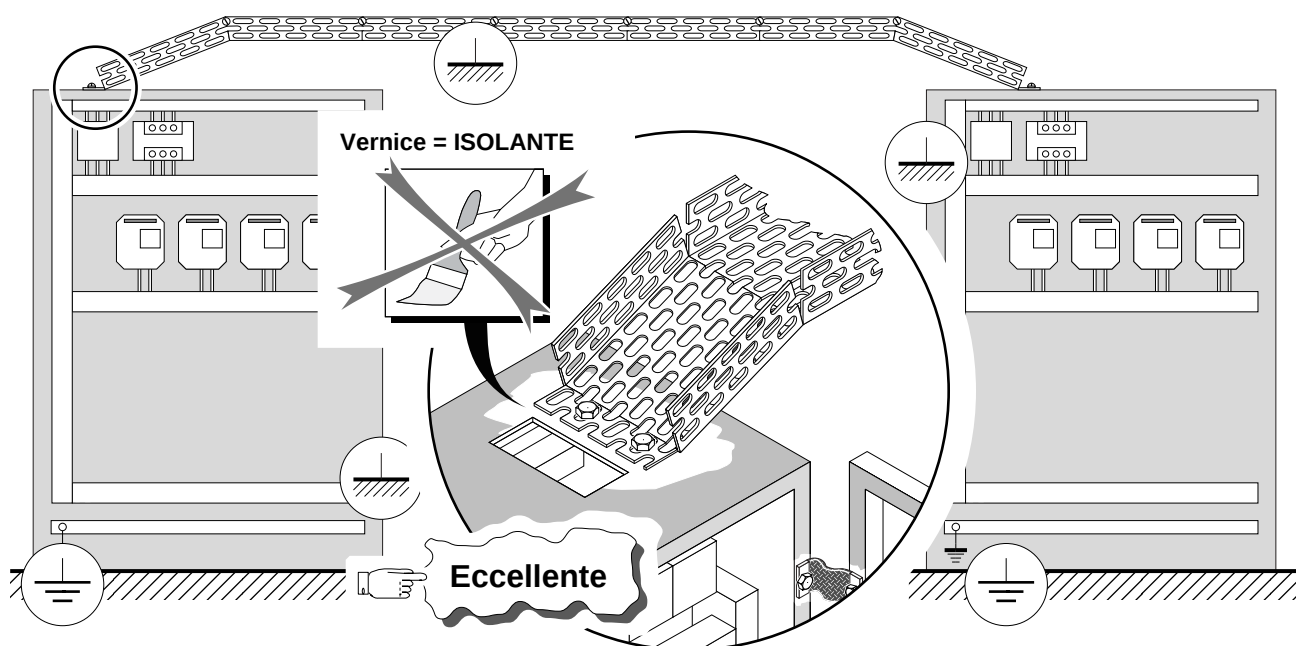
Collegamento agli armadi



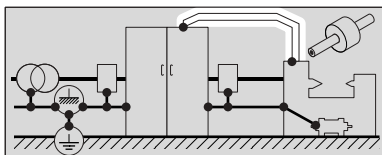
1

2

3



Le estremità delle canaline, dei tubi... metallici devono essere imbullonate sugli armadi metallici assicurando un collegamento adeguato.



I percorsi dei cavi

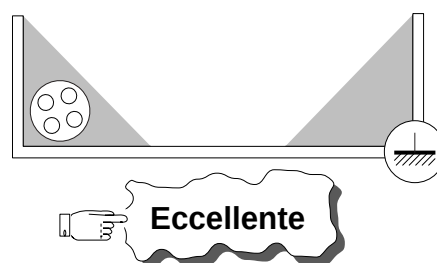
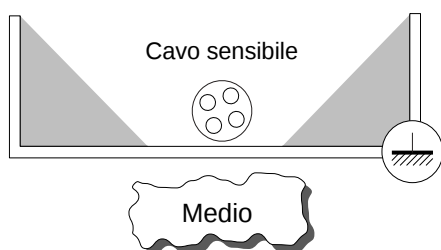
Posizionamento dei cavi

1

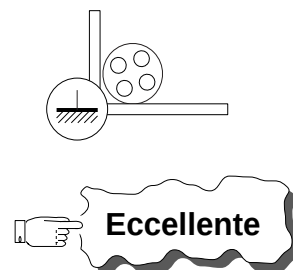
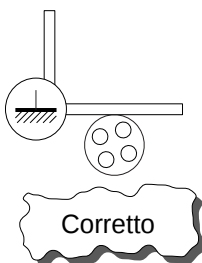
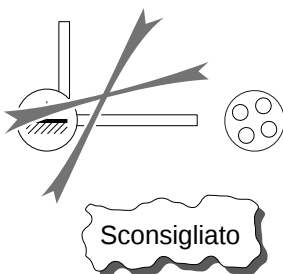
2

3

Canaline

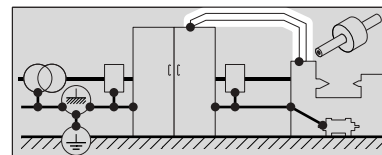


Angolari



La migliore canalina metallica diventa inefficace se la qualità dei collegamenti d'estremità non è buona.

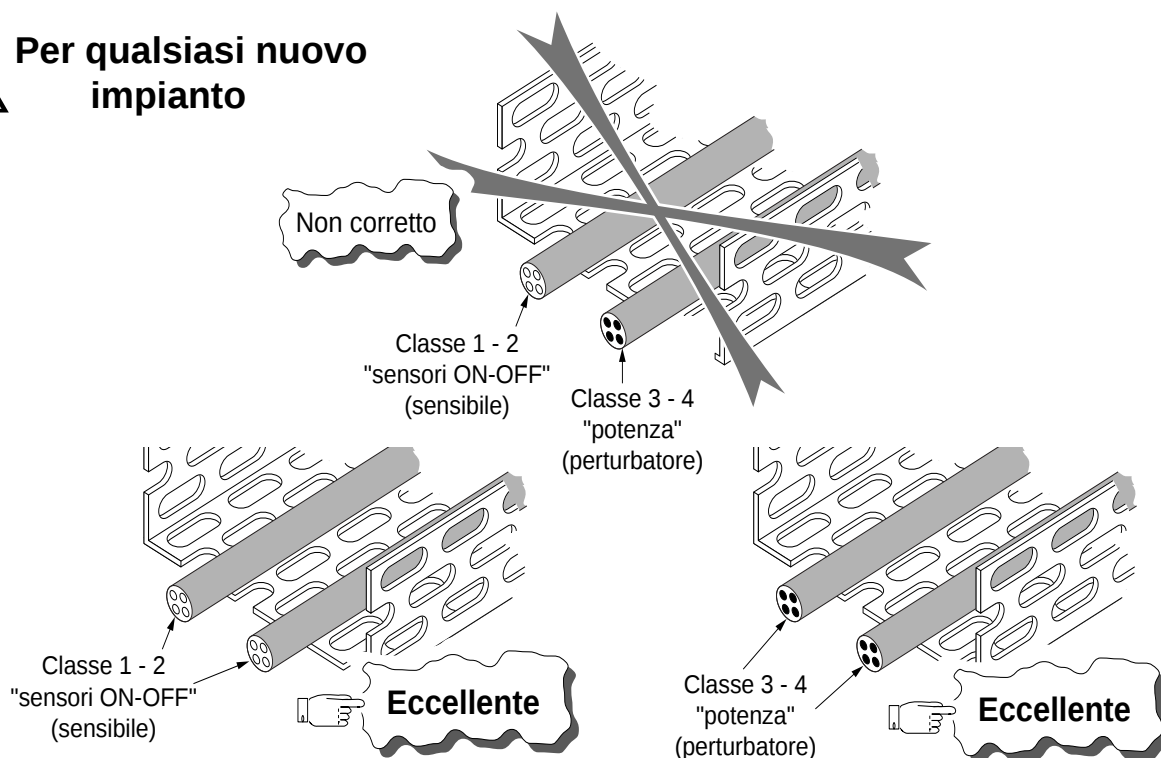
I percorsi dei cavi



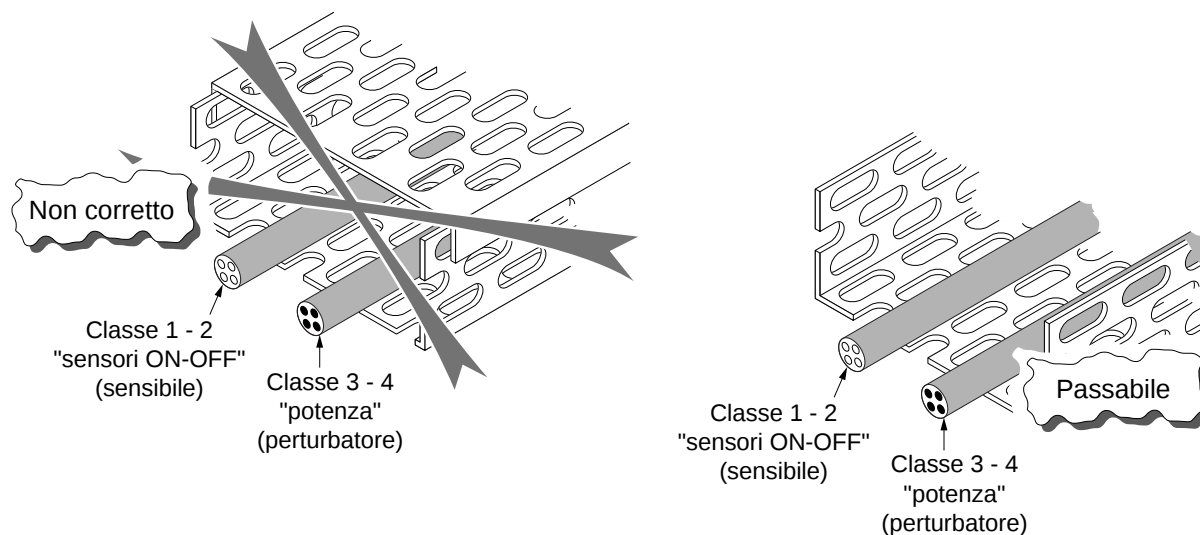
I cavi perturbatori e sensibili devono correre in percorsi distinti.



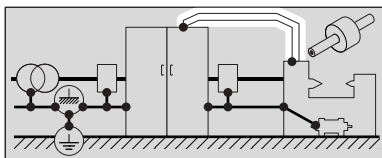
Per qualsiasi nuovo impianto



Per qualsiasi impianto esistente



Nel caso in cui cavi «sensibili» (classe 1 - 2) e perturbatori (classe 3 - 4) corrano malgrado tutto all'interno della stessa canalina, è allora preferibile lasciarla aperta.



I percorsi dei cavi

Collegamento delle estremità

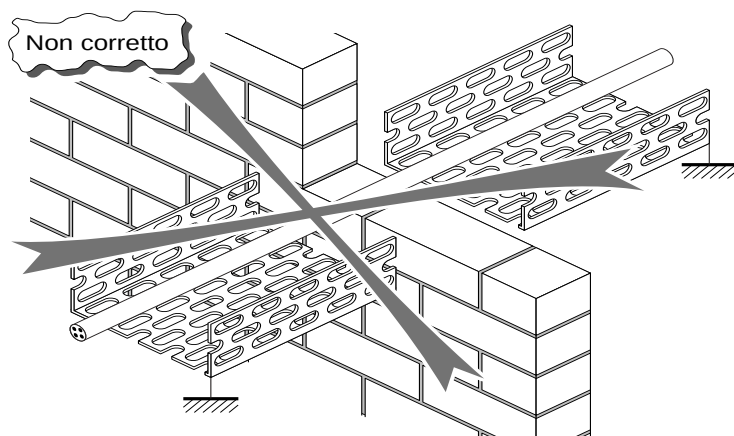
Le estremità delle canaline, tubi.. metallici devono sovrapporsi ed essere imbullonate tra loro.

1

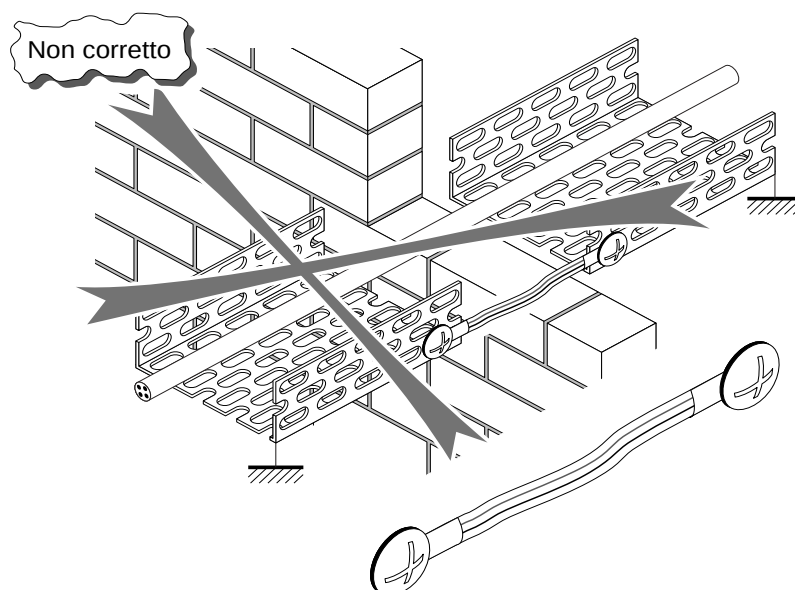
2

3

(mancanza di continuità del piano di massa)

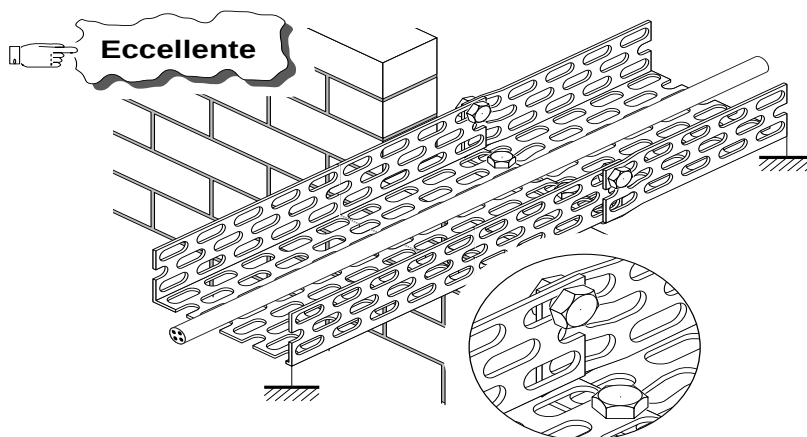
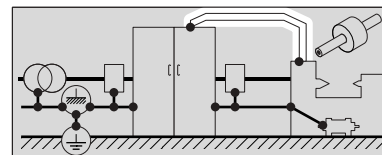


(mancanza di continuità del piano di massa)



Un conduttore di lunghezza $L \simeq 10$ cm divide per 10 l'efficacia della canalina.

I percorsi dei cavi



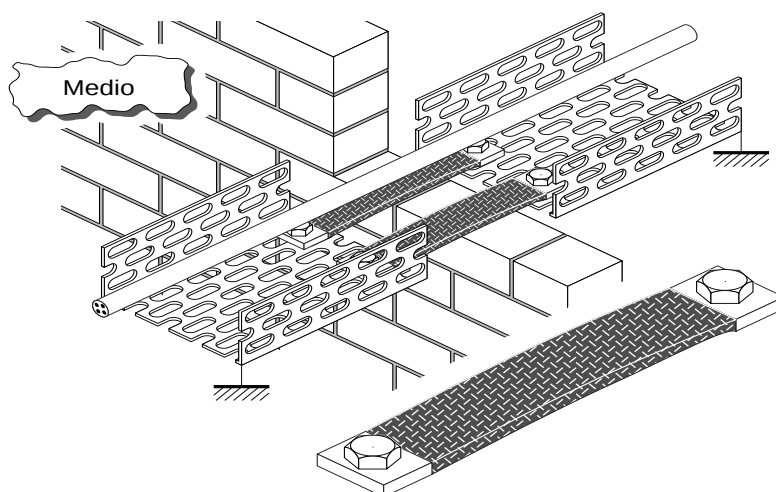
1

2

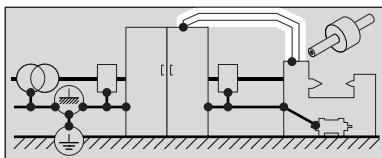
3

Nel caso in cui non sia possibile far sovrapporre ed imbullonare le estremità delle canaline :

—> *attaccare una treccia larga e corta sotto ogni conduttore o cavo*



La migliore canalina metallica diventa inefficace se la qualità dei collegamenti d'estremità non è buona.

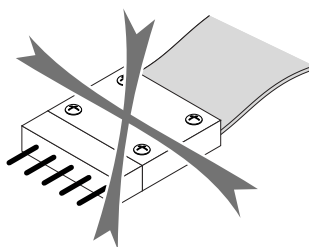
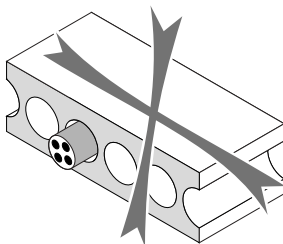


I percorsi dei cavi

Posa sconsigliata

1

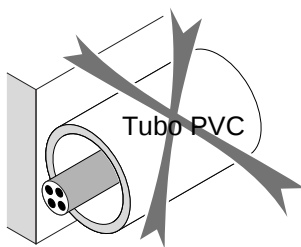
Mattoni forati



Connettore senza continuità di schermatura e con segnali di differente livello

2

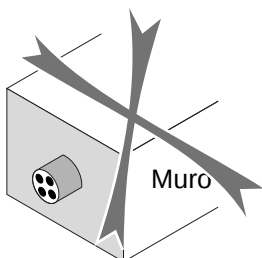
Tubi in PVC montato a vista



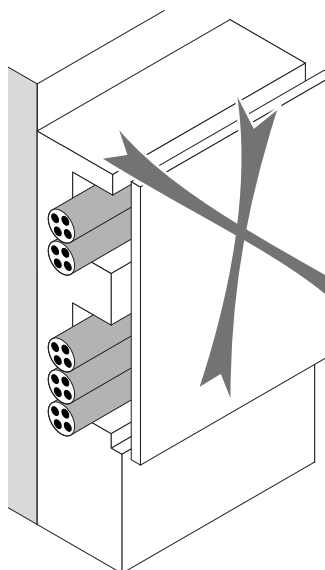
Tubo PVC

3

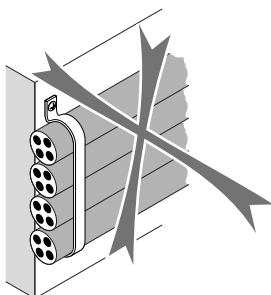
Cavo montato ad incasso



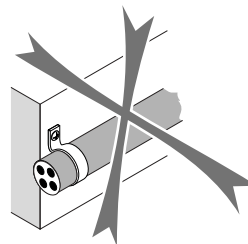
Muro



Modanatura, (stipite) scanalature

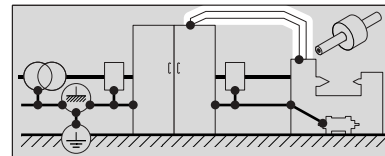


Fissaggio diretto alle pareti ed al soffitto mediante staffe, agganci, ecc...



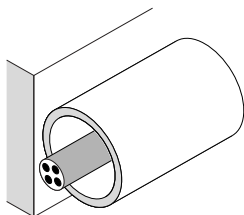
La migliore canalina metallica diventa inefficace se la qualità dei collegamenti d'estremità non è buona.

I percorsi dei cavi

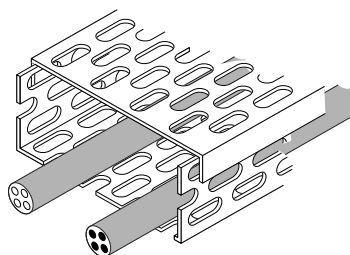


Posa consigliata

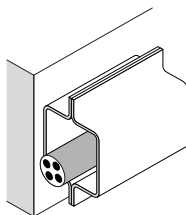
Tubo in acciaio



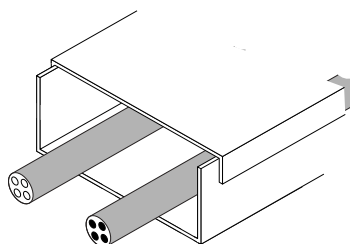
Canalina in acciaio



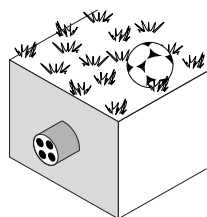
Canalis



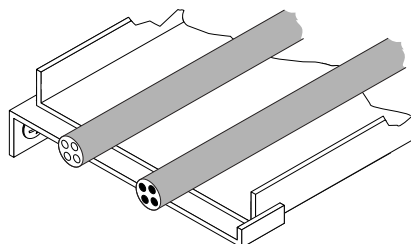
Canale in acciaio



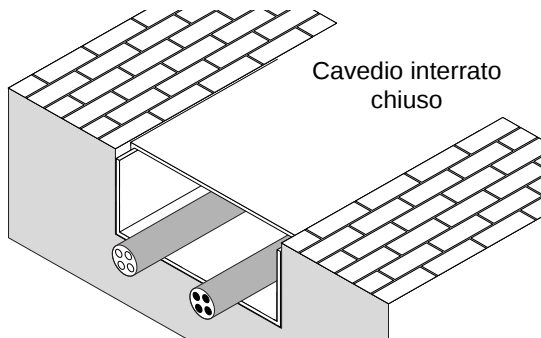
Cavo interrato



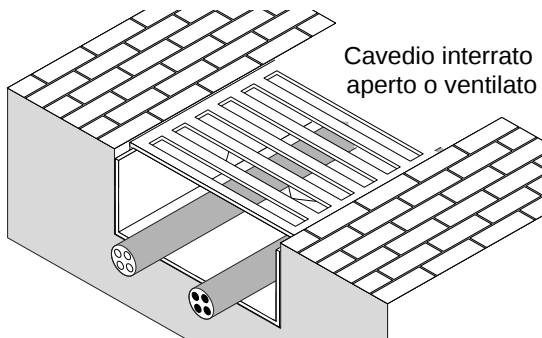
Mensole in acciaio



Cavedio interrato chiuso



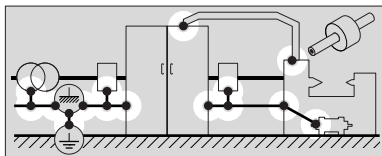
Cavedio interrato aperto o ventilato



1

2

3



Le connessioni

la qualità delle CONNESSIONI è importante quanto il miglior cavo, la schermatura, la rete di massa

In questo caso è necessario comprendere bene i fenomeni in alta frequenza «AF» e per questo, consigliamo di leggere il capitolo I (e in particolare il paragrafo «i cavi»).

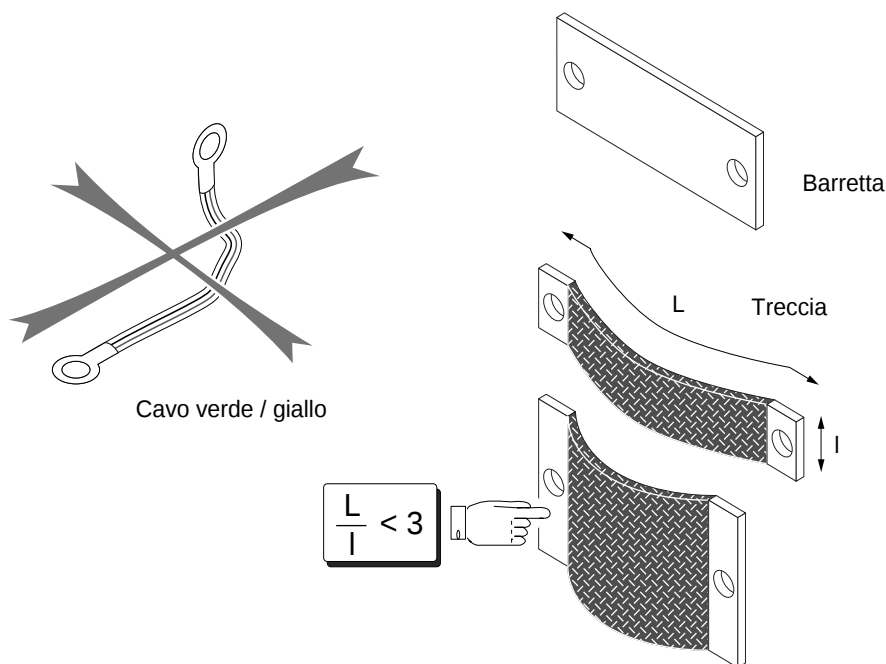
1

Tipo e lunghezza delle connessioni

In tutti i casi i collegamenti di massa ... devono essere il più possibile corti e larghi.

2

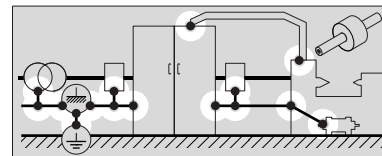
3



Ricorda: in alta frequenza «AF», la lunghezza del cavo è determinante (vedere capitolo I)

La qualità delle connessioni è determinante in «EMC».

Le connessioni



Realizzazione di una connessione

Occorre assolutamente garantire la realizzazione di un contatto «metallo su metallo» ed una forte pressione di contatto tra gli elementi conduttori.

Procedura:

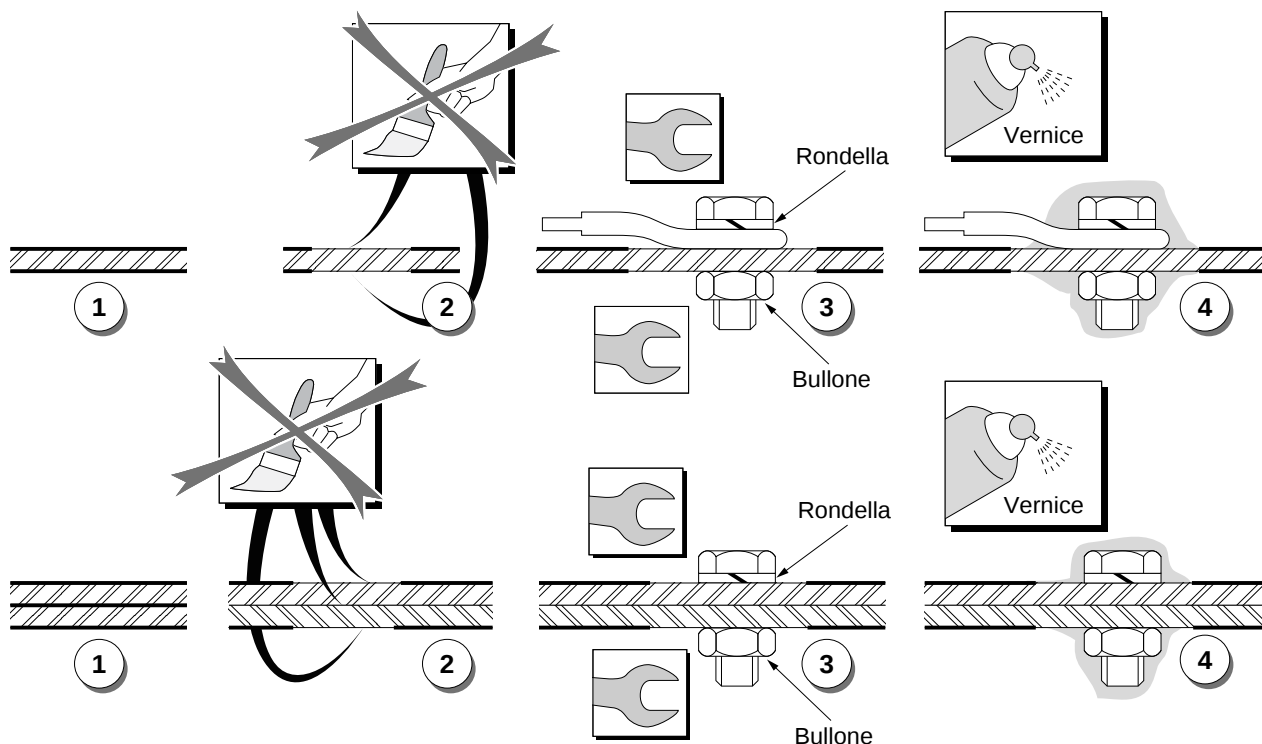
- 1 - Lamiera verniciata,
- 2 - Non verniciare - asportare la vernice,
- 3 - Assicurare un buon serraggio con un sistema «vite-dado» e rondelle ... ad esempio,
- 4 - Garantire la qualità del contatto nel tempo.

—> vernice o grasso contro la corrosione, da applicare dopo il serraggio

1

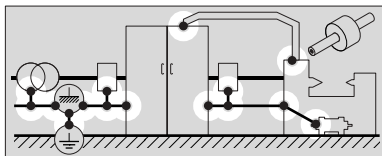
2

3



Eliminare i rivestimenti isolanti, vernici...

La qualità delle connessioni è determinante in «EMC».

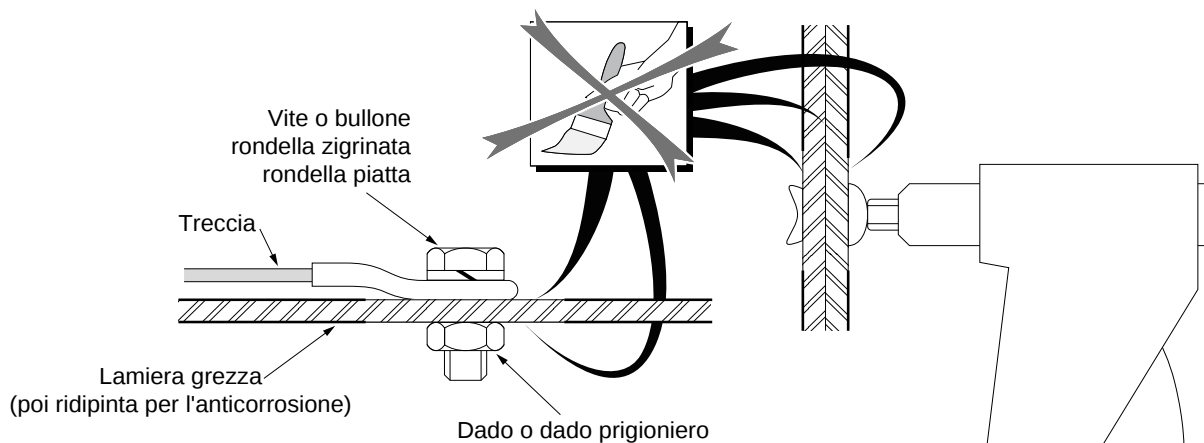


Le connessioni



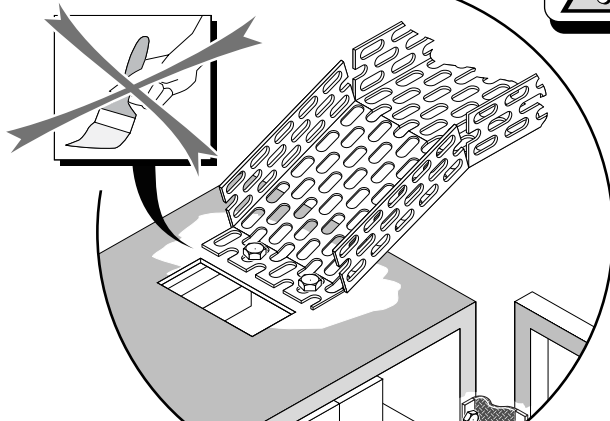
Le insidie da evitare

1



2

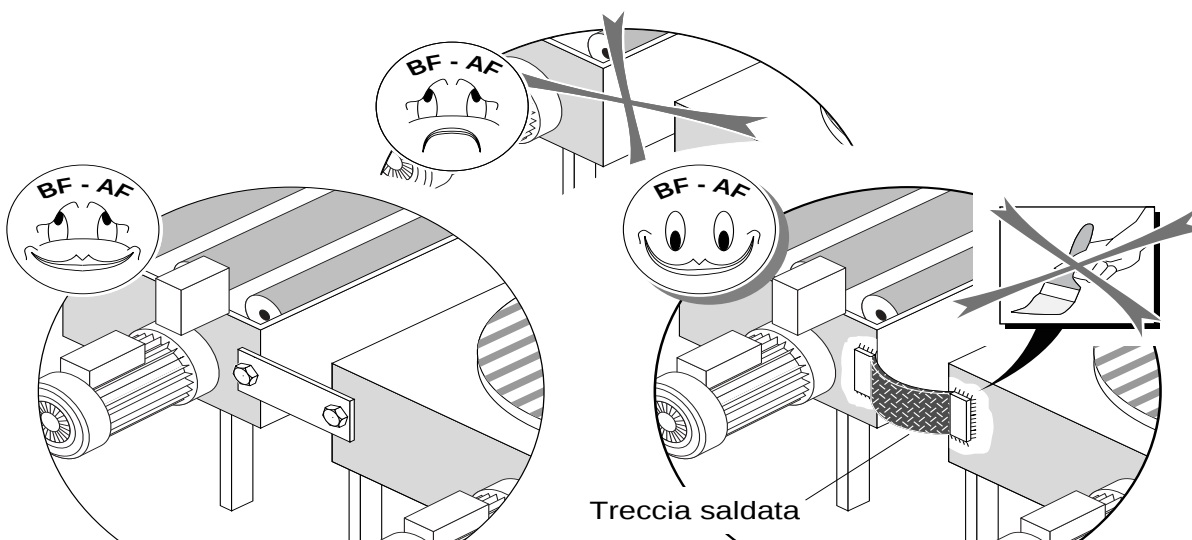
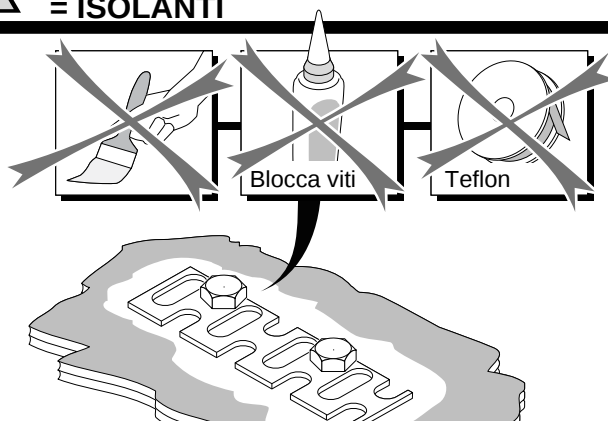
Vernice = ISOLANTE



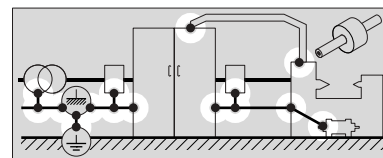
3



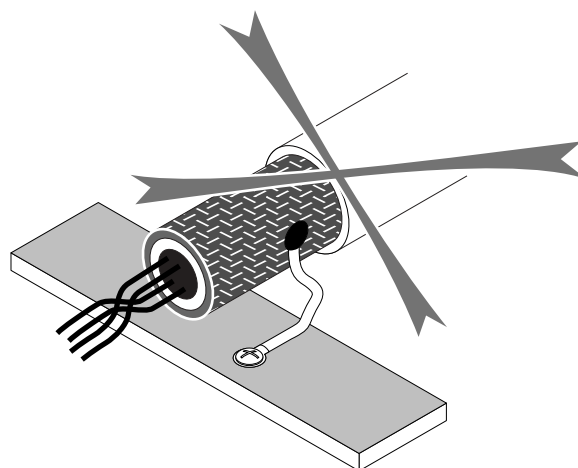
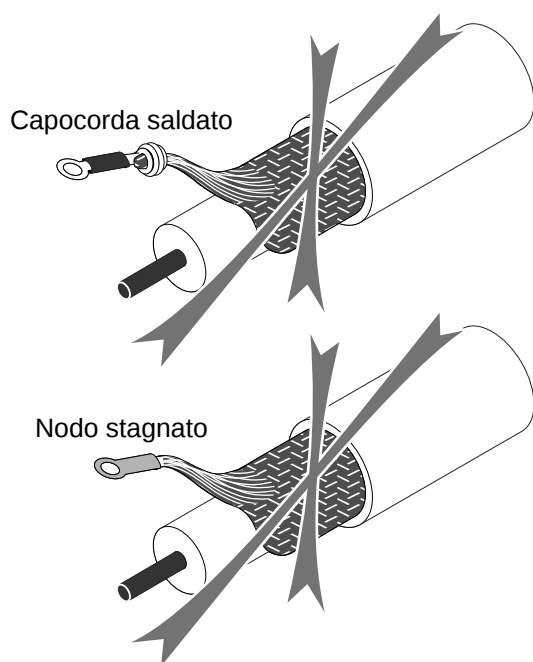
Vernice, prodotti blocca viti e teflon
= ISOLANTI



Le connessioni



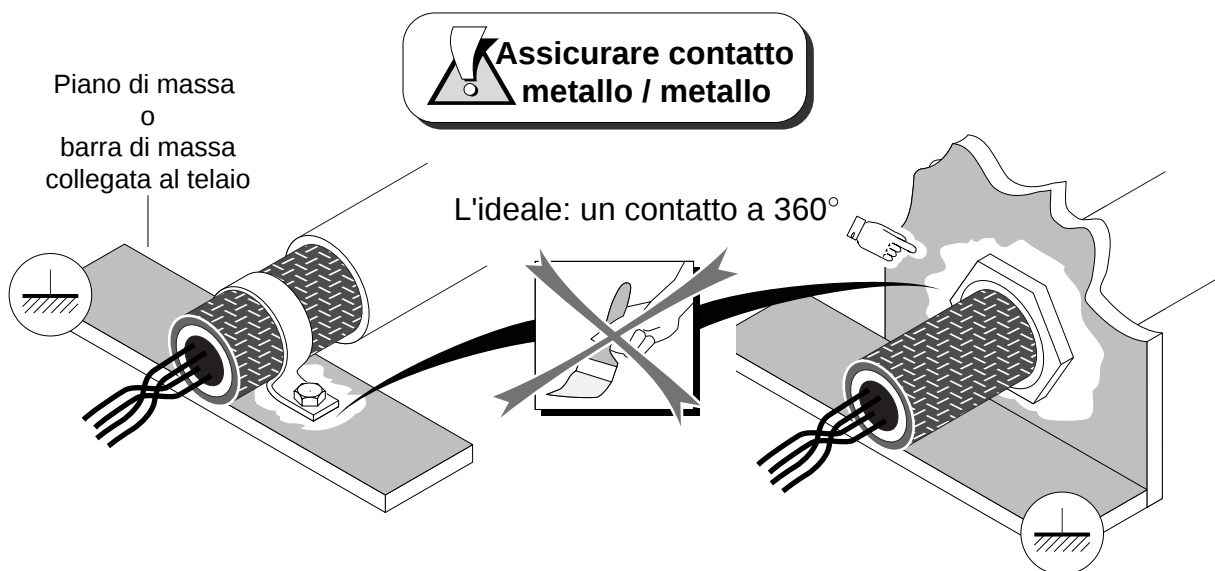
Collegamento delle schermature



1

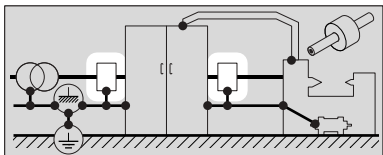
2

3



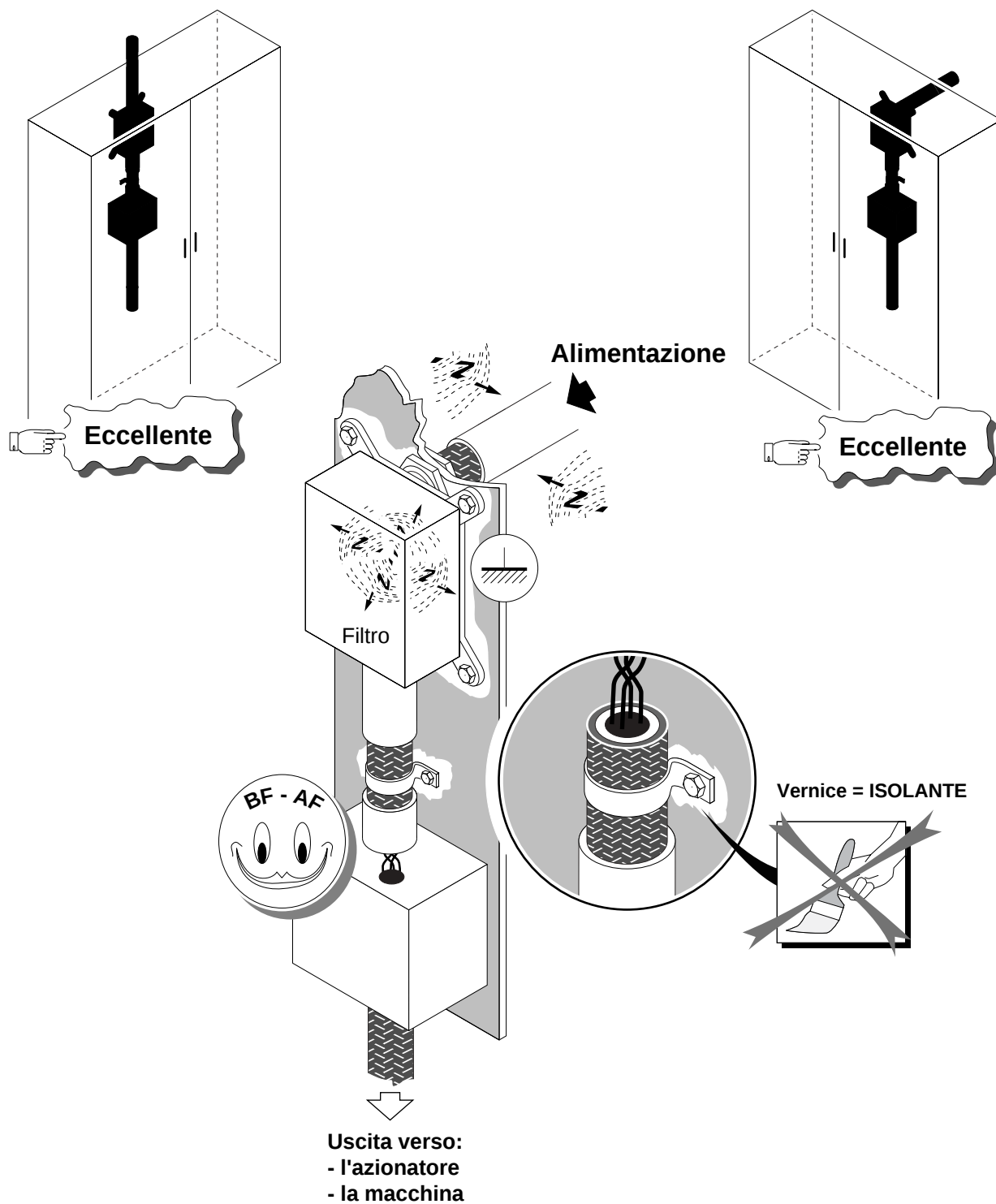
Attenzione ai fogli in plastica isolanti tra schermatura e guaina

Le connessioni alle estremità della schermatura devono essere garantite con una ripresa a 360° metallo su metallo.

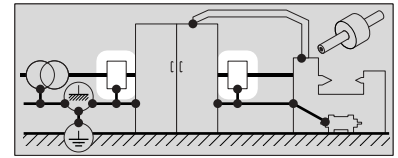


I filtri

Installazione all'interno di un armadio

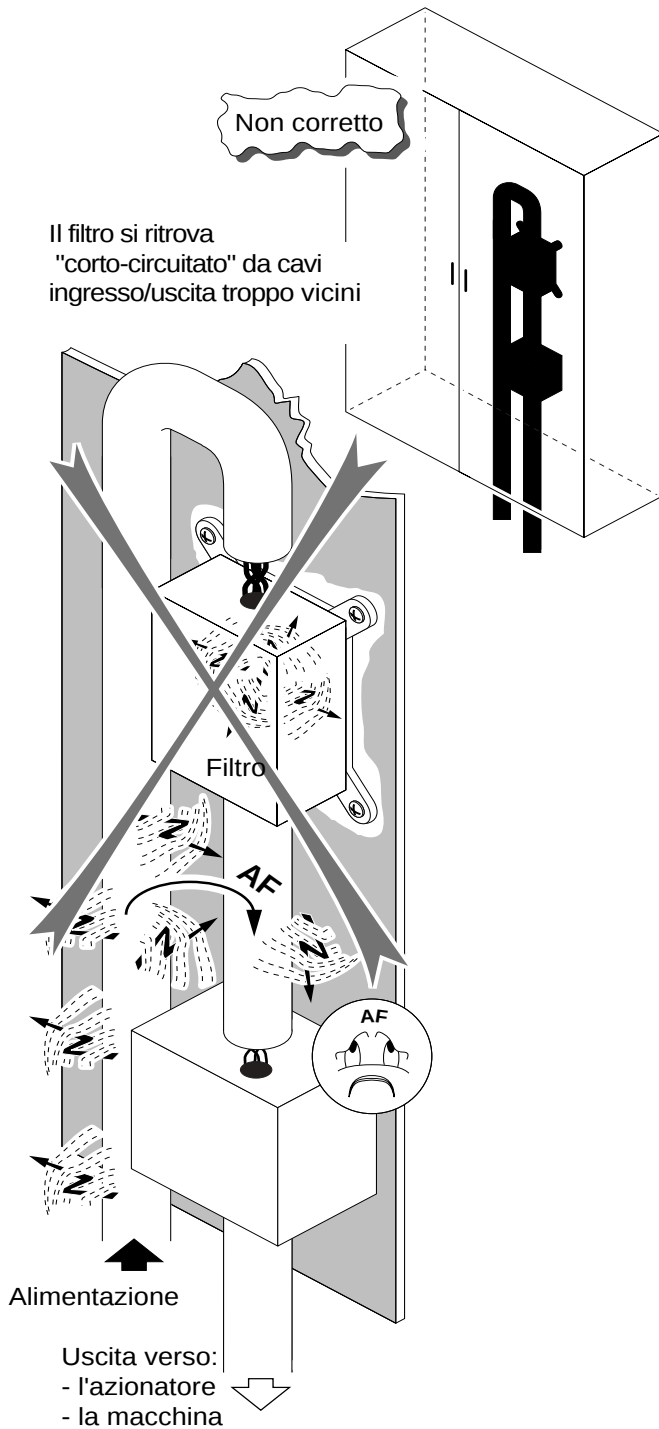


I filtri



Non corretto

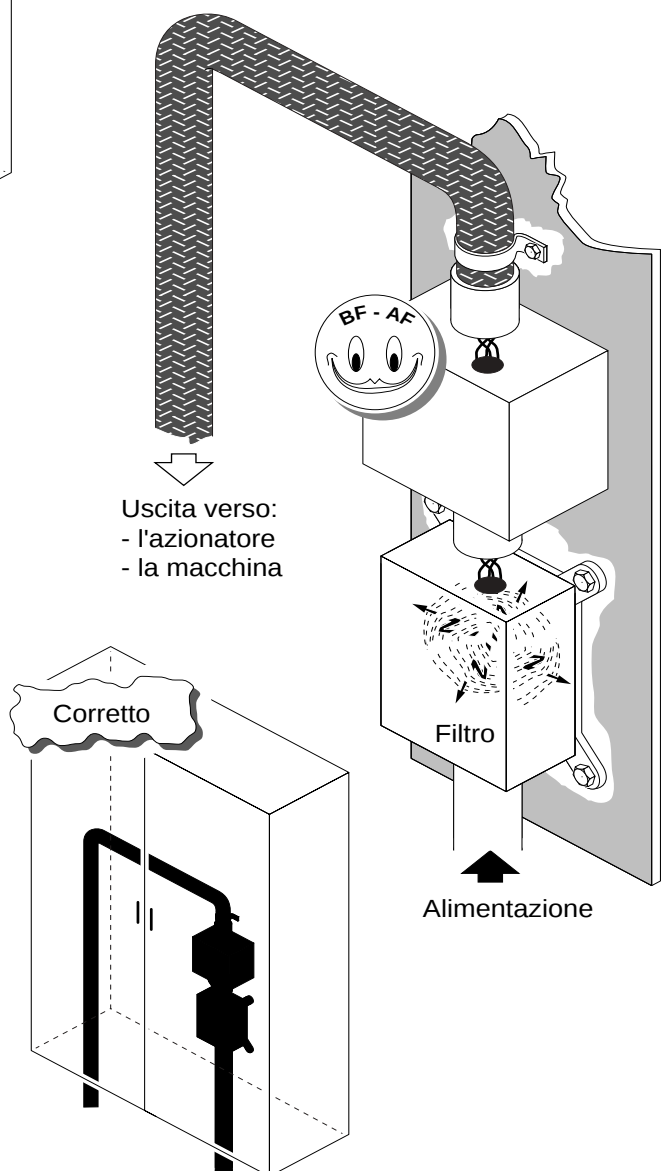
Il filtro si ritrova
"corto-circuitato" da cavi
ingresso/uscita troppo vicini



Corretto

Uscita verso:
- l'azionatore
- la macchina

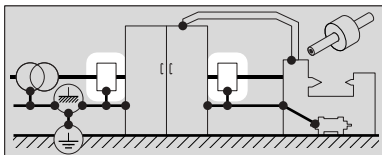
Alimentazione



1

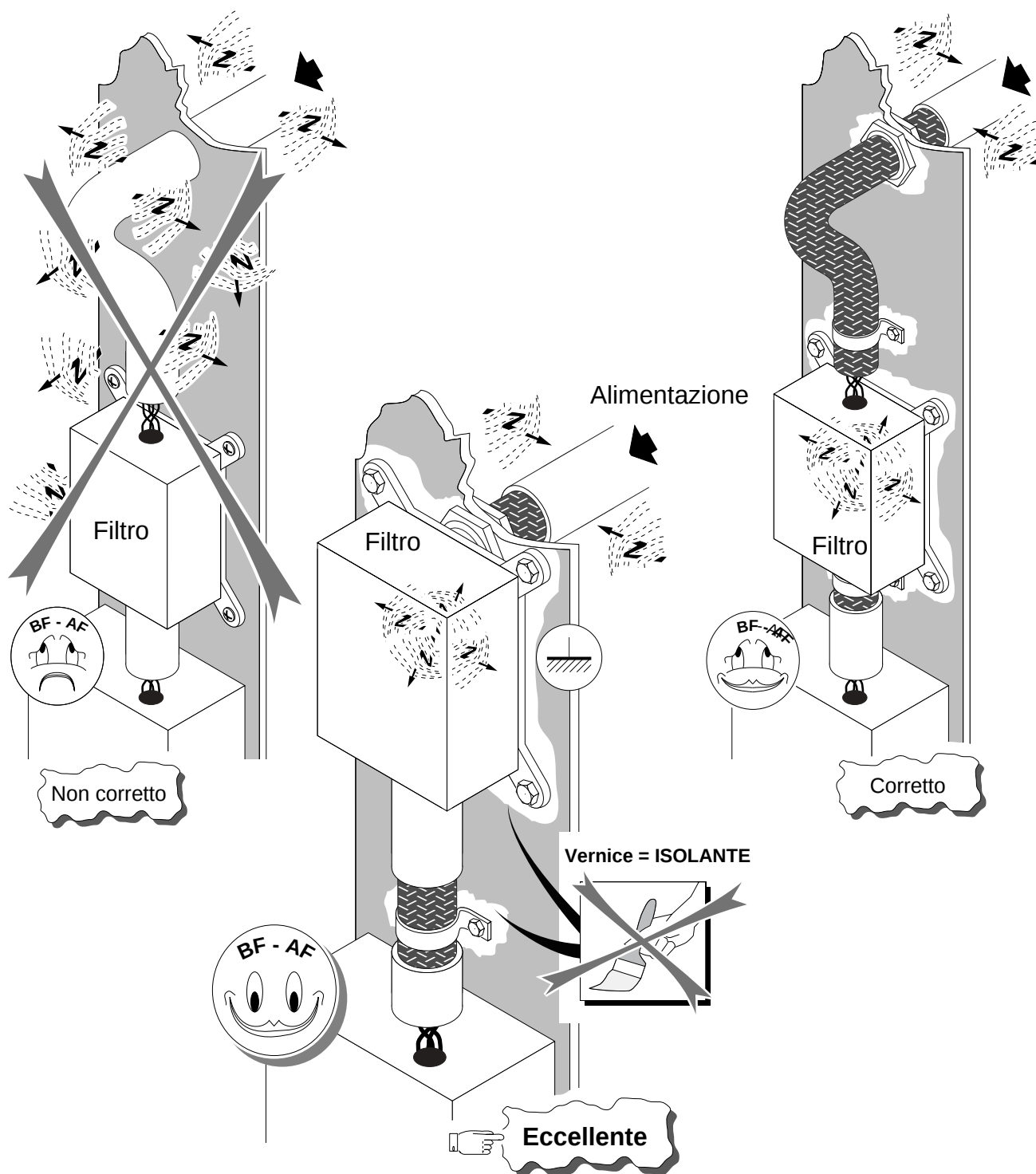
2

3



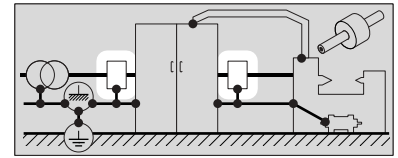
I filtri

Montaggio dei filtri

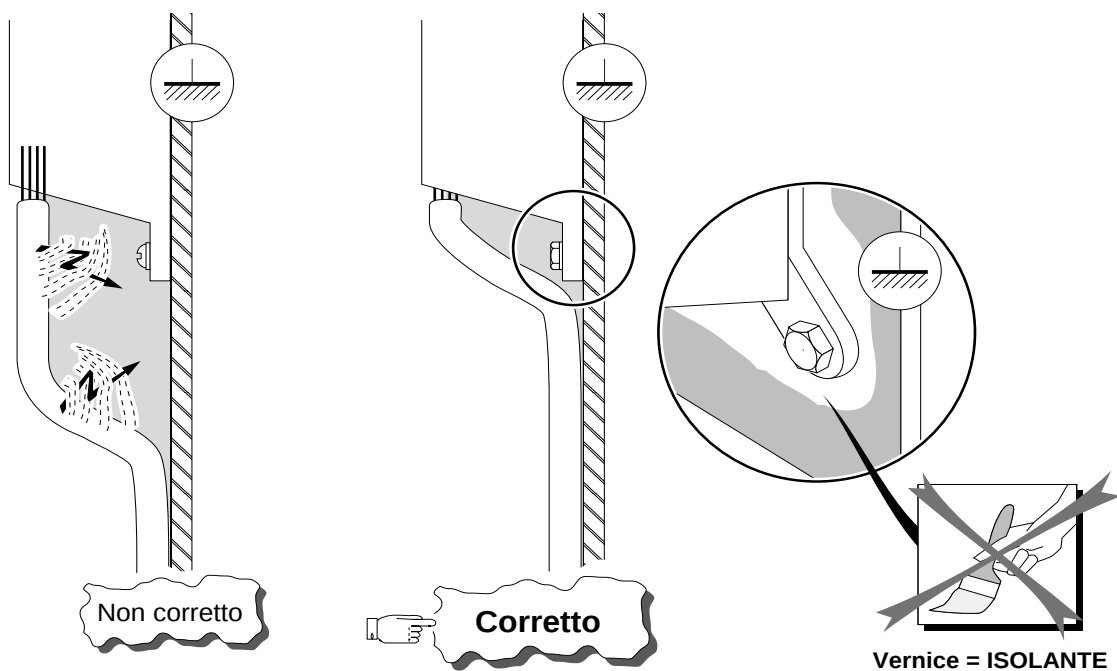


Occorre montare i filtri all'ingresso dell'armadio e imbullonarli al telaio o al piano di massa del fondo armadio

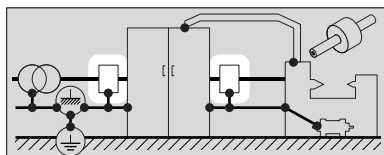
I filtri



Collegamento dei filtri



Occorre accostare il più possibile i cavi al piano di massa sul fondo dell'armadio di riferimento

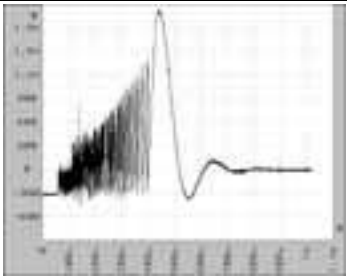
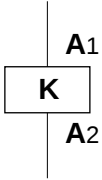
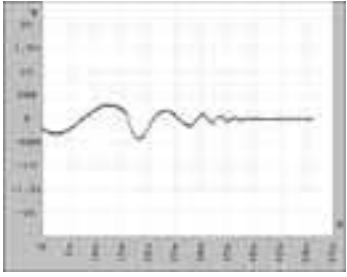
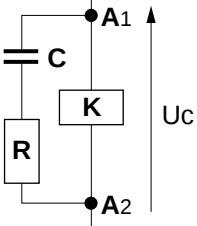
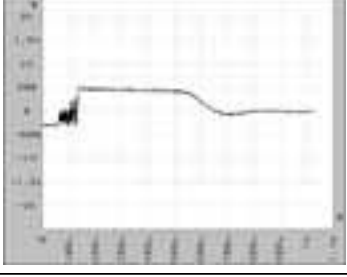
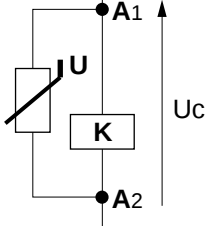
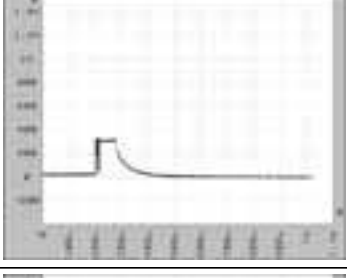
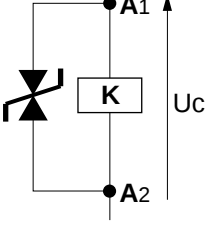
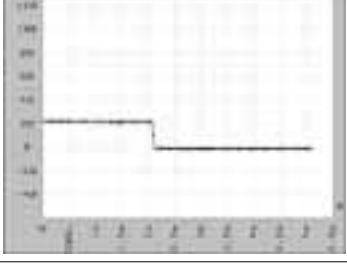
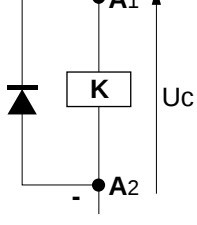


I dispositivi di protezione contro le sovratensioni

I dispositivi di protezione contro le sovratensioni o dispositivi antidisturbo, bobine: Scelta

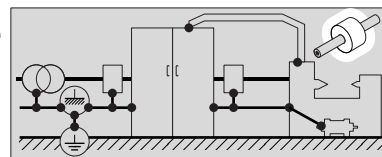
I diversi dispositivi sotto indicati hanno la funzione di ridurre :

- le sovratensioni di interruzione
- i residui alta frequenza "AF" (livello, quantità e pendenza dei fronti di perforazione del dielettrico)

Oscillogrammi	Tipo di dispositivo anti-disturbo	Schemi	Limitazione della sovratensione	
	---		> 1 kv	Nessuna. Sovratensione elevata in grado di raggiungere molti kilovolt, preceduta da una serie di perforazioni a fronti ripidi.
	Circuito R - C l'RC inclina i fronti		$\approx 2U_c$	Buona limitazione: dell'ordine di 2 volte la tensione di comando U_c . (variabile in base all'istante di interruzione, al tipo di bobina e ai valori di R e C).
	Varistore		$\approx 2U_c$ Predeterminata	Limitazione della sovratensione ad un valore di livellamento predeterminato dell'ordine di 2 volte la tensione massima di comando U_c .
	Diodo di livellamento bidirezionale		$\approx 2U_c$ Predeterminata	Limitazione della sovratensione ad un valore di livellamento predeterminato dell'ordine di 2 volte la tensione massima di comando U_c .
	Diodo "volano"		U_c nessuna sovratensione	Eliminazione totale della sovratensione.



I dispositivi di protezione contro le sovratensioni



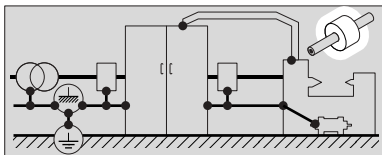
L'associazione di limitatori di cresta + RC combina i vantaggi dei 2 circuiti

Applicazioni	Tempo di apertura	Influenza sulla funzionalità
Sovratensione tipica che compare alle estremità di una bobina interrotta da un contatto. Esempio trattato: contattore di calibro 9A. Per maggiori dettagli vedere capitolo 1.	Tr_1	
• In associazione con apparecchi alimentati a corrente alternata. Poco utilizzato a corrente continua (volume e costo del condensatore). • Aiuto all'interruzione (riduzione usura del contatto di comando). • Effetto sulle alte frequenze "AF" : - Non sussistono più fronti ripidi né interruzioni (nessuna circolazione di corrente alta frequenza "AF" nel circuito di comando). - si osserva solamente un'onda di tensione oscillatoria smorzata bassa frequenza "BF" (ordine di grandezza 100 Hz).	$Tr = 1 \text{ à } 2$ Tr_1	• Aumento del tempo di apertura di un fattore dell'ordine da 1 a 2. (generalmente accettata tenuto conto della grande dispersione dei tempi di apertura in Δ)
• In associazione con apparecchi alimentati a corrente alternata o continua. • Aiuto all'interruzione (riduzione usura del contatto di comando). • Effetto sulle alte frequenze "AF" : - prima che venga raggiunta la soglia di limitazione, può apparire una serie di interruzioni di breve durata a seconda del tipo di contatto e dell'ordine di grandezza della tensione di comando U_c. - possibile circolazione di corrente alta frequenza "AF" di ampiezza ridotta e breve durata nel circuito di comando. • Capace di far circolare un'energia elevata (+ del circuito RC).	$Tr = \text{da } 1,2 \text{ a } 2$ Tr_1	• Aumento del tempo di apertura di un fattore dell'ordine da 1,2 a 2.
• In associazione con apparecchi alimentati a corrente alternata o continua. • Aiuto all'interruzione (riduzione usura del contatto di comando). • Effetto sulle alte frequenze "AF" : - pochi residui "AF" (rischi di interruzione limitati) per la U_c di debole livello. - possibile circolazione di correnti alta frequenza "AF" di ampiezza ridotta e brevissima durata nel circuito di comando per U_c elevate. > 200 V (comportamento "AF" vicino al varistore).	$Tr = \text{da } 1,2 \text{ a } 2$ Tr_1	• Aumento del tempo di apertura di un fattore dell'ordine da 1,2 a 2.
• In associazione con apparecchi alimentati a corrente continua (comp. polarizzato) • Aiuto all'interruzione (riduzione usura del contatto di comando). • Effetto sulle alte frequenze "AF" : - All'interruzione, il diodo scarica l'energia restituita dalla bobina sotto forma di corrente, la tensione ai morsetti è quasi nulla, la tensione alle estremità del contatto di comando è uguale a U_c. • Nessun rischio di disturbo "AF".	$Tr = \text{da } 4 \text{ a } 8$ Tr_1	• Aumento del tempo di apertura di un fattore dell'ordine da 4 a 8. (variabile a seconda del tipo e della dimensione dell'elettromagnete).

1

2

3



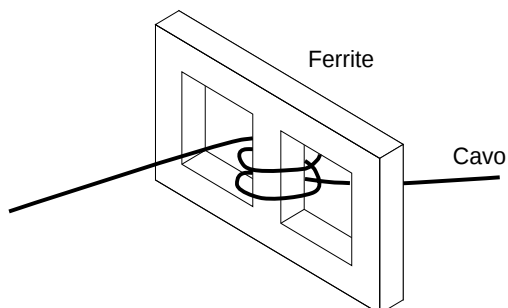
Le ferriti

I conduttori «andata» e «ritorno» del segnale che si desidera filtrare devono passare nella ferrite

1

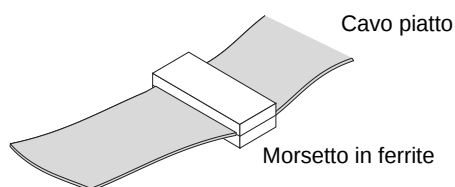
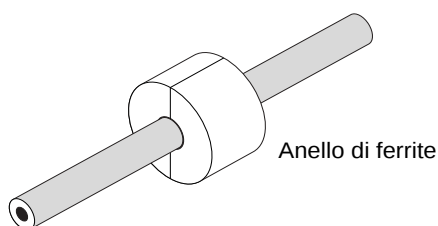
2

3



Il numero di spire aumenta l'efficacia, ma si creano delle capacità parassite all'interno delle spire. Vi è quindi un numero massimo di spire da non superare, che dipende

- dalla frequenza dei disturbi
- dal cavo
- dalla ferrite



L'utilizzo di ferriti apribili facilita la loro installazione ma garantisce meno efficacia rispetto all'impiego di ferriti piene (chiuse).

Problema di emissione: la ferrite deve essere posta il più possibile vicino all'apparecchio fonte di disturbo

Problema d'immunità: la ferrite deve essere posta il più possibile vicino all'apparecchio sensibile solo se il perturbatore non può essere pulito dal disturbo o se non è identificabile.

Indice

A

Aggiornamento: 2-5
Alimentazione: 2-18
Apparecchio: 2-11
Approccio: 2-3
Armadio: 2-12, 2-26, 2-45, 2-56

C

Cablaggio: 2-36
Canaline: 2-44
Cavi: 2-28, 2-32, 2-34, 2-44
Classe: 2-32
Collegamento: 2-45, 2-48, 2-55, 2-59
Comandamenti: 2-36
Componenti: 2-29
Conessioni: 2-52
Conseguimento: 2-1

D

Disaccoppiamento: 2-19
Distribuzione: 2-24

E

Edificio: 2-9
EMC: 2-3
Estensione: 2-4
Estremità: 2-48
Evoluzione: 2-5

F

Ferriti: 2-62
Filtri: 2-56, 2-58, 2-59

I

Illuminazione: 2-29
Impianto: 2-4, 2-5, 2-6, 2-24, 2-47
Ingressi: 2-28
Installazione: 2-29, 2-56
Interconnessioni: 2-14, 2-15, 2-16

L

Lunghezza: 2-52

M

Macchina: 2-11
Magliatura: 2-13, 2-14, 2-15, 2-16, 2-17
Manutenzione: 2-5
Massa: 2-8, 2-25, 2-28
Montaggio: 2-58

1

2

3

Indice

P

Parco: 2-5
Percorsi dei cavi: 2-44
Percorso dei cavi: 2-28
Piano: 2-28
Posa: 2-50
Posizionamento: 2-46
Prestazioni: 2-34
Progettazione: 2-4
Protezioni contro le sovratensioni: 2-60

R

Realizzazione: 2-53
Regole: 2-7, 2-36
Rete: 2-8
Riferimento: 2-28

S

Schermi: 2-25
Segnali: 2-32
Sicurezza: 2-13, 2-14, 2-15, 2-16, 2-17

T

Trasformatore: 2-19

1

2

3

CAPITOLO 3

NORME, METODI E PROVE DI «EMC»

1

2

3

Le Norme

Introduzione

Una norma è una raccolta di regole, prescrizioni, metodologie ... utilizzabili da un costruttore come riferimento nella fase di progettazione e nelle prove dei suoi prodotti.

1

Esistono 3 tipi di norme EMC

2

Pubblicazioni o norme fondamentali

Si tratta di norme o guide che definiscono in modo generale le regole relative alla EMC (fenomeni, prove...).

3

Sono applicabili a tutti i prodotti e servono come riferimento, soprattutto per i comitati che elaborano le norme specifiche di prodotto.

Norme generiche (Europee)

Queste norme stabiliscono le esigenze essenziali in termini di livello da osservare per un determinato ambiente, tipo di prova ... in conformità con le norme fondamentali.

In assenza di normativa specifica per singoli prodotti o famiglia di prodotti, le norme generiche vengono applicate a qualsiasi prodotto installato in un dato ambiente.

Norme specifiche per famiglie di prodotti o per singoli prodotti

Queste norme stabiliscono, per singoli prodotti o famiglie di prodotti, le disposizioni costruttive, le caratteristiche, i metodi e i livelli di prova applicabili.

Quando esistono, queste norme prevalgono sulle norme generiche.

Nota: il tipo di norma è indicato nel titolo

Le Norme

Gli organismi normatori

- CISPR : Comitato Internazionale Speciale per le Perturbazioni Radioelettriche,
IEC : Commissione Elettrotecnica Internazionale (con sede a Ginevra),
CENELEC : Comitato Europeo per la Normazione Elettrotecnica (con sede a Bruxelles),
I riferimenti delle norme corrispondenti cominciano con le lettere EN, ENV, HD...
CEI : Comitato Elettrotecnico Italiano (con sede a Milano),
UTE : Unione Tecnica dell'Elettricità (con sede a Parigi).
L'UTE e il CEI sono membri del CENELEC e della IEC

1

2

3

Le pubblicazioni CISPR

Le prime pubblicazioni CISPR sono state pubblicate nel 1934. Hanno come obiettivo fondamentale la protezione della trasmissione e della ricezione delle onde radioelettriche.

In particolare definiscono le condizioni di prova e i limiti di emissione dei prodotti elettrici ed elettronici.

Le Norme

Esempi di pubblicazioni CISPR applicabili ai nostri prodotti

1

CISPR 11 - 1990 Limiti e metodi di misura delle caratteristiche di radiodisturbo degli apparecchi industriali, scientifici e medicali (ISM).

2

CISPR 14 - 1993 Limiti e metodi di misura delle caratteristiche di radiodisturbo degli elettrodomestici o apparecchi simili a motore o termici, degli utensili elettrici e apparecchi elettrici simili.

3

CISPR 16 Specifiche dei metodi e degli apparecchi di misura dei radiodisturbi e dell'immunità ai radiodisturbi.

CISPR 16-1 -1993 Apparecchi di misura dei radiodisturbi e dell'immunità ai radiodisturbi.

CISPR 17 - 1981 Metodi di misura delle caratteristiche antidisturbo degli elementi di riduzione dei radiodisturbi e dei filtri passivi.

CISPR 18-1 - 1982 Descrizione dei fenomeni.

CISPR 22 - 1993 Limiti e metodi di misura delle caratteristiche di radiodisturbo degli apparecchi per la tecnologia dell'informazione.

Le Norme

Le pubblicazioni IEC

Norme della serie IEC 801-X

Le norme della serie IEC 801-X sono comparse all'inizio degli anni 1970. Riguardano la Compatibilità Elettromagnetica per gli apparati di misura e di comando per processi industriali.

Sono rivolte ai costruttori ed utilizzatori e riguardano le prove di EMC per questi tipi di apparati.

Norme della serie IEC 1000-X-X

Le pubblicazioni IEC 1000-X-X, interamente dedicate alla Compatibilità Elettromagnetica, raggruppano dal 1991 l'insieme delle norme IEC relative a questo settore.

1

2

3

Le Norme



Telemecanique

6

Parte	IEC	Riferimento IEC attuale	Oggetto	Equivalente EN/ENV	Equivalente Norma CEI
Generalità		IEC 1000-1-1	Applicazione e interpretazione di definizioni e termini fondamentali.		
Caratteristiche generali		IEC 1000-2-1	Ambiente elettromagnetico per i disturbi condotti in bassa frequenza «BF» e la trasmissione di segnali sulle reti pubbliche d'alimentazione.		
		IEC 1000-2-2	Livelli di compatibilità per i disturbi condotti in bassa frequenza «BF» e la trasmissione di segnali sulle reti pubbliche d'alimentazione a bassa tensione.	ENV 61000-2-2	CEI EN 61000-2-2 (110-10)
		IEC 1000-2-3	Fenomeni irradiati e fenomeni condotti a frequenze diverse da quelle della rete.		
		IEC 1000-2-4 (1994)	Livelli di compatibilità per i disturbi condotti in bassa frequenza negli impianti industriali.	EN 61000-2-4	CEI EN 61000-2-4 (110-27)
		IEC 1000-2-5	36 17 UTE. 1000 nella norma internazionale Classificazione degli ambienti elettromagnetici.		
Limiti	555-2	IEC 1000-3-2 (1995)	Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso $\leq 16A$ per fase).	EN 61000-3-2	CEI EN 61000-3-2 (110-31)
	555-3	IEC 1000-3-3 (1994)	Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione di bassa tensione per gli apparecchi con corrente nominale $\leq 16A$.	EN 61000-3-3	CEI EN 61000-3-3 (110-28)
		IEC 1000-3-5	Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker nelle reti bassa tensione per gli apparecchi con corrente di spunto $> 16A$.		
Tecniche di prova e di misura	801-1	IEC 1000-4-1 (1992-12)	Panoramica delle prove di immunità. Pubblicazione EMC di base.	EN 61000-4-1 (1994-08)	CEI EN 61000-4-1 (110-23)

Le Norme

Parte	IEC	Riferimento IEC attuale	Oggetto	Equivalente EN/ENV	Equivalente Norma CEI
Tecniche di prova e di misura (segue)	801-2	IEC 1000-4-2 (1995-01)	Prova d'immunità a scarica elettrostatica. Pubblicazione EMC di base.	EN 61000-4-2 (1995-03)	CEI EN 61000-4-2 (110-34)
	801-3	IEC 1000-4-3 (1995-02)	Prova d'immunità ai campi elettromagnetici irradiati alle frequenze radioelettriche.	EN 61000-4-3	
	801-4	IEC 1000-4-4 (1995-01)	Prova d'immunità ai transitori elettrici veloci. Pubblicazione EMC di base.	EN 61000-4-4 (1995-03)	CEI EN 61000-4-4 (110-35)
	801-5	IEC 1000-4-5 (1995-02)	Prova d'immunità ad impulso.	EN 61000-4-5 (1995)	CEI EN 61000-4-5 (110-30)
		IEC 1000-4-6	Immunità ai disturbi condotti indotti dai campi radioelettrici.	EN 61000-4-6 (1996)	
		IEC 1000-4-7 (1991-07)	Guida generale per le misure di armoniche e interarmoniche, e relativa strumentazione, applicabile alle reti di alimentazione e agli apparecchi ad esse collegati.	EN 61000-4-7 (1993-03)	CEI EN 61000-4-7 (110-12)
		IEC 1000-4-8 (1993-06)	Prova d'immunità ai campi magnetici a frequenza di rete. Pubblicazione EMC di base.	EN 61000-4-8 (1993-09)	CEI EN 61000-4-8 (110-15)
		IEC 1000-4-9 (1993-06)	Prova d'immunità al campo magnetico impulsivo. Pubblicazione EMC di base.	EN 61000-4-9 (1993-09)	CEI EN 61000-4-9 (110-16)
		IEC 1000-4-10 (1993-06)	Prova d'immunità al campo magnetico oscillatorio smorzato. Pubblicazione EMC di base.	EN 61000-4-10 (1993-09)	CEI EN 61000-4-10
		IEC 1000-4-11 (1994-06)	Prove d'immunità a buchi di tensione, brevi interruzioni e variazioni di tensione.	EN 61000-4-11 (1994-09)	CEI EN 61000-4-11 (110-29)
		IEC 1000-4-12	Prova d'immunità alle onde oscillatorie smorzate. Pubblicazione EMC di base.	EN 61000-4-12 (1995-12)	CEI EN 61000-4-12
Consigli per l'installazione		IEC 1000-5-1	Considerazioni generali		
		IEC 1000-5-2	Messa a terra e collegamento		
		pr. IEC 1000-5-3	Influenze esterne		

Le Norme

Le norme CENELEC

Le norme EN o ENV ... sono applicabili nel quadro dell'Associazione Europea di Libero Scambio (AELE).

1

Sono attualmente in corso di armonizzazione per la Direttiva «EMC».

Recepiscono in genere norme internazionali esistenti.

2

Esempi: la EN 55011 è contestuale con alcune modifiche alla pubblicazione CISPR 11
 la EN 61000-4-1 è identica alla IEC 1000-4-1

3

Norme generiche (Europee)

Le norme generiche, in mancanza di norme specifiche per singoli prodotti o famiglie di prodotti, sono applicabili nel quadro dell'Associazione Europea di libero scambio (AELE) ai fini della Direttiva EMC.

Sono armonizzate a livello europeo e sono state pubblicate sulla GUCE (Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea).

Norme specifiche per singoli prodotti o famiglie di prodotti

Queste norme sono applicabili ai singoli prodotti o a famiglie di prodotti di cui sono oggetto.

Precisano le condizioni e i livelli di prove applicabili.

In ambito europeo, quando esistono e sono armonizzate, queste norme specifiche prevalgono su quelle generiche o fondamentali.

Esempio: EN 60947-1 A12 è una norma di famiglia di prodotto e si applica agli apparecchi di bassa tensione (in generale): l'emendamento A12 si riferisce all'EMC.

I metodi e le prove di «EMC»

Norme nazionali

Sono emesse in Italia dal CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

Le norme attualmente pubblicate in Italia così come in tutti i paesi della Comunità recepiscono in genere le norme europee.

Esempio: CEI EN 60947-1 A12 (Italia)
 NF EN 60947-1 A12 (Francia)
 DIN EN 60947-1 A12 (Germania)

Queste norme sostituiscono le norme nazionali preesistenti relative agli stessi apparecchi.

1

2

3

I metodi e le prove di «EMC»

Esistono due tipi di prove realizzabili su un prodotto con un metodo appropriato:

Le prove di tipo

Si tratta di prove realizzate da parte del costruttore sui prototipi prima della loro commercializzazione.

Le prove in loco

Si tratta di prove realizzate su un sistema o impianto che integra vari prodotti. Vengono realizzate sotto la responsabilità del cliente ed hanno come scopo quello di verificare la EMC di un impianto, di un apparecchio o di una macchina.

I metodi di prova

Le modalità di applicazione delle prove sono descritte con precisione all'interno delle norme.



Per garantire la continua evoluzione di questo manuale affinché possa rispondere nel migliore dei modi alle vostre esigenze, vi saremo grati se vorrete far pervenire le vostre osservazioni ed i vostri commenti al riguardo:

alla nostra organizzazione commerciale,
oppure al seguente indirizzo:

Schneider Electric S.p.A.
Attività Variazione di Velocità
Via Orbetello, 140
10148 Torino
Tel. 011/228.11.11 - Fax 011/226.76.63

Nonostante la cura dedicata all'elaborazione di questo manuale **Schneider Electric** non può garantire l'esattezza di tutte le informazioni riportate e non può quindi essere ritenuta responsabile di errori in esse contenuti né dei danni che potrebbero risultare dal suo utilizzo o dalla sua applicazione.

© **Copyright Schneider Electric 1995.**

È vietata qualsiasi riproduzione di questo documento.

È inoltre vietata la copia o la riproduzione di questo manuale, anche parziale e con qualsiasi procedimento (fotografico, magnetico o altro) e la sua trascrizione totale o parziale leggibile su macchina elettronica.

L'organizzazione commerciale Schneider 1997

Direzione Commerciale	Centro Direzionale Colleoni, Palazzo Sirio Viale Colleoni, 7 20041 AGRATE BRIANZA (MI) Tel. (039) 6558111 (s.p.) Telex 301535 MAGGAL I Tfax 6056900 - 6057055
Filiale di Bologna	(Province di Bologna, Ferrara, Ravenna, Forlì, Rimini) Via Ferrarese, 219/7 40128 BOLOGNA Tel. (051) 320302 Tfax 324074 - 324516
Filiale di Brescia	(Province di Mantova, Cremona, Brescia) Via Cefalonia, 70 Crystal Palace 16° piano 25124 BRESCIA Tel. (030) 2445911 Tfax 2425358 - 2426916
Ufficio Vendite di Canelli	(Province di Cuneo, Asti, Alessandria) C.so della Libertà, 71/A 14053 CANELLI (AT) Tel. (0141) 834084 Tfax 834596
Ufficio Vendite di Catania	(Sicilia) Via Martiri di Cefalonia, 6 95123 CATANIA Tel. (095) 483999 Tfax 471574
Filiale di Firenze	(Toscana, Umbria, La Spezia) Via Sacco e Vanzetti, 1/A 50145 FIRENZE Tel. (055) 373173 r.a. Tfax 373209 - 301482
Ufficio Vendite di Genova	(Province di Genova, Savona, Imperia) Viale Brigata Bisagno, 2/9 16129 GENOVA Tel. (010) 5702585 Tfax 5704358
Filiale di Mestre	(Province di Treviso, Belluno, Padova, Venezia, Rovigo, Regione Friuli V. Giulia) Via Torino, 135 30172 MESTRE (VE) Tel. (041) 5312836 Telex 301535 MAGGAL I Tfax 5312839
Filiale di Milano Nord/Est	(Milano città, Province di Milano Nord, Como, Lecco, Sondrio, Bergamo) Centro Direzionale Colleoni Palazzo Sirio Viale Colleoni, 7 20041 AGRATE BRIANZA (MI) Tel. (039) 6558111 (s.p.) Telex 301535 MAGGAL I Tfax 6056450
Filiale di Milano Sud/Ovest	(Province di Milano Sud, Pavia, Lodi, Piacenza, Varese) Via Leonardo da Vinci, 43 20090 TREZZANO SUL NAVIGLIO (MI) Tel. (02) 48402073 Tfax 48401683
Filiale di Napoli	(Campania, Puglia, Basilicata, Calabria) S.P. Circumvallazione Esterna di Napoli 80020 CASAVATORE (NA) Tel. (081) 7365155 Telex 301535 MAGGAL I Tfax 7365050 - 7371345
Ufficio Vendite di Novara	(Province di Novara, Verbania) Via Tadini, 2 28100 NOVARA Tel. (0321) 612966 Tfax 612988
Ufficio Vendite di Pesaro	(Marche) Via Gagarin, 208 61100 PESARO Tel. (0721) 400554 Tfax 400361
Ufficio Vendite di Reggio Emilia	(Province di Parma, Reggio Emilia, Modena) Via Brigata Reggio, 22/H Kennedy Center 42100 REGGIO EMILIA Tel. (0522) 382900 Tfax 382055
Filiale di Roma	(Lazio, Abruzzi, Molise) Via Silvio D'Amico, 40 00145 ROMA Tel. (06) 549251 Telex 620083 MAGGAL I Tfax 5411863 - 5401479
Filiale di Torino	(Province di Torino, Vercelli, Biella, Aosta, Regione Sardegna) Via Orbetello, 140 10148 TORINO Tel. (011) 2281211 Tfax 2281311 - 2281385
Filiale di Vicenza	(Province di Verona, Trento, Bolzano, Vicenza) Viale San Lazzaro, 91 36100 VICENZA Tel. (0444) 569899 Tfax 961904

Schneider Electric S.p.A. 20041 AGRATE (MI) Italia
Tel. (039) 6558111
Tfax (039) 6056900
Telex 301535 MAGGAL I

In ragione dell'evoluzione delle Norme e dei materiali, le caratteristiche riportate nei testi e nelle illustrazioni del presente documento si potranno ritenere impegnative solo dopo conferma da parte di Schneider Electric.