

7.31 Accorgimenti per limitare i disturbi generati dagli azionamenti elettronici

Per la soppressione dei disturbi generati dagli azionamenti o il loro contenimento entro limiti non pericolosi per il buon funzionamento dell'impianto, è necessario intervenire a vari livelli e rispettare alcune regole fondamentali.

Solo l'insieme e l'equilibrio degli accorgimenti di seguito elencati possono dare la massima garanzia di evitare problemi all'impianto.

Filtri di rete. Tra i vari accorgimenti, il disaccoppiamento dell'azionamento dalla rete tramite adeguati filtri di rete è sicuramente quello più importante e costoso.

Mentre gli altri accorgimenti contribuiscono a migliorare sensibilmente le condizioni di lavoro dell'impianto, un adeguato filtro di rete è da considerarsi indispensabile.

Senza il disaccoppiamento, l'azionamento scarica in rete tutta la sua potenzialità di generatore di disturbi e coinvolge tutte le apparecchiature allacciate alla stessa linea.

I filtri di rete sono, in genere, dei filtri "passa basso" (*low pass filter*) e questo significa che:

- non costituiscono ostacolo per le frequenze di rete e possono essere impiegati anche con correnti continue;
- l'attenuazione riguarda solo le alte frequenze.

I filtri di rete possono essere realizzati per la soppressione di disturbi simmetrici e asimmetrici.

I disturbi simmetrici, come mostrato nella fig. 7.130a, circolano in linea e sul neutro in senso opposto. Questa tipologia di disturbo costituisce un problema solo se sorgente e carico sono molto vicini tra loro.

I disturbi asimmetrici, mostrati nella fig. 7.130b, circolano in linea e sul neutro nello stesso senso, mentre nella terra essi si sommano. Queste interferenze sono propagate più facilmente ed è necessaria un'attenuazione maggiore.

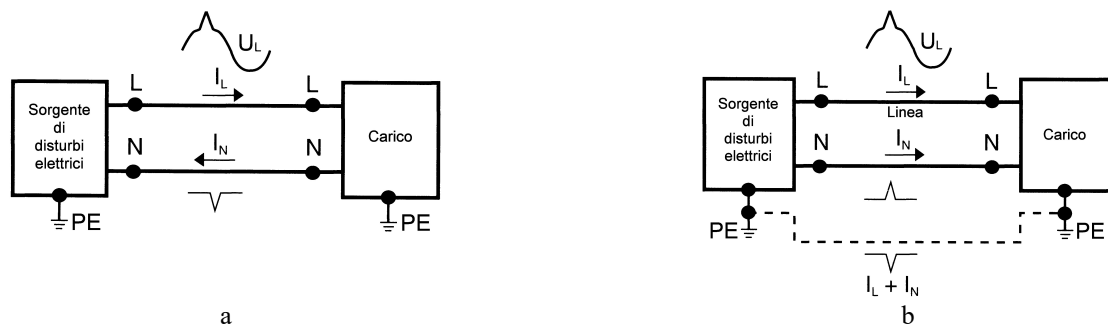


Fig. 7.130 - Collegamento di apparecchiature con disturbi: a) Di tipo simmetrico - b) Di tipo asimmetrico.

Di seguito sono mostrati degli esempi di schemi per filtri di rete e il loro impiego.

Nella fig. 7.131a è mostrato un filtro di rete monofase, di largo impiego e con buona efficienza attenuativa per disturbi sia simmetrici sia asimmetrici, con impiego generale in reti non particolarmente disturbate.

Nella fig. 7.131b è mostrato un filtro monofase ad attenuazione potenziata, impiegato in reti monofase particolarmente disturbate e con alta attenuazione per disturbi sia simmetrici sia asimmetrici.

Nella fig. 7.131c è mostrato un filtro monofase a 2 stadi completi e ad altissima attenuazione, che presenta la massima attenuazione di disturbi simmetrici e asimmetrici.

È impiegato in tutte le reti con presenza di forti sorgenti di disturbo, come, per esempio, alimentatori switching, azionamenti per motori in corrente continua e motori asincroni.

Nella fig. 7.131d è mostrato un filtro di rete trifase a 2 stadi completi ad altissima attenuazione, impiegato in reti trifasi fortemente disturbate e in presenza di azionamenti piccoli e medi per motori asincroni, di azionamenti per motori in corrente continua e di chopper.

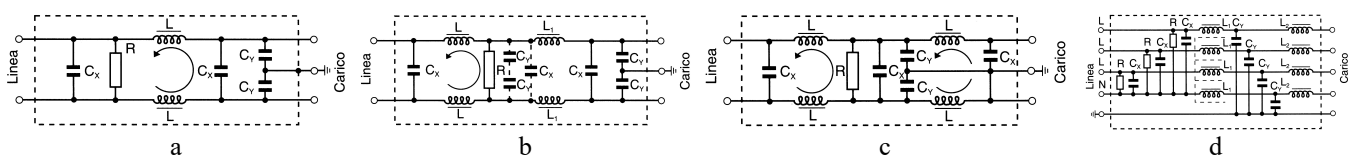


Fig. 7.131 - Esempi di filtri di rete: a) Tipo monofase normale - b) Tipo monofase ad attenuazione potenziata (circuito tratteggiato solo per 10 A) - c) Tipo monofase ad altissima attenuazione - d) Tipo trifase a due stadi ad altissima attenuazione.

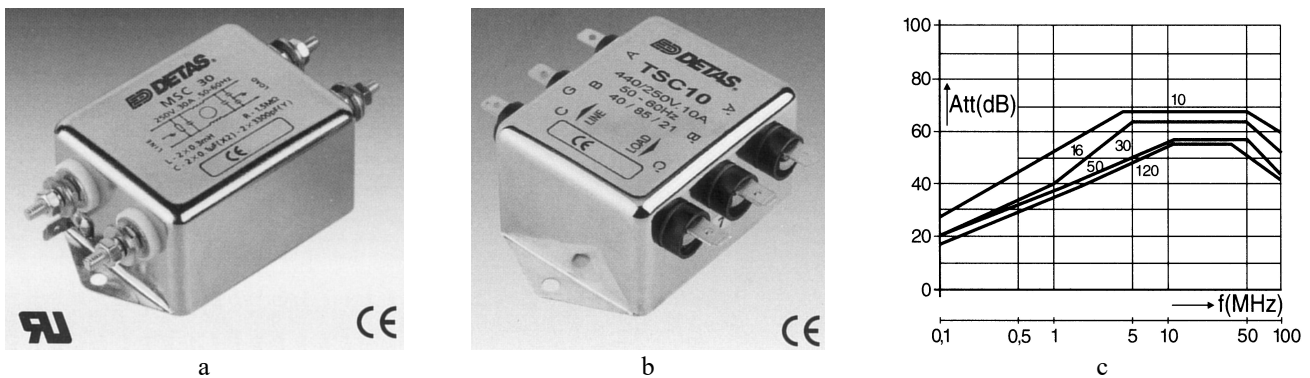


Fig. 7.132 - Esempi di filtri di rete: a) Tipo monofase, con attacchi a vite - b) Tipo trifase, con attacchi tipo Faston - c) Esempio di diagramma di attenuazione del filtro di rete trifase, il cui schema è riportato in fig. 7.131b.

Occorre segnalare che anche i filtri concepiti per l'impiego con gli azionamenti elettronici non sempre riescono ad evitare problemi di disturbo e, di conseguenza, nei casi più critici, è necessario progettare soluzioni specifiche.

I filtri di rete devono essere installati tenendo conto che i cavi di collegamento funzionano da antenne di propagazione dei disturbi e, quindi, è opportuno che il filtro di rete sia montato il più vicino possibile alla fonte dei disturbi. In ogni caso, non si dovrebbe superare i 30 cm.

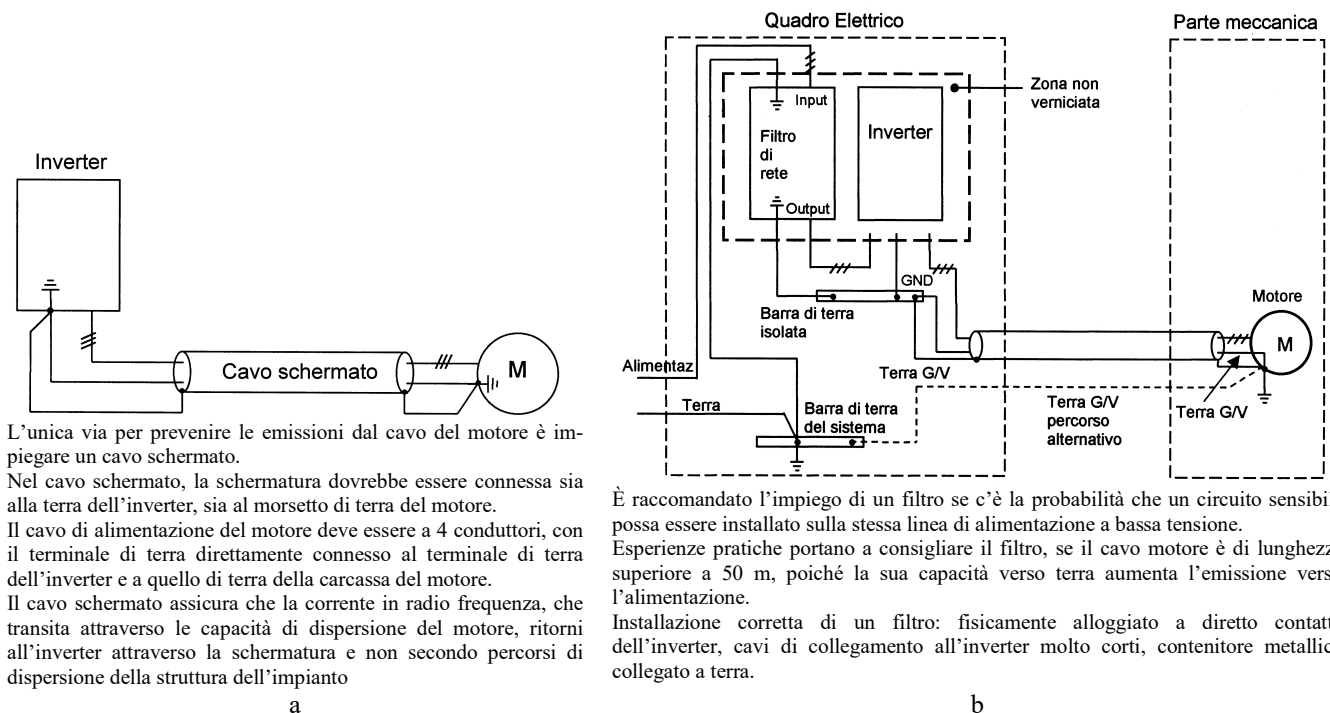


Fig. 7.133 – Riduzione dei disturbi elettrici: a) Cavi di alimentazione del motore - b) Installazione dei filtri di rete.

Cavi schermati. Come si è detto in precedenza, i cavi di collegamento possono essere considerati come delle antenne di propagazione e ricezione dei disturbi. Di conseguenza, si consiglia l'impiego di cavi schermati sia per i circuiti di comando elettronici sia per i collegamenti di potenza fra l'azionamento e il motore.

Sono disponibili sul mercato dei tipi di cavi schermati che integrano in un solo cavo i conduttori di potenza e quelli separatamente schermati di misura/comando dell'azionamento.

Posa dei cavi. È bene tenere presente che la scelta e la posa dei cavi, se eseguite correttamente, possono essere decisive per il buon funzionamento dell'impianto.

Nella posa dei cavi, inoltre, occorre tenere separati quanto più possibile i cavi di potenza da quelli di comando o misura (v. fig. 7.134a).

Si devono evitare incroci, accavallamenti e attorcigliature. Se non è possibile evitare incroci, occorre cercare di incrociare a 90° (v. fig. 7.134c).

Per i collegamenti di potenza (cavi di alimentazione del motore), bisogna usare cavi schermati, avendo cura di separarli il più possibile da quelli di comando e di misura (v. fig. 7.134d).

Dove possibile, è opportuno collocare i cavi in canalette o tubi metallici separati, oppure usare cavi schermati e armati (v. fig. 7.134b).

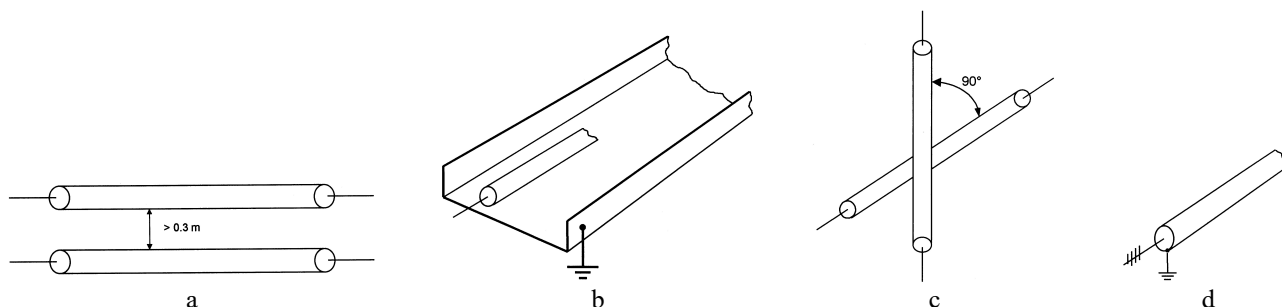


Fig. 7.134 - Installazione dei cavi di segnale: a) Nessuno cavo di segnale deve correre parallelo ad un cavo di alimentazione di un motore o ad un cavo di alimentazione dell'inverter non filtrato (si consiglia una distanza non inferiore a 0,3 m per una lunghezza superiore a 1 m) - b) Nel remotizzare i comandi, è buona norma collocare i cavi di segnale in una propria canalina metallica, messa a terra, all'interno della quale non siano alloggiati cavi di potenza - c) Qualora sia necessario, incrociare i cavi di segnale con cavi di potenza con un angolo retto, o comunque prossimo a 90° - d) In ambienti con disturbi elettrici o in presenza di circuiti sensibili, si dovrà adottare la classica soluzione dei cavi di segnale schermati con schermo collegato a terra.

Messa a terra. Nella messa a terra occorre tenere presenti le seguenti regole generali:

- occorre sfruttare le più ampie superfici possibili (per esempio, le custodie metalliche, l'armadio, ecc.);
- bisogna collegare le diverse parti metalliche a terra, impiegando conduttori a bassa impedenza per alte frequenze;
- è necessario avere l'accortezza di eliminare eventuali strati di vernice o ossidazioni;
- tutti i punti di terra devono essere a bassa impedenza e il loro controllo periodico deve far parte della normale routine di manutenzione.

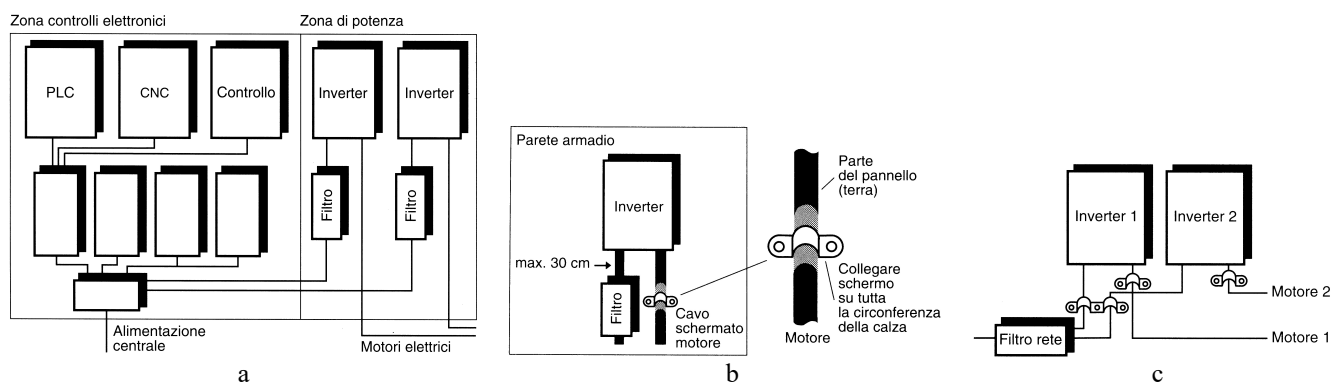


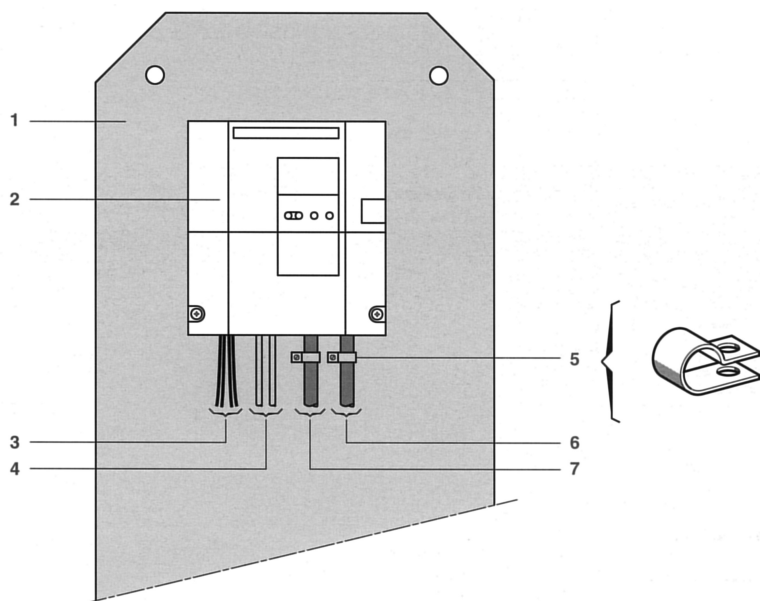
Fig. 7.135 - a) Esempio di quadro elettrico con PLC e apparecchiature elettroniche di controllo con inverter e relativi filtri di rete - b) Esempio di posizionamento del filtro e messa a terra del cavo che collega il motore all'inverter - c) Esempio di filtro e messa a terra in un impianto con un filtro e due inverter collegati alla stessa rete (Telestar).

L'uso combinato delle reattanze di rete AC e delle reattanze DC, collegate come nell'esempio di fig. 7.99b e 7.99c, consente di ridurre la generazione di armoniche, secondo quanto riportato nella tab. 7.41.

Metodo di soppressione delle armoniche	Tasso di riduzione delle armoniche							
	5°	7°	11°	13°	17°	19°	23°	25°
Senza reattanze	65	41	8,5	7,7	4,3	3,1	2,6	1,8
Reattanza AC	38	14,5	7,4	3,4	3,2	1,9	1,7	1,3
Reattanza DC	30	13	8,4	5	4,7	3,2	3,0	2,2
Reattanza AC+DC	28	9,1	7,2	4,1	3,2	2,4	1,6	1,4

Tab. 7.41 - Tasso di riduzione delle armoniche mediante l'uso di reattanze AC e/o DC (Omron).

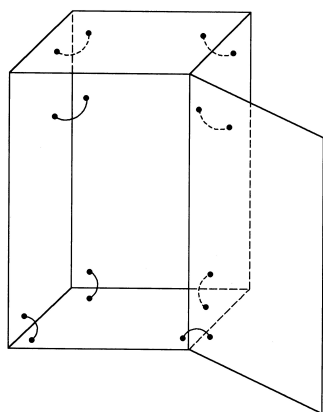
Nella fig. 7.136a sono mostrate alcune indicazioni per una corretta installazione di un inverter, in relazione alla compatibilità elettromagnetica.



Occorre garantire l'equipotenzialità alle alte frequenze delle masse tra l'inverter, il motore e le schermature dei cavi. È necessario utilizzare cavi schermati con la schermatura collegata alla massa su 360°, alle due estremità per il cavo motore e i cavi di controllo e comando. La schermatura può essere realizzata su una parte del percorso, mediante tubi o canaline metalliche, a condizione che non vi sia discontinuità.

- (1) Piastra in lamiera non verniciata con trattamento anti-corrosione conduttore (piano di massa). È possibile utilizzare anche una lamiera verniciata, a condizione di garantire un buon contatto elettrico delle superfici di appoggio e di fissaggio con (2) e (5).
- (2) L'inverter deve essere fissato direttamente sulla piastra (equipotenzialità delle masse).
- (3) Cavi di alimentazione non schermati, collegamento eventuale verso l'induttanza di linea. Possono essere collegati sui morsetti di uscita.
- (4) Cavi non schermati per l'uscita dei contatti del relè di sicurezza. Possono essere collegati sui morsetti di uscita.
- (5) Fissaggio e messa a massa delle schermature dei cavi (6) e (7) il più vicino possibile all'inverter: scoprire le schermature, utilizzare collari di dimensioni appropriate sulle parti scoperte delle schermature per il fissaggio sulla lamiera (1). Le schermature devono essere sufficientemente serrate sulla lamiera affinché i contatti siano buoni. I collari devono essere in metallo inossidabile.
- (6) Cavo schermato per il collegamento del motore, con schermatura collegata alla massa alle due estremità. La schermatura non deve essere interrotta e in caso di morsettiere intermedie queste devono essere contenute in involucri metallici schermati EMC.
- (7) Cavo schermato per il collegamento del controllo/comando. Per gli impieghi specifici che richiedono numerosi conduttori occorre utilizzare sezioni ridotte (per esempio, 0,5 mm²). La schermatura deve essere collegata alla massa alle due estremità. La schermatura non deve essere interrotta e, in caso di morsettiere intermedie, queste devono essere contenute in involucri metallici schermati EMC.

a



b

L'inverter contiene circuiti che sono fonte di disturbo: come primo provvedimento, occorre schermare il quadro di contenimento. Entro il quadro elettrico è importante che tutti i pannelli siano uniti tra loro con connessioni meccaniche, che presentino bassa impedenza elettrica alle alte frequenze.

Per ottenere questo risultato, può essere necessario aggiungere viti di serraggio, asportare vernici nei punti di interconnessione, usare speciali guarnizioni metalliche EMC.

Fig. 7.136 - a) Esempio di schema di installazione di un inverter - b) Esempio di interconnessione dei pannelli di un quadro elettrico per il contenimento dei disturbi elettrici.