

6.34 Misure per la protezione delle apparecchiature elettroniche dai disturbi elettrici

Nella quadristica di comando e di controllo, è sempre più importante la presenza di apparecchiature elettroniche. A questa categoria appartengono i PLC, i controlli numerici CNC, le schede e gli apparecchi con microprocessori, i sistemi di controllo e supervisione, gli elementi di interfacciamento e azionamento.

Insieme a questo tipo di apparecchiature elettroniche, che notoriamente non gradiscono lo stress causato dalla presenza di disturbi elettrici, sono montati anche apparecchi elettromeccanici, quali, per esempio, contattori, elettrovalvole, motori. I disturbi elettrici provocati dal funzionamento di queste apparecchiature elettromeccaniche possono compromettere seriamente il buon funzionamento e la durata di vita delle apparecchiature elettroniche presenti nel quadro o nell'impianto. Questa influenza è definita EMI, vale a dire *Electromagnetic Interferences - inductive noises*. Per "compatibilità elettromagnetica" si intende la capacità di apparecchiature elettriche ed elettroniche di lavorare in un ambiente elettromeccanico senza disturbarsi a vicenda.

Di conseguenza, per agevolare la compatibilità fra apparecchiature elettriche ed elettroniche, è necessario ridurre la presenza dei disturbi a valori minimi, tali da non compromettere la funzione e la durata di vita delle apparecchiature elettroniche. In questo contesto, le apparecchiature elettroniche devono essere progettate in modo da sopportare una minima presenza di disturbi elettromagnetici, i quali possono essere provocati da diversi fattori, quali:

- azionamento ed elementi di potenza commutati, quali, per esempio, raddrizzatori, amplificatori, alimentatori switching, variatori di frequenza, azionamenti per motori in corrente continua (a questo proposito, si veda il capitolo 3 dedicato agli azionamenti per motori in DC e AC);
- commutazione di carichi induttivi e capacitivi, circuiti e anelli di terra;
- conduttori di sezione troppo piccola o errata scelta di conduttori;
- posa dei cavi inadeguata;
- mancanza di schermo o schermo insufficiente di cavi e apparecchiature;
- incompatibilità tra interfacce;
- disposizione inadeguata degli apparecchi all'interno del quadro;
- cariche elettrostatiche;
- irradiazioni elettromagnetiche;
- scariche di natura atmosferica.

Tra tutte le possibili cause di disturbo saranno trattati, in particolare, i disturbi causati dalla commutazione dei carichi induttivi. Per quanto riguarda le altre fonti, si possono fare alcune semplici considerazioni al fine di migliorare il funzionamento delle apparecchiature elettroniche.

Posa dei cavi. Si deve tenere presente di separare i cavi di misura e di controllo con carichi molto bassi, vale a dire dai millivolt [mV] fino a 5÷12 V DC e correnti dell'ordine dei milliampere [mA], da quelli di potenza. I cavi di potenza posati vicino e in parallelo a quelli di misura provocano tensioni di accoppiamento di tipo induttivo o capacitivo, tali da disturbare o distruggere componenti elettronici.

Schermatura dei cavi. Per il collegamento delle apparecchiature di comando, controllo e misura dell'elettronica, è consigliabile usare cavi adeguatamente schermati; è bene inoltre che le coppie dei fili siano intrecciate per ridurre il coefficiente di mutuo accoppiamento induttivo.

Si deve, inoltre, tenere presente che la messa a terra degli schermi deve essere effettuata da una sola parte, per evitare il crearsi di circuiti di terra che possano compromettere e vanificare, parzialmente o totalmente, la funzione degli schermi. Si può manifestare, infatti, una tensione fra i nodi dell'impianto di messa a terra in grado di generare una corrente di circolazione I_t , capace di introdurre un rumore nel segnale principale. Questo disturbo può essere eliminato quindi interrompendo il circuito collegando a terra una sola estremità e interrompendo, così, il circuito.

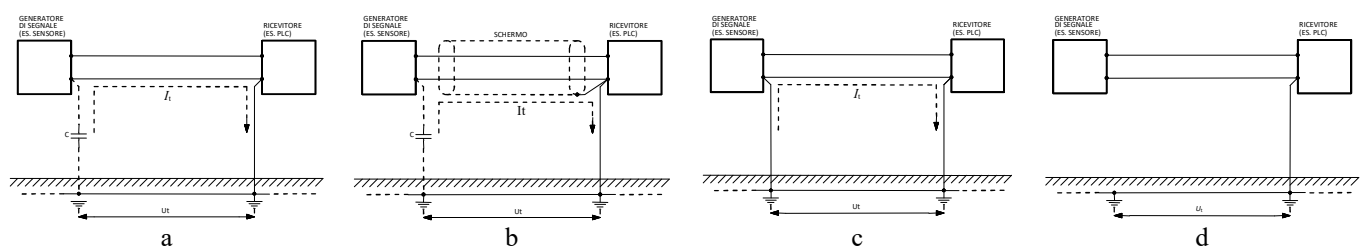


Fig. 6.363 - Disturbi asimmetrici per accoppiamento capacitivo: a) La corrente I_t nel circuito con la capacità C - b) Eliminazione della corrente I_t schermato i conduttori di collegamento. Disturbi asimmetrici dovuti ad accoppiamento galvanico: c) La corrente di circolazione I_t del circuito - d) Eliminazione della corrente I_t collegando a terra la linea in un solo punto.

Messa a terra di schermi e circuiti elettronici. In molte apparecchiature, lo “0 V” elettronico è collegato a massa. La massa dovrebbe essere collegata a terra, ma è bene separare la massa degli schermi e dei circuiti elettronici da quella delle apparecchiature elettriche di potenza. Infatti, sulla terra della macchina o dell’impianto, possono verificarsi notevoli sbalzi di tensione, dovuti a carichi squilibrati, fasi occasionalmente a terra, ecc.

Anche in questo caso è bene collegare a terra solo un nodo, in quanto può nascere una corrente di circolazione I_t in grado di introdurre dei disturbi; qualora i disturbi fossero ugualmente presenti a causa di un accoppiamento capacitivo (la lunghezza del cavo fa nascere una capacità verso il terreno sufficientemente alta), occorre utilizzare, per il collegamento tra le apparecchiature, un cavo schermato, che consenta di ridurre la corrente di disturbo e, quindi, gli effetti elettromagnetici verso i cavi del segnale.

Inoltre, si deve tenere presente che la terra può svolgere la sua funzione solo se la resistenza del circuito di terra è entro i limiti massimi imposti dalle prescrizioni ($0,2 \pm 0,5 \Omega$).

Troppo spesso non si ha cura di verificare, misurare e tenere controllata la resistenza del circuito di terra. Questo comporta sbalzi di potenziali notevoli, che possono non solo compromettere la funzione dei circuiti elettronici, ma anche portare alla loro distruzione e costituire un potenziale pericolo per il personale di servizio.

Alimentazione. Le norme impongono precise caratteristiche in merito agli alimentatori destinati al collegamento di circuiti elettronici. A volte, gli alimentatori, se non sono costruiti correttamente, non soddisfano le caratteristiche richieste dall’elettronica a vuoto o sotto carico o relativamente all’ondulazione residua.

Si possono dare le seguenti indicazioni di massima:

- impiegare alimentatori omologati e realizzati a norme per l’elettronica;
- separare l’alimentazione dei circuiti elettronici da quella per i contattori, le elettrovalvole e così via;
- non impiegare alimentatori con autotrasformatore, poiché questa soluzione non assicura la separazione galvanica tra primario e secondario;
- verificare che la potenza degli alimentatori sia sufficiente ad alimentare i circuiti e che l’alimentatore impiegato eroghi effettivamente tutta la potenza nominale, senza abbassamenti di tensione.

Interfacce. Negli ambienti industriali, la presenza di disturbi elettrici è, a volte, molto forte, nonostante siano state prese tutte le precauzioni necessarie per tenerli a livelli accettabili. In questi casi, è possibile impiegare moduli di interfaccia con separazione galvanica, che utilizzano optoisolatori, relè e così via.

Cariche elettrostatiche. Per quanto riguarda il disturbo generato dalle cariche elettrostatiche, si può affermare che, in un ambiente industriale, gli eventi più comuni che innescano il processo di carica sono il semplice camminare di un operatore su una pavimentazione o un tappeto a bassa conduttività oppure lo sfregamento fra l’abito dell’operatore e la sedia.

L’accumulo di cariche sul corpo dell’operatore può poi trasferirsi bruscamente sugli apparati elettronici che egli manovra o semplicemente tocca, producendo in essi un malfunzionamento o addirittura un guasto ai componenti. Una scarica in tensione elettrostatica (ESD, *Electro Static Discharge*) sugli apparati può raggiungere valori nell’ordine delle migliaia di volt.

Di conseguenza, occorre evitare sedie rivestite in similpelle o in tessuto sintetico, nonché carrelli con ruote in gomma che abbiano, verso il pavimento, una resistenza superiore a $1000 \text{ M}\Omega$. Situazioni critiche possono manifestarsi, inoltre, in presenza di pavimentazioni in gomma, laminato plastico, moquette. Per quanto che concerne l’aria, è bene mantenere un livello di umidità relativa pari a circa il 50%.

I circuiti integrati sono particolarmente esposti agli effetti distruttivi delle cariche elettrostatiche.

Il rischio di danneggiamento è elevato soprattutto allorché il componente è manipolato dall’operatore; è quindi necessario l’uso di materiali antistatici per la pavimentazione e per il banco di lavoro, di tappeti che assicurino il drenaggio continuo delle cariche verso terra, nonché di braccioli antistatici che rimuovano le cariche dall’operatore.

Il rischio non si limita ai componenti isolati, ma anche ai componenti che si trovano montati su piastre a circuito stampato (PCB).

Irradiazione elettromagnetica. I disturbi a radio frequenza (RFI, *Radio Frequency Interference*) possono essere prodotti da varie fonti, come, per esempio, motori elettrici a collettore, raddrizzatori a diodi controllati, sistemi di accensione di motori a benzina, singoli contatti elettromeccanici, forni a radio frequenze, scariche atmosferiche.

La propagazione dei radiodisturbi può avvenire per irradiazione e per convogliamento.

L’irradiazione si manifesta allorché a fungere da antenna emittente è un elemento o una parte metallica dell’apparecchiatura o addirittura lo stesso cavo di alimentazione (per esempio, utensili portatili).

Il convogliamento dei segnali di disturbo attraverso i cavi, sia di alimentazione che del segnale, riguarda soprattutto le frequenze più basse.

Scariche di origine atmosferica. L’interferenza che i fulmini possono produrre sulle apparecchiature industriali di misura e di controllo è dovuta a diverse possibili forme di accoppiamento e, al di là dei casi in cui si verifica una fulminazione diretta degli apparati e delle linee esterne, l’entità della perturbazione, allorché ad essere colpite sono strutture e fabbricati, dipende dall’estensione dei circuiti che interconnettono le varie apparecchiature.

La caduta di un fulmine nelle vicinanze di un sistema elettronico vi introduce disturbi sia di modo comune, con variazioni nette di potenziale sulla rete di terra, sia di modo differenziale, con tensioni indotte per via elettromagnetica.

Le precauzioni basilari consistono nell'impiego di cavi schermati o spiralati e nell'evitare percorsi aerei esterni.

Infatti, se è vero che lo schermo riesce in qualche modo a salvaguardare i cavi dalla fulminazione diretta, è altrettanto vero che il fronte di corrente che in esso circola verso terra può indurre negli stessi cavi tensioni transitorie molto pericolose.