

# Schermature

## Campi d'interferenza

Ogni conduttore percorso dalla corrente elettrica genera un campo magnetico che va a influenzare negativamente anche le linee elettriche adiacenti. Questo fattore deve essere preso in considerazione durante la progettazione dei sistemi di cablaggio, della loro struttura e dei relativi componenti. Nel caso degli impianti elettrici con batterie ad alto voltaggio e macchine elettriche a corrente alternata, questo fattore è ancora più determinante rispetto a una rete di bordo convenzionale. In questo caso, occorre prestare particolare attenzione alla compatibilità elettromagnetica EMC. Inoltre, anche i campi magnetici in quanto tali devono essere limitati, in modo da non procurare effetti nocivi sulle persone.

Le perturbazioni si verificano quando un conduttore entra nella sfera di influenza del campo magnetico di un cavo adiacente. La direzione delle linee di forza del campo magnetico dipendono dal verso della corrente (fig. 1). Maggiore è l'intensità di corrente, più forte sarà il campo magnetico. In corrente alternata, inoltre, i campi magnetici cambiano polarità al variare della dire-

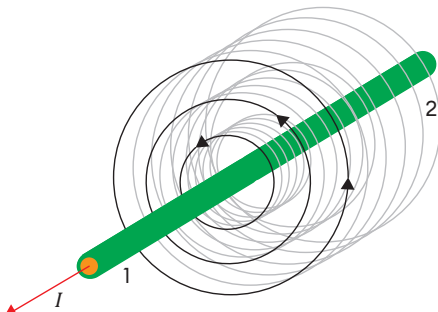


Fig. 1: campo magnetico in un conduttore  
1. conduttore  
2. campo magnetico

zione della corrente. Questa variazione induce una tensione nei conduttori che vengono a contatto con questi campi. In un impianto elettrico di un veicolo ad alto voltaggio, la corrente continua proveniente dalla batteria viene convertita in corrente alternata trifase attraverso l'elettronica di potenza. Nell'inverter, la corrente continua è convertita in alternata con un segnale PWM. Questo inserimento e disinserimento temporizzato genera i disturbi descritti. Questi, si sovrappongono temporaneamente alla corrente di carico e producono degli effetti perturbanti sulla rete di bordo. Esistono vari modi per contrastare questi effetti indesiderati prodotti dai campi magnetici. Negli impianti ad alto voltaggio si utilizzano due tipi di protezione: cavi schermati o filtri.

## Cavi schermati

La schermatura dei cablaggi ha lo scopo di garantire che le perturbazioni vengano ridotte e che non abbiano un impatto così forte sui conduttori. Per la scherma-

tura si utilizzano materiali paramagnetici, come ad esempio il rame o l'alluminio. La schermatura è costituita da due strati di fili intrecciati collegati tra loro, che corrono in direzioni opposte. È importante assicurarsi che la rete metallica copra la maggior area possibile del conduttore. La sezione del filo dipende dall'effetto richiesto per la schermatura. La struttura della schermatura viene scelta in modo tale da contrastare il più possibile i campi di interferenza previsti. A seconda della fonte parassita è possibile utilizzare concetti diversi. Esistono schermature senza, con uno o addirittura con due collegamenti verso massa. Negli impianti ad alto voltaggio, questo è realizzato con una maglia conduttrice che si estende dall'elettronica di potenza fino alla batteria (fig. 2). Questa struttura copre praticamente l'intero campo magnetico generato dalla corrente in un conduttore elettrico, ma induce una tensione sulla schermatura. Ciò determina una corrente nella maglia della schermatura (frecche gialle nella fig. 2) che scorre in direzione opposta alla corrente di carico. L'effetto schermante risultante è generato dalla compensazione dei campi magnetici. Il campo magnetico risultante dalla corrente di schermatura compensa quello generato dalla corrente di carico nel conduttore. La corrente di schermatura può anche raggiungere valori di picco fino 100 A, per brevissimi istanti. Ciò significa che lo schermo stesso e i contatti devono essere progettati per questi picchi di corrente. I campi magnetici risultanti dalla corrente di schermatura, non raggiungono tuttavia la stessa intensità dei campi magnetici prodotti sulle linee di carico. Ciò significa che non è possibile ottenere un effetto di schermatura al 100%. Uno dei motivi è l'impedenza della schermatura. Un altro motivo è che il flusso magnetico non viene trasmesso completamente tra il conduttore e la schermatura. Tra gli svantaggi dei conduttori schermati c'è anche la costruzione più complessa. Inoltre, i cavi sono meno flessibili a causa della schermatura e la loro massa è maggiore.

## Filtri

L'utilizzo dei filtri al posto delle schermature offre ulteriori vantaggi. I filtri possono essere installati vicino alla fonte di disturbo e quindi il problema può essere affrontato direttamente sul nascere. Non essendoci cavi schermati, non è nemmeno necessario considerare se le correnti di schermatura stesse generano interferenze sulla massa. Queste,

# Reti di bordo

potrebbero anche provocare impulsi di interferenza tra la rete ad alto voltaggio e la rete convenzionale a 12 V.



Fig.3: schema del filtro

1. convertitore AC/DC
2. convertitore DC/DC

Come filtri vengono utilizzati elementi LC. Sono costituiti da una o più bobine (L) e da un condensatore (C), come mostra la figura 3. Si tratta quindi di un filtro con due bobine e un condensatore. A seconda dei requisiti del filtro, il numero di componenti può variare. Tali filtri sono spesso installati direttamente nell'elettronica di potenza. Poiché il convertitore AC/DC normalmente alimenta diversi convertitori DC/DC, l'interferenza può essere ridotta direttamente sul componente. Uno, o anche due filtri di questo tipo, sono installati anche all'uscita delle stazioni di ricarica. Il filtraggio e quindi lo smorzamento risultante sulla linea, assicurano che l'influenza tra la rete ad alto voltaggio e quella a bassa tensione sia notevolmente ridotta. La sfida con i sistemi elettrici dei veicoli senza schermatura è anche la conformità con le linee guida ICNIRP (Guidelines for Limiting Exposure to Time Varying Electric and Magnetic Fields 1 Hz - 100 kHz). Si tratta degli effetti nocivi provocati dalle sorgenti parassite provenienti da apparecchiature, sugli esseri viventi e non. A causa delle specifiche di queste linee guida per le basse frequenze, il dimensionamento dei componenti deve essere preso in considerazione in funzione della frequenza. L'effetto di tali filtri diminuisce sempre di più nelle gamme di bassa frequenza. Il problema è che spesso i condensatori e le bobine devono essere dimensionati in modo tale da non avere più spazio nei componenti, a causa del poco spazio disponibile. Una caratteristica particolare che deve essere presa in considerazione nelle linee guida ICNIRP è che qui i disturbi sono considerati nella loro totalità. Ciò significa che le interferenze delle diverse reti di bordo vengono sommate. Quindi, anche l'impianto elettrico convenzionale a 12 V deve essere schermato o dotato di filtri. La carrozzeria della vettura contribuisce invece a smorzare l'effetto sugli occupanti. La maggior parte dei pianali in metallo attenua già di per sé gran parte delle radiazioni. Quando si utilizzano materiali leggeri come la plastica o la fibra di carbonio, questo effetto deve essere rivalutato.

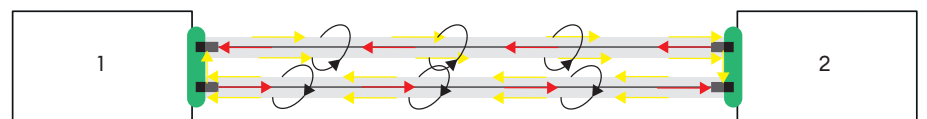


Fig. 2: schermatura

1. batteria
  2. elettronica di potenza
- corrente di carico  
← corrente di schermatura  
○ campo magnetico