

La scelta dei componenti RF per comunicare all'interno di una vettura

Andreas Riemann
European RF Design Centre
TDK Electronics

Nella realizzazione dei sistemi di comunicazioni wireless presenti all'interno di un autoveicolo è necessario affrontare problematiche abbastanza complesse per quel che riguarda la progettazione RF

Qualsiasi elemento che possa differenziare il modello di un'auto-vettura o un prodotto aftermarket di un costruttore rispetto alla concorrenza può rappresentare un ausilio significativo in un mercato caratterizzato da livelli di competitività particolarmente spinti come quello automobilistico. Questo è il motivo per cui questo settore è sempre all'avanguardia nell'adozione di nuove tecnologie.

Un segmento che sta letteralmente rivoluzionando l'esperienza di guida è quello della comunicazione dati all'interno di un'automobile. Tra i primi esempi di applicazione si possono citare lettori MP3, streaming di videogiochi e DVD, TV digitale all'interno del veicolo, invio e ricezione di posta elettronica e navigazione sul Web a elevata velocità, informazioni sul traffico mediante la tecnologia DAB (Digital Audio Broadcasting), accesso al telefono mobile attraverso Bluetooth e gli altoparlanti e il sistema di infotainment del veicolo. In un futuro

prossimo venturo si potrebbe pensare a sistemi di elaborazione che condividano informazioni – attraverso una rete WLAN 802.11 a/b/g ad alta velocità – con i passeggeri.

Per fornire tutti questi servizi di comunicazione dati all'interno di un'autovettura è necessario affrontare complesse problematiche legate alla progettazione RF ad alta frequenza fino ad ora mai prese in considerazione in applicazioni all'interno di un veicolo.

TDK Electronics, insieme ad altre società operanti nel settore dei semiconduttori, si sono impegnate al fine di evitare ai progettisti di doversi impegnare nella risoluzione di problemi complessi, rendendo disponibile un portafoglio prodotti già pronti all'uso in grado di soddisfare le loro esigenze.

Ciò ha consentito a parecchi fornitori di componenti e moduli RF destinati al mondo automobilistico di proporre prodotti RF ceramici e ferriti standard che non richiedono l'apporto di alcun know

how in termini di progettazione RF.

Ovviamente, gli aspetti fondamentali della progettazione RF non possono essere completamente ignorati. In questo articolo si esaminerà l'uso di componenti ceramici in quattro aree fondamentali della progettazione in campo automobilistico: alimentazione, layout del circuito RF, schede RF e antenne.

Sistemi di alimentazione per RF

I sistemi di comunicazioni wireless all'interno di un'autovettura necessitano in prima istanza di un'alimentazione stabile e pulita.

Dal punto di vista della radiofrequenza, il sistema di alimentazione di un'autovettura dovrebbe essere considerato alla stregua di un elemento rumoroso, contaminato da una combinazione di spike di lunga o breve durata che si diffondono attraverso il veicolo per mezzo dei fili dei bus e delle linee di alimentazione (di solito una commistione

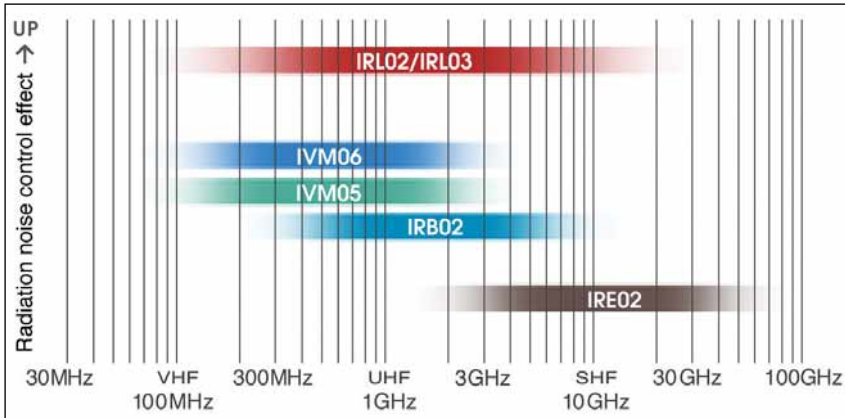


Fig. 1a – Assorbimento delle interferenze elettromagnetiche di alcuni tipi di materiale Flexield

Fig. 1b – Attenuazione in trasmissione ottenuta apponendo il materiale Flexield sulla linea di segnale

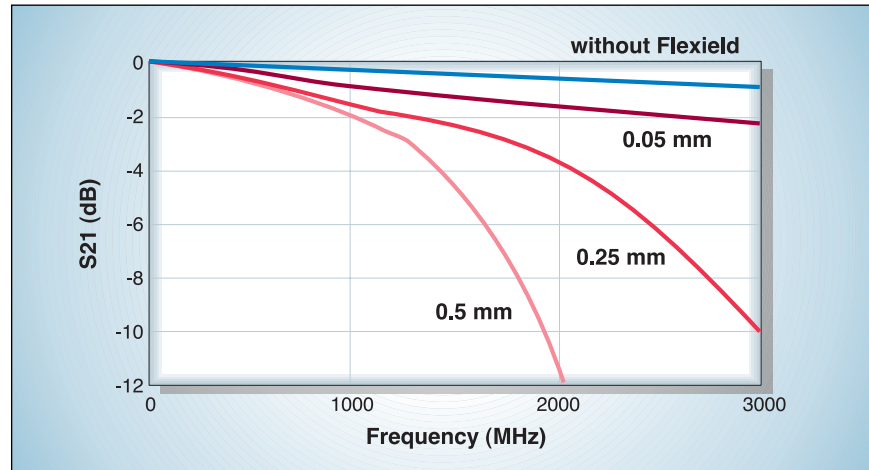
di sistemi a 12, 24 e 48 V) che operano in parallelo.

Solitamente le tensioni di alimentazione per circuiti RF hanno valori pari a +5, +7,5 e +12 V con un'alimentazione negativa a bassa corrente, che devono essere protette contro fenomeni quali ad esempio blackout.

I dispositivi a semiconduttori attivi presenti nei sistemi di comunicazione RF delle autovetture amplificheranno qualsiasi rumore presente nell'alimentatore o nella catena del segnale e lo sovrapporranno al segnale desiderato. Un segnale GPS ricevuto a -150 dBm può essere soggetto a un rumore impulsivo che può raggiungere i -30 dBm. Ciò comporta l'insorgere di problemi che vanno da un elevato BER (Bit Error Rate) in ciascun processo di trasferimento dati, a difficoltà di ricezione, a guasti intermittenti o permanenti nelle comunicazioni.

Tale problema può essere risolto in maniera efficiente eliminando quanto prima il rumore nel circuito. Per tale motivo è utile l'impiego di prodotti quali bobine per la soppressione del rumore, anelli di ferrite, condensatori passanti e varistori nelle linee di alimentazione e nelle linee di segnale in entrata nel circuito in fase di sviluppo.

I circuiti che rilevano frequenze di valore elevato spesso hanno requisiti particolari, poiché anche il rumore proveniente dai segnali desiderati, come quel-



lo diffuso dalle linee del bus, possono pregiudicarne la funzionalità. Un'attenta stesura del layout può contribuire a ridurre sensibilmente tali fenomeni di interferenza. Nel caso il problema persista, i materiali ad assorbimento d'onda possono rappresentare un'alternativa migliore rispetto a quelli a riflessione d'onda attraverso l'involucro schermato. TDK Electronics, per esempio, rende disponibile Flexield (Fig. 1 a/b): si tratta di un materiale per l'assorbimento delle onde elettromagnetiche basato su ferriti sottili che può essere tagliato per adattarsi alla forma desiderata e attaccato al componente che provoca interferenze o all'involucro di schermatura grazie all'adesivo a doppia faccia (Fig. 2).

Dal punto di vista funzionale, il principio su cui si basano gli anelli di ferrite e il

materiale Flexield è identico: il campo elettromagnetico di un'onda alternata stimola la risonanza magnetica e questo stimolo assorbe l'energia indesiderata e la trasforma in una ridotta quantità di energia termica.

Circuiti RF

Mentre risulta relativamente semplice la realizzazione di un filtro LC mediante componenti discreti, la progettazione di filtro RF ottimizzato, stabile e sintonizzato su un intervallo di frequenza specifico adatto all'uso in applicazioni automobilistiche (ovvero in grado di operare in un range di temperatura esteso) non è un compito banale.

Comunque sono disponibili numerosi filtri di elevata qualità e di costo contenuto certificati per l'uso in campo automobilistico: TDK ad esempio propone

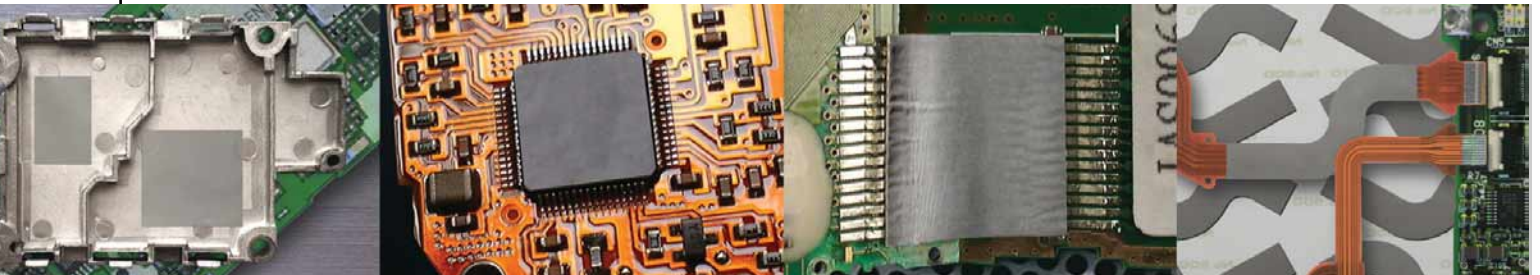


Fig. 2 – Per assorbire le onde elettromagnetiche è possibile usare il materiale Flexield di TDK

oltre 40 differenti filtri RF a base ceramica da impiegare nelle più diffuse applicazioni RF nel settore automotive. I tre principali tipi di filtri RF utilizzati per le comunicazioni wireless all'interno di un'autovettura sono i seguenti: passabasso, passa alto e passabanda. Di filtri passabanda ne esistono di diversi tipi: i più adatti a supportare le nuove tecnologie sono i filtri ceramici multistrato e i BF (Block Filter).

Ognuna di queste due tipologie offre vantaggi e svantaggi in termini di costi, predite di inserzione, ampiezza di banda, ondulazione e stabilità al variare della temperatura.

I filtri ceramici di tipo a blocco, ad esempio, possono essere integrati negli amplificatori d'antenna a banda stretta o impiegati come filtri IF. Le perdite di inserzione sono generalmente più elevate rispetto a quelle dei filtri multistrato: in ogni caso, sono progettati in modo da avere un'ampiezza di banda più ridotta e una caduta (roll off) in frequenza più ripida. I filtri ceramici multistrato, d'altro canto, sono contraddistinti da perdite di inserzione minori e da una selettività inferiore: la loro realizzazione è infatti assimilabile a quella dei filtri passa alto e passa basso. Per quanto concerne i prodotti TDK, i valori tipici di perdite di inserzione sono pari a 0,5 dB per filtri passa basso e compresi da 1 a 3 dB per filtri passa banda ceramici di tipo a blocco.

A seconda che venga utilizzato un amplificatore differenziale o a terminazione singola, un segnale proveniente da un'antenna a terminazione singola può essere diviso utilizzando un balun realizzato in maniera discreta o mediante balun già disponibili in tutte le configurazioni di impedenza standard.

Nel momento in cui i sistemi multibanda (come IEEE 802.11a/b) iniziano a fare la loro comparsa all'interno dei veicoli, è necessario separare le bande di frequenza ricevute. In presenza di frequenze superiori a 1 GHz, piuttosto che adottare soluzioni discrete che possono provocare variazioni in termini di prestazioni prodotte da disuniformità nelle fasi di assemblaggio e comportare aggravii di costi attribuibili alla necessità di effettuare operazioni di assemblaggio e di collaudo, è meglio utilizzare diplexer, triplex e accoppiatori come quelli disponibili da TDK.

Tali componenti devono essere montati a bordo di una scheda che viene esplicitamente progettata per evitare problematiche legate alle interferenze elettromagnetiche mediante un'attenta stesura del layout.

Schede RF

La lunghezza delle piste influenza notevolmente l'accoppiamento e la propagazione del rumore. Al crescere della frequenza, la lunghezza d'onda diminuisce e un progettista può, anche se involon-

tariamente, creare una pista che si comporti alla stregua di un'ottima antenna ricevente.

Una modalità per limitare le lunghezze delle piste prevede l'integrazione di componenti nella scheda realizzati utilizzando la tecnologia LTCC (Low Temperature Co-fired Ceramic), che permette di realizzare strutture multistrato contenenti componenti passivi di dimensioni estremamente compatte. Oltre a eliminare i componenti a montaggio superficiale, che possono dar luogo più facilmente a guasti in applicazioni automobilistiche, è possibile ridurre i fenomeni di accoppiamento incrociato, nonché le dimensioni e il peso. Spesso le dimensioni del circuito integrato rappresentano il fattore critico per determinare le dimensioni della scheda: queste progressivamente verranno ridotte nel momento in cui i produttori di circuiti integrati inizieranno a fornire in misura sempre maggiore chip nudi (bare die).

Un'implementazione mediante LTCC comporta riduzioni anche superiori al 40%, mentre è possibile ottenere riduzioni ancora più consistenti (dell'ordine dell'80%) rispetto a implementazioni esclusivamente discrete.

Nella figura 3 viene riportato l'esempio di un substrato LTCC. Sebbene l'impiego di questa tecnologia è percepito come costoso, alcuni recenti progressi nelle fasi di progettazione e di produzio-

ne (in larga misura dovuti all'impegno di TDK) hanno contribuito a modificare tale percezione.

Antenne RF

A questo punto è necessario tenere in considerazione l'ubicazione delle antenne (in un futuro non molto lontano potrebbero trovare posto oltre 30 differenti tipi di antenne) e degli associati circuiti elettronici di comunicazione. Un sistema di comunicazione wireless compatibile con le specifiche 802.11a/b (ovvero a due bande) con possibilità di comunicare mediante i protocolli GSM a quadrupla banda, GPS e Bluetooth dovrà essere in grado di operare con 8 differenti frequenze: da 4,9 a 5,9 GHz (802.11a), da 2,4 a 2,48 GHz (802.11b), da 2,4 a 2,48 GHz (802.11b), 1575 (GPS, solo in ricezione), da 880 a 960 MHz e da 1710 a 1880 MHz (bande tradizionali della telefonia mobile) e da 1900 a 2200 MHz (3G): in quest'ultimo caso è necessario per il momento ricorrere a circuiti di alimentazione separati.

Inoltre, la maggior parte delle antenne e

dei chipset RF relativi a ciascuno standard di comunicazione wireless vengono prodotti da costruttori differenti che sviluppano in autonomia i loro prodotti. Un approccio di questo tipo può provocare problemi di compatibilità nel momento in cui tali dispositivi vengono integrati all'interno di un singolo prodotto. Sebbene attualmente parecchie antenne per uso automobilistico sono contenute in un unico alloggiamento esterno montato sul tetto del veicolo, una soluzione di questo tipo non sarà più proponibile per la distribuzione delle informazioni all'interno del veicolo. Inoltre, una tendenza in atto è quella di celare alcune antenne all'interno del corpo della vettura. Alla frequenza di risonanza, un'antenna trasmette la radiazione elettromagnetica a un ricevitore remoto. La direzionalità e la sensibilità dell'antenna può essere regolata mediante la variazione del guadagno, che si traduce in un aumento della potenza in una direzione specifica, al contrario di quello che avviene in un'antenna perfettamente isotropa che irrag-

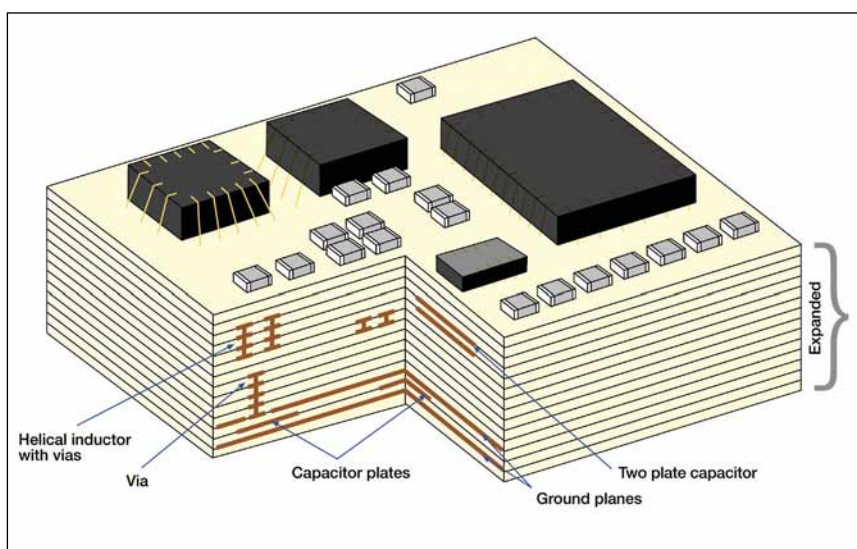
gia uniformemente energia in tutte le direzioni. Il guadagno è espresso solitamente in dBi (decibel isotropi).

L'antenna di una rete locale wireless (WLAN) sarà caratterizzata da bassi valori del guadagno (compresi tra -2 e +2 dBi) per assicurare la possibilità di comunicare con le apparecchiature ubicate in qualunque posizione all'interno di un raggio relativamente ridotto. Per contro, l'antenna di un sistema GPS montato su una vettura dovrebbe avere un guadagno maggiore (ad esempio +2 dBi) e una direzionalità superiore per poter comunicare con satelliti distanti e ridurre l'impatto dei trasmettitori terrestri operanti nelle bande adiacenti.

In generale, maggiore è la potenza, migliore sarà la qualità in ricezione e la tolleranza del sistema di comunicazione, anche se ciò può comportare la mancata ottimizzazione del progetto dell'antenna. La tendenza verso trasmissioni a bassa potenza comporterà comunque un aumento della sensibilità in ricezione. Oltre a ciò, il rapporto segnale/rumore (ovvero la differenza di potenza minima tra i segnali ricevuti e il rumore RF ambientale), deve essere definito con precisione nell'ambito delle tolleranze previste di progetto.

In definitiva, la progettazione di una soluzione ottimale per le comunicazioni wireless all'interno di una vettura non è un compito semplice. Esso può risultare più facile nel caso il progettista decida di utilizzare i componenti più idonei (come ad esempio quelli forniti da TDK) e i moduli già disponibili (come quelli realizzati sfruttando componenti e dispositivi LTCC di TDK) che hanno superato le prove per la certificazione in ambito automobilistico e sono stati espressamente concepiti per favorire la loro integrazione.

Fig. 3 – Esempio di un substrato LTCC



TDK Electronics
readerservice.it n. 7