

Controllo dei carichi in ambiente automotive

Gli interruttori allo stato solido e i pre-driver intelligenti possono contribuire a ridurre il peso e le dimensioni e a migliorare l'affidabilità dei sistemi automotive controllati tradizionalmente per mezzo dei relé elettromeccanici

Nixon Mathew
Product marketing engineer
ON Semiconductor

Le auto di oggi sono dotate di un'ampia varietà di accessori elettrici e di ausili elettronici per la sicurezza, che rendono i veicoli più piacevoli alla guida, più sicuri e più facili da usare. Inoltre, i sistemi idraulici tradizionali come lo sterzo e la trasmissione automatica sono stati progressivamente sostituiti con sistemi equivalenti ad azionamento elettronico, per ridurre il peso complessivo e ottimizzare i consumi di carburante. Mentre la tendenza verso una maggiore "elettrificazione" dell'auto prosegue, il tradizionale relé elettromeccanico è ancora ampiamente usato per compiti di commutazione. I relé aiutano a isolare gli occupanti del veicolo, in tutta sicurezza, dai circuiti ad alta potenza, e minimizzano l'uso di costosi e ingombranti cablaggi ad alta corrente. La logica di controllo è relativamente semplice, mentre i fattori di forma e la piedinatura sono stati stabiliti da standard ISO, che contribuiscono a semplificare il progetto dei sistemi e la gestione della catena di fornitura e dell'inventario.

La sostituzione del tradizionale relé

Esistono tuttavia alcuni svantaggi. Sebbene le dimensioni standardizzate dei relé e gli schemi dei terminali ora prevedono formati miniaturizzati come Mini 280 e Micro 280, le dimensioni Mini sono caratterizzate da un corpo di un pollice cubo (pari a 16 centimetri cubi), mentre le Micro misurano 1" x 1" x 1/2". In un periodo in cui i progettisti sono chiamati a integrare più circuiti in unità ECU sempre più piccole, è indispensabile ricorrere a una soluzione più compatta per la commutazione del carico. L'affidabilità dei relé è anche relativamente bassa: malgrado il tempo di vita di un componente meccanico possa essere molto maggiore di un milione di operazioni, il tempo di vita elettrico è tipicamente di appena 100.000 operazioni, in relazione alle condizioni operative e del carico.

Un relé convenzionale può anche generare un livello apprezzabile di rumore elettromagnetico di commutazione. Quando il campo magnetico all'interno dell'avvolgimento del circuito di controllo del relé si annulla in fase di spegnimento, viene prodotto un impulso di corrente. Un resistore interno o un diodo di aggancio possono impedire che l'impulso danneggi la circuiteria circostante, ma potrebbe essere necessario un ulteriore meccanismo di soppressione dei disturbi o di schermatura, per evitare l'interferenza elettromagnetica. Infine, esiste una richiesta di strumenti diagnostici più potenti per le infrastrutture elettroniche degli autoveicoli, per consentire la realizzazione di sistemi informativi e di sicurezza con caratteristiche migliori e per agevolare l'assistenza tecnica e la riparazione. I relé convenzionali non sono in grado di supportare la funzionalità di auto-diagnostica e di protezione del carico senza richiedere ulteriori circuiti.

I progettisti stanno passando ai MOSFET di potenza qualificati per applicazioni automotive, per conseguire i futuri obiettivi, che prevedono riduzione di dimensioni e peso, maggiore affidabilità, migliori caratteristiche EMC e livelli superiori di intelligenza e diagnostica. I MOSFET caratterizzati da valori di corrente e di tensione opportuni hanno una resistenza di "on" di appena alcuni milliohm, che contribuisce a semplificare la gestione termica.

A questo punto, val la pena sottolineare l'utilità di controllare il gate del MOSFET attraverso un pre-driver, dato che i MOSFET sono dotati di auto-protezioni relativamente deboli e possono essere danneggiati in modo permanente da sovratensioni o da impulsi di sovracorrente. Il pre-driver a sei canali NCV7518 di **ON Semiconductor** fornisce una protezione adeguata, oltre a integrare le funzioni di rilevazione dei guasti e i circuiti per la diagnostica. Una scelta adeguata dei MOSFET esterni consente ai progettisti di scalare le proprie applicazioni.

Nella figura 1 è riportato un circuito applicativo che comprende il dispositivo NCV7518 con sei MOSFET per il controllo di diversi tipi di carico fra cui una lampada, un

radiatore e un semplice motore. Il pre-driver è alloggiato in un package QFN32 di dimensioni pari a 5mm x 5mm x 0,9mm. Un MOSFET adatto può essere NID9N05CL, un dispositivo da 9,0A e 52V, che permette il controllo a livello logico del gate ed è dotato di un diodo di aggancio e di protezione contro le scariche elettrostatiche (ESD). È richiesto un numero ridotto di resistori e di condensatori, fatto questo che consente di ottenere dimensioni più compatte e un'altezza inferiore rispetto a un sistema analogo realizzato tramite relè. Inoltre, il rumore del relè risulta eliminato. Con un dissipatore idoneo è possibile gestire la temperatura di giunzione dei MOSFET per assicurare l'affidabilità almeno per il tempo di vita previsto per il veicolo.

Il controllo del MOSFET e la raccolta di informazioni relative ai guasti del carico vengono effettuati con l'aiuto dei terminali GATx e DRNx del pre-driver; in seguito i dati sono ritrasmessi al microcontrollore attraverso la porta di comunicazione SPI e l'uscita di segnalazione di errore (FLTb). Il pre-driver è in grado di rilevare guasti prodotti da cortocircuito verso la batteria o verso massa per ciascuno dei carichi. Il dispositivo è in grado di monitorare anche l'alimentazione a batteria, individuando livelli anormali per proteggere i carichi. Sono disponibili funzionalità aggiuntive come la ripetizione automatica (auto-retry) e la carica rapida, che possono essere abilitate attraverso una connessione SPI in base ai requisiti del carico esterno. Questi sono alcuni esempi delle funzioni diagnostiche e di protezione, che la soluzione pre-driver può offrire e che non sono disponibili con un relè convenzionale.

Per ottimizzare i vantaggi di questa combinazione di pre-driver e di MOSFET, i progettisti devono prestare attenzione a numerosi aspetti, quali la configurazione della protezione dai guasti e i parametri per la diagnostica, la scelta del MOSFET adatto in base alle condizioni reali del carico, e il calcolo del calore dissipato dal MOSFET per assicurare una gestione termica appropriata.

Individuazione e cattura dei guasti

Ciascun canale del componente NCV7518 possiede funzioni indipendenti per la diagnostica dei guasti, ed è in grado di individuare guasti da cortocircuito sul carico quando il canale è attivo, e guasti da cortocircuito verso massa o da circuito aperto sul carico quando il canale è spento. Ciò consente di usare il driver con diversi tipi di carico, come quelli di tipo induttivo o resistivo nonché di soddisfare le specifiche di diversi standard nazionali sui test ambientali per l'elettronica, usati in applicazioni automotive.

Ciascun tipo di guasto è codificato in modo unico con tre bit per dato di guasto sul canale. Questa codifica a tre bit consente di assegnare una priorità ai guasti, di modo che i dati relativi ai guasti più gravi siano disponibili alla lettura successiva sull'interfaccia SPI. Di conseguenza, i dati sui guasti da cortocircuito al carico hanno la massima priorità, seguiti dai dati sui guasti da cortocircuito verso massa e dai dati sui guasti da circuito aperto sul carico. L'ingresso di retroazione DRNx per ciascun canale confronta la tensione presente sul drain del MOSFET esterno del canale con diverse tensioni interne di riferimento. Le soglie di rilevazione di un cortocircuito al carico sono programmate attraverso un'interfaccia SPI, e per distinguere i tre tipi di guasto sono usati riferimenti separati. Per consentire la stabilizzazione delle transizioni degli stati in uscita e per la soppressione dei disturbi, vengono usati dei temporizzatori rispettivamente per le funzioni di soppressione e di filtraggio.

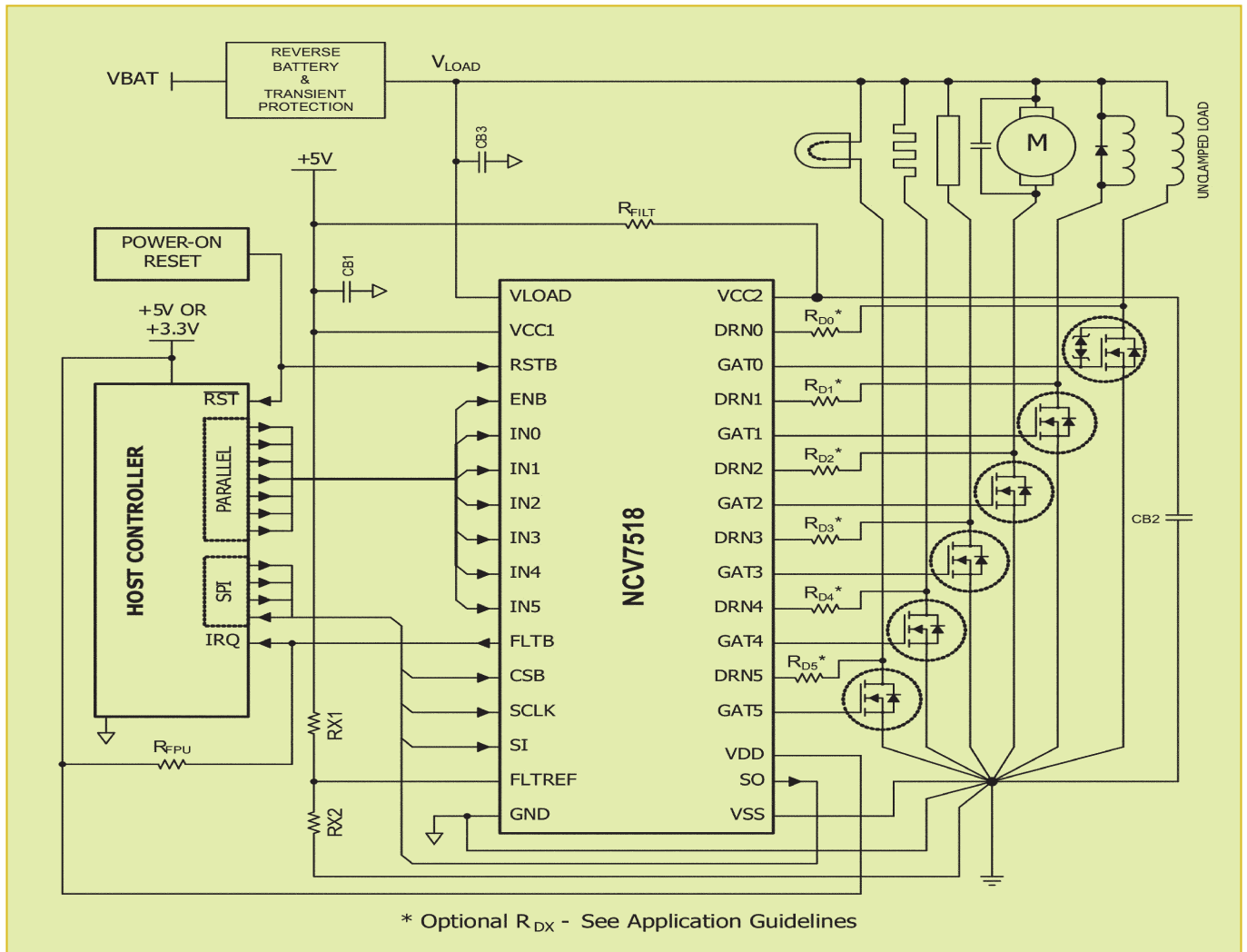


Fig. 1 – Un sistema di controllo del carico multicanale compatto realizzato usando MOSFET e pre-driver

Un guasto da cortocircuito al carico è individuato quando un segnale di retroazione al terminale DRN_x di un canale è superiore rispetto al suo riferimento selezionato per la condizione di guasto, una volta scaduto il tempo impostato per il circuito di soppressione dei disturbi in accensione o per il filtro. Una modalità di ripetizione automatica consente il ripristino automatico del pre-driver in seguito a un guasto da cortocircuito al carico. In questa modalità, l'uscita GAT_x del canale interessato viene disattivata per la durata programmata del tempo di rigenerazione da guasto. L'uscita è riattivata al termine del tempo di rigenerazione, e il segnale DRN_x viene nuovamente campionato dopo il tempo di soppressione dei disturbi in accensione. Se il guasto è ancora presente, il canale è automaticamente disattivato. Questa funzione è utile in quelle situazioni dove sono presenti correnti di spunto (inrush) e guasti intermittenti.

La scelta del MOSFET

Per quanto riguarda la scelta del MOSFET, la tensione di drain-source massima (V_{DSS}) del dispositivo selezionato

deve essere più alta della tensione di flyback massima consentita dovuta ai carichi induttivi, dato che il MOSFET è configurato come un driver low-side. Per i carichi induttivi, vengono usati diodi esterni di limitazione per proteggere i MOSFET. Per un sistema a 12V, la tensione di recupero può essere limitata a un massimo di 36V, per cui è accettabile una V_{DSS} superiore a 40V. Si osserva che una V_{DSS} di 60V sarebbe più appropriata quando i valori limite di aggancio variano in un intervallo compreso fra 40V e 50V.

La potenza disponibile è un altro fra i fattori più importanti che determinano la scelta del MOSFET. In via di principio, una corrente di carico più alta richiede un MOSFET con una resistenza di "on" inferiore.

Gli interruttori allo stato solido e i pre-driver intelligenti possono contribuire a ridurre il peso e le dimensioni e a migliorare l'affidabilità dei sistemi automotive, controllati tradizionalmente per mezzo dei relé elettromeccanici. La scelta corretta del dispositivo e la configurazione della circuiteria diagnostica del pre-driver contribuiscono a migliorare le prestazioni dei sistemi elettronici per l'auto.