

Ridurre il consumo di carburante con i motori passo-passo: la valvola di espansione meccatronica EXV

Bart de Cock
ON Semiconductor

Se in passato i motori passo-passo potevano essere considerati difficili, oggi con le nuove tecnologie di pilotaggio motori i timori sono stati superati

I progettisti che operano nel settore automobilistico sono attivamente impegnati nello sviluppo di modalità atte a ridurre il consumo di carburante. Uno dei sistemi che contribuiscono maggiormente ai consumi è l'impianto di climatizzazione, in particolare il compressore, che richiede migliaia di watt alla cinghia di distribuzione. Le nuove tecnologie dei motori passo-passo contribuiranno a ridurre il consumo di carburante in questo settore. Prima di affrontare il discorso del potenziale risparmio energetico negli impianti di climatizzazione (HVAC: Heating, Ventilation and Air-Conditioning), si vogliono esaminare alcune tecnologie di motori passo-passo che consentono di conseguire tali risparmi.

Motore o sensore?

A volte, i motori passo-passo vengono percepiti come "motori difficili". Tale sensazione poteva avere qualche giustificazione in passato, quando i circuiti di controllo richiedevano una programmazione complessa e la comprensione dei problemi di risonanza non era completa (la risonanza può generare problemi poiché introduce vibrazioni meccaniche e di conseguenza usura, rumori e la possibilità di "perdere passi"). Oggi, tuttavia, grazie alla disponibilità di nuove tecnolo-

gie di pilotaggio motori, i progettisti non devono farsi "intimorire" da un motore passo-passo. I circuiti di controllo funzionano in modo più semplice e aiutano i progettisti a prevenire perdite di passo e problemi di risonanza nelle proprie applicazioni.

Nella figura 1, ad esempio, vengono riportati alcuni diagrammi relativi a un motore passo-passo sottoposto a una brusca accelerazione, quindi fatto girare a velocità costante e in seguito mandato in stallo. Si può chiaramente osservare come la posizione del rotore cambia in modo lineare fino a giungere a una posizione fissa (di stallo). Le oscillazioni della velocità, visibili nel diagramma rotore-velocità, vengono riportate nella

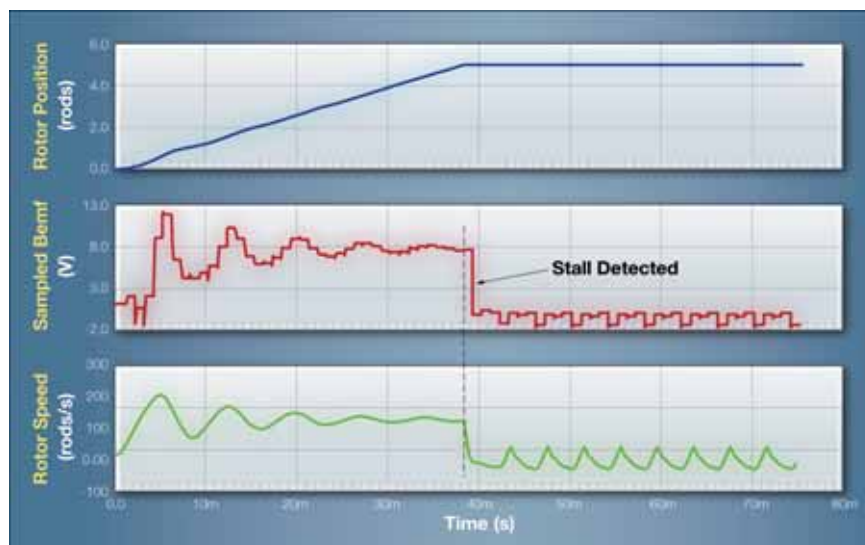


Fig. 1 - Diagrammi relativi a un motore passo-passo sottoposto a una brusca accelerazione, quindi fatto girare a velocità costante e in seguito mandato in stallo

forma d'onda campionata della forza contro-elettromotrice (BEMF). Inoltre la condizione di stallo è visibile nel segnale BEMF quando la velocità del rotore scende improvvisamente a 0 rad/s. Osservando questi diagrammi, si può dire che un motore passo-passo contiene, per costruzione, un "sensore virtuale incor-

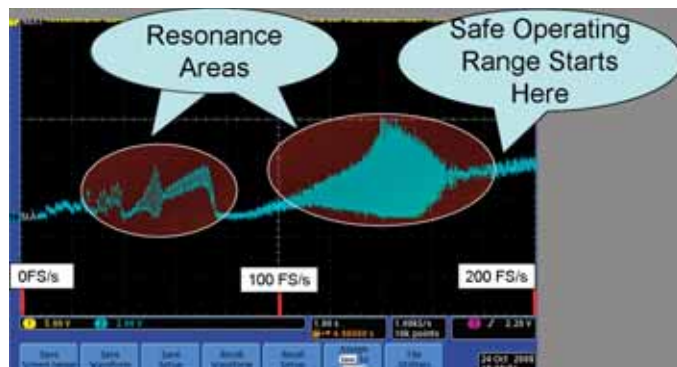


Fig. 2 - Risultati di una sessione di caratterizzazione della risonanza

anche per risolvere i problemi di risonanza.

Si immagini di voler esaminare i problemi di risonanza di un'applicazione con motori passo-passo. La prima difficoltà è cercare di trovare un valido sensore e le metodologie per il suo collegamento al sistema. Nella maggior parte dei casi, ciò è quasi impossibile perché le tipiche applicazioni con motori passo-passo non hanno né un sensore incorporato né lo spazio per poterne ospitare uno. Una seconda difficoltà è derivata dal fatto che, durante il montaggio del sensore, occorre fare attenzione a non modificare la massa e l'attrito sull'asse del motore dal momento che ciò altererebbe i fenomeni di risonanza che si desiderano misurare. Il dispositivo NCV70521 e il suo pin SLA permettono di risolvere con semplicità questo problema poiché consentono di osservare il movimento

porato" il cui segnale di uscita è accessibile tramite campionamento del segnale BEMF.

Risonanza? No grazie!

Un metodo affidabile di rilevamento dello stallo senza sensori è stato sviluppato e realizzato nell'azionamento per motori passo-passo AMIS-30623, in produzione nel settore automobilistico. Un'implementazione ancora più versa-

tile di questo sensore incorporato è presente nell'azionamento per motori passo-passo NCV70521 di ON Semiconductor. Il pin di uscita analogica denominato SLA (Speed and Load Angle) consente un diretto accesso ai campioni del segnale BEMF e pertanto al "sensore virtuale" incorporato nel motore.

Il pin SLA si rivela molto utile, non solo per il rilevamento dello stallo, ma

Più facile simulare Più semplice validare



NI Multisim 11.0 per la progettazione di circuiti

- Visualizzazione dei dati più intuitiva e completa
- Ampio database di componenti
- Creazione di strumenti virtuali tramite LabVIEW
- Progettazione di prototipi completa con lo strumento di sbroglio NI Ultiboard

>> Prova Multisim 11.0 su ni.com/multisim/i

02 41.309.1

readerservice.it n.25045

IRS Ingegneria
Ricerca
Sistemi

Distributore unico per l'Italia
Tel.: +39 049 8705156 • info@irsweb.it

**NATIONAL
INSTRUMENTS™**

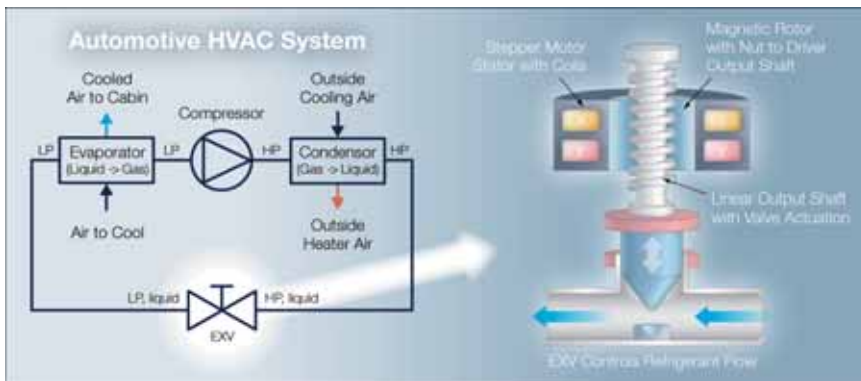


Fig. 3 – Esempio di una valvola di espansione per motori passo-passo

del rotore attraverso il “sensore virtuale incorporato”. La figura 2 mostra i risultati di una sessione di caratterizzazione della risonanza ottenuti tramite un generatore di impulsi che varia continuamente la frequenza dell’azionamento del motore passo-passo e un oscilloscopio collegato al pin SLA dell’NCV70521 che comanda il sistema con motore passo-passo.

Impianti di climatizzazione e tipi di valvola più comuni

I progressi tecnologici nel campo degli azionamenti per motori passo-passo contribuiranno senza dubbio a migliorarne l’utilizzo nei sistemi di azionamento delle autovetture. Un esempio significativo è la valvola a espansione (EXV) che è presente nella maggior parte dei refrigeratori e dei climatizzatori (Fig. 3). La funzione di questa valvola è ridurre la pressione del refrigerante che fuoriesce dal condensatore (in forma liquida, la temperatura è al di sotto del suo punto di ebollizione). All’uscita della valvola, il liquido a bassa pressione evapora portando via il calore dall’ambiente, così che l’aria proveniente dalla cabina e immessa nell’evaporatore può essere efficacemente raf-

freddata. Ci sono diverse specifiche da considerare nel progetto di una EXV, per lo più collegate al rendimento dell’intero impianto di refrigerazione in diverse condizioni di carico termico e alla potenza disponibile alla cinghia di distribuzione.

Oggi giorno vengono utilizzate due tecnologie fondamentali: la valvola di espansione termostatica (TXV) e la valvola a orifizio fisso (FOV). TXV si può definire un dispositivo “ingegnoso” di controllo che opera meccanicamente grazie a un principio di bilanciamento della pressione e modula il flusso refrigerante in modo che una determinata temperatura (di surriscaldamento) sia mantenuta all’uscita dell’evaporatore. FOV è invece un componente passivo (fondamentalmente un tubo molto stretto) che agisce da barriera per il liquido ad alta pressione e inietta una limitata quantità di liquido a bassa pressione nell’evaporatore. Il flusso di refrigerante attraverso la FOV dipende dal diametro dell’orifizio, dalla differenza di pressione a cui è sottoposta e anche dalla sopraffusione del refrigerante. Se il refrigerante è troppo vicino alla sua temperatura di ebollizione (sottoraffreddamento insufficiente), il flusso di massa del refrigerante attraverso la FOV si riduce, a causa della formazione di piccole bolle di gas all’interno del liquido.

La scelta del tipo di valvola dipende dalle caratteristiche del progetto del-

l’impianto tra cui il tipo di refrigerante (R-12 o R-134a), il tipo di funzionamento/attivazione del compressore, il carico termico dell’impianto e le preferenze del costruttore. Sia la valvola di tipo FOV, sempre aperta e a flusso continuo, sia la TXV, operante in modalità aperto/chiuso, hanno i loro pregi e difetti. La necessità di ridurre il consumo di carburante e i nuovi requisiti legati allo spegnimento automatico del motore durante le soste (stop-and-go) invitano i costruttori di climatizzatori a valutare altri tipi di valvole di espansione.

Refrigeratori stop-and-go o refrigeratori industriali

Quando il motore dell’autoveicolo si spegne, il compressore si arresta e la valvola FOV fa fuoriuscire tutto il refrigerante sottoraffreddato nell’evaporatore. Il compressore è necessario per ricostituire il liquido sottoraffreddato davanti alla valvola quando il motore riparte. D’altro canto, la TXV non offre molte possibilità di modificarne le caratteristiche operative una volta installata. Ciò significa che il controllo adattativo di un parametro come la quantità di surriscaldamento (riscaldamento oltre il punto di ebollizione) all’uscita dell’evaporatore è in pratica impossibile. Un potenziale miglioramento per gli impianti di climatizzazione della prossima generazione è l’impiego di una valvola di espansione per motori passo-passo simile, ad esempio, a quella illustrata in figura 3. Questo componente offre un controllo completo ed è già integrato in molti refrigeratori domestici e industriali. Considerati i risultati finora ottenuti e l’effettiva disponibilità di azionamenti per motori passo-passo negli autoveicoli, è forse opportuno rivalutare l’importanza della valvola di espansione meccatronica in questa classe di motori.

readerservice@fieramilanoeditore.it
ON Semiconductor

n.14