

# Nuovi standard di efficienza per il controllo motore

L'impiego di algoritmi avanzati di controllo adattativo può aumentare il livello di efficienza e quindi incrementare le prestazioni nelle applicazioni di controllo motore.

L'uso di algoritmi di controllo adattativi permette di misurare l'efficienza complessiva del motore, considerando anche le condizioni avverse che particolari applicazioni possono penalizzare il sistema. Ciò consente di eseguire una valutazione molto più completa della capacità del sistema di funzionare in vari ambienti (siano essi industriali, automobilistici o altri scenari applicativi che comportino requisiti stringenti) e fornisce una sicurezza maggiore riguardo alla bontà del suo comportamento rispetto alla semplice consultazione dei datasheet dei vari componenti di cui è composto. Al fine di raggiungere la massima efficienza, è necessario mappare le condizioni al contorno di tutto il sistema motore. Tutte le variabili del sistema, come la velocità del motore, la sua accelerazione/decelerazione, la temperatura del sistema, il degrado meccanico e la tensione di alimentazione devono essere prese in considerazione. Anche l'architettura scelta ha un impatto sulla possibilità di raggiungere gli obiettivi prestazionali prestabiliti. Il rischio che si inneschi una risonanza è caratteristico dei sistemi basati sui motori passo-passo. Può essere indotta dalla rotazione del motore troppo vicina alla sua frequenza naturale di risonanza. Assicurarsi di evitare l'innescio della

risonanza è vitale, altrimenti il motore potrebbe perdere dei passi o andare in stallo.

## Sistemi di controllo motore

Esistono due categorie fondamentali di sistemi di controllo motore:

### • Sistemi ad anello aperto

Normalmente in questo caso è necessario stimolare il motore con il profilo di corrente e di velocità più conservativo: conseguentemente l'efficienza non rappresenta un

obiettivo di progetto. La mappatura può essere un processo molto lungo, in quanto il sistema deve essere verificato per tutte le possibili combinazioni di variabili in cui si può trovare a funzionare (per evitare il rischio di risonanza) come tensioni di alimentazione, temperature, velocità ecc. Inoltre, individuare le condizioni per le quali si può verificare lo stallo del motore può dimostrarsi molto difficile in un sistema ad anello aperto.

### • Sistemi ad anello chiuso

Questi consistono in configurazioni basate su sensori che utilizzano meccanismi di trasduzione ottica o magnetica, oppure configurazioni prive di sensori, che misurano la tensione generata dagli avvolgimenti del motore

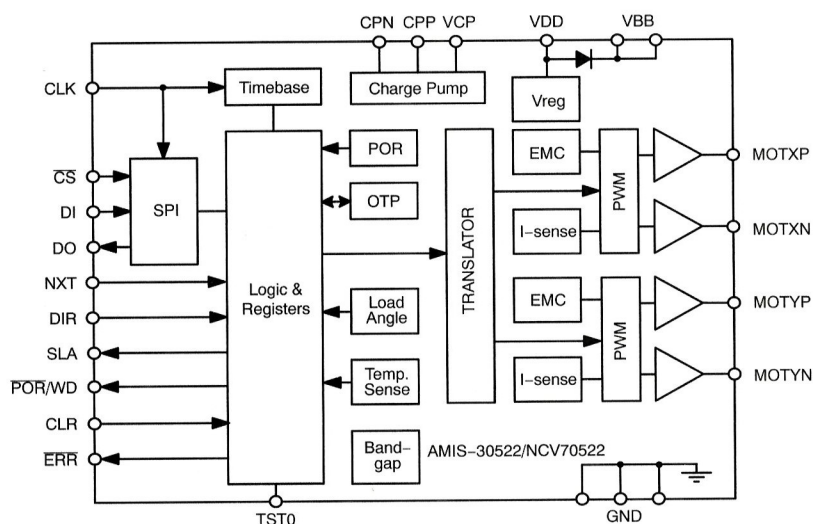
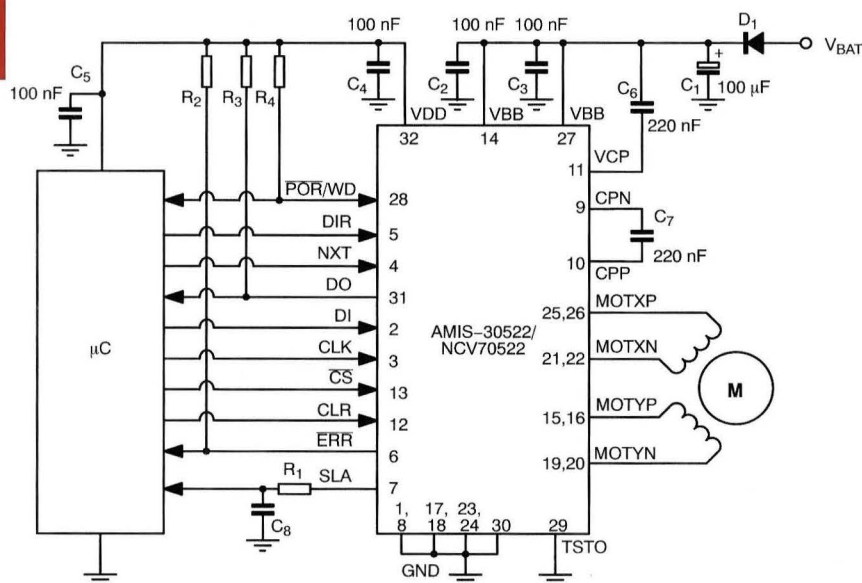


Fig. 1 - Diagramma a blocchi funzionale del circuito integrato AMIS-30522



**Fig. 2 - Impiego del circuito integrato AMIS-30522 nel controllo di un motore passo-passo**

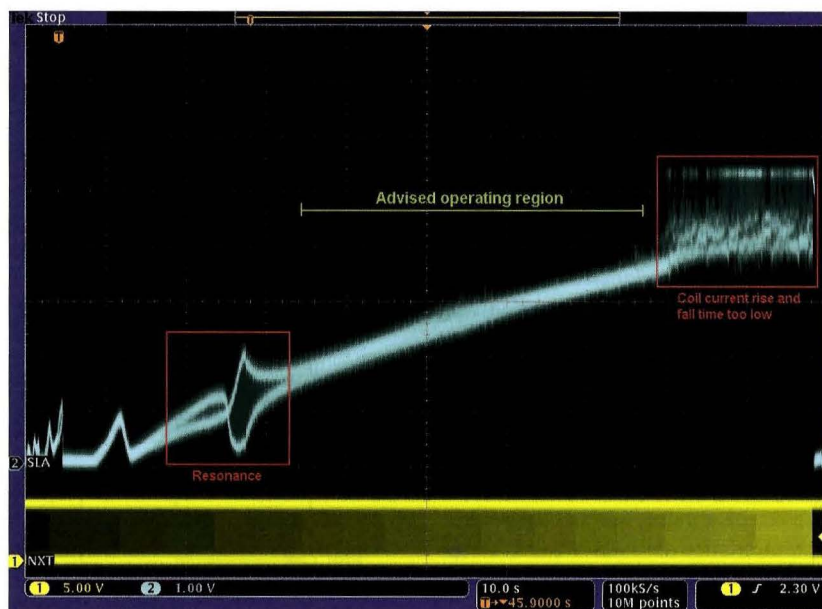
mentre si muovono attraverso il campo magnetico del motore stesso. Per i sistemi basati sui sensori, anche le derivate delle caratteristiche dei sensori devono essere considerate quando si esegue la mappatura delle prestazioni. Nei sistemi privi di sensori i dati acquisiti sono relativi al movimento fisico del motore. Questo riduce la complessità e il costo del sistema (in quanto non c'è la necessità di sensori esterni), sebbene richieda una conoscenza più profonda della teoria elettromeccanica. Nei sistemi senza sensori è possibile acquisire dei dati diagnostici dettagliati del sistema motore tramite l'uso della forza elettromotrice inversa. Tra gli impulsi di corrente che pilotano il motore, gli avvolgimenti producono intrinsecamente una tensione mentre si muovono attraverso il campo magnetico del motore.

### Informazioni sul sistema completo

Il circuito integrato **AMIS-30522** di **ON Semiconductor** (Figg. 1 e 2) è un controllore a micro-step progettato espressamente per l'utilizzo con motori passo-passo bipolari in applicazioni automobilistiche, industriali, mediche e marittime. Poiché fornisce un'uscita analogica di

velocità e angolo di carico, è possibile adottare algoritmi di rivelazione dello stallo. Il monitoraggio del piedino SLA di un circuito integrato AMIS-30522 inserito in un motore passo-passo **Stegia** è illustrato in Fig. 3. I dati mostrati in questo esperimento sono stati raccolti durante una scansione di frequenza all'ingresso di clock NXT. La frequenza di pilotaggio del motore aumenta da

sinistra a destra e le varie regioni di funzionamento possono essere analizzate in dettaglio. La capacità del circuito integrato AMIS-30522 (e di altri dispositivi di questa serie) di misurare le caratteristiche del motore in un sistema completo fornisce ai progettisti una visione molto più ricca. Invece di essere solo in grado di localizzare dove possa innescarsi una risonanza, i progettisti possono ottenere delle informazioni sul sistema meccanico completo, su come le sue prestazioni cambino rispetto alle variazioni di molteplici variabili coinvolte e dove si trovino le regioni di funzionamento che possono portare a problemi di funzionamento. Il sistema di controllo può campionare continuamente la tensione prodotta dagli avvolgimenti del motore attraverso il piedino SLA e può reagire velocemente in caso si verifichi un problema che possa avere un effetto indesiderato sulle prestazioni del sistema. Poiché la forza elettromotrice inversa è direttamente legata alla velocità del rotore, può essere impiegata per misurare il carico esterno sull'asse di uscita e per regolare la corrente di pilotaggio del motore. Inoltre, un algoritmo che sia in grado di rivelare velocemente l'ingresso in una zona



**Fig. 3 - Scansione in frequenza del piedino NXT durante il monitoraggio del piedino SLA**



di risonanza può accelerare il motore fuori da questa zona, fino al ritorno a una velocità di sicurezza.

Il riquadro rosso sulla sinistra della Fig. 3 evidenzia una risonanza del sistema. Questa può essere dovuta a una serie di cause diverse, tra cui il montaggio fisico del motore o l'innescò della risonanza fondamentale del motore tra i passi. In queste regioni, che si possono facilmente mappare con l'approccio della forza elettromotrice inversa, è meglio evitare di cambiare velocità. Questo può ridurre lo sforzo a cui è sottoposto il motore e migliorarne così l'affidabilità.

Il riquadro rosso sulla destra in Fig. 3 evidenzia la regione in cui la velocità della corrente di pilotaggio è superiore al limite dettato dalla costante di tempo  $R_{lc}$ , causando così una corrente residua che scorre negli avvolgimenti del motore. Questo determina il limite massimo di velocità raccomandato per il sistema motore. La regione operativa raccomandata

per il motore si trova dunque tra le due aree rosse. Inoltre, questa tecnica di mappatura può essere usata per individuare una condizione di stallo in cui il motore non commuta e quindi non viene generata alcuna Emf. Queste condizioni possono essere facilmente gestite dal controllore del sistema attraverso l'impostazione di una soglia minima durante lo stimolo del motore.

### Mappatura e miglioramento del progetto

Dopo aver completato il processo di mappatura e aver identificato il profilo di velocità ottimale, si può selezionare il valore di  $S_{la}$  che offre le prestazioni globali migliori. Questo determina il punto di lavoro più efficiente del sistema. Le variabili elencate sopra (come l'accelerazione e la velocità del motore) possono essere tarate dinamicamente per evitare problemi che possano impattare sull'efficienza del sistema (come la risonanza). Finché i sistemi motore continueranno

a richiedere precisione ed affidabilità sempre maggiori, la necessità di una retroazione diagnostica continuerà a crescere. Questo significa che soluzioni monolitiche altamente integrate e ricche di funzionalità saranno necessarie per supportare il funzionamento di dispositivi con motori passo-passo.

Grazie alla natura analogica delle informazioni che gli anelli di controllo senza sensori possono fornire, questi possono essere utilizzati per trarre informazioni diagnostiche dettagliate sul motore, senza aumentare la complessità del sistema.

Così facendo, piccole variazioni dell'uscita  $S_{la}$  possono essere utilizzate per attivare in tempo reale delle compensazioni, prima di giungere alla perdita di passi o a situazioni di stallo.

**Mats Sandvik**  
Applications Engineer  
**Stegia**  
[www.stegia.se](http://www.stegia.se)

**Matthew Tyler**  
Product Line Manager  
**ON Semiconductor**  
[www.onsemi.com](http://www.onsemi.com)