

Tecnologia Assp per il motion control

Che si tratti di semplici tabelle X, Y o di complessi sistemi di robotica e di sicurezza, l'efficienza del controllo di movimento è un aspetto chiave in molte applicazioni industriali

ANDREAS HELDWEIN

Da diversi anni, l'approccio alla progettazione dei dispositivi elettronici di pilotaggio e di controllo per funzioni di robotica o sicurezza è rimasto essenzialmente invariato. L'architettura hardware comprende tipicamente un comune microcontrollore o DSP, un circuito logico personalizzato per generare gli ingressi del decoder e le uscite del motore, una serie di convertitori analogico/digitale e digitale/analogico (ADC e DAC) e dei circuiti analogici per pilotare le correnti di rotore e di statore, i quali, nel caso di un motore passo-passo, sono tipicamente costituiti da un sistema di FET a ponte H. Questa lunga lista di circuiti integrati e dispositivi discreti sicuramente non è completa: spesso, un apparato di questo tipo richiede anche un'interfaccia di rete (ad esempio RS 485 o CAN) per coordinare il movimento con le altre attività di sistema. Occorre, inoltre, una memoria esterna per impostare e immagazzinare i parametri. Anche a livello software, il sistema è sovraccarico, poiché gestisce dal codice di basso livello che genera i segnali di pilotaggio richiesti, alle funzioni di più alto livello per il controllo e la supervisione, come la diagnosi dei guasti. Recentemente, i costruttori di motori e di controlli hanno iniziato a incrementare la produzione di dispositivi integrati di serie: tutti i necessari componenti discreti vengono così combinati utilizzando la tecnologia dei circuiti

stampati o la tecnologia dei circuiti ibridi e l'intera scheda (o modulo) si presenta come dispositivo a sé, oppure come parte integrante del motore. Sebbene tali sottosistemi siano utili per i motori stepper (passo-passo) multifase ad alta corrente, essi richiedono tuttavia significative conoscenze di programmazione e non sono adatti in casi in cui vi siano particolari requisiti di spazio o di costi, in particolar modo se è richiesto un ridotto assorbimento di corrente.

Soluzioni a chip singolo

Date tali premesse, i fornitori di semiconduttori si sono concentrati sullo sviluppo di soluzioni a chip singolo, in grado di sostituire la gran parte dei circuiti di pilotaggio motori. La produzione di tali dispositivi rappresenta di per sé una sfida notevole, dal momento che combina circuiti logici digitali, interruttori ad alta tensione e funzioni analogiche. Solo costruttori che utilizzano processi a segnale misto maturi e collaudati, come i processi I2T, I3T e C5x di ON Semiconductor, possono sperare di riuscire a realizzare circuiti integrati di questo tipo. Tali processi 'al di sotto del micron' consentono di combinare, su un singolo chip, un funzionamento ad alta tensione, un ampio intervallo di potenze di alimentazione, circuiti logici e circuiti analogici di precisione. È questa capacità di integrazione che ha permesso a ON Semiconductor di lanciare il circuito di pilotaggio a chip singolo per motori

a micropasso, compatibile con il protocollo LIN, nella propria gamma -3062x di prodotti Assp (Application Specific Standard Products). Tali dispositivi sono quanto di meglio si può ottenere con un processo a segnale misto avanzato e integrano, in un unico contenitore, un collegamento a bus, un circuito elettronico di posizionamento e controllo e un circuito di pilotaggio motore. A esemplificazione di questa tecnologia, la figura 1 mostra uno schema a blocchi del dispositivo -30623 di ON Semiconductor: al centro di questo circuito integrato vi è un controllore di movimento digitale e un circuito di pilotaggio per motore stepper bifase e bipolare da 50 a 800 mA, con topologia a ponte H. Il driver consente un controllo a micropassi, eliminando compromessi tra velocità, generazione di rumore e perdite di passo dovute a fenomeni di risonanza. Il controllore di movimento è caratterizzato da una corrente di picco programmabile e utilizza uno schema di controllo della corrente con modulazione PWM a 20 kHz. È anche integrata un'interfaccia di sistema che offre la possibilità di scegliere il protocollo di comunicazione (LIN o I2C). Un vantaggio chiave di questi dispositivi è che le funzioni di controllo del movimento, specifiche per l'applicazione, sono preprogrammate in fabbrica. Ciò a sua volta riduce enormemente l'ammontare di codice richiesto al progettista: infatti, la ragione principale per cui si sceglie un dispositivo di questo tipo è spesso la sua facilità di utilizzo e di programmazione. I tool di sviluppo e valutazione sono quindi tanto importanti quanto l'hardware; i kit di valutazione, come il sistema EVK-3062x di ON Semiconductor, contengono tutto ciò che serve per collegare il controller a un PC, con presa USB e connessione di tipo LIN o I2C. Il kit consente, tramite interfaccia grafica oppure interfaccia di tipo testuale, di controllare uno qualunque dei quattro dispositivi della gamma. La versatilità in fase di progetto è fondamentale per abbreviare i tempi di sviluppo e, per gli stessi motivi, i progettisti valutano bene il tipo di memoria da utilizzare nella scelta del controllore di movimento. In particolare, la versione Flash di un dispositivo consente di effettuare la riprogrammazione in fase di sviluppo dell'applicativo e, successivamente, di collaudo e di debug del software, il che aumenta in modo significativo la velocità con cui il progetto può essere affinato.

Tipi di interfacce

Dal punto di vista progettuale, è fondamentale anche la scelta della corretta interfaccia di comunicazione, solitamente LIN o I2C. Il protocollo LIN è particolarmente

adatto per realizzare un'architettura a bus, in grado di ridurre il cablaggio e migliorare la compatibilità elettromagnetica in applicazioni remote o distribuite, come ad esempio nell'industria automotive. I dispositivi dotati di interfaccia I2C sono più adatti per essere utilizzati come periferiche associate a un microcontrollore locale su una scheda (PCB) autonoma.

Qualunque sia l'interfaccia scelta dal progettista, essa verrà utilizzata per trasmettere le istruzioni di posizionamento di alto livello al chip di controllo motore, che è di fatto uno slave per il master rappresentato dal circuito di pilotaggio o controllore. Oltre a inviare istruzioni, il master può chiedere al dispositivo informazioni di stato come la posizione reale e i flag di errore; l'interfaccia può

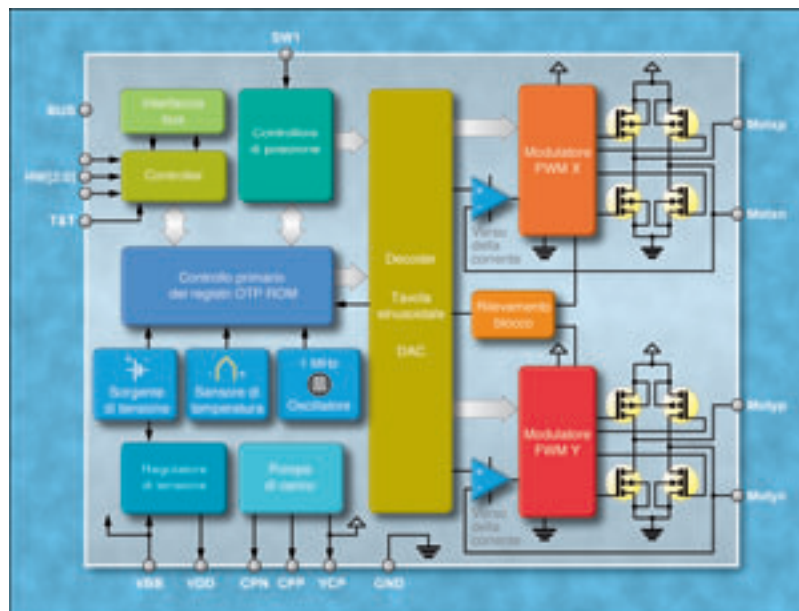


Figura 1 - Schema a blocchi del dispositivo -30623 di ON Semiconductor

anche essere utilizzata per impostare i parametri di controllo del movimento come la risoluzione microstep, la corrente di esecuzione, la corrente di tenuta, l'accelerazione e la decelerazione, parametri che sono più spesso immagazzinati in una memoria a programmazione singola.

Con o senza sensori?

Scelta l'interfaccia, il compito successivo del progettista è quello di determinare la corretta strategia di controllo in retroazione, con o senza sensori. Il controllo senza sensori impiega la forza controelettrica (o la corrente indotta) negli avvolgimenti di statore per ricavare la posizione del rotore, realizzando un sistema tollerante al rumore e con pochi componenti esterni. La retroazione a sensore prevede l'aggiunta di un sensore esterno e permette un controllo ad anello chiuso di elevata qualità, fornendo in ogni istante una misura assoluta della posizione del rotore; questo potrebbe essere importante in applicazioni altamente dinamiche in cui il fattore tempo è deter-

minante, sebbene il sensore aggiunto aumenti la complessità e il costo del sistema. Molti controllori di posizione per motori passo-passo, del resto, non richiedono una retroazione continua della misura della posizione del rotore: questo funzionamento 'a circuito aperto' si basa sulla correttezza del progetto e richiede il solo rilevamento della posizione del finecorsa e degli eventi che impediscono al rotore di muoversi. La correttezza del funzionamento viene in genere verificata statisticamente, tramite

ciente alle basse frequenze, rendendo i sistemi più immuni agli effetti della risonanza dal momento che elimina le ampie e discontinue forme d'onda associate ai sistemi a passo intero o a mezzo passo. L'effetto complessivo è una diminuzione della vibrazione e del rumore, in senso sia meccanico che elettrico. La possibilità di sfruttare i vantaggi del microstepping, naturalmente, dipende dalla capacità del controllore di regolare la corrente di pilotaggio con grande precisione, in termini sia di ampiezza che



I kit di valutazione come EVK-3062x contengono ciò che serve per collegare un controller a un PC

di sincronismo. Il rapporto tra le due correnti di pilotaggio nel ponte H definisce la posizione del motore, mentre la coppia viene controllata dalla loro ampiezza. La precisione richiesta in questo controllo è quindi un parametro di progetto che ha la stessa importanza della corrente massima di pilotaggio richiesta dall'applicazione.

Una serie di specifiche tecniche concorrono a influenzare tali parametri: ad esempio, una corretta scelta della frequenza di modulazione PWM (pari a 20 kHz, nel caso tipico del dispositivo -3026x) e la frequenza e la precisione dell'oscillatore da cui essa dipende (4 MHz, ± 10 per cento). Ma sono importanti anche i tempi di inizio e di fine transitori del circuito di pilotaggio: il dispositivo di ON Semiconductor presenta, per i suddetti tempi, valori pari rispettivamente

a 350 ns e 250 ns. Esso comprende inoltre al suo interno un generatore tarato in fabbrica che genera una tensione di riferimento precisa. Infine, il controllore di movimento scelto deve essere in grado di fornire le correnti di pilotaggio 'high side' richieste: il dispositivo -3026x comprende, per questo, una pompa di carica integrata operante a 250 kHz.

un semplice interruttore che si apre e chiude quando il rotore è in una data posizione: la gamma -3062x di ON Semiconductor è compatibile con questo approccio, dal momento che fornisce un ingresso di commutazione sincronizzato con il controllore di posizione embedded. Inoltre, i prodotti della gamma consentono di effettuare un controllo del movimento completamente senza sensori. La caratteristica integrata per il rilevamento senza sensori del blocco motore impedisce di perdere il passo e ferma il motore quando questo si blocca meccanicamente. Il suo impiego è semplice grazie ai parametri preimpostati e consente un funzionamento ad anello semichiuso quando si raggiungono i finecorsa meccanici del sistema. Nel caso del sistema -3062x, il rilevamento del blocco motore non richiede un'ulteriore programmazione e fornisce un prodotto rapido, efficiente e affidabile.

mente a 350 ns e 250 ns. Esso comprende inoltre al suo interno un generatore tarato in fabbrica che genera una tensione di riferimento precisa.

Infine, il controllore di movimento scelto deve essere in grado di fornire le correnti di pilotaggio 'high side' richieste: il dispositivo -3026x comprende, per questo, una pompa di carica integrata operante a 250 kHz.

Dimensioni e potenza

Identificato il dispositivo in grado di fornire le corrette prestazioni, il progettista deve anche tenere a mente due fattori che hanno un'importanza comune a molte applicazioni: le dimensioni e il consumo di energia. Sistemi come autoveicoli, macchine industriali e impianti domestici spesso richiedono che il controllore di movimento sia montato direttamente sul motore, ossia richiedono un componente piccolo in un contenitore robusto. Sono dunque in arrivo sul mercato i contenitori MLF (Micro Lead Frame), ideali per questo tipo di applicazioni. Questi contenitori Nqfp (near chip scale) offrono un profilo di spessore inferiore a 1 mm e un ingombro superficiale di soli 7x7 mm. Un altro vantaggio di questi dispositivi è che, grazie al design con pad esposto, la resistenza termica è significativamente migliore e facilita una più efficiente dissipazione del calore dal circuito integrato al substrato

Microstepping

I progettisti industriali avranno ben chiaro il concetto di 'pilotaggio microstepping' e la maggior parte dei controllori integrati offrono tipicamente ai progettisti la possibilità di scegliere la risoluzione: nel caso della serie -3062x sono disponibili risoluzioni con frazioni di passo pari a 1/2, 1/4, 1/8 e 1/16. Il pilotaggio microstepping produce un movimento più uniforme e un funzionamento più effi-

di montaggio. Della stessa importanza è il livello d'integrazione del dispositivo: ad esempio, la maggior parte dei controllori a chip comprende come minimo alcune delle caratteristiche di sicurezza comunemente richieste alle applicazioni di potenza; queste includono la gestione di sovracorrenti, sottotensioni, sovratensioni e temperature troppo alte o troppo basse, insieme alla relativa messaggistica. In generale queste non sono funzioni 'extra', bensì sono parti essenziali del sistema che, se non presenti nel controllore, richiedono componenti supplementari per la loro realizzazione. Il consumo di energia, d'altra parte, è un fattore di duplice natura. La dissipazione attiva, principalmente nei FET del ponte H, non solo consuma energia ma conduce altresì a temperature di lavoro elevate: ciò a sua volta può richiedere l'uso di ulteriori dispositivi di raffreddamento e provocare effetti sull'affidabilità a lungo termine. L'assorbimento di potenza in modalità 'sleep', d'altro canto, è un problema che riguarda in particolare applicazioni come gli autoveicoli, dove il dispositivo può spendere molto del suo tempo in modalità di basso consumo, nell'attesa di un segnale di 'interrupt' o della pressione di un tasto. Dispositivi come -3026x, con una corrente di basso consumo pari tipicamente a 50 μ A, sono l'ideale per questo genere di applicazioni.

Il futuro

Gli odierni controllori a chip singolo per il pilotaggio di motori stanno rapidamente guadagnando la propria fetta di mercato a scapito delle soluzioni basate su componenti discreti. Sebbene alcune applicazioni richiedano ancora un approccio a livello di sottosistema, le offerte di prodotti Assp si evolvono. ON Semiconductor prevede che gli sviluppi futuri si concentreranno su due aspetti chiave: il primo è l'aumento delle correnti di pilotaggio a 2,5 A e oltre; allo stesso tempo, la pretesa da parte dei progettisti di livelli di integrazione ancora maggiori e, di conseguenza, di una riduzione delle dimensioni generali del sistema. In secondo luogo, i prossimi dispositivi offriranno maggiori livelli di versatilità. Ciò non solo potenzierà la gamma delle funzioni ottenibili da una singola applicazione, ma permetterà inoltre lo sviluppo di dispositivi hardware che potranno essere condivisi in più progetti, migliorando in tal modo la curva di apprendimento dei progettisti.

La chiave per tutti questi sviluppi, attuali e futuri, è la capacità di integrare, in un singolo dispositivo, circuiti a segnale misto operanti a diverse tensioni, con software specifici per la singola applicazione e tool di sviluppo facili da usare. Grazie a società che, come ON Semiconductor, continuano a spingere all'esterno i confini di queste tecnologie, il regno analogico e quello digitale tendono sempre più ad avvicinarsi; con vantaggi concreti per i progettisti che cercano soluzioni ai problemi della vita di tutti i giorni. ■

ON Semiconductor readerservice.it n. 26



Anche negli ambienti più difficili i PC industriali DIGITAL LOGIC risolvono

- Ti serve un PC affidabile e silenzioso?
- Ti serve un PC da usare nelle condizioni più diverse?
- Ti serve un PC resistente a polvere ed acqua?
- Ti serve un PC robusto da installare su veicoli?
- Ti serve un PC disponibile almeno per i prossimi 5 anni?

Se mentalmente ti sei detto "sì" almeno una volta, allora hai trovato da noi la soluzione che fa per te. Come sempre, e anche nei casi a cui non hai pensato, i nostri PC industriali risolvono i problemi più difficili.

Per le tue altre applicazioni considera la famiglia di schede industriali **Microspace**: sempre aggiornate, sempre avanti agli altri come concezione e come prestazioni.



readerservice.it n.18831

Zelco Sistemi

Via Monte Rosa, 17 - 20149 Milano - Tel. 02 48011211 r.a. - Fax 02 48011247
e-mail: zelco@zelco.it - web: www.zelco.it