

Come realizzare un sensore di posizione angolare con MLX90316

Vincent M. Hilgsmann
Marketing & Application manages
Melexis

Grazie alla tecnologia a effetto Hall Triaxis è possibile costruire sensori di posizione angolare di tipo non a contatto, di dimensioni ridotte, economici ed estremamente precisi

Basata sull' utilizzo di concentratori magnetici integrati (Imc – Integrated Magnetic Concentrator), la tecnologia a effetto Hall Triaxis messa a punto da Melexis consente lo sviluppo di sensori di posizione angolare non a contatto piccoli, economici ed estremamente precisi.

Il sensore monolitico a effetto Hall, MLX90316, il capostipite di una serie di sensori che sfrutta questa tecnologia, è stato progettato allo scopo di semplificare l'intero processo di sviluppo di un sensore di posizione, dallo schema iniziale alla produzione di massa.

In questo articolo vengono descritte tutte le fasi che portano alla realizzazione del prodotto finale: dalla scelta del magnete alla progettazione della scheda a circuito stampato, dal progetto meccanico alla calibrazione al termine del processo di fabbricazione.

Principio di funzionamento

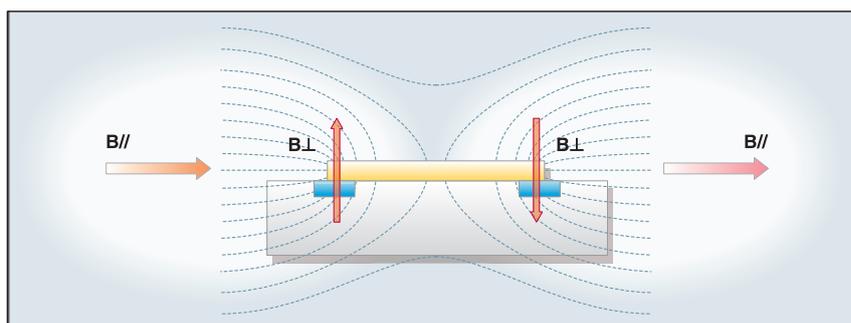
I sensori a effetto Hall orizzontali (o planari) tradizionali sono sensibili all'induzione magnetica che viene applicata perpendicolarmente alla superficie del circuito integrato. Il sensore a effetto Hall

che sfrutta la tecnologia Triaxis, per contro, è in grado di rilevare tutte le tre componenti dell'induzione magnetica in un singolo punto.

Un concentratore magnetico integrato (Imc) converte la densità di flusso applicata in direzione parallela alla superficie del chip (B_{\parallel}) in componenti perpendicolari (B_{\perp}) che possono essere rilevate attraverso le due piastrine di Hall poste nella parte inferiore (Fig. 1).

Ciascuna coppia di queste piastrine di Hall misura la densità di flusso perpendicolare che viene loro applicata direttamente o attraverso la presenza del concentratore magnetico. Prendendo ciascuna coppia di piastre e sottraendo i segnali all'interno di esse, ciascuna componente ortogonale (ovvero B_z) della densità di flusso si elide, lasciando solo le componenti parallele (ovvero B_x e B_y). Sommando i segnali è possibile eliminare le componenti orizzontali; per questo motivo viene misurata solo la componente perpendicolare. Attraverso una semplicissima operazione è possibile misurare tutte e tre le componenti della densità di flusso; da qui deriva il nome di Triaxis (ovvero tre assi) di questa emergente tecnologia a effetto Hall.

Fig. 1 – Sensore a effetto Hall della serie Triaxis – sezione trasversale lungo un asse – IMC (giallo) e piastrine planari di Hall (blu)



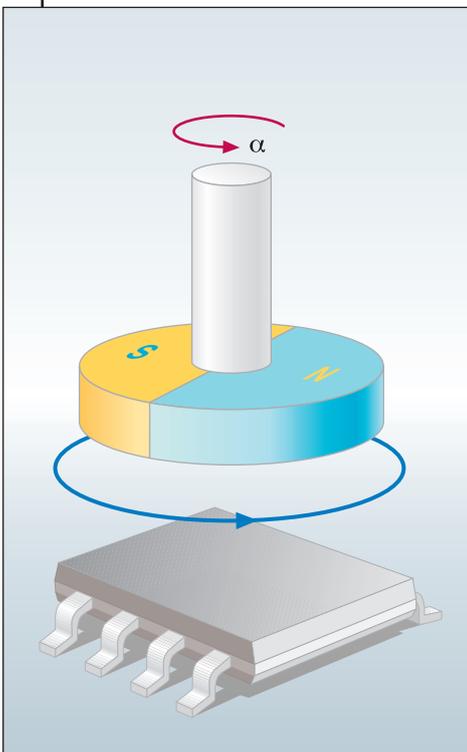
MLX90316: caratteristiche e vantaggi

MLX90316 è un sensore di posizione angolare monolitico di tipo non a contatto che utilizza solamente le componenti parallele della densità di flusso (ovvero B_x e B_y) che vengono applicate all'integrato da un magnete rotante magnetizzato lungo il diametro (Fig. 2).

Quando il magnete ruota al di sopra del circuito integrato le componenti della densità di flusso B_x e B_y descrivono due onde sinusoidali in quadratura, come riportato in figura 3: B_x è proporzionale a $\cos(\alpha)$ mentre B_y lo è a $\sin(\alpha)$.

I segnali di Hall originali (V_x e V_y) sono proporzionali a B_x e B_y . Dopo l'amplificazione, il DSP presente in MLX90316

Fig. 2 – Magnete magnetizzato lungo il diametro in rotazione, sopra il circuito integrato



effettua la seguente operazione per ottenere l'informazione angolare:

$$\text{Atg} \left(\frac{A * V_Y}{A * V_X} \right) = A \text{tg} \left(\frac{V_Y}{V_X} \right) = A \text{tg} \left(\frac{\sin(\alpha)}{\cos(\alpha)} \right) = A \text{tg}(\text{tg}(\alpha)) = \alpha \quad (1)$$

dove A = guadagno

V_x = segnale di Hall originale nella direzione delle ascisse

V_y = segnale di Hall originale nella direzione delle ordinate

α = angolo

Poiché MLX90316 fornisce direttamente la posizione angolare (fino a 360°) del magnete che ruota al di sopra di esso, si può definire intrinsecamente un sensore di posizione angolare.

La relazione riportata nella equazione (1) evidenzia una delle caratteristiche chiave della tecnologia Triaxis.

Dopo l'amplificazione, i due segnali di Hall sono divisi; una variazione dello stesso segno e magnitudine di entrambi i segnali viene compensata e non ha effetto alcuno sulla precisione dell'uscita angolare. Un sensore a effetto Hall di questo tipo inoltre non risulta influenzato dal coefficiente termico del magnete o da variazioni nel traferro, a differenza di quanto accade per i sensori a effetto Hall tradizionali che sono interessati direttamente da questi fattori.

Realizzazione di un sensore di posizione angolare

Lo sviluppo di un sensore di questo tipo si articola in diverse fasi che verranno di seguito esaminate.

Scelta del magnete

Il magnete è l'elemento indispensabile per MLX90316 al fine della realizzazione di un sensore di posizione.

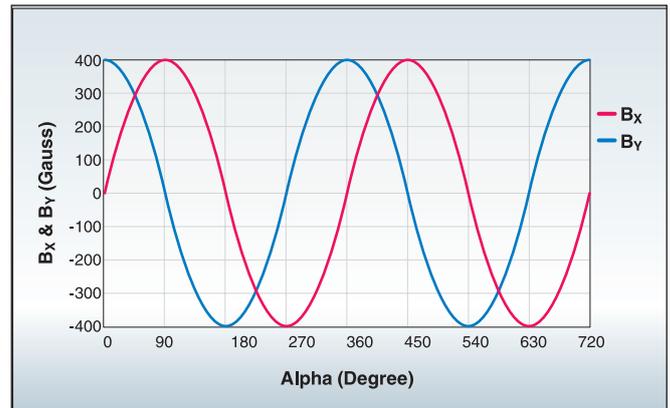


Fig. 3 – Due onde sinusoidali in quadratura

Esso è collegato alla parte meccanica in movimento (tipicamente all'estremità dell'albero) di cui è necessario rilevare la posizione. Il magnete riveste quindi un ruolo critico per il funzionamento e le prestazioni del sensore da realizzare. È comunque possibile utilizzare praticamente qualsiasi magnete purché esso evidenzia una densità di flusso omogenea nella parte inferiore; ciò si ottiene solitamente mediante una magnetizzazione lungo il diametro in grado di assicurare caratteristiche magnetiche del tipo di quelle riportate in figura 3 mentre il magnete è in rotazione. Nella figura 4 vengono riportate alcune

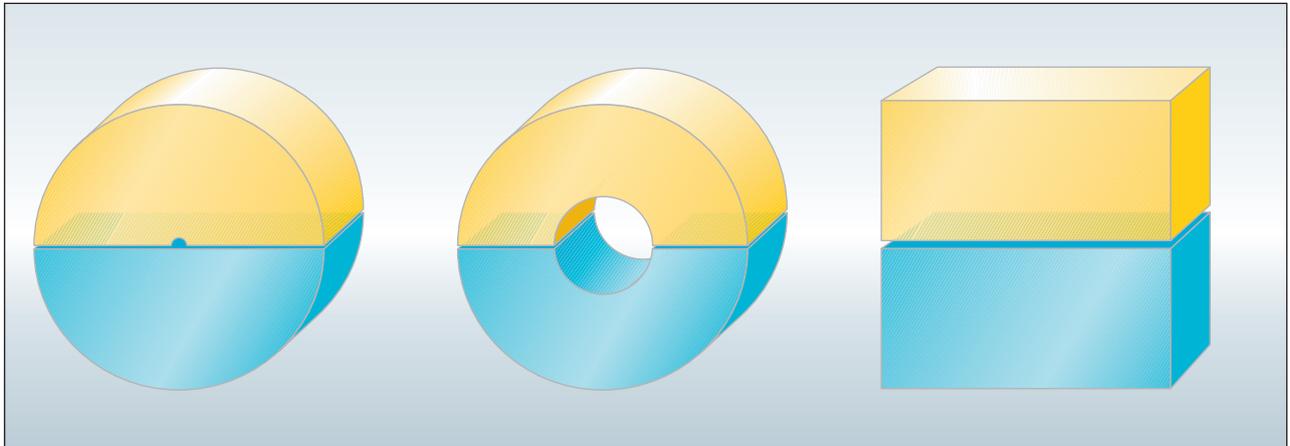


Fig. 4 – Vari tipi di forme adatte per i magneti – a disco, ad anello, quadrato

delle forme più comuni di magneti che possono essere usati insieme a MLX90316.

Anche le dimensioni e il materiale del magnete non risultano essere elementi critici: la densità di flusso applicata orizzontalmente deve essere compresa nell'intervallo tra 20 e 70 mT (ovvero $45 \text{ mT} \pm 25 \text{ mT}$) per tutte le tolleranze di natura meccanica, magnetica e termica. La dimensione del magnete, in particolar modo la sezione trasversale (posta di fronte al circuito integrato), deve essere considerata alla stregua di una variabile per garantire il livello di prestazioni previsto (in termini di errore di linearità) all'interno di un determinato ambito meccanico e delle relative tolleranze. Un magnete di diametro più grande riduce l'impatto di una possibile eccentricità (disassamento tra l'a-

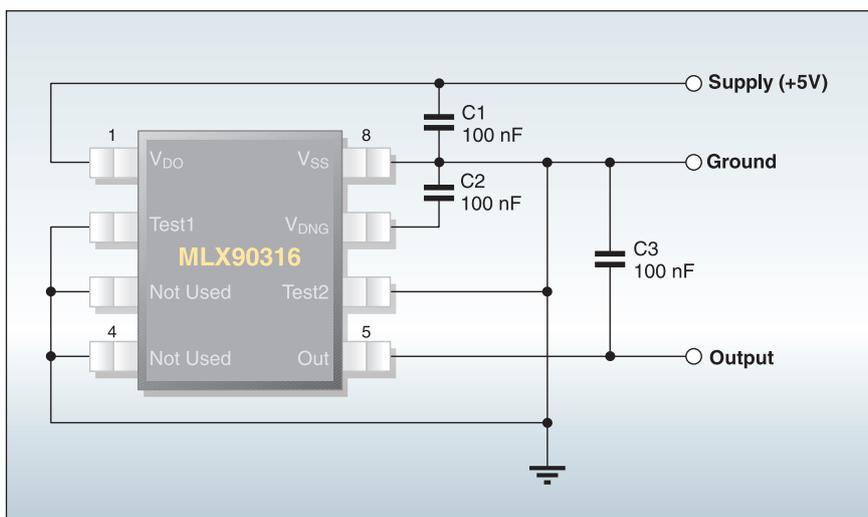
rea sensibile del circuito integrato e l'asse rotante).

Per quel che concerne il traferro, la forma ad anello è da preferire se il traferro nominale è maggiore di 7,5 mm.

Progetto della scheda

La piastra a circuito stampato ospita l'integrato MLX90316 (disponibile in package di tipo SOIC-8 a montaggio superficiale) e i pochi componenti discreti richiesti per ottimizzare le prestazioni in termini di rumore e compatibilità elettromagnetica (EMC). Nelle figure 5 e 6 sono riportati il diagramma applicativo consigliato e un esempio di realizzazione. I condensatori di disaccoppiamento (in particolar modo C_3) devono essere posti nelle immediate vicinanze del circuito integrato e quindi, tutti i componenti indispensabili occupano sulla piastra uno spazio non superiore a 1 mm^2 .

Fig. 5 – Schema applicativo consigliato (in modalità con uscita analogica)



Progetto meccanico

In questa fase è necessario integrare la parte in movimento (cioè l'albero), il magnete e la scheda nello stesso alloggiamento che prevede anche la presenza di un connettore o di un cablaggio. Una realizzazione tipica viene riportata in figura 7.

Un'attenzione particolare deve essere rivolta alle tolleranze (sia statiche sia dinamiche) che riguardano la posizione relativa dell'integrato rispetto al magnete. In verità, un'eccentricità tra l'area sensibile del circuito integrato e

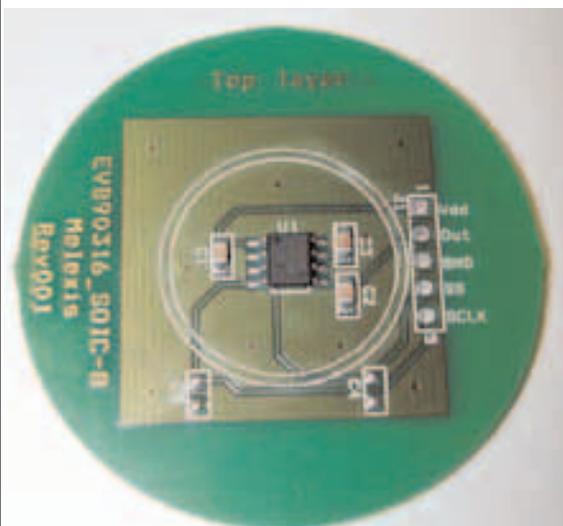


Fig. 6 – Scheda di valutazione di MLX90316



Fig. 7 – Assemblaggio di un sensore di posizione angolare che utilizza MLX90316 (fonte Novotechnik)

l'asse in rotazione introduce un errore di linearità che dipende dall'intervallo di disassamento e dalle dimensioni e dalla forma del magnete.

Un'inclinazione del magnete introduce anche un errore di linearità quando è associato a un'eccentricità.

Calibrazione finale

La caratteristica di trasferimento di uscita del sensore può essere completamente regolata una volta completato il montaggio del modulo. MLX90316 integra una memoria EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) per immagazzinare tutti i parametri necessari correlati alla funzionalità del chip e alla caratteristica di uscita.

La programmazione avviene attraverso i pin del connettore, ovvero alimentazio-

ne, massa e uscita. Tale operazione viene gestita da un software dedicato (DLL) eseguito dal computer e che controlla un'unità di programmazione hardware (PTC-04). L'intero sistema di programmazione è installato alla fine della linea di produzione dove il sensore viene calibrato mediante un processo completamente automatico.

Per l'utente finale, la fase di programmazione consiste principalmente nella mappatura dell'intervallo angolare di 360° per soddisfare la caratteristica di

uscita del sensore. Come visibile in figura 8 è possibile fissare con precisione 3 punti e pendenze prima e dopo tali punti. La posizione angolare corrispondente alla discontinuità della caratteristica può essere programmata così come i livelli di aggancio (che dunque comportano la definizione di due punti aggiuntivi).

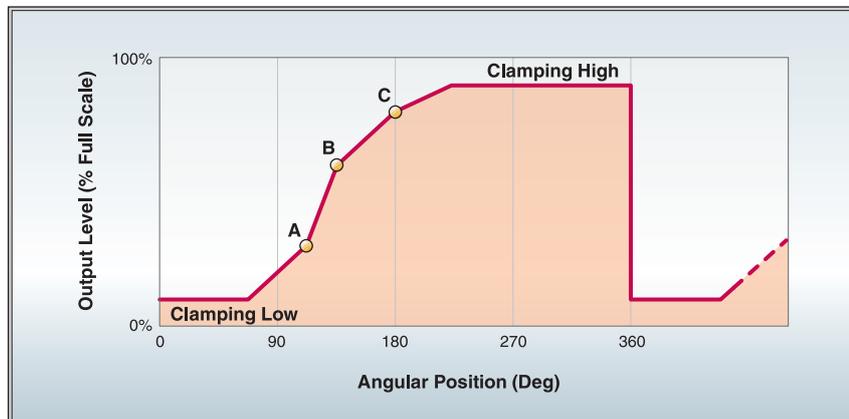
Nella figura 9 viene invece riportato l'andamento della caratteristica di trasferimento di uscita relativo a una corsa angolare di 90°.

La modalità di uscita può essere selezionata nel corso della programmazione: raziometrica analogica, segnale PWM digitale e protocollo seriale digitale. Anche i livelli di diagnostica e i filtri sono configurabili.

L'errore di linearità totale tiene in considerazione gli errori relativi al modulo e al circuito integrato. Tale errore può essere ridotto mediante la programmazione della caratteristica di trasferimento di uscita grazie alla calibrazione su più punti. Tale riduzione risulta maggiore quando l'ampiezza angolare dell'applicazione considerata è ridotta.

In definitiva il progetto di un sensore di posizione angolare di tipo non a contatto viene semplificata notevolmente grazie alle caratteristiche di rilevamento e di programmazione intrinseche del sensore MLX90316 di Melexis. Grazie a

Fig. 8 – Andamento di una caratteristica di trasferimento di uscita – generica



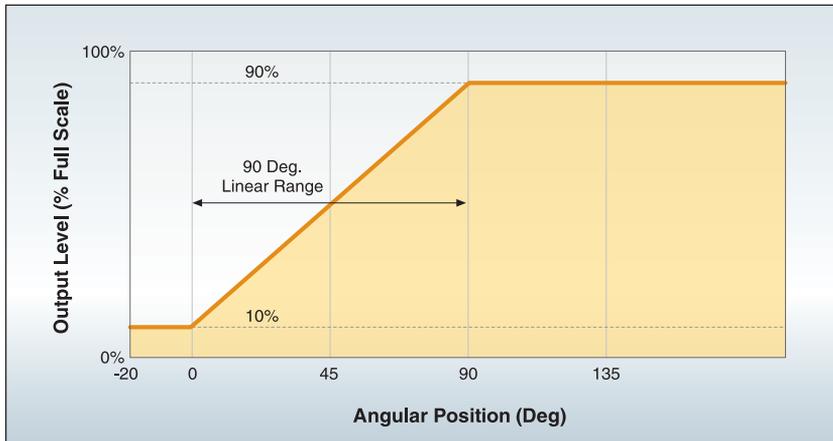


Fig. 9 – Caratteristica di trasferimento di uscita – l'esempio si riferisce a una corsa angolare di 90°

queste caratteristiche è anche possibile ottenere eccellenti prestazioni relativamente a un modulo sensore economico e di ridotte dimensioni.

Questo sensore a effetto Hall in tecnologia Triaxis rappresenta una reale alternativa alle tradizionali soluzioni induttive e magnetoresistive per la

sostituzione dei potenziometri a contatto di tipo resistivo. Esso consente inoltre la realizzazione di sensori unidimensionali (ovvero sensori di posizione lineari), bidimensionali (sensori di posizione angolari) e tridimensionali (sensori per la posizione del joystick). Come si può dunque arguire,

questo sensore è in grado di trovare impiego in un gran numero di applicazioni nei settori industriale e automobilistico.

Melexis

www.melexis.com

Power +

INNOVATION • SOLUTIONS • SUPPORT • RELIABILITY



Nuovi alimentatori da barra DIN

RICHIEDI UN CAMPIONE GRATIS

DSP

- Nuova gamma a basso profilo profondità 56mm
- Facile da installare
- Potenza da 7.5W a 100W
- Uscite da 5, 12, 15, e 24V
- Ripple and noise inferiore a 50mV

DPP

- Nuovo modello da 20A (uscita 24V)
- Potenze da 15W a 480W, versioni con uscite da 5V a 48V
- Tensione d'ingresso 90-264VAC
- Secondo norma EN61000-3-2



Alta Efficienza

LAMBDA

readerservice.it n.16623

www.lambda-italy.com