

# Sensori MEMS per applicazioni industriali

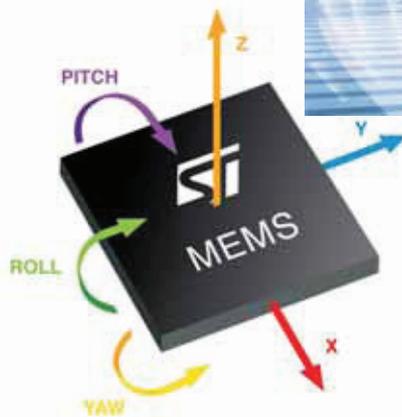
**Martin Grimmer**  
Senior marketing manager  
Rutronik Elektronische Bauelemente

Gli sviluppatori di applicazioni mobili, di videogiochi e di applicazioni per il settore automotive conoscono da tempo le potenzialità dei sensori MEMS, essendo stati i primi a utilizzarli. Questi sensori tuttavia possono venire impiegati anche nei comparti industriale, medicale e degli apparecchi domestici

I sensori di accelerazione a 3 assi sono particolarmente interessanti per diverse applicazioni finali. Grazie al costo (di molto inferiore a 1 euro) e dotati di una ricca serie di funzionalità, essi si distinguono per l'eccellente rapporto prezzo/prestazioni. Fra i prodotti più interessanti si possono segnalare i sensori di accelerazione MEMS a 3 assi LIS3DH di STMicroelectronics e BMA250E di Bosch Sensortec (Figg. 1 e 2)

Entrambi presentano consumi estremamente bassi e dimensioni compatte, ideali anche per applicazioni in apparecchi mobili. Grazie alla modalità a basso consumo è possibile ridurre il consumo energetico del modello LIS3DH di ST ad appena 2  $\mu\text{A}$ , mentre al sensore di Bosch Sensortec bastano meno di 5  $\mu\text{A}$ . Con l'ausilio della funzione "Wake-up on Motion" è possibile ridurre sensibilmente il consumo di potenza di un'intera applicazione e prolungare la durata delle batterie. L'applicazione viene posta in una modalità "Sleep-Modus", e se il sensore MEMS registra un movimento, esso viene di nuovo "svegliato" (gestione "intelligente" dell'alimentazione).

Le dimensioni dell'alloggiamento dei sensori pari a 3x3x1 mm (LIS3DH) e 2x2x0.95 mm (BMA250E) rispettivamente, sono ideali per applicazioni dove lo spazio è un elemento critico. Entrambi i modelli offrono valori accurati su gamme di misura programmabili di +/-2g, +/-4g, +/-8g e +/-16g con una sensibilità di 1 mg/cifra (LIS3DH) e di 256 LSB/g (BMA250E) nel range di 2g. Essi sono caratterizzati da una risoluzione digitale di 12



bit e di 10 bit rispettivamente, e l'offset in condizione di accelerazione nulla (0g) nel corso dell'intera vita utile è pari a +/- 40 mg per i componenti di ST- e di +/- 80 mg per i sensori Bosch.

## Numerose funzionalità per una maggiore versatilità di impiego

Entrambi gli accelerometri offrono una funzionalità di "rilevazione di caduta libera", come è attualmente in uso per lo più nei laptop dotati di disco rigido. In questo caso, la testina di scrittura e di lettura sono portate in una posizione sicura non appena il sensore registra la caduta libera. Tale principio può portare in condizioni di sicurezza anche altre apparecchiature, come ad esempio una motosega, o il controllo a distanza in caso di caduta libera,

## IL SUPPORTO ALLO SVILUPPO

I tipi di sensori MEMS più disparati con gradi di integrazione diversi offrono agli sviluppatori l'imbarazzo della scelta. In genere, all'inizio non è possibile stabilire quale sia il sensore più adatto per la particolare applicazione considerata. Rutronik fornisce in esclusiva, attraverso i propri fornitori, un portafoglio incomparabilmente ampio e specializzato di diversi tipi di sensori MEMS innovativi.

Inoltre la società mette a disposizione non solo i sensori, ma anche l'intera catena di elaborazione dei segnali prodotti dai sensori. Da questa vasta gamma di prodotti è possibile realizzare una soluzione adatta per qualsiasi applicazione. Una panoramica del portafoglio prodotti è disponibile al sito web [www.rutronik.com/sensors](http://www.rutronik.com/sensors).

tramite all'arresto di emergenza. Grazie alla rilevazione anche dei più piccoli movimenti e vibrazioni, oltre che delle variazioni di posizione, i sensori di accelerazione si prestano anche come protezione contro gli atti di vandalismo o i furti, ad esempio negli oleodotti e nei gasdotti, nelle macchine o negli oggetti di valore. La registrazione delle vibrazioni può quindi servire per verificare il corretto funzionamento di una macchina e attivare l'arresto rapido di emergenza in caso di guasto.

Le applicazioni di interfaccia uomo-macchina possono essere supportate attraverso l'uso dei sensori con nuove funzionalità e quindi possono essere migliorate. Con l'aiuto della cosiddetta "commutazione del profilo di visualizzazione" è possibile adattare l'orientamento delle immagini in apparecchi utilizzatori portatili dotati di display, se i display sono ruotati di 90°, analogamente a quanto avviene nelle fotocamere digitali.

La loro funzione di rilevazione della posizione orizzontale rende possibile ad esempio la disattivazione dei toni (smartphone) oppure lo spegnimento di un dispositivo in modalità sleep



Fig. 1 – Il sensore di accelerazione LIS3DH di ST è caratterizzato da un consumo energetico di appena 2 µA in modalità Ultra Low-Power

semplicemente scuotendolo, attraverso il riconoscimento della posizione.

In molte applicazioni è disponibile il controllo dei sensori di accelerazione con tocco o doppio tocco. Ciò consente di eliminare la necessità di tasti o di interruttori meccanici, semplificandone la fruizione.

Di interesse per le applicazioni mobili nel campo del fitness o del monitoraggio delle condizioni di salute sono la funzione contapassi e il monitoraggio attivo, che è possibile realizzare attraverso i sensori di accelerazione a 3 assi. Sono stati registrati

gli schemi di movimento di chi li indossa e quindi sono state tratte le conclusioni sulla distanza percorsa e sulle calorie consumate. Durante una caduta, ad esempio durante le attività di alpinismo, il sensore rileva la caduta libera e può far partire una chiamata di emergenza se il corpo non si muove più.

Sia STMicroelectronics, sia Bosch Sensortec offrono tool software e hardware per i primi test con i sensori MEMS con un'interfaccia utente grafica semplice all'uso. In questo modo gli sviluppatori possono programmare e testare in modo semplice e chiaro diverse impostazioni e in seguito introdurre una a una all'interno dell'applicazione. A questo scopo, entrambi i produttori mettono a disposizione schede programmabili, interfacce di programmazione (API) o driver di basso livello.

### Numerosi tipi di sensore

Oltre ai sensori di accelerazione è disponibile sul mercato una vasta gamma di altri tipi di sensori MEMS. Così, i microfoni MEMS combinano un'elevata qualità del suono e la robustezza con dimensioni minime, per applicazioni di riconoscimento e di controllo vocale.

Rispetto ai microfoni elettronici classici tradizionali, i modelli basati su MEMS sono più affidabili e robusti ed evidenziano migliori caratteristiche sulla curva di temperatura. Attualmente essi sono leggermente più costosi rispetto ai microfoni tradizionali e in breve tempo saranno disponibili anche allo stesso prezzo o a un prezzo inferiore. Essi si prestano non solo per le applicazioni industriali che prevedono un'interfaccia HMI, ma anche per i sistemi di navigazione, negli apparecchi vivavoce e nei sistemi per conferenze. STMicroelectronics offre modelli digitali (MP34DT/DB01 / MP45DT02) e analogici (MP33AB01/B01H) con un rapporto segnale/rumore anche di 63 dB a fronte di una risposta in frequenza molto piatta (da 20 Hz fino a 20 kHz).

I sensori di velocità angolare contribuiscono ad assicurare livelli superiori di sicurezza in applicazioni come ad esempio i trapani. Essi rilevano la rotazione del trapano (o la rotazione simultanea) dopo che il trapano ha fatto presa nel calcestruzzo

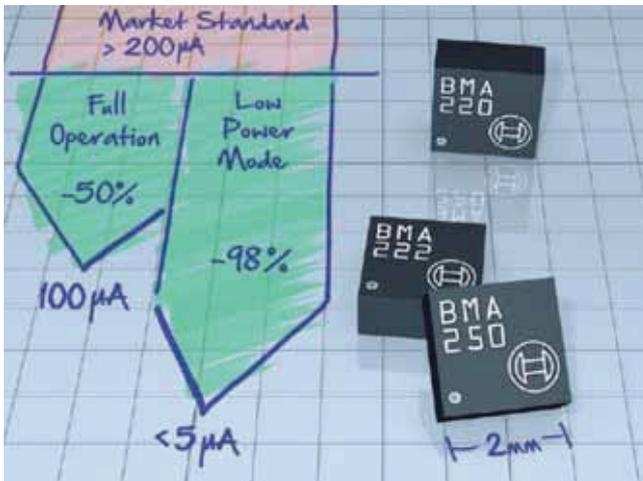


Fig. 2 – Il sensore di accelerazione BMA250E di Bosch Sensortec presenta valori ridotti sia di consumi, sia in termini di dimensioni

e forniscono un sistema di arresto di emergenza. I sensori di pressione barometrica a MEMS misurano la pressione dell'aria e calcolano l'altezza a partire da questo valore, con una precisione di 25 cm. In questo modo i sensori di pressione aprono nuovi scenari applicativi per la navigazione in

ambienti interni nei centri commerciali e nei parcheggi (Fig. 3). Nel corso delle operazioni dei vigili del fuoco e della polizia, i sensori MEMS possono persino contribuire a salvare delle vite umane, indicando il luogo all'interno di un edificio in cui si trovano persone ferite. Nei sistemi di navigazione i sensori indicano la posizione esatta del veicolo anche in presenza di strade multilivello

Attraverso la combinazione di più sensori le possibilità si estendono fino quasi all'infinito. Ad esempio all'interno di una lavatrice: in questo caso i sensori di pressione possono misurare il livello (nella Fig. 4 è rappresentato uno schema per la misura del livello) mentre i sensori di accelerazione rilevano il carico e i sensori ottici verificano il grado di inquinamento dell'acqua, di modo che il programma di lavaggio e di asciugatura possa essere regolato in modo ottimale.

#### Combinazioni di sensori

Anche i produttori hanno riconosciuto i vantaggi legati alla combinazione di diversi tipi di sensore e li offrono raggruppati in un modulo, come ad esempio LSM330D di STMicroelectronics. In un alloggiamento di appena 3x5.5x1 mm si trovano il sensore di accelerazione a 3 assi LIS3DH e il giroscopio a 3

## smiths connectors

# Connettori Circolari HyperGrip®

Disponibili in cinque colori per una connessione facile e intuitiva

### Alta Affidabilità per Applicazioni Medicali

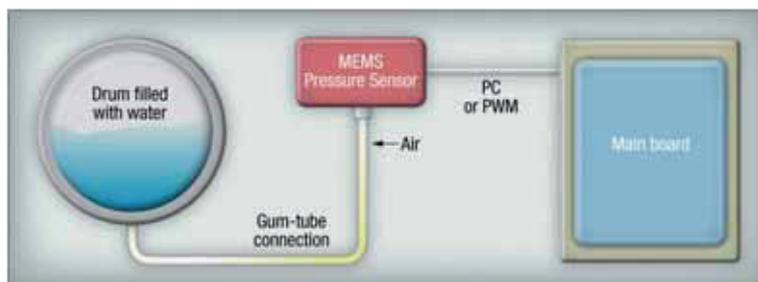
- ▶ Sistema di codifica innovativo con 6 posizioni standard
- ▶ Meccanismo di aggancio push/pull rapido e semplice, azionabile con una sola mano
- ▶ Linea moderna ed elegante, robustezza garantita nel tempo
- ▶ Fingerproof secondo IEC 60601-1
- ▶ Protezione IP67 del connettore accoppiato, in immersione temporanea fino ad 1 metro
- ▶ Sterilizzabile in Autoclave, Eto, Gamma e Sterrad®
- ▶ Resistente alla fiamma secondo UL94 V-0



assi L3GD20. Quest'ultimo rende disponibile l'intera scala di misura da  $\pm 250$  punti al secondo fino a  $\pm 2000$  punti al secondo e dispone di un interrupt programmabile. Bosch Sensortec con il modulo BMI055 offre la stessa combinazione di un sensore di accelerazione a 3 assi (BMA255) e di un giroscopio a 3 assi (BMG160). Con dimensioni di  $3 \times 4.5 \times 0.95$  mm è attualmente l'unità di misura inerziale (IMU) più piccola disponibile sul mercato. I suoi sei gradi di libertà (6DoF, Degrees of Freedom) e il suo ridotto consumo di potenza di appena 5,15 mA in modalità operativa completa lo rendono ideale per le applicazioni più esigenti nel campo dell'elettronica consumer, come ad esempio per l'impiego nei videogiochi sulle console di gioco, negli smartphone e nei PC tablet. La sua elevata risoluzione - 16 bit (giroscopio) e 12 bit (sensore di accelerazione) - garantisce risultati di misura precisi e affidabili: BMI055, inoltre, assicura un rapporto segnale/rumore (SNR) eccellente. La sua scala di misura può essere programmata da  $\pm 125$  punti al secondo fino a  $\pm 2000$  punti al secondo per il giroscopio e da  $\pm 2g$  fino a  $\pm 16g$  per il sensore di accelerazione.

Quest'ultimo è inoltre caratterizzato da un offset in condizioni di accelerazione nulla pari a soli 70 mg. Le interfacce I<sup>2</sup>C e SPI offrono molteplici possibilità di comunicazione dati.

Tali sensori o moduli MEMS xDoF non solo rendono possibili



**Fig. 4 - Rappresentazione schematica di una misura di livello per mezzo del sensore di pressione di tipo MEMS LPS331AP di STMicroelectronics**

le applicazioni nei giochi ma anche il monitoraggio remoto dei pazienti o delle persone anziane senza limitare la loro libertà di movimento. In questo modo il sensore è in grado di riconoscere una caduta e di far sì che un operatore sanitario venga allertato. L'ergoterapia, l'allenamento per gli sportivi e i dosaggi dei farmaci possono essere regolati in modo preciso in base al profilo di movimento individuale, e quindi possono essere realizzati in modo più efficace. Negli apparecchi di misura della pressione sanguigna per usi domestici,



**Fig. 3 - Dati relativi al sensore di pressione BMP180 di Bosch Sensortec durante la corsa di un ascensore**

il sensore può controllare la posizione del braccio e quindi assicurare una misura corretta. Nel settore zootecnico, con l'aiuto di un sensore MEMS di questo tipo è possibile valutare la quantità di foraggio da somministrare al singolo capo di bestiame in base al movimento dell'animale.

### Tutto in uno

Sfruttando più gradi di libertà, sono disponibili moduli-sensore che combinano un numero sempre maggiore di sensori. STMicroelectronics ha introdotto di recente sul mercato un modulo multi sensore di questo tipo con nove gradi di libertà: iNEMO M1 (sistema su scheda) combina un sensore geomagnetico LSM303DLHC a sei assi (un sensore di movimento a 3 assi + un sensore magnetico a 3 assi), un giroscopio a 3 assi L3GD20, oltre al microcontrollore a 32 bit STM32 e a un software specifico - e tutto questo con dimensioni di appena  $13 \times 13 \times 2$  mm. Con questo iNEMO M1 offre le percezioni che comprendono quasi tutti i sensi umani e in parte vanno al di là. Così esso comprende sensori di accelerazione lineare, di velocità angolare e del campo magnetico terrestre, con cui è possibile determinare con precisione la posizione, i movimenti e la loro direzione. Il software combina i segnali in uscita di tutti i sensori. Le distorsioni e le imprecisioni della misura vengono corrette automaticamente da algoritmi di predizione e di filtraggio. Il giroscopio L3GD20 registra i movimenti di avvolgimento, di inclinazione su una scala arbitraria compresa fra  $\pm 250^\circ/s$ ,  $\pm 500^\circ/s$  e  $\pm 2000^\circ/s$ . Il sensore geomagnetico LSM303DLHC offre una scala di misura liberamente programmabile di  $\pm 2g$ ,  $\pm 4g$ ,  $\pm 8g$  e  $\pm 16g$ , attraverso il sensore di accelerazione, e da  $\pm 1.3$  Gauss fino a  $\pm 8.1$  Gauss con un sensore magnetico, oltre a un'uscita I<sup>2</sup>C. Con queste caratteristiche, iNEMO assicura ancora più realismo nei videogiochi e nella realtà virtuale; nelle applicazioni di realtà aumentata, nelle interfacce uomo-macchina, nei robot e negli apparecchi di navigazione portatili oltre che nel monitoraggio dei pazienti. ■