

## 5 Accelerometri

### 5.1 Descrizione generale

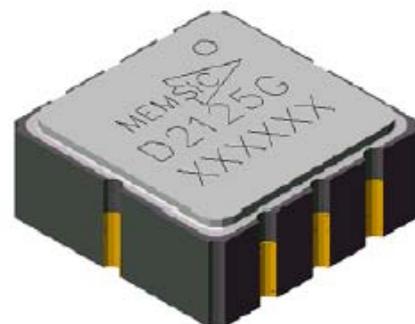
L'accelerazione è un indicatore di movimento molto sensibile, per questo motivo negli ultimi anni sono stati proposti vari impieghi degli accelerometri nella misura della cinematica del movimento biologico. L'accelerometro produce un segnale elettrico proporzionale all'accelerazione applicata; inoltre dalla misura dell'accelerazione è possibile ricavare, attraverso tecniche di integrazione temporale, la velocità e la posizione.

I primi accelerometri (mono-assiali) utilizzavano un sensore piezometrico descritto dal modello fisico del sistema Massa-Molla-Smorzatore. Questi sensori, pur misurando accelerazioni fino a decine di g con una buona sensibilità, trovano impiego nell'ambito degli studi delle forze/vibrazioni che agiscono su macchinari quali veicoli, ascensori, etc.. in quanto non misurano la componente continua (frequenza di taglio inferiore: 1-2 Hz) e le loro dimensioni non risultano essere compatibili con le applicazioni biomedicali.

Per i nostri scopi risultano essere più indicati gli accelerometri che sfruttano la tecnologia MEMS (Micro-Electronic Mechanical Systems).

### 5.2 Accelerometro Memsic 2125

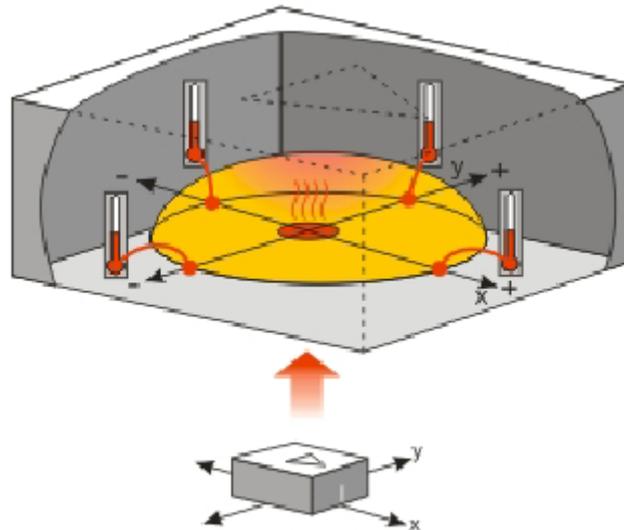
Si tratta di un accelerometro bi-assiale, a basso costo, dalle dimensioni estremamente ridotte (circa ½ cm di lato), che sfrutta il principio della convezione del calore. Il sensore è in grado di rilevare accelerazioni dinamiche (vibrazioni) e statiche (campo di gravità terrestre): questo secondo aspetto è decisamente importante in quanto permette di avere un sistema di riferimento fisso che permette di determinare la posizione dell'accelerometro nello spazio.



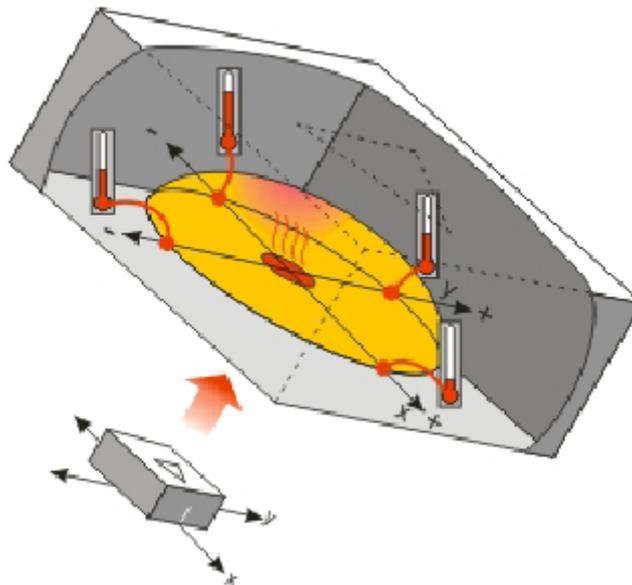
#### 5.2.1 Principio di funzionamento

Il sensore del Memsic 2125 si basa sulla propagazione del calore per convezione naturale; esso è costituito da una cavità emisferica al cui interno è presente un gas. Al centro di questa camera è

presente una fonte di calore e, egualmente distanziati, sono presenti quattro sensori di temperatura. Quando l'accelerazione è nulla il gradiente di temperatura è simmetrico rispetto alla fonte di calore e i quattro sensori misurano lo stesso valore:



Un'accelerazione in qualunque direzione altera il gradiente di temperatura rendendolo asimmetrico:



I sensori rilevano questa perturbazione e il segnale in uscita dall'accelerometro sarà quindi proporzionale a questa differenza.

## 5.2.2 Dati tecnici

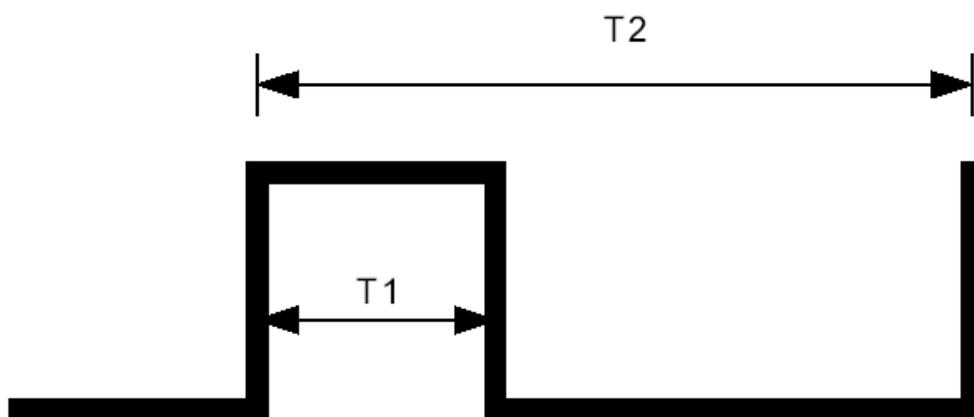
### Caratteristiche

- Dimensioni: 5 mm x 5 mm x 2 mm
- Temperatura: operativo tra  $-40$  e  $+105$  °C

- Alimentazione: 3 – 5,25 V
- Basso consumo di corrente: 4 mA @ 5V
- $0 \pm 2$  g su entrambi gli assi con risoluzione dell'ordine di 1 mg (*millesimo* di g)
- L'assenza di masse sospese permette all'accelerometro di sopportare uno shock di ben 50000 g

### Forma del segnale d'uscita

L'uscita dell'accelerometro è un onda quadra di periodo 10 ms il cui *duty cycle* è proporzionale all'accelerazione:



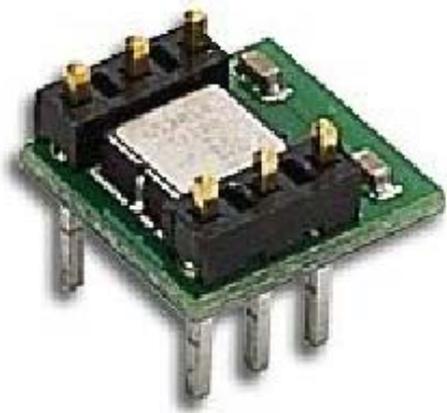
La formula per ricavare l'accelerazione in termini di g è la seguente:

$$a(g) = \left( \frac{T1}{T2} - 0,5 \right) * 8$$

Se ne deduce quindi che l'accelerazione è nulla quando il *duty cycle* è pari al 50% (accelerometro fermo sul piano).

### 5.2.3 Componente integrato Parallax

Il Memsic 2125 è un componente a 8 pin a montaggio superficiale ma, per i nostri scopi, si necessitava di un componente a montaggio passante: per questo si è deciso di acquistare il kit distribuito dalla Parallax, costituito da un socket a 6 pin sul quale è saldato l'accelerometro; il componente possiede anche un piccolo circuito necessario per il corretto funzionamento dell'accelerometro il quale, se fosse realizzato con componenti discreti, avrebbe



dimensioni ragguardevoli. In questo modo, invece, esse rimangono comunque estremamente contenute (circa 1 cm di lato).

### Piedinatura

Pin	Descrizione
1	Sensore di temperatura (non usato)
2	Accelerazione lungo y
3	Vss
4	Vss
5	Accelerazione lungo x
6	Vdd

