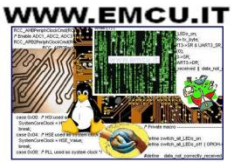
MEMS

Come valutare la risoluzione di un accelerometro

By Furnari F.



SILICA
An Avnet Company

life.augmented

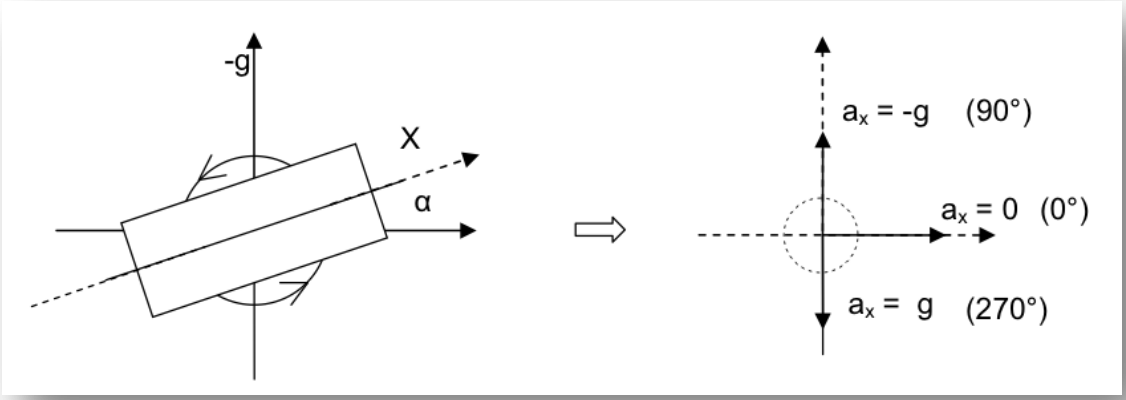
Sommario

- Inclinometro ideale: calcolo della sensibita' mg/° per un accelerometro (singolo asse, due assi e tre assi)

- Inclinometro reale: parametri chiave da considerare per valutare sensibilità e accuratezza nella misura dell'inclinazione

life.augmented
SILICA An Avnet Company
WWW.EMCU.IT

Singolo asse di sensing



L'asse x rileva una accelerazione a_x pari a:

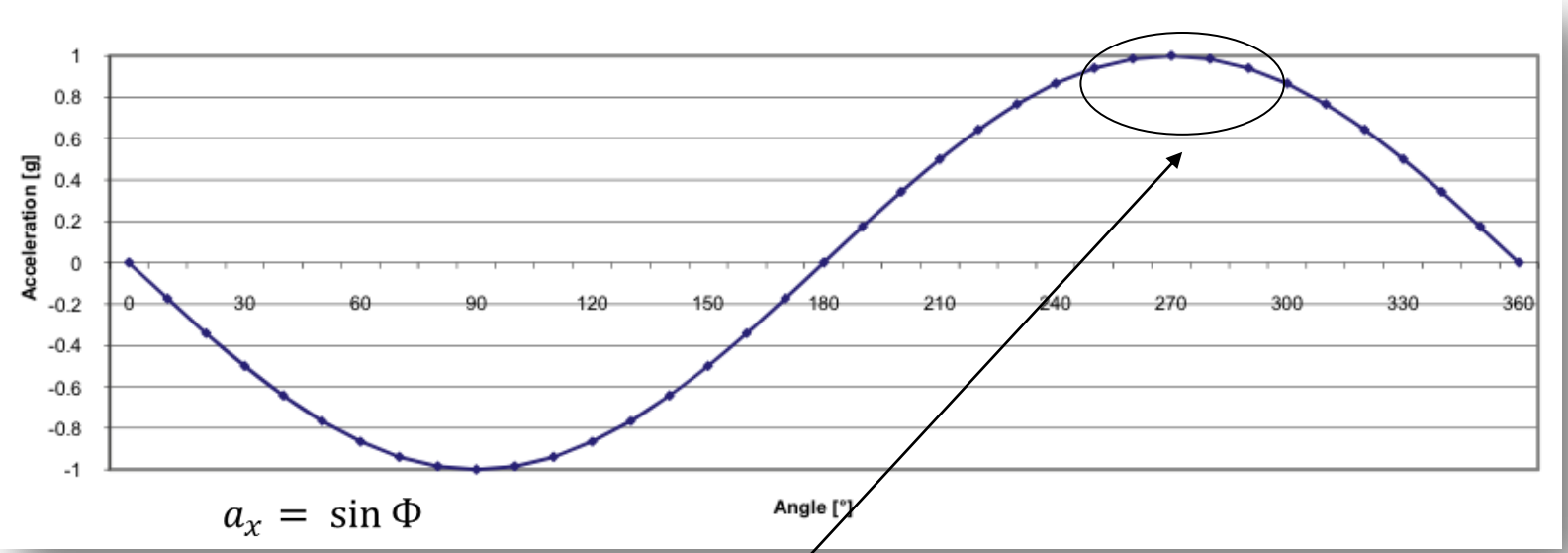
$$a_x = \sin \Phi$$

Un accelerometro con sensing su un solo asse non consente di:

- avere una capacità di sensing costante al variare di Φ: a_x/° dipende dalla funzione $\sin \Phi$
- non distingue gli angoli Φ e (180 - Φ)

life.augmented
SILICA An Avnet Company
WWW.EMCU.IT

Singolo asse di sensing

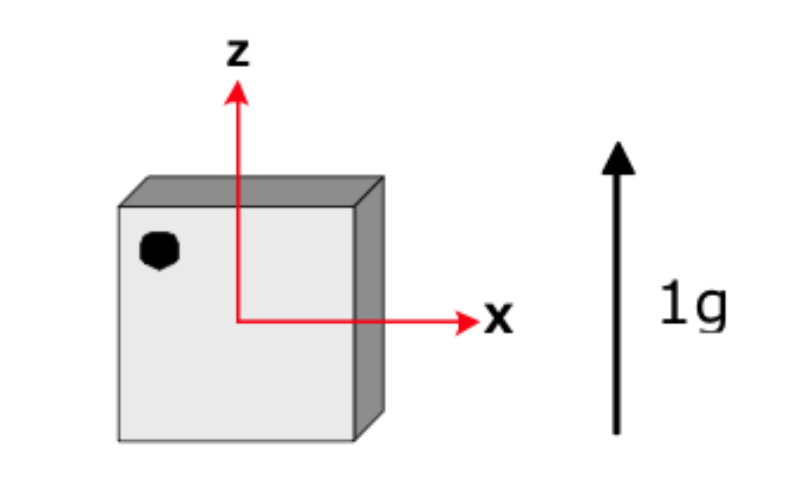


Il sensore è meno sensibile quando il suo asse ha una direzione prossima a quella di $\vec{g}$

Φ	a_x [g]	$\Delta a_x/°$ [mg/°]
0	0.000	17.452
15	0.259	16.818
30	0.500	15.038
45	0.707	12.233
60	0.866	8.594
75	0.966	4.37
90	1.000	- 0.152

life.augmented
SILICA An Avnet Company
WWW.EMCU.IT

Sensing due assi

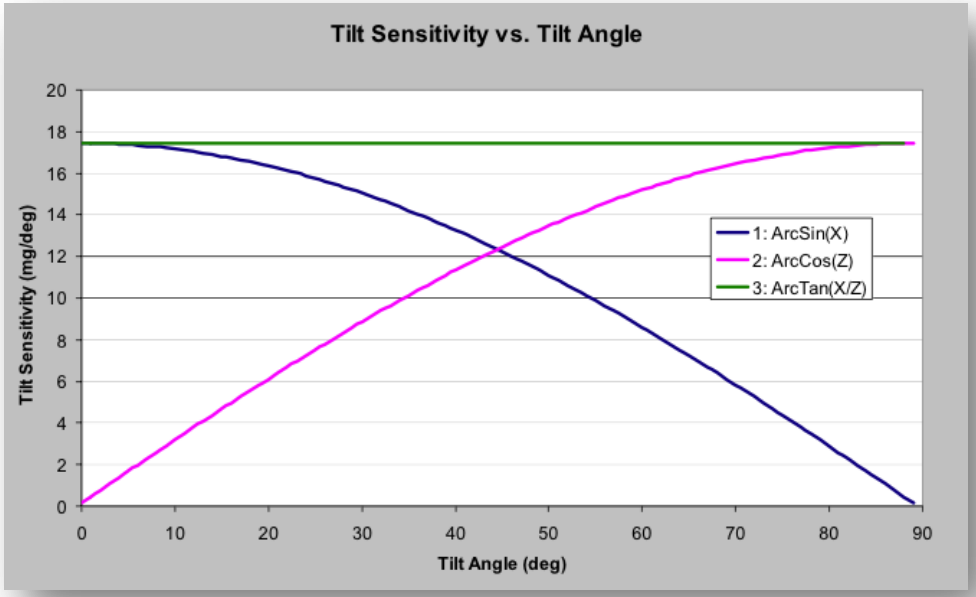


$$a_x = \sin \Phi$$
$$a_z = \cos \Phi$$

- L'utilizzo di due assi, uno parallelo e uno perpendicolare a $\vec{g}$ permette di avere un sensing dell'angolo Φ costante (sul piano x – z) e di distinguere univocamente tutti gli angoli

life.augmented
SILICA An Avnet Company
WWW.EMCU.IT

Sensing due assi

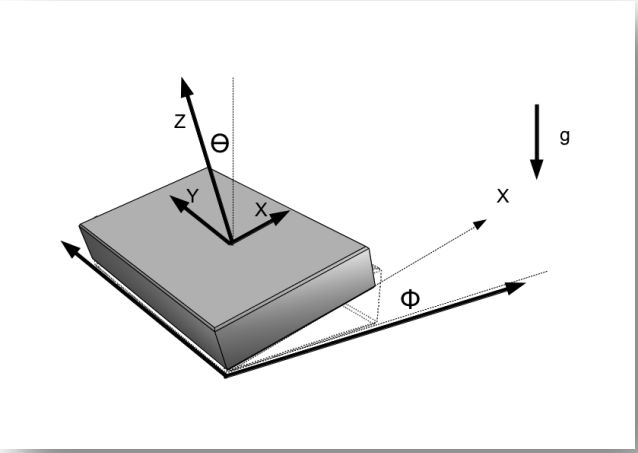


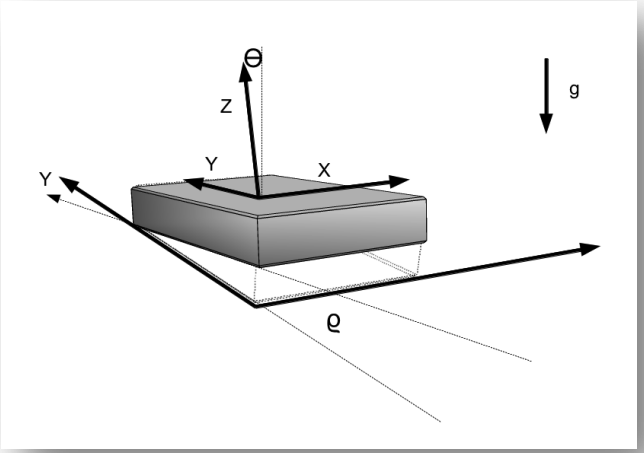
Con l'utilizzo di due assi **x** e **z** ottengo un tilt sensing costante indipendente dall'angolo di rotazione pari a circa **17.45 mg/°**

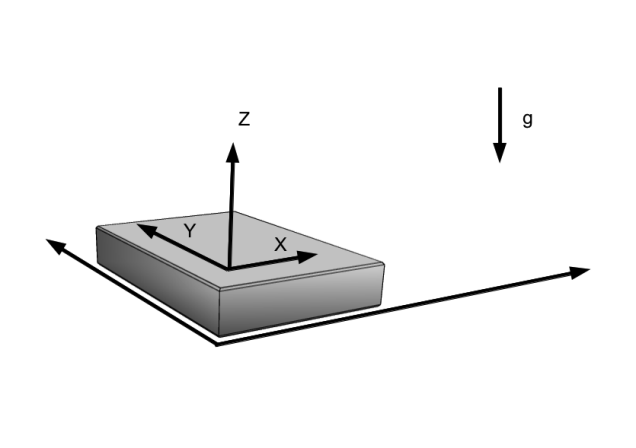
Φ	a_x [g]	Δa_x/° [mg/°]	a_z [g]	Δa_z/° [mg/°]
0	0.000	17.452	1	-0.152
15	0.259	16.818	0.966	-4.664
30	0.500	15.038	0.866	-8.858
45	0.707	12.233	0.707	-12.448
60	0.866	8.594	0.500	-15.19
75	0.966	4.37	0.259	-16.897
90	1.000	0.152	0.000	-17.452

life.augmented
SILICA An Avnet Company
WWW.EMCU.IT

Sensing tre assi







Il ragionamento puo' essere esteso anche sul piano y – z:

$$\Phi = \arctan\left(\frac{Ax1}{\sqrt{(Ay_1)^2+(Az_1)^2}}\right)$$

$$\varrho = \arctan\left(\frac{Ax1}{\sqrt{(Ax_1)^2+(Az_1)^2}}\right)$$

life.augmented
SILICA An Avnet Company
WWW.EMCU.IT

Accelerometro: parametri chiave

ODR *(output data rate):* valore tipico 100 Hz

BW *(banda del segnale da misurare):* tipicamente ODR/2, ODR/4

FS *(full scale range):* $\pm 2g$ per l'applicazione

S_0(sensitivity): espressa in *mg/LSB*, indica la variazione in *mg* che occorre per avere una variazione di un LSB)

Risoluzione a 1 σ $\Rightarrow A_n \cdot \sqrt{BW}$

Il parametro a 1 **σ** *corrisponde statisticamente al (68,2% circa dei campioni);* ***e'*** *opportuno considerare il valore a 3***σ** *(pari al 99,7% dei campioni)*

life.augmented

SILICA An Avnet Company

WWW.EMCU.IT

Accelerometro: parametri chiave

LIS331DLH. *Calcolo risoluzione (a 3σ)*

ODR = 50 Hz
BW = 25 Hz (ODR/2)

$$3 \cdot A_n \cdot \sqrt{BW} = 3{,}27\ mg$$

L'accelerometro, tenendo conto del rumore in ingresso ha una risoluzione di 3,27 mg. Quindi la risoluzione espressa in gradi, sara' pari a :

$$\frac{3{,}27\ mg}{17{,}45\ mg/°} = 0{,}187°$$

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.(2)	Max.	Unit
FS	Measurement range(3)	FS bit set to 00		±2.0		*g*
		FS bit set to 01		±4.0		
		FS bit set to 11		±8.0		
So	Sensitivity	FS bit set to 00 12 bit representation	0.9	1	1.1	mg/digit
		FS bit set to 01 12 bit representation	1.8	2	2.2	
		FS bit set to 11 12 bit representation	3.5	3.9	4.3	
TCSo	Sensitivity change vs temperature	FS bit set to 00		±0.01		%/°C
TyOff	Typical zero-*g* level offset accuracy(4),(5)	FS bit set to 00		±20		mg
TCOff	Zero-*g* level change vs temperature	Max delta from 25 °C		±0.1		mg/°C
An	Acceleration noise density	FS bit set to 00		218		µg/√Hz
Vst	Self-test output change(6),(7),(8)	FS bit set to 00 X axis	120	300	550	LSb
		FS bit set to 00 Y axis	120	300	550	LSb
		FS bit set to 00 Z axis	140	350	750	LSb
Top	Operating temperature range		-40		+85	°C
Wh	Product weight			20		mgram

life.augmented
SILICA An Avnet Company
WWW.EMCU.IT