

Mise en situation

Le module LNT du télescope fournit trois informations au processeur du télescope: la position du télescope par rapport au nord magnétique, l'inclinaison du tube du télescope par rapport à l'horizontale ainsi que l'heure.

Ces mesures servent à identifier la position du télescope par rapport au repère céleste afin de pouvoir ensuite pointer les objets célestes à partir de leurs coordonnées mémorisées dans la base de données du télescope.

Ces mesures s'effectuent dans la phase de démarrage du télescope appelée « alignement » .

L'angle d'inclinaison est compté négativement à partir de l'horizontale lorsque le tube est incliné vers le bas.



Etude de l'inclinomètre MXD2020E/F

Q1. A l'aide du document technique, décrire succinctement le procédé technique mis en œuvre dans l'inclinomètre afin de mesurer l'inclinaison. Préciser la nature des signaux de sortie de ce capteur ainsi que leur grandeur caractéristique portant l'information « inclinaison ».

Q2. Quelle sortie du capteur, X ou Y, va varier en fonction de l'inclinaison du tube ?

Q3. Exprimer le rapport cyclique des signaux X ou Y en fonction de l'angle d'inclinaison.

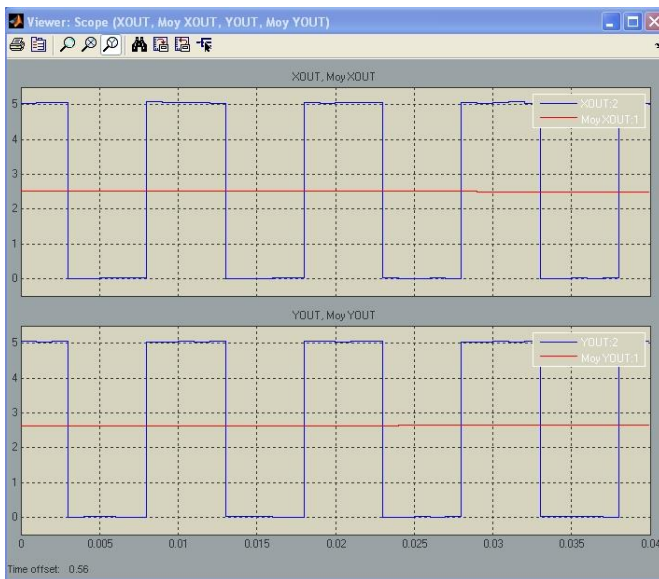
Analyse des résultats du capteur d'inclinaison du tube optique

On désire vérifier expérimentalement la conformité des signaux générés ainsi que les performances du capteur d'inclinaison.

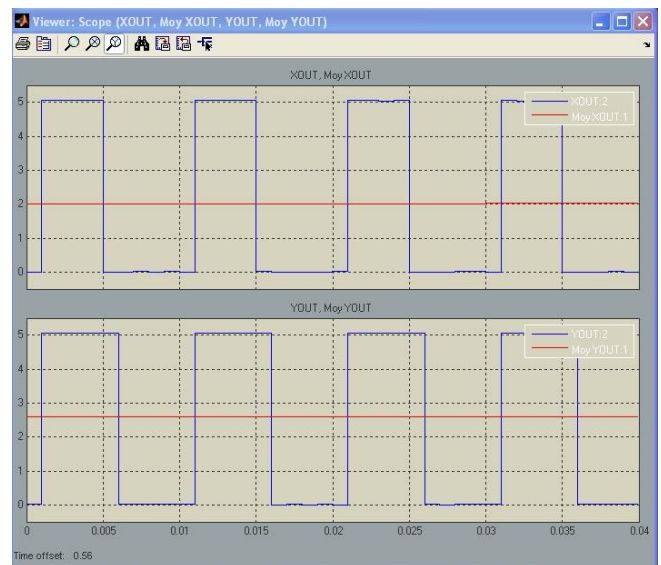
Pour cela, il faut faire varier l'angle d'inclinaison et mesurer le signal de sortie du capteur.



Voici les signaux issus du capteur pour deux inclinaisons différentes.

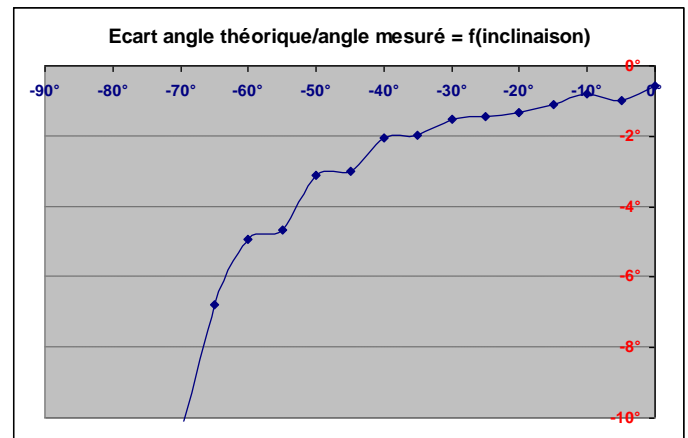
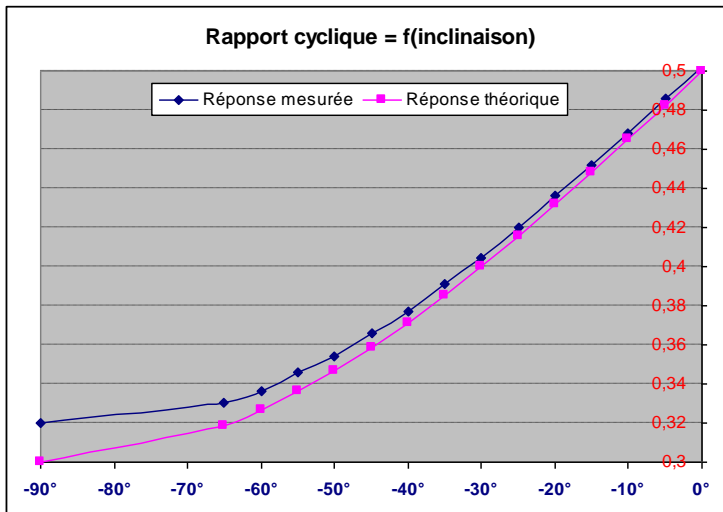
Signaux X_{out} , moy X_{out} , Y_{out} , moy Y_{out} **Position 1**

La sensibilité horizontale est de 0.005s/division

**Position 2**

Q4. Pour les deux positions, donner la période des signaux X_{out} et Y_{out} ainsi que la valeur des rapports cycliques. En déduire l'angle d'inclinaison pour les deux positions.

On donne les courbes du rapport cyclique en fonction de l'inclinaison et de l'angle théorique/l'angle mesuré en fonction de l'inclinaison.



Q5. Analyser le graphe « Rapport cyclique = f(inclinaison) » en termes d'évolution des réponses et d'écart entre réponse théorique et réponse mesurée par le capteur.

Q6. Comment évolue la précision du capteur? Quelle est sa plage d'utilisation pour avoir une précision de + ou - 1,5 degrés? Conclure par rapport à l'utilisation de ce capteur.

Annexe : MXD2020E/F acquisition de la vitesse et de la position du tube optique

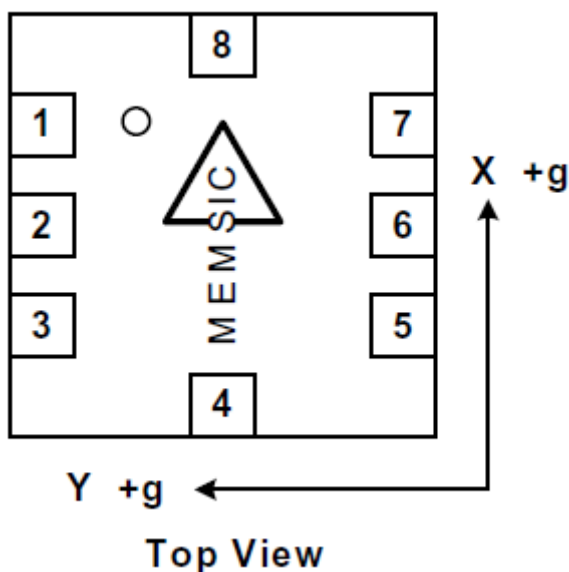
± 1 g Dual Axis Accelerometer with Digital Outputs

GENERAL DESCRIPTION

The MXD2020E/F is an ultra low noise and low cost, dual axis accelerometer built on a standard, submicron CMOS process. The MXD2020E/F measures acceleration with a full-scale range of ± 1 g and a sensitivity of 20%/g at 5V, at 25°C. It can measure both dynamic acceleration (e.g., vibration) and static acceleration (e.g., gravity).

The MXD2020E/F design is based on heat convection and requires no solid proof mass.

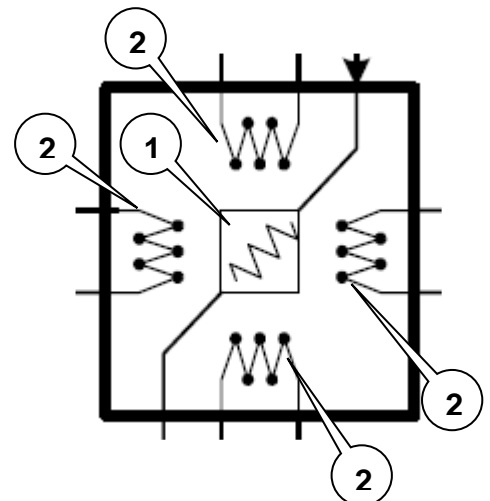
The MXD2020E/F provides two digital outputs. The outputs are digital signals with duty cycles (ratio of pulse width to period) that are proportional to acceleration. The duty cycles outputs can be directly interfaced to a microprocessor



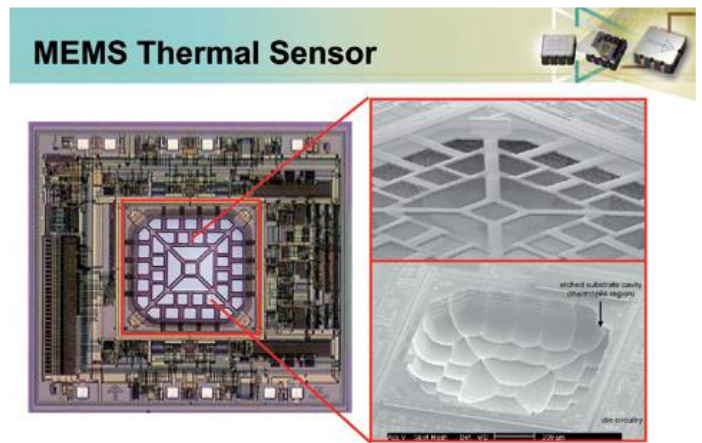
Note: The MEMSIC logo's arrow indicates the +X sensing direction of the device. The +Y sensing direction is rotated 90° away from the +X direction.

THEORY OF OPERATION

The MEMSIC device is a complete dual-axis acceleration measurement system fabricated on a monolithic CMOS IC process. The device operation is based on heat transfer by natural convection and operates like other accelerometers having a proof mass except it is a gas in the MEMSIC sensor. A single heat source (1), centered in the silicon chip is suspended across a cavity. Equally spaced aluminum/polysilicon thermopiles (2) (groups of thermocouples) are located equidistantly on all four sides of the heat source (dual axis). Under zero acceleration, a temperature gradient is symmetrical about the heat source, so that the temperature is the same at all four thermopiles, causing them to output the same voltage.



Acceleration in any direction will disturb the temperature profile, due to free convection heat transfer, causing it to be asymmetrical. The temperature, and hence voltage output of the four thermopiles will then be different. The differential voltage at the thermopile outputs is directly proportional to the acceleration. There are two identical acceleration signal paths on the accelerometer, one to measure acceleration in the x-axis and one to measure acceleration in the y-axis.



DISCUSSION OF TILT APPLICATIONS AND RESOLUTION

Tilt Applications : One of the most popular applications of the MEMSIC accelerometer product line is in tilt/inclination measurement. An accelerometer uses the force of gravity as an input to determine the inclination angle of an object.

A MEMSIC accelerometer is most sensitive to changes in position, or tilt, when the accelerometer's sensitive axis is perpendicular to the force of gravity, or parallel to the Earth's surface. Similarly, when the accelerometer's axis is parallel to the force of gravity (perpendicular to the Earth's surface), it is least sensitive to changes in tilt.

Notice that when one axis has a small change in output per degree of tilt (in mg), the second axis has a large change in output per degree of tilt. The complementary nature of these two signals permits low cost accurate tilt sensing to be achieved with the MEMSIC device.

DUTY CYCLE DEFINITION

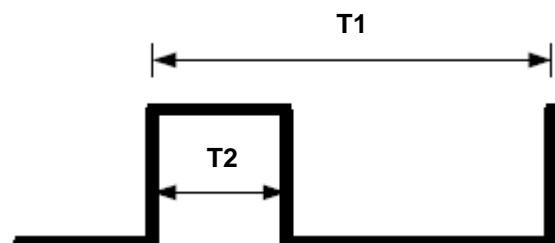
The MXD2020E/F has two PWM duty cycle outputs (x,y). The acceleration is proportional to the ratio $T2/T1$. The zero g output is set to 50% duty cycle and the sensitivity scale factor is set to 20% duty cycle change per g . These nominal values are affected by the initial tolerance of the device including zero g offset error and sensitivity error.

This device is offered from the factory programmed to either a 10ms period (100 Hz)

T1 (Period) Length of the total cycle.

T2 Length of the "on" portion of the cycle.

Duty Cycle Ratio of the "On" time (T2) of the cycle to the total cycle (T1). Defined as $T2/T1$.



To calculate the tilt angle, use the formula:

$$\text{AngleInclinaison} = \arcsin\left(\frac{\text{RapportCyclique} - 0,5}{0,2}\right)$$