

Éléments de correction - 1ère partie

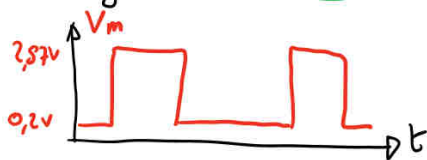
Exercice n°2 : Capteur de rythme cardiaque



$$Q_1: 20g \rightarrow FSR = 30k\Omega \quad 7kg \rightarrow FSR = 300\Omega$$

$$Q_2: V_m = \frac{R_x}{FSR + R_x} \times V_{dd}$$

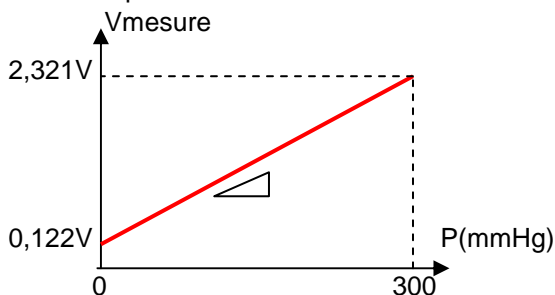
$$Q_3: 20g \rightarrow V_m \approx 206mV \quad 7kg \rightarrow V_m = 2,87V$$



Exercice n°3 : Détection pression pour moniteur de signaux vitaux



Q1 : La tension mesurée sur le signal du capteur de pression indique la valeur de la pression. L'unité mmHg correspond au millimètre de mercure et correspond à l'unité classiquement utilisé pour la mesure de la tension artérielle. Dans le cas de notre capteur la tension évolue linéairement en fonction de la pression avec la caractéristique suivante :



La valeur de 7,33mV/mmHg correspond à la pente de la caractéristique.

$$\text{En effet : } 7,33V / \text{mmHg} = \frac{2,321V - 0,122V}{(300 - 0)\text{mmHg}}$$

Une tension normale conduit aux valeurs suivantes 120mmHg / 80mmHg respectivement pour la pression systolique (PAS) qui représente la pression maximale, au moment de la contraction du cœur (systole) et pour la pression diastolique (PAD) qui est la pression minimale, au moment du « relâchement » du cœur (diastole).

$$Q_2: V(3) = \frac{12,4k + 118k}{12,4k + 118k + 137k} \cdot 5V = 2,438V \quad V(6) = \frac{12,4k}{12,4k + 118k + 137k} \cdot 5V = 0,232V$$

Q3 : A partir de la caractéristique précédente on peut écrire que $V_{\text{mesure}} = 0,122V + 7,33V/\text{mmHg} \cdot P(\text{mmHg})$

La commutation des comparateurs à lieu lorsque la tension de mesure atteint les seuils de commutation $V(3)$ & $V(6)$.

Lorsque $V_{\text{mesure}} = V(3)$ cela correspond à une pression élevée de $(2,438V - 0,122V) / 7,33V/\text{mmHg} = 316\text{mmHg}$

Lorsque $V_{\text{mesure}} = V(6)$ cela correspond à une pression basse de $(0,232V - 0,122V) / 7,33V/\text{mmHg} = 15\text{mmHg}$

Exercice n°4 : Alarme pour réfrigérateur médical



$$Q1 : V(3) = 1,5V \cdot \frac{280k + 52,3k}{280k + 52,3k + 665k} = 0,5V \text{ et } V(6) = 1,5V \cdot \frac{280k}{280k + 52,3k + 665k} = 0,42V$$

$$Q2 : V_{Th5^{\circ}C} = 1,5V \cdot \frac{258,3k}{258,3k + 665k} = 0,42V \quad V_{Th0^{\circ}C} = 1,5V \cdot \frac{333,1k}{333,1k + 665k} = 0,5V$$

Q3 : NTC= Negative Temperature Coefficient. Cela signifie que la résistance diminue quand la température augmente ce qui est le cas du capteur YSI44011.

Q4 : Comme les 2 tensions de seuils correspondent aux 2 tensions pour les températures de 0°C et 5°C la sortie passe bien à l'état haut pour une température comprise entre 0°C et 5°C.

Q5 : Il s'agit de sortie de type collecteur ouvert c'est à dire une sortie de type interrupteur qui permet de les relier ensemble.

Exercice n°5 : Testeur de batterie pour équipements biomédicaux



$$Q1 : V+(3) = V_{batt} \cdot \frac{255k\Omega}{2M\Omega + 255k\Omega} = 0,113 \cdot V_{batt} \text{ et } V+(5) = V_{batt} \cdot \frac{280k\Omega}{2M\Omega + 280k\Omega} = 0,123 \cdot V_{batt}$$

Q2 : Les 2 comparateurs changent d'état lorsque on atteint la tension de la référence soit 1,2V. Pour être plus précis il faut regarder la documentation constructeur qui indique 1,235V

Le 1er comparateur change d'état lorsque $V+(3) = 0,113 \cdot V_{batt} = 1,235V$ soit lorsque $V_{batt} = 10,9V$

Le 2nd comparateur change d'état lorsque $V+(5) = 0,123 \cdot V_{batt} = 1,235V$ soit lorsque $V_{batt} = 10,05V$

Les indications fournies sur le schéma sont donc exactes si l'on prend bien en compte la tension nominale de 1,235V pour la référence de tension.

Q3 : Si l'on considère la tension nominale de 12V pour la batterie, la consommation du circuit LT1078 seul peut être déduit en utilisant l'indication fournie sur le schéma et en retranchant le courant dans les 2 ponts diviseurs de tension et dans le circuit de polarisation de la référence de tension.

$$I_{consLT1078} = 105\mu A - \frac{12V}{2M\Omega + 255k\Omega} - \frac{12V}{2M\Omega + 280k\Omega} - \frac{(12V - 1,235V)}{910k\Omega} \text{ soit } I_{consLT1078} \approx 82,6\mu A$$

Q4 : En adaptant ce montage pour une batterie 6V il faut donc que

$$V+(3) = 5,5V \cdot \frac{R_{x1}}{2M\Omega + R_{x1}} = 1,235V \text{ et } V+(5) = 5V \cdot \frac{R_{x2}}{2M\Omega + R_{x2}} = 1,235V$$

$$\text{soit } R_{x1} = \frac{1,235V \cdot 2M\Omega}{5,5V - 1,235V} \approx 579k\Omega \text{ et } R_{x2} = \frac{1,235V \cdot 2M\Omega}{5V - 1,235V} \approx 656k\Omega$$

$$Q_1: V_+ = 10V \times \frac{750}{750 + 21k} \Rightarrow V_+ = 333,8mV$$

Q2: Condensateur de découplage / permet de "lisser" la tension

Q3: On retrouve bien une relation linéaire entre la tension différentielle et la pression

$$0kPa \Rightarrow 0V \quad 50kPa \Rightarrow 40mV$$

Q4: Le capteur MPX2050 est alimenté sous 10Vdc

$$Q_5: V_{OUT} = \left(1 + \frac{33,3k\Omega}{559}\right) \times k \times \frac{P_{mmHg}}{\alpha} + 0,333V$$

$$Q_6: P_{mmHg} = 120 \Rightarrow V_{out} = 1,5V$$

$$" = 80 \Rightarrow V_{out} = 1,12V$$

$$Q_1: V_+ = I_{bat} \cdot \frac{R_7 \cdot R_8}{R_7 + R_8} \text{ donc } V_+ = 3,75mV$$

$$Q_2: \text{Montage amplificateur non inverseur: } V_s = V_+ \cdot \left(1 + \frac{R_6}{R_4}\right) \approx 50,9 \cdot V_+$$

Q3: Pour $V_+ = 3,75mV$ correspondant à 75mA circulant dans la batterie on obtient $V_s = 0,191V$ qui correspond à l'indication sur le schéma.

$$Q_1: \text{Pour une température de } 100^\circ C, \text{ la résistance } RTD = R_0 \cdot (1 + A \cdot 100) = 139\Omega$$

Q2: Comme l'amplificateur opérationnel fonctionne en régime linéaire $V_+ = 4,096V = V_- = 3,3k\Omega \cdot i$ ou i est le courant qui circule dans la résistance RTD. Comme la tension de référence est constante, le courant i est donc constant et sa valeur est de $4,096V / 3,3k\Omega = 1,24mA$ ce qui correspond bien à l'indication fournie sur le schéma.

Q3: Le montage à amplificateur opérationnel dont la sortie est connectée sur l'entrée CHx du convertisseur analogique/numérique MAX197 est un amplificateur de différence qui permet d'amplifier de 10 la tension aux bornes de la résistance RTD. Comme le courant est constant, la mesure de la tension permet d'en déduire la valeur de la résistance RTD donc la température.

$$Q_4: V_{CHx} = 10V_{RTD} = 10 \cdot i \cdot RTD = 10 \cdot i \cdot R_0 \cdot (1 + A \cdot T) \text{ pour } V_{CHx} = 5V \text{ cela correspond donc à une température de } 776,5^\circ C$$