

EXAMEN DU MODULE CAPTEUR ET CHAINE DE MESURE

Durée 1 h30mn

Enseignant : A. DAHMANI

Exercice 1 : (7 pts)

- 1- Donner, avec explication, les éléments constituant la structure de base d'une chaîne de mesure.
- 2- Supposons que le signal de sortie du conditionneur de cette chaîne est une tension analogique, appliquée à un CAN (0/5v, 2bits) :
 - a- Calculer le quantum de ce convertisseur ?
 - b- Pour chaque valeur binaire en sortie du CAN, donner l'intervalle des valeurs de tension lui correspondant en entrée ?
 - c- Quel sera l'effet de l'augmentation du nombre de bits de sortie du CAN sur la mesure ?

Exercice 2 : (13 pts)

En utilisant un montage potentiométrique, on désire mesurer la température par une résistance thermométrique de nickel dont le comportement avec la température T exprimée en $^{\circ}\text{C}$ est donné par :

$$R(T) = R_0(1 + AT + BT^2)$$

Avec $R_0 = R(0) = 100 \Omega$, $A = 5,49167 \cdot 10^{-3} / ^{\circ}\text{C}$ et $B = 6,66667 \cdot 10^{-6} / ^{\circ}\text{C}^2$.

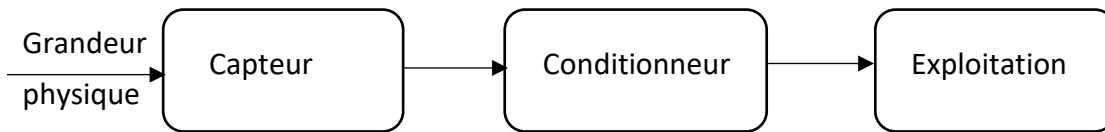
La résistance thermométrique est montée en série avec une résistance fixe R et le tout est alimenté par une source de tension de fem $V_g = 1 \text{ V}$ et de résistance interne $R_g = 50 \Omega$.

- 1- Donner le circuit électrique de cette mesure ?
- 2- De point de vue fonctionnement, quel est le type de capteur utilisé dans cette mesure ?
- 3- Quel est le type de conditionneur utilisé ?
- 4- Donner l'expression de la tension de mesure $V_{\text{mes}}(T)$ prise aux bornes de la résistance thermométrique.
- 5- On choisit comme référence de température $T_0 = 0 ^{\circ}\text{C}$.
 - a- Donner l'expression de la variation $\Delta R(T)$ de la valeur de la résistance thermométrique pour une température T à partir de la référence prise pour T_0 .
 - b- En déduire la variation ΔV_{mes} correspondante.
 - c- Quelle est la condition à satisfaire pour que ΔV_{mes} varié linéairement avec ΔR ?
 - d- Déduire dans ce cas la nouvelle expression de ΔV_{mes} , lin ?
- 6- Calculer la valeur de R qui permet d'avoir une sensibilité maximale ?
- 7- Donner dans ce cas l'expression de ΔV_{mes} en fonction de A , B et T . tout en déduisant la sensibilité (S) du conditionneur ?
- 8- Que devient cette sensibilité dans le cas d'une approximation linéaire du fonctionnement ?

Correction de l'examen CCM

Exercice 1 (7pts)

La structure de base d'une chaîne de mesure est la suivante : (1pts)



Pour l'explication voir le cours (3pts)

- 1- Supposons que le signal de sortie du conditionneur de cette chaîne est une tension analogique, appliquée à un CAN (0/5V, 2bits) :

Le quantum du convertisseur est donné par la formule : (0.5pts)

$$Q = \frac{\text{gamme}}{2^N} = \frac{5}{4^2} = 1.25V$$

Une tension analogique comprise dans l'intervalle 0V/1.25V est convertie en nombre binaire 00. (0.5pts)

Une tension analogique comprise dans l'intervalle 1.25V/2.5V est convertie en nombre binaire 01. (0.5pts)

Une tension analogique comprise dans l'intervalle 2.5V/3.75V est convertie en nombre binaire 10. (0.5pts)

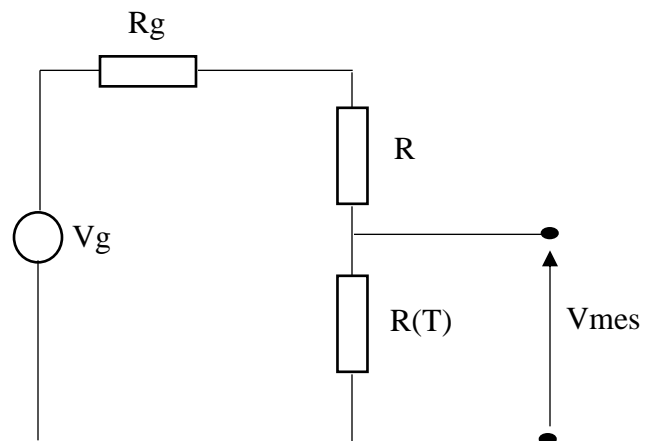
Une tension analogique comprise dans l'intervalle 3.75V/5V est convertie en nombre binaire 11. (0.5pts)

- a- L'augmentation du nombre de bits du convertisseur améliore la résolution du convertisseur et par conséquent la précision de la mesure. (0.5pts)

Exercice 2 (13pts)

- 1- Le circuit électrique est un montage potentiométrique comme indiqué ci-contre :

(1.5pts)



- 2- De point de vue fonctionnement, le type de capteur utilisé est un capteur passif. (1pts)
- 3- Le type de conditionneur est un circuit potentiométrique. (1pts)
- 4- En utilisant le principe de diviseur de tension l'expression de la tension $V_{mes}(T)$ est: (1pts)

$$V_{mes}(T) = \frac{R(T)}{R(T) + R_g + R} \cdot V_g$$

- 5- On choisit comme référence de température $T_0 = 0^\circ \text{C}$.
- a- Avec $R(T=0) = R_0$ et $R(T) = R_0(1 + AT + BT^2) = R(0) + \Delta R$, il vient pour la variation de la résistance du capteur $\Delta R = R_0(AT + BT^2)$. (1.5pts)
- b- La variation ΔV_{mes} correspondante : (1.5pts)

$$\Delta V_{mes} = V_{mes}(T) - V_{mes}(0) = \left(\frac{R_0 + \Delta R}{R_0 + \Delta R + R_g + R} - \frac{R_0}{R_0 + R_g + R} \right) V_g$$

$$\Delta V_{mes} = \frac{(R_g + R)\Delta R}{(R_g + R_0 + R)^2 \left(1 + \frac{\Delta R}{R_g + R_0 + R} \right)} V_g$$

- c- La condition à satisfaire pour assurer que ΔV_{mes} varié linéairement avec ΔR est :
 $\Delta R \ll R_g + R_0 + R$
- d- Par conséquent $\Delta V_{mes,lin}$ devient : (1.5pts)

$$\Delta V_{mes,lin} = \frac{(R_g + R)\Delta R}{(R_g + R_0 + R)^2} V_g$$

- 6- La valeur de R assurant une sensibilité maximale est celle qui annule $d(\Delta V_{mes,lin})/dR$

$$\frac{d(\Delta V_{mes,lin})}{dR} = \frac{\Delta R(R_g + R_0 + R)^2 - 2\Delta R(R_g + R_0 + R)^1(R_g + R)}{(R_g + R_0 + R)^4} V_g = 0$$

$$\frac{\Delta R[(R_g + R_0 + R) - 2(R_g + R)]}{(R_g + R_0 + R)^3} \cdot V_g = 0$$

$$R = R_0 - R_g = 100 - 50 = 50\Omega \quad (1.5 \text{ pts})$$

- 7- Dans ce cas ΔV_{mes} devient : $\Delta V_{mes} = \frac{\Delta R}{4R_0 \left(1 + \frac{\Delta R}{2R_0} \right)} V_g = \frac{\left(1 + \frac{BT}{A} \right)}{\left(1 + \frac{AT + BT^2}{2} \right)} \frac{AV_g T}{4}$

Et par conséquent la sensibilité du conditionneur est : (1.5 pts)

$$S = \frac{\Delta V_{mes}}{\Delta T} = \frac{\Delta V_{mes}}{T} = \frac{\left(1 + \frac{BT}{A} \right)}{\left(1 + \frac{AT + BT^2}{2} \right)} \frac{AV_g}{4}$$

- 8- Dans le cas d'une approximation linéaire du fonctionnement la sensibilité devient constante et est égale : (1pts)

$$S = \frac{AV_g}{4} = 1.373 \text{ mV}/^\circ\text{C}$$

| DAHMANI AMMAR/Automatique/Semestre 6/Capteurs et chaines de mesure/L3-S6-Automatique 22-23 | | | | |
|--|---------------------|-------------------------------------|-------|--------|
| Matricule | Nom | Prénom | Note | Absent |
| 202035015594 | ALEM/عالم | CHAIMAA/شيماء | 0.75 | |
| 191935005298 | ATTIA/عطية | YASSER/ياسر | 1.0 | |
| 221335009707 | BAITI/بعيطي | Amine/أمين | 3.0 | |
| 181835029858 | BAKACHE/بقاش | Anes/أنس | 0.0 | OUI |
| 202035004590 | BELBEDJ/بلج | Abdelmounaim/عبد المنعم | 8.0 | |
| 20125025552 | BELKACEMI/بلقاسمي | Ridha/رضا | 10.25 | |
| 202035015667 | BELKHIRI/بلخيري | NABILA/نبيلة | 3.0 | |
| 202035004100 | BELLALA/بلعلي | OUSSAMA/أسامة | 1.5 | |
| 202035005260 | BELLOUM/بلوم | IDRIS/إدريس | 2.75 | |
| 202035005947 | BENLAHCENE/بن لحسن | Saad mohammed aymene/ساعد محمد أيمن | 4.75 | |
| 202035016907 | BENNARA/بن ناره | Ala-eddine/علاء الدين | 1.0 | |
| 202035017908 | BENREGUIA/بن رقية | MOHAMED FOUZI/محمد فوزي | 8.5 | |
| 202035017004 | BERGHOUT/برغوت | IDRIS/ادريس | 2.25 | |
| 202035001575 | BEROUAL/بروال | HOUDHAIFA/حذيفة | 3.0 | |
| 202035031998 | BESSAM/بسام | ABDERRAHMANE/عبد الرحمان | 0.0 | |
| 181835007154 | BITAM/بيطام | AYACHE/عياش | | |
| 202035004207 | BOUMELIT/بومليط | HOCINE/حسين | 0.0 | |
| 181833038652 | BOUTEFARA/بوطفارة | AMAR/عمار | 0.0 | |
| 202035004256 | BOUTEGHRINE/بوتغرين | DOUNIA/دنيا | 1.75 | |
| 202035005988 | BOUYEKHEF/بويخف | CHIRAZ DARINE/شيراز دارين | 1.5 | |
| 181835014396 | BOUZID/بوزيد | AHMED/أحمد | 1.5 | |
| 202035012604 | CHARIF/شريف | AHMED REDHA/أحمد رضا | 3.75 | |
| 202035005146 | CHELGHAM/شلغام | Mohcene/محسن | 0.5 | |
| 202035016646 | CHELIH/شليح | Salah eddine/صلاح الدين | 4.5 | |
| 202035034869 | DAKHIA/دخية | HIBATOUALLAH/هيبة الله | 0.0 | OUI |
| 202035001972 | DEGHOUCHE /دغوش | ASSEM/عاصم | 5.25 | |
| 202035007441 | FENNI/فني | ADEL/عادل | 4.75 | |
| 202035025630 | HABCHI/حبشي | MOHAMED/محمد | 4.75 | |
| 202035010638 | HAMMOUTA/حموته | Raid/رائد | 3.5 | |
| 191935004451 | HAOUARA/هواره | SAMI/سامي | 0.0 | |
| 202035002731 | HAOUES/حواس | RAYENE/ريان | 0.5 | |
| 202035024564 | KHERNANE/خرنان | SELSABIL/سلسبيل | 8.0 | |
| 191935002083 | LAIB/العاب | AIDA/عائدة | 0.0 | |
| 202035001719 | LAMRAOUI /العمراوي | Roumaissa/رميسة | 5.0 | |
| 202035016359 | LEGHDIR/لغدير | OKBA/عقبة | 7.0 | |
| 202035004095 | LEKBIR/لكبير | AHMED RAMI/أحمد رامي | 0.0 | |
| 191935011457 | MESSAOUDI/مسعودي | Ayoub/ايوب | 0.0 | |
| 202035004938 | MIMOUNE/ميمون | NOUR EL IMENE/نور الإيمان | 3.5 | |
| 202035006226 | MOKHTARI/مختاري | Younès/يونس | 0.0 | |
| 181835002549 | MOUICI/مويسي | ABDELHAFID /عبد الحفيظ | 1.75 | |
| 202035012332 | NEHILI/نحيلي | MOHAMED KHIREDDINE/محمد خير الدين | 2.25 | |
| 202035009141 | OUHAB/وهاب | RAMI/رامي | 1.75 | |
| 2201428303 | RAHMANI/رحماني | KAMEL/كمال | 0.0 | OUI |
| 202034007178 | REDJIMI/رجيمي | Abd elbasset/عبد الباسط | 4.0 | |
| 191935002586 | REKIK/ركيك | Hana/هنا | 0.0 | OUI |
| 181835014516 | SI BELKHIR/سي بلخير | Tareq/طارق | 0.0 | |
| 202035012191 | SLAMA/سلامة | Khir-eddine/خير الدين | 4.25 | |
| 202035004829 | TOUMI/تومي | MERIEB/مريم | 4.5 | |
| 202035025121 | YAICHE/يعيش | ABDELKARIM/عبد الكريم | 5.25 | |
| 202035027309 | YOUCEF/يوسف | YAZID/يزيد | 7.0 | |
| 202035005977 | YOUSFI/يوسفي | Seyf-eddine/سيف الدين | 2.0 | |
| 202035001423 | ZIDANE/زيدان | OUSSAMA/أسامة | 0.0 | |

Remarque : la consultation des copies est fixée pour le dimanche 04/06/2023 à partir de 10h30 au quatrième étage