

BACCALAUREAT
SESSION 2016

Docs à portée de main

Coefficient : 3
Durée : 3 h

PHYSIQUE APPLIQUÉE

SÉRIE : F2

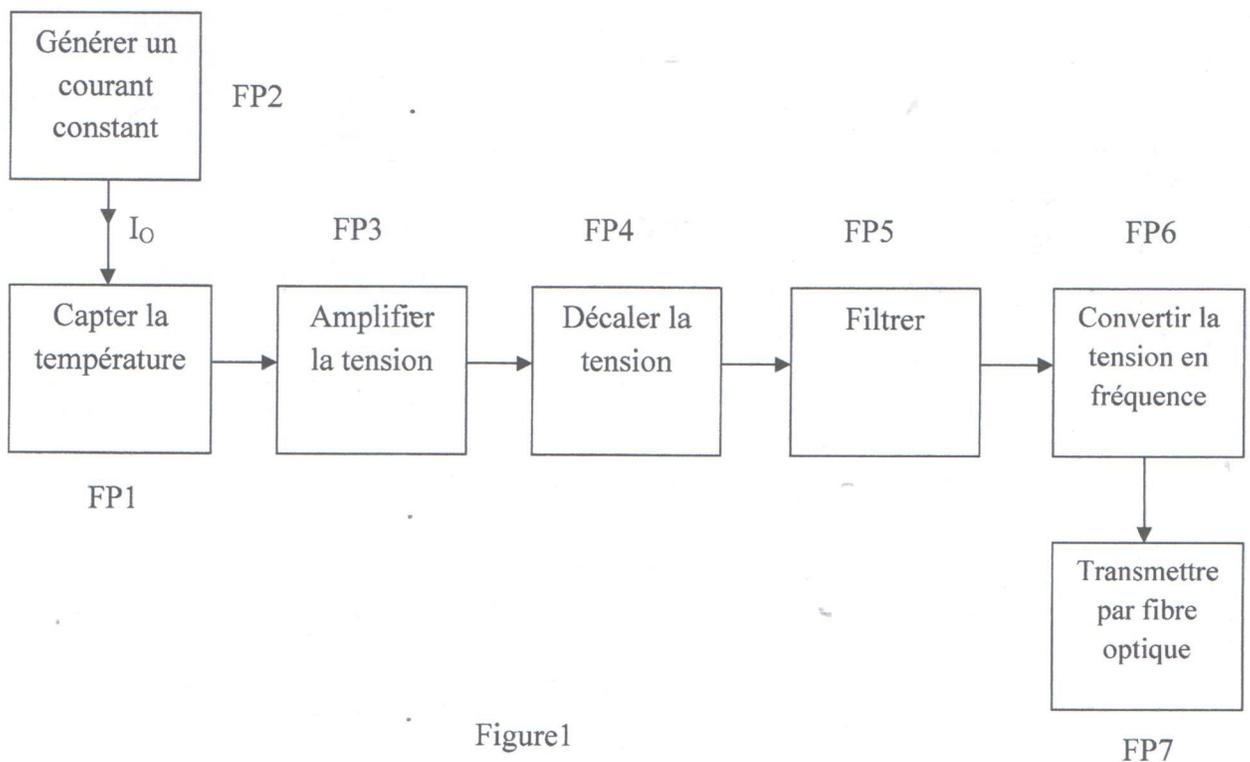
Cette épreuve comporte dix pages dont sept pages numérotées 1/7 à 7/7 et trois documents désignés ANNEXE 1, Feuille réponse n°1 et feuille réponse n°2.

Feuille réponse n°1 et feuille réponse n°2 sont à rendre avec la copie.

L'usage de la calculatrice scientifique est autorisé.

ETUDE DE LA TRANSMISSION D'UNE MESURE DE TEMPERATURE À UNE CENTRALE DE TRAITEMENT NUMERIQUE.

Le système étudié permet de transmettre la valeur de la température d'un local de stockage à une centrale de traitement numérique. Le synoptique du système est représenté ci-dessous.



Les amplificateurs opérationnels utilisés sont considérés parfaits et sont polarisés de façon symétrique : $\pm V_{CC} = \pm 15 \text{ V}$.

La fonction principale FP7 ne sera pas étudiée dans ce sujet.

Les différentes parties du sujet sont indépendantes.

1- Etude du capteur de température : FP1

La capture de la température est réalisée par un capteur désigné Pt100, il s'agit d'une sonde de platine. Le capteur Pt100 est alimenté par un courant d'intensité I_0 constante et indépendante de la température.

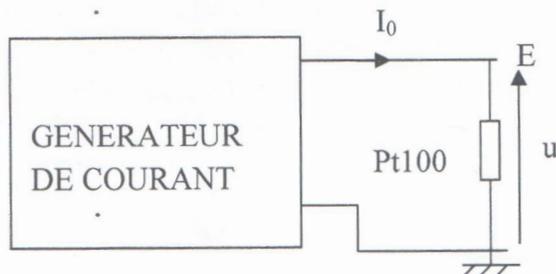


Figure2

Le relevé expérimental de la tension u en fonction de la température θ est donné à l'ANNEXE 1.

- 1-1. Déterminer l'expression de la tension u , exprimée en Volt (V), en fonction de la température θ , exprimée en degré Celsius.
- 1-2. Déterminer la plage de variation de u lorsque la température varie de -10°C à $+50^\circ\text{C}$.
- 1-3. La sonde de température Pt100 présente une résistance R_θ en fonction de la température telle que : $R_\theta = R_0(1 + \alpha \cdot \theta)$ avec $R_0 = 100 \Omega$ où α est le coefficient de température.
 - 1-3-1 Déterminer la valeur du courant I_0 fourni par le générateur de courant alimentant le capteur Pt100.
 - 1-3-2 Déterminer le coefficient de température : α (on précisera l'unité de α).

2- Etude du générateur de courant : FP2

Le schéma de cette partie est représenté ci-dessous (figure 3)

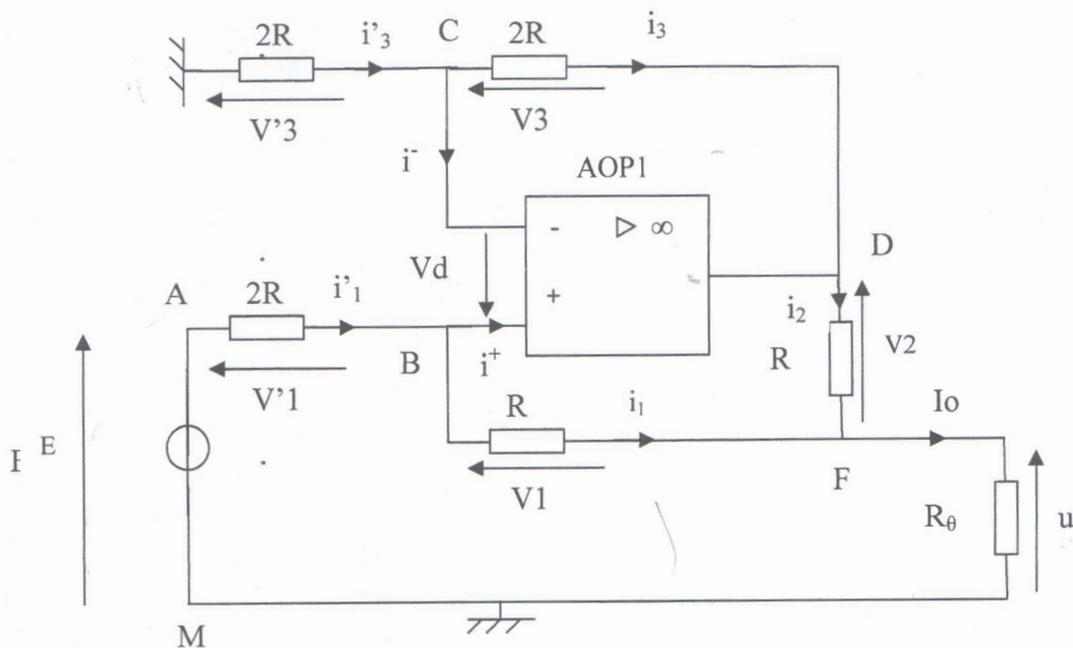


Figure 3

- 2-1 Exprimer i_2 en fonction de i_1 et I_0 .
- 2-2 Quelle est la valeur des intensités des courants i^- et i^+ ? En déduire la relation entre i_1 et i'_1 , puis entre i_3 et i'_3 .
- 2-3 L'amplificateur opérationnel AOP1 fonctionne en régime linéaire.
 - 2-3-1 Que vaut la tension d'entrée différentielle V_d ?
 - 2-3-2 Ecrire la loi des mailles dans la maille (M, A, B, C et M).
 - 2-3-3 En déduire l'expression de i_3 en fonction de E_1 , R et i_1 .
- 2-4 Ecrire la loi des mailles dans la maille (B, C, D, F, B). En déduire l'expression de i_2 en fonction de i_1 et i_3 .
- 2-5 Montrer que I_0 se met sous la forme $I_0 = k.E_1$ avec $k = \frac{1}{R}$.
- 2-6 On désire obtenir $I_0 = 1 \text{ mA}$, déterminer R sachant que $E_1 = 10\text{V}$.

3-

Etude de l'amplification : FP3

L'amplification est réalisée par le circuit ci-dessous (figure4).

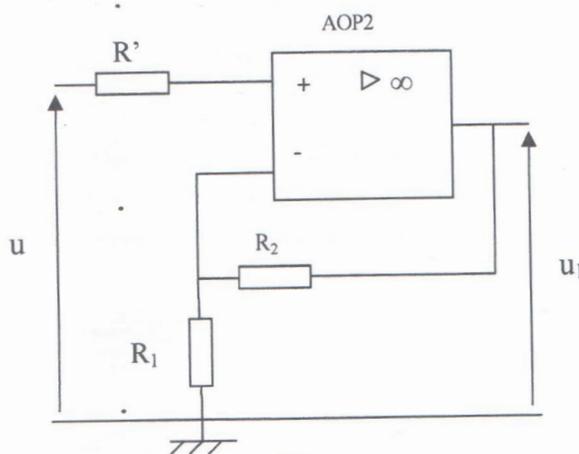


Figure 4

L'amplificateur opérationnel AOP2 fonctionne en régime linéaire.

3-1 Donner les équations de fonctionnement d'un amplificateur opérationnel en régime linéaire.

3-2 Exprimer u_1 en fonction de u , R_1 et R_2 .

3-3 On donne $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ et $R_2 = 49 \text{ k}\Omega$, déterminer l'amplification du montage $A = \frac{u_1}{u}$.

3-4 Déterminer u_1 dans les deux cas suivants :

1^{er} cas : $u = 96 \text{ mV}$

2^{ème} cas : $u = 120\text{mV}$

3-5 Déterminer R_e , l'impédance d'entrée du montage. Quel est l'intérêt de ce résultat ?

3-6 Quel est le rôle de la résistance R' ? Quelle valeur doit-on donner à R' ?

4- **Etude du décalage de tension : FP4**

Le circuit réalisant cette fonction est représenté à la figure 5.

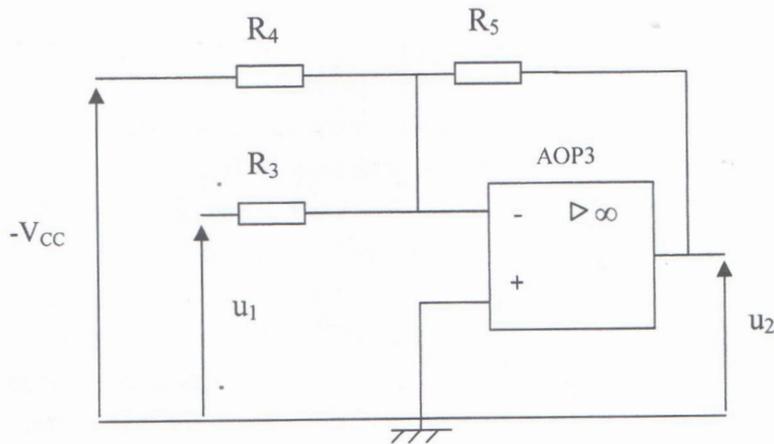


Figure 5

4-1 L'amplificateur opérationnel AOP 3 fonctionne en régime linéaire. Exprimer u_2 en fonction de V_{CC} , u_1 , R_3 , R_4 et R_5 .

4-2 Sachant que $R_5 = 1,2 \text{ k}\Omega$ et que $V_{CC} = 15 \text{ V}$, déterminer les valeurs de R_3 et R_4 pour que la relation entre les tensions u_2 et u_1 exprimée en Volt soit : $u_2 = -u_1 + 4,6$. Ces valeurs sont adoptées pour la suite du problème.

5- **Etude du filtrage : FP5**

Le filtre étudié est représenté ci-dessous (figure 6)

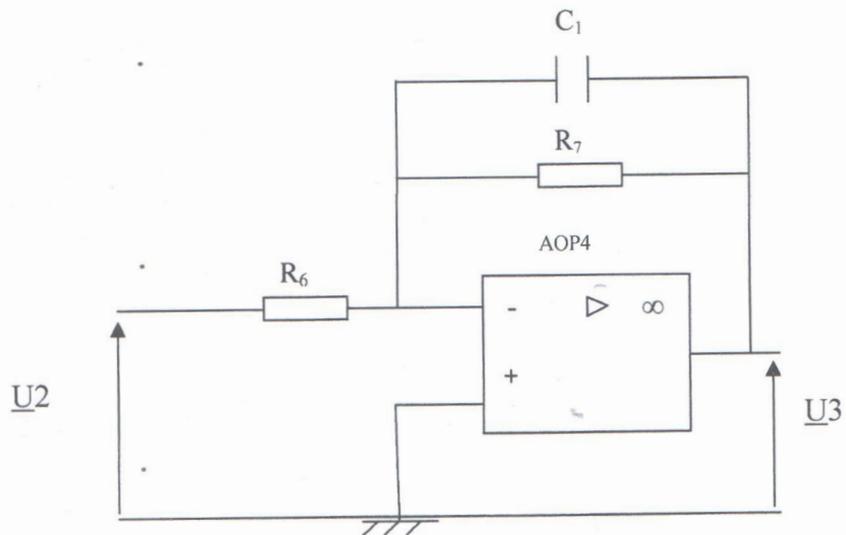


Figure 6

Pour l'étude en fréquence du filtre, on utilise les notations complexes. L'amplificateur opérationnel fonctionne en régime linéaire.

5-1 Exprimer la fonction de transfert $\underline{T} = \frac{U_3}{U_2}$ en fonction de R_6 , R_7 , C_1 et ω .

avec $\omega = 2\pi f$.

5-2 $\underline{T} = \frac{U_3}{U_2}$ se met sous la forme $\underline{T} = \frac{T_0}{1+j\frac{f}{f_c}}$, exprimer T_0 et f_c .

5-3 Déterminer le type de filtre.

5-4 On donne $R_6 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_7 = 10 \text{ k}\Omega$ et $C_1 = 47 \text{ }\mu\text{F}$. Déterminer f_c , la fréquence de coupure à -3 dB et T_{Max} la valeur maximale du module de \underline{T} .

5-5 La tension d'entrée du filtre peut-être perturbée par des tensions parasites variables de fréquence f_p supérieures à f_c . On considère le cas où la tension d'entrée du filtre est de la forme : $V_0 + V_1 \sin(2\pi f_p t)$ avec $V_0 = -0,2\text{V}$; $V_1 = 0,1\text{V}$ et $f_p = 50 \text{ Hz}$.

5-5-1 Pour $u_2(t) = V_0$, calculer $u_3(t)$ la tension correspondante.

5-5-2 Pour $u_2(t) = V_1 \sin(2\pi f_p t)$, calculer l'amplitude de la tension $u_3(t)$ correspondante.

5-5-3 Pour $u_2(t) = V_0 + V_1 \sin(2\pi f_p t)$, que vaut $u_3(t)$?

6- Etude de la conversion tension-fréquence : FP6

Cette fonction est réalisée par le schéma de la figure 7. Elle est constituée de quatre sous fonctions :

- Un amplificateur inverseur générant une tension égale à $-u_3 = -U_3$
- Un interrupteur commandé par la tension u_6 ,
- Un intégrateur,
- Un comparateur.

La tension $u_3 = U_3$ est une tension continue positive.

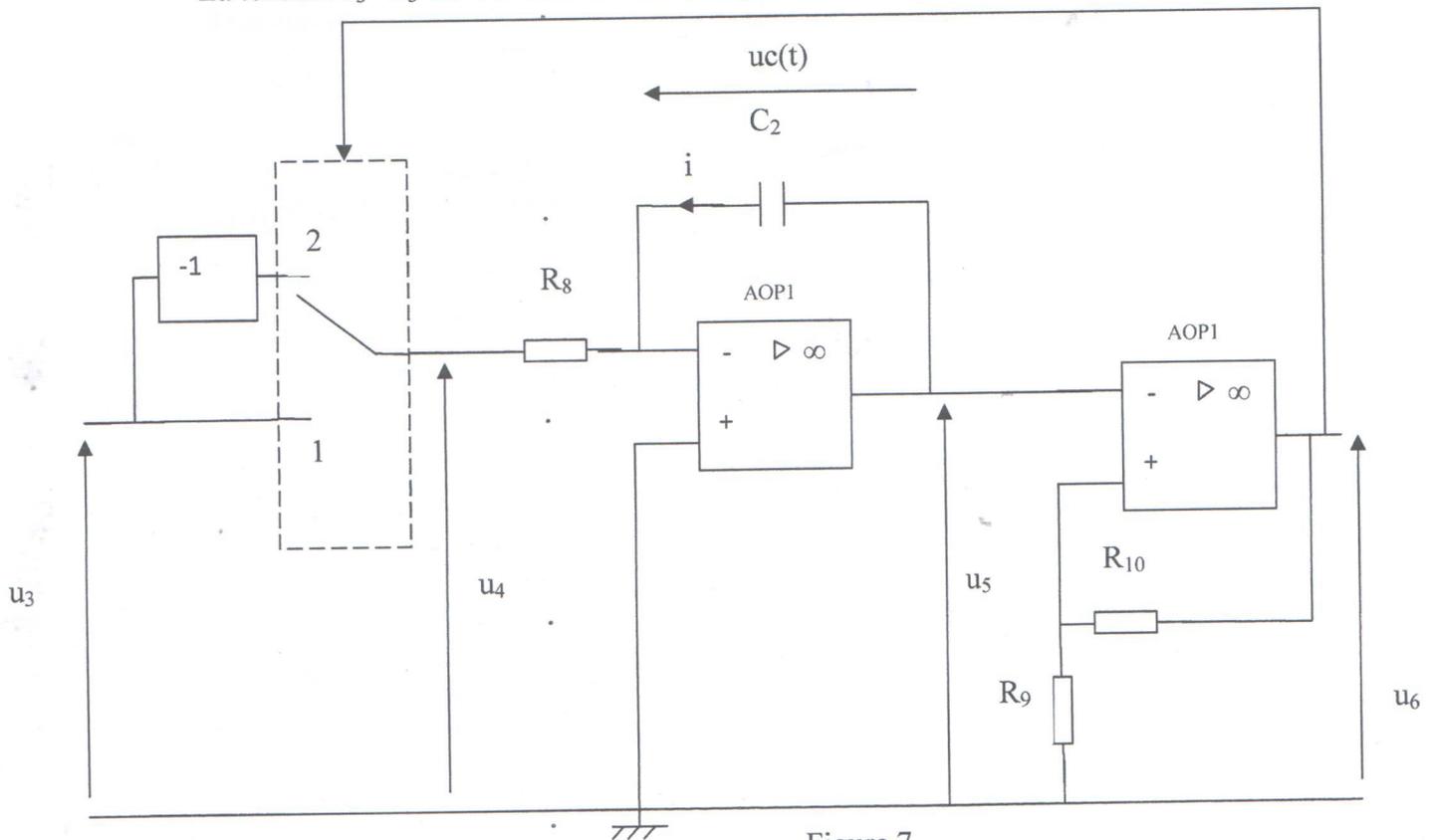


Figure 7

6-1 Etude de l'intégrateur

L'amplificateur opérationnel fonctionne en régime linéaire.

- 6-1-1 Déterminer l'expression du courant i dans le condensateur C_2 en fonction de u_4 et R_8 .
- 6-1-2 Ecrire la relation entre i , C_2 et la dérivée de $u_C(t)$ par rapport au temps.
- 6-1-3 Quelle est la relation entre u_5 et $u_C(t)$? En déduire l'équation différentielle reliant $u_4(t)$ et $u_5(t)$.
- 6-1-4 Montrer que si la tension u_4 est constante ($u_4 = U_4$), la tension u_5 varie selon une loi de la forme $u_5 = a.t + b$. Exprimer le coefficient a en fonction de U_4 , R_8 et C_2 .
- 6-1-5 En fait, $u_4(t)$ prend alternativement les valeurs $u_4 = -u_3 = -U_3$ et $u_4 = u_3 = U_3$. Indiquer les phases où $u_5(t)$ croît et celles où $u_5(t)$ décroît.
- 6-1-6 Pendant une phase de croissance de $u_5(t)$, cette tension passe de la valeur U_N à la valeur U_P (avec, nécessairement $U_P > U_N$) pendant la durée t_1 . Exprimer t_1 en fonction de U_P , U_N , U_3 , C_2 et R_8 .
- 6-1-7 Lors de la phase de décroissance, $u_5(t)$ passe de la valeur U_P à la valeur U_N . Exprimer la durée t_2 de cette phase et la comparer à t_1 .

6-2 Etude du comparateur

Une étude expérimentale a été réalisée en appliquant à l'entrée du comparateur, isolé du reste du montage, un signal triangulaire ; elle a permis de relever les chronogrammes de la feuille réponse n°1 : signal d'entrée $u_5(t)$ et signal de sortie $u_6(t)$.

- 6-2-1 Tracer la caractéristique de transfert du comparateur sur la feuille réponse n°1, en faisant apparaître les sens de basculement.
- 6-2-2 Déterminer les seuils de basculement du comparateur notés U_P et U_N (Avec $U_P > 0$)

6-3 Etude du convertisseur tension-fréquence

L'interrupteur commandé fonctionne de la façon suivante :

Lorsque $u_6 = +V_{sat}$, l'interrupteur est en position 2.

Lorsque $u_6 = -V_{sat}$, l'interrupteur est en position 1.

Le chronogramme de la tension u_6 est donné sur la feuille réponse n°2

- 6-3-1 En utilisant le chronogramme de u_6 et les informations données sur le fonctionnement de l'interrupteur, tracer $u_4(t)$ sur la feuille réponse n°2

6-3-2 Fonctionnement dans l'intervalle $[0, t_1]$. Dans cet intervalle $u_6 = +V_{sat}$.

Le système bascule à $t = 0$; $u_5(0^+) = U_N$.

6-3-2-1 Décrire (sans calculs) l'évolution de $u_5(t)$.

6-3-2-2 Quelle doit être la valeur de $u_5(t_1)$ pour que le système bascule de

nouveau à $t = t_1$?

6-3-2-3 Tracer $u_5(t)$ dans l'intervalle $[0, t_1]$, sur le graphe donné à la feuille réponse n°2.

6-3-3 Fonctionnement dans l'intervalle $[t_1, t_1+t_2]$. Dans cet intervalle $u_6 = -V_{sat}$.

6-3-3-1 Décrire (sans calculs) l'évolution de $u_5(t)$, en utilisant la valeur de u_4 dans cet intervalle.

6-3-3-2 Quelle doit être la valeur de $u_5(t_1+t_2)$ pour que le système bascule de nouveau à $t = t_1+t_2$?

6-3-3-3 Tracer $u_5(t)$ dans cet intervalle sur le graphe donné à la feuille réponse n°2

6-3-4 Calcul de la période :

6-3-4-1 Exprimer la période T de la tension u_6 en fonction de U_P , U_N , U_3 , C_2 et R_8 .

6-3-4-2 Montrer que la fréquence f de u_6 se met sous la forme $f = k.U_3$.

6-3-5 On donne $C_2 = 2,2nF$; on veut que $f = 100$ kHz pour $U_3 = 2V$.

6-3-5-1 Calculer la valeur du coefficient k . Donner son unité.

6-3-5-2 Calculer R_8 .

ANNEXE 1

