

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
ASSISTANCE TECHNIQUE D'INGÉNIEUR
MATHEMATIQUES - PHYSIQUE APPLIQUEE
EPREUVE U32 - SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

A l'exclusion de tout autre matériel, l'usage de la calculatrice est autorisé conformément à la circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999.

Documents à rendre avec la copie :

- document réponse n°1 page 7/7 ;

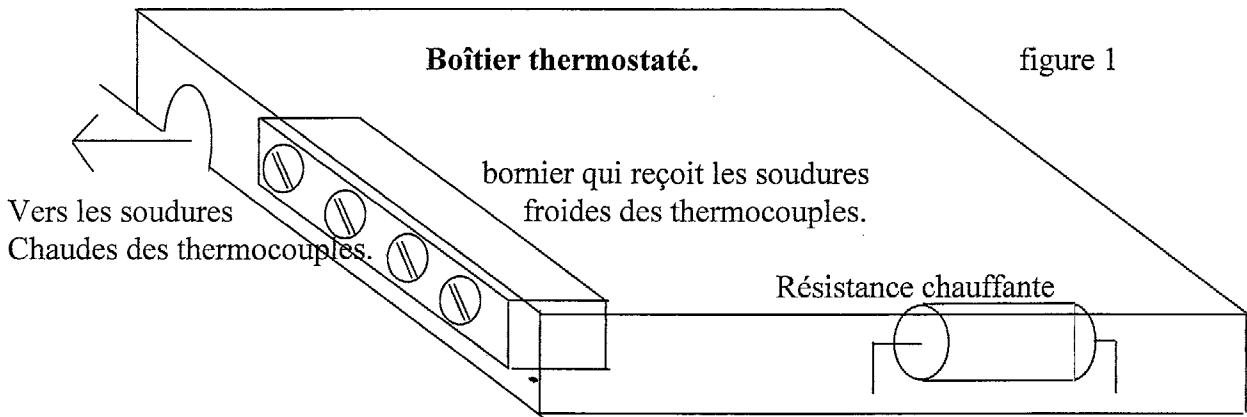
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet et comporte 7 pages numérotées de 1/7 à 7/7.

Code sujet :

Sur un four dont les capteurs de température sont des thermocouples, les opérateurs se sont plaints d'une erreur de 20°C à 30°C entre les valeurs demandées et les valeurs réellement obtenues. Une étude du montage met en cause une mauvaise correction des soudures froides des thermocouples.

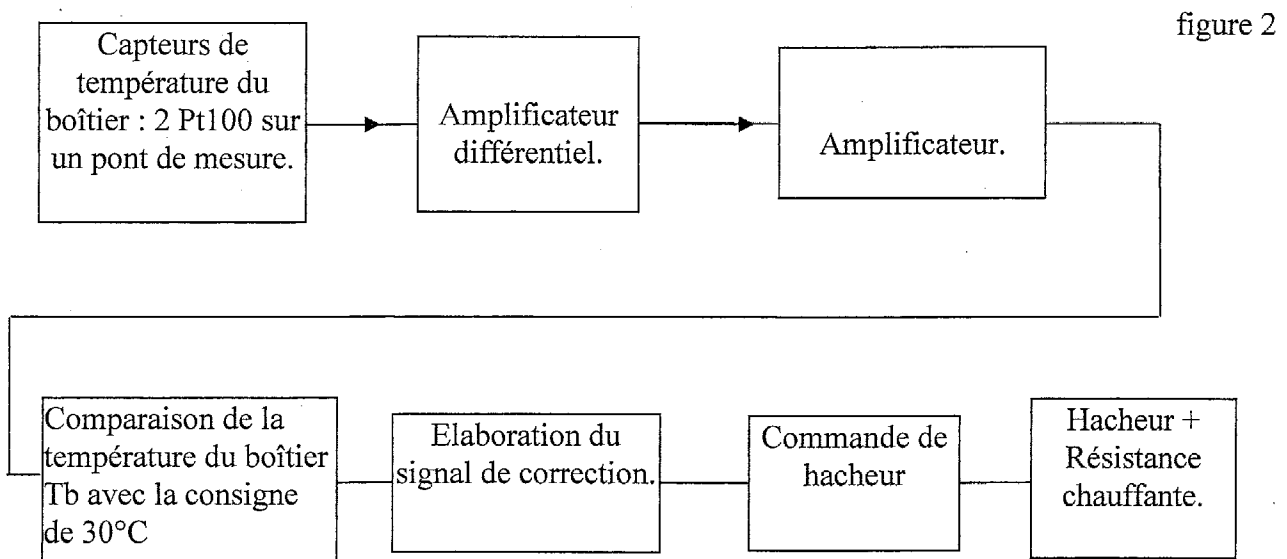
Une correction de ces soudures froides consiste à les placer dans un boîtier thermostaté à 30°C. C'est cette valeur maintenue constante qui permettra la correction de température des soudures froides.

L'étude concerne une partie de l'électronique de ce boîtier (voir fig 1).



Afin de maintenir cette température T_b à 30°C, des capteurs résistifs de type Pt100 montés sur un pont de mesure délivrent une tension proportionnelle à la température du boîtier qui sera amplifiée et comparée à la consigne. Le signal de correction d'erreur élaboré commandera le hacheur qui alimente une résistance chauffante R_c .

La structure du montage électronique est la suivante (figure 2).

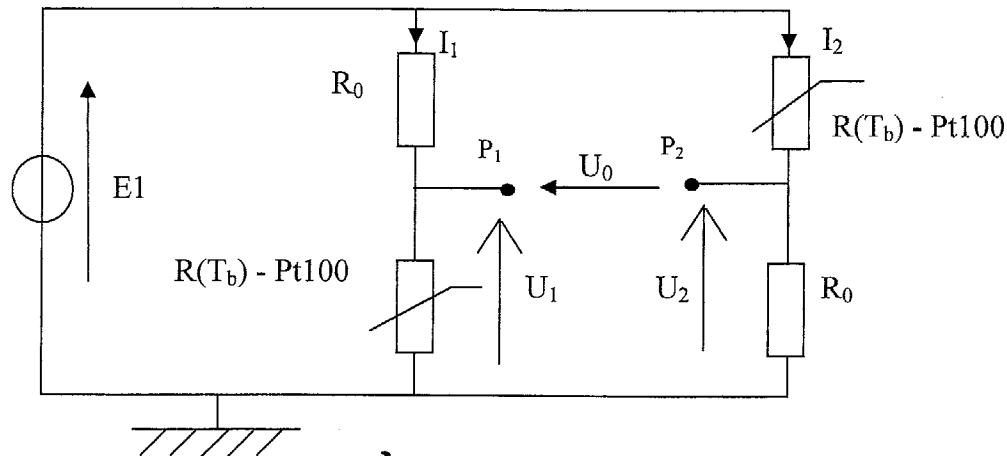


Certaines questions peuvent être traitées séparément.

Les amplificateurs de différence intégrés (notés ADI, appelés aussi amplificateurs opérationnels) sont supposés parfaits. Ils sont alimentés en +12V / -12V.

1 Le pont de mesure :

figure 3 :



T_b désigne la température dans le boîtier exprimée en degré Celsius. Les deux sondes Pt100 sont proches l'une de l'autre et sont à la même température T_b . Leurs résistances sont donc égales et valent $R(T_b)$.

On considère que, dans le domaine de température considéré, la loi de variation de la résistance de la sonde est :

$$R(T_b) = R_0 \cdot (1 + a \cdot T_b) \quad \text{avec } R_0 = 100 \, \Omega ; a = 0,004 \, ^\circ\text{C}^{-1}.$$

1.1 Qu'est ce qu'un capteur résistif de type Pt100 ?

1.2 Sachant que l'intensité du courant entre les points P_1 et P_2 est nulle, exprimez U_1 , U_2 et U_0 .

1.3 Montrez que U_0 peut se mettre sous la forme : $U_0 = E_1 \cdot \frac{a \cdot T_b}{2 + a \cdot T_b}$

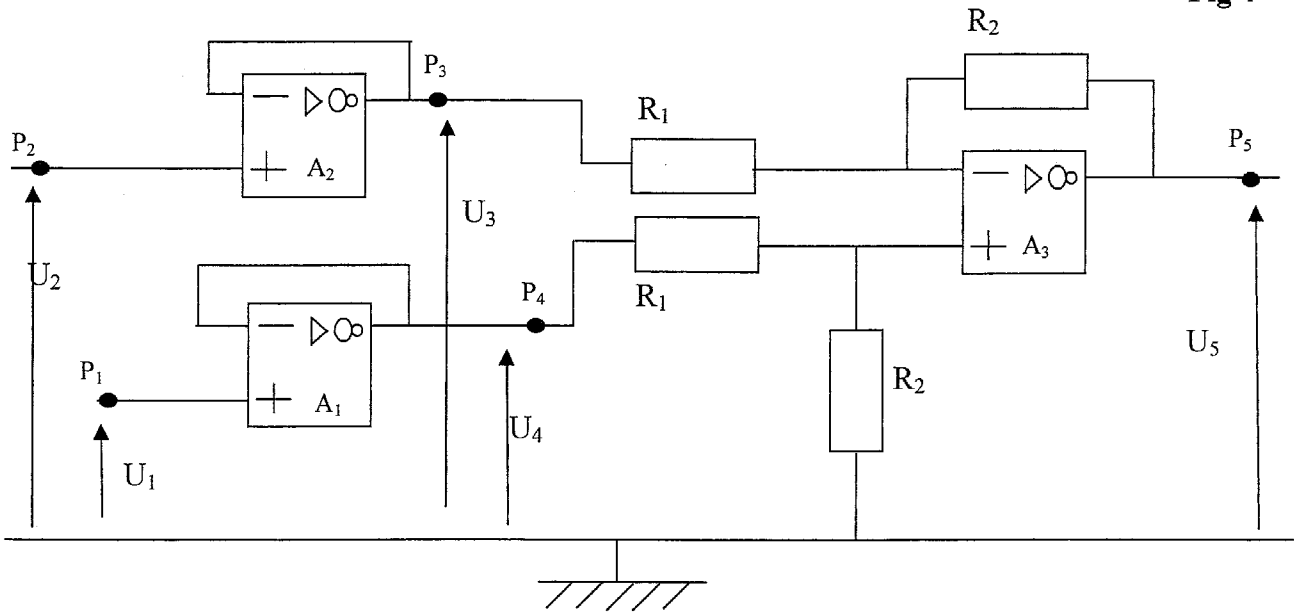
1.4 Montrer que, si le produit $a \cdot T_b$ peut être considéré comme très petit devant 2, alors

l'expression devient : $U_0 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot T_b \cdot E_1$

1.5 $E_1 = 0,2 \, \text{V}$; calculez U_0 pour $T_b = 30 \, ^\circ\text{C}$.

2 Étude de l'amplificateur différentiel :

Fig 4



2.1 Quel est le rôle des amplificateurs de différence intégrés A_1 et A_2 ? En déduire la relation liant U_3 à U_2 et celle liant U_4 à U_1 .

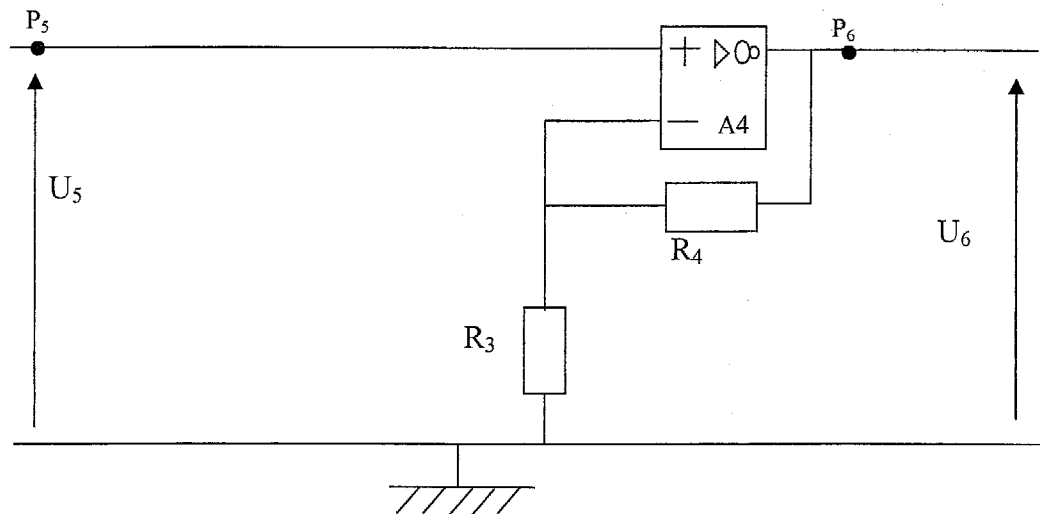
2.2 Montrez que l'on a :

$$U_5 = (U_1 - U_2) \cdot \frac{R_2}{R_1} \text{ avec : } R_2 = 10\,000 \, \Omega ; R_1 = 1000 \, \Omega.$$

2.3 Donnez l'amplification A_v de cet étage amplificateur différentiel.

3 Étude de l'amplificateur :

figure 5



3.1 Quelle est la fonction de cet étage ?

3.2 Exprimer U_6 en fonction de U_5 , R_3 , R_4 .

3.3 $R_3 = 1000 \, \Omega$. En déduire R_4 pour obtenir une amplification de 10.

Ni le module comparaison avec la consigne, ni le module calcul du signal de correction ne sont étudiés.

4 Commande du hacheur :

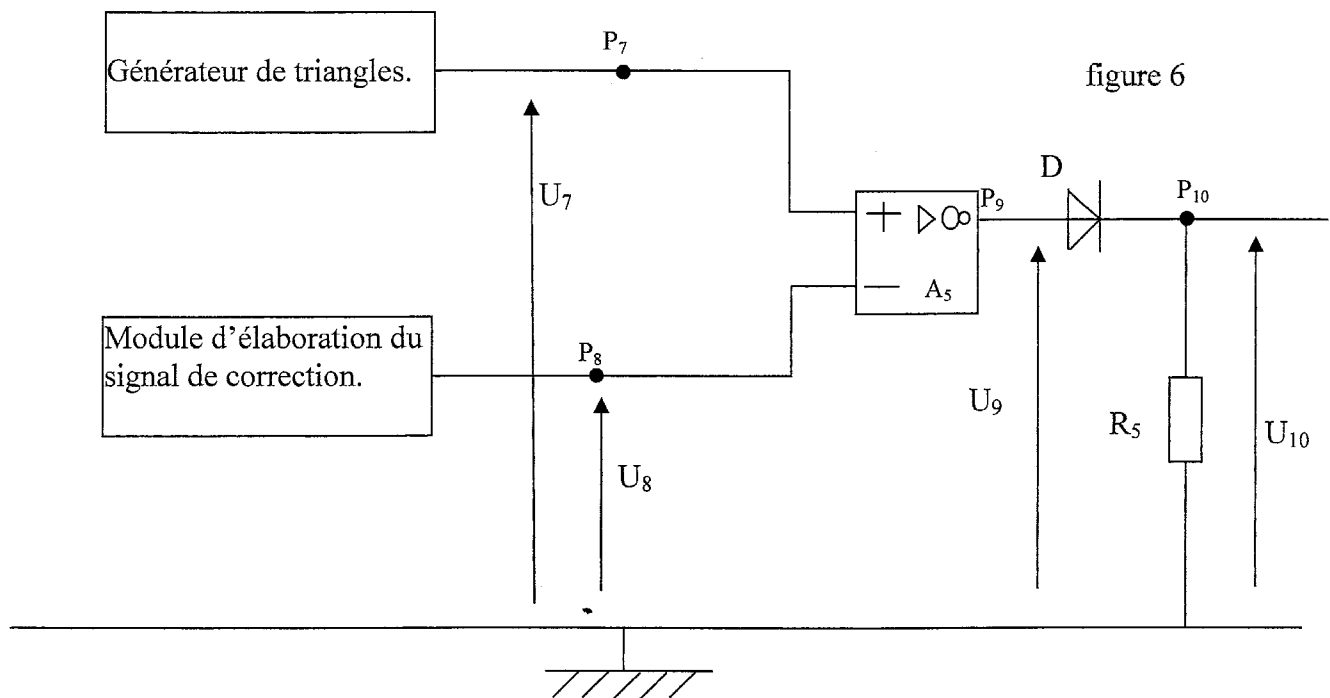


figure 6

La diode est supposée parfaite.

4.1 Quel est le régime de fonctionnement de A_5 ?

4.2 Quel est le rôle de A_5 ?

4.3 Complétez les chronogrammes des tensions $u_9(t)$ et $u_{10}(t)$ sur le document réponse page 7/7.

5 Étude du hacheur (voir figure 7 page 6/7).

La tension $u_{10}(t)$ commande le transistor T qui joue le rôle d'un interrupteur. Le relevé de la tension $u_{11}(t)$ aux bornes de la résistance chauffante R_c a l'allure suivante :

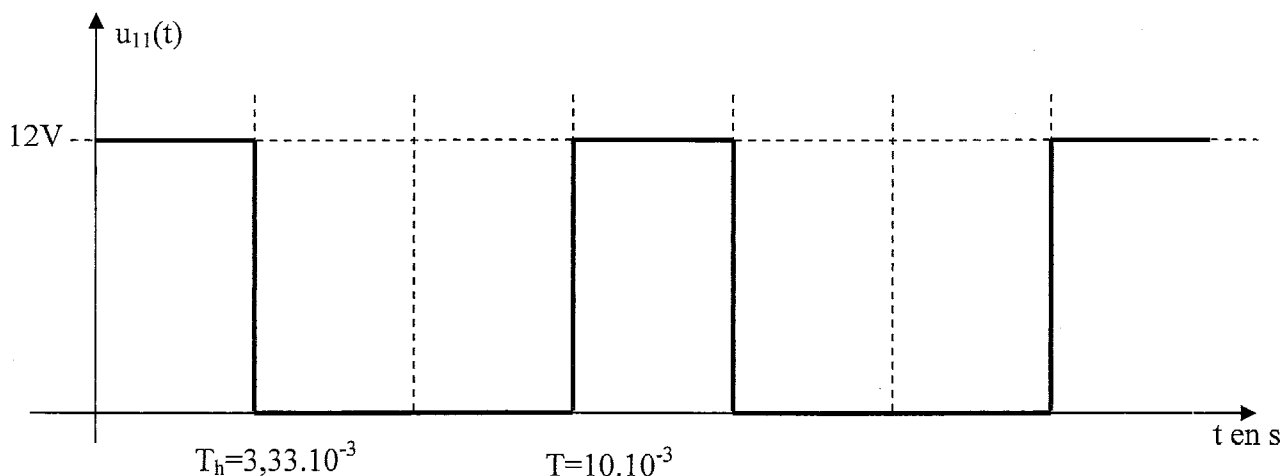
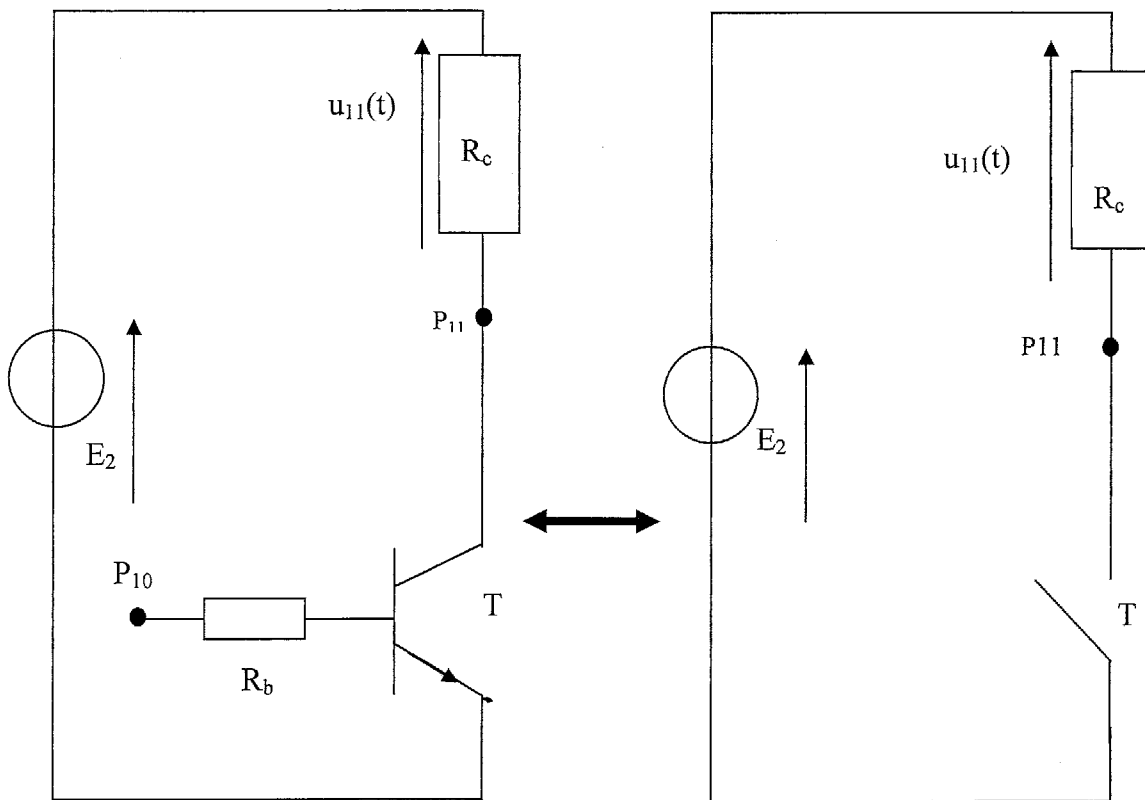


Figure 7



$$R_c = 15\Omega ; E_2 = 12\text{ V}$$

- 5.1 Déterminer le rapport cyclique α de $u_{11}(t)$
- 5.2 En déduire la valeur moyenne de $u_{11}(t)$.
- 5.3 Déterminer la puissance moyenne dissipée dans $R_c = 15\Omega$.
- 5.4 Quelle puissance maximale peut être dissipée dans cette résistance ?

