

S C I E N C E S P H Y S I Q U E S

Durée : 1 H 30

Coefficient : 1

Note importante :

Dès que le sujet de l'épreuve vous est remis, assurez-vous qu'il est complet en vérifiant le nombre de pages en votre possession.

Si le sujet est incomplet, demandez-en immédiatement un nouvel exemplaire aux surveillants.

Il est rappelé aux candidats que la clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction seront prises en compte dans l'appréciation des copies.

L'usage des instruments de calcul est autorisé.

Les deux exercices sont indépendants.

EXERCICE I : 15 points

On se propose d'étudier le principe d'un dispositif utilisé dans une machine pour maintenir horizontal l'un de ses organes lorsqu'elle se déplace sur un terrain en pente. Ce dispositif utilise comme capteur un tube de verre rectiligne - fixé à l'organe concerné - dans lequel se déplace librement une bille d'acier.

A chaque extrémité fermée du tube, la bille, en s'immobilisant, interrompt le faisceau lumineux émis par une diode infrarouge DIR. Un phototransistor PT, placé en face, est alors bloqué. Lorsque le faisceau n'est pas interrompu, il sature le phototransistor (figure 1 page 4/4).

Le circuit, grâce à deux relais, commande un moteur électrique. Par l'intermédiaire d'un vérin, ce moteur rétablit l'horizontalité en tournant soit dans un sens soit dans l'autre.

Son schéma est représenté partiellement par la figure 2 (page 4/4). Le capteur commande deux circuits identiques ; seul celui de gauche est représenté entièrement.

Données :

- L'amplificateur opérationnel est supposé parfait.
Il est alimenté de façon non symétrique par une tension $U = 12 \text{ V}$.
Ses tensions de saturation seront prises égales à 0 et 12 V.
- Lorsque le phototransistor PT est éclairé.
Il est saturé et $U_{CE} = 0$.
Dans l'obscurité il est bloqué.

- Transistor T : en régime de conduction (linéaire ou saturé)
 $U_{B'E'} = 0,7 \text{ V}$.

En régime linéaire le coefficient d'amplification en courant vaut $\beta = 80$.

A la saturation : $U_{C'E'} = 0 \text{ V}$.

- La tension de seuil de la diode infra-rouge DIR vaut $1,7 \text{ V}$.
- La résistance de l'enroulement du relais vaut $R_L = 100 \Omega$.

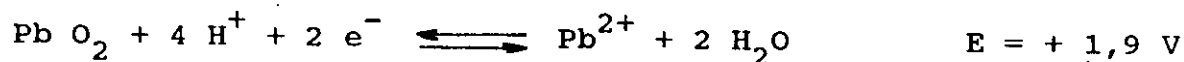
Les contacts sont représentés, les relais étant dans la position repos.

- 1) Calculer R_1 pour que DIR soit traversé par un courant d'intensité $I_D = 30 \text{ mA}$ et R_2 pour que l'intensité du courant de saturation du PT soit $I_C = 20 \text{ mA}$.
- 2) Sachant que $U_{AM} = 6 \text{ V}$ et que $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$, calculer R_4 .
- 3) Calculer l'intensité I_C , du courant de saturation de T.
 En déduire la valeur minimum que doit avoir I_B , courant base du transistor.
- 4) Cas où la bille n'est pas à une extrémité du tube :
 - a) Que valent U_{BM} , U_{AB} , U_{SM} ?
 - b) Quel est l'état de T ? En déduire la tension U_{PQ} aux bornes du moteur.
- 5) Cas où la bille interrompt le faisceau de la D.I.R. du circuit gauche G.
 - a) Que valent de U_{BM} , U_{AB} , U_{SM} ?
 - b) Calculer R_5 pour que la saturation de T soit assurée.
 - c) Que vaut la tension U_{PQ} aux bornes du moteur ?
- 6) Que vaut U_{PQ} lorsque la bille interrompt le faisceau du circuit D ?
 Dire pour quelle raison un moteur à excitation série ne peut convenir.

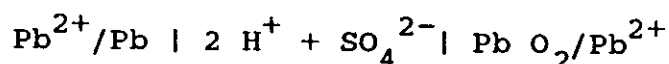
EXERCICE II : 5 points

Décharge d'un accumulateur au plomb

On donne les deux demi-équations d'oxydoréduction suivantes ainsi que les potentiels des couples oxydant-réducteur correspondants :



Un élément d'accumulateur au plomb est constitué de la chaîne suivante :



- 1) Quel est le couple oxydant-réducteur mis en jeu à la borne positive ? Justifier la réponse.
- 2) Calculer la tension à vide d'un élément d'accumulateur.
- 3) Ecrire les demi-équations des réactions se produisant à chacune des bornes pendant la décharge, puis l'équation complète donnant le bilan de la décharge.
Indiquer l'oxydant et le réducteur.
- 4) La capacité de l'accumulateur étant de 50 Ah, calculer la masse de dioxyde de plomb qui disparaît pendant la décharge complète.

Données : $N.e = 96500 \text{ C/mol}$

Masses molaires atomiques en g/mol :

H = 1 ; O = 16 ; Pb = 207 ; S = 32.

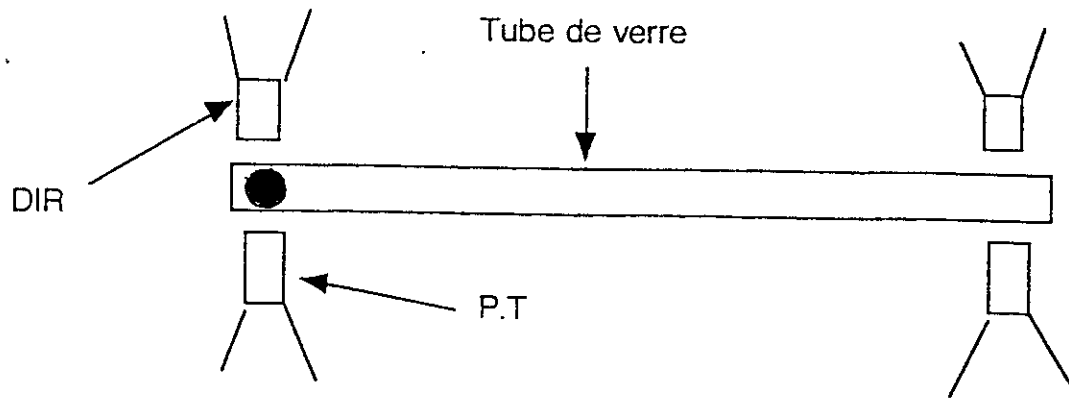


FIGURE 1 : Le capteur

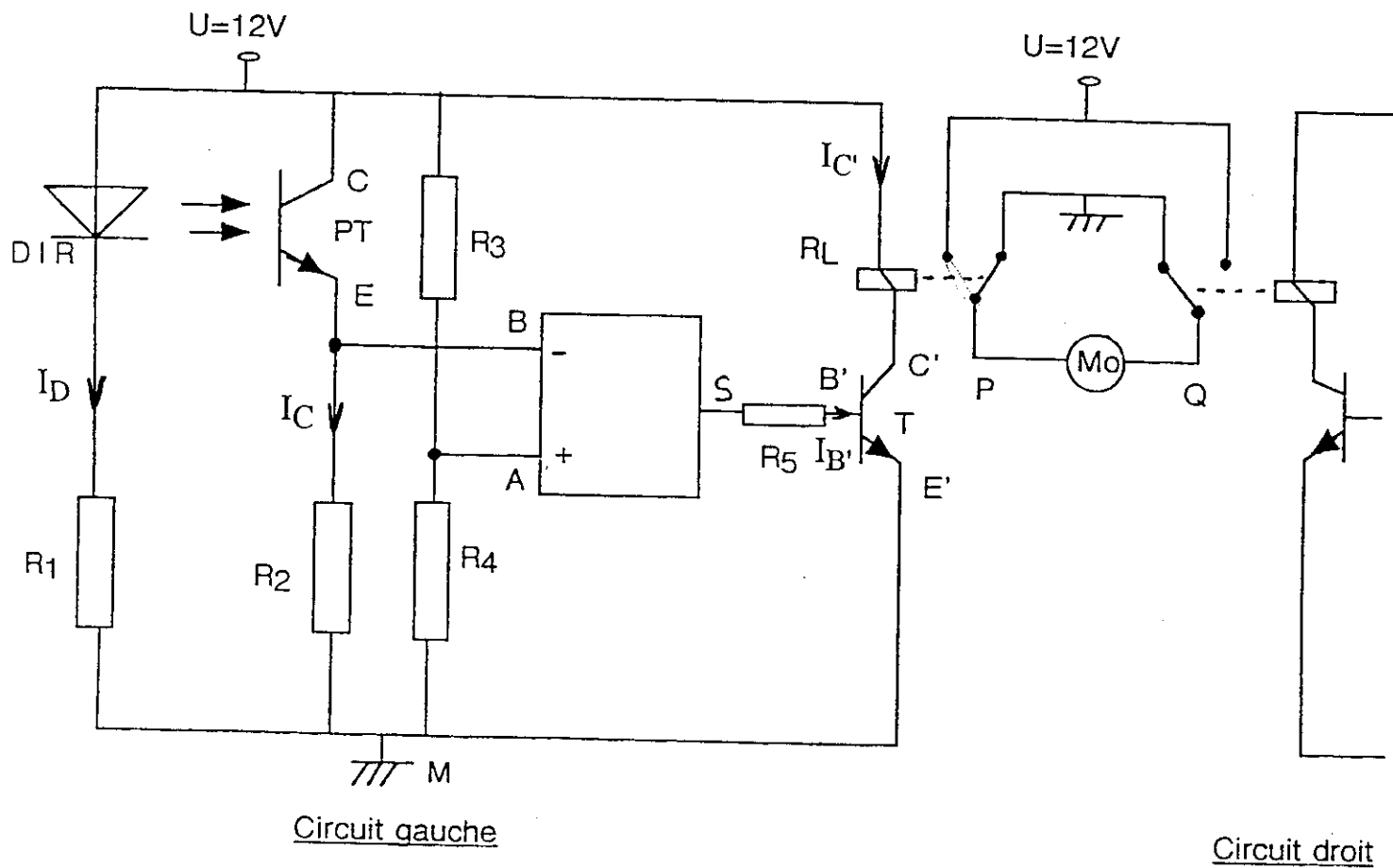


FIGURE 2