

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE

Session 2006

Épreuve :
PHYSIQUE – CHIMIE – ÉLECTRICITÉ

Partie :
MÉCANIQUE – FLUIDIQUE - CHIMIE

Série

SCIENCES ET TECHNOLOGIE DE LABORATOIRE

**PHYSIQUE DE LABORATOIRE ET
DE PROCÉDÉS INDUSTRIELS**

Durée de l'épreuve : 3 heures

coefficient : 5

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Le sujet comporte 6 pages.

***LE CANDIDAT COMPOSERA LA PARTIE CHIMIE ET
LA PARTIE MÉCANIQUE SUR DEUX COPIES SÉPARÉES***

Partie Chimie (8 points)

Les deux parties de ce sujet sont indépendantes

L'élément iode dans tous ses états

Données :

$$E^{\circ}(\text{S}_4\text{O}_6^{2-}/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,08 \text{ V} \qquad E^{\circ}(\text{I}_2/\text{I}^-) = 0,53 \text{ V}$$

Masses molaires atomiques en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$:

$$M(\text{Na}) = 23,0 \quad M(\text{S}) = 32,1 \quad M(\text{O}) = 16,0 \quad M(\text{H}) = 1,0 \quad M(\text{I}) = 126,9$$

Extrait de la classification périodique : $_{51}\text{Sb}$ $_{52}\text{Te}$ $_{54}\text{Xe}$ $_{55}\text{Cs}$

Première partie : Dosage de l'espèce I_2 dans un antiseptique. (4,5 points)

Une solution de Lugol est un antiseptique composé de diiode I_2 que l'on a dissous dans une solution aqueuse d'iodure de potassium ($\text{K}^+ + \text{I}^-$).

Un antiseptique est une substance qui, par oxydation, prévient l'infection des tissus vivants.

On se propose de déterminer la concentration molaire et le titre massique en diiode dans la solution commerciale étudiée.

On effectue alors un dosage de cette solution par une solution aqueuse de thiosulfate de sodium ($2 \text{Na}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$).

I - Préparation de la solution de thiosulfate de sodium.

On désire préparer un volume $V = 50,0 \text{ mL}$ de la solution aqueuse de thiosulfate de sodium à la concentration $C = 0,100 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ à partir du thiosulfate de sodium solide pentahydraté de formule ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).

- 1 - Calculer la masse de solide à peser pour préparer la solution demandée.
- 2 - Préciser le matériel à utiliser pour préparer cette solution parmi la liste ci-dessous :
 - Pipettes jaugées de 5 mL, 10 mL et 20 mL ;
 - Fioles jaugées de 50 mL, 100 mL et 200 mL ;
 - Eprouvette graduée de 25 mL, 50 mL ;
 - Erlenmeyers de 50 mL et 100 mL ;
 - Bêchers de 50 mL et 100 mL ;
 - Capsule, entonnoir, spatule, balance ;
 - Pissette d'eau distillée.

II - Dosage

On place la solution aqueuse de thiosulfate de sodium préparée dans une burette graduée de 25 mL.

On introduit dans un bécher un volume $V_0 = 10,0$ mL de la solution de Lugol.

On ajoute 20 mL environ d'eau distillée puis quelques gouttes d'empois d'amidon.

- 1 - Parmi la liste de matériel proposée à la question I-2, quelle verrerie doit-on utiliser pour mesurer le volume de la solution de Lugol et les 20 mL d'eau distillée ? Justifier les choix.
- 2 - Lors de ce dosage, quelle espèce est oxydée ? et quelle espèce est réduite ?
- 3 - Écrire les demi-équations électroniques correspondant aux deux couples mis en jeu lors du dosage étudié.
- 4 - En déduire que l'équation de la réaction du dosage peut s'écrire :

$$I_{2(aq)} + 2S_2O_3^{2-}(aq) \rightarrow 2I^-(aq) + S_4O_6^{2-}(aq)$$
- 5 - L'équivalence est observée pour un volume versé $V_E = 8,0$ mL de la solution de thiosulfate de sodium.
Comment se manifeste cette équivalence ?
- 6 - Expliquer alors le rôle de l'empois d'amidon.

III - Exploitation.

- 1 - Écrire la relation entre la quantité de matière $n(I_2)$ de diiode apporté par la prise d'essai et la quantité de matière $n(S_2O_3^{2-})$ d'ions thiosulfate versés à l'équivalence.
- 2 - Montrer que la concentration C_0 en diiode de la solution commerciale de Lugol peut alors être calculée à partir de la relation :

$$C_0 = \frac{C \times V_E}{2 \times V_0}$$

- 3 - Calculer C_0 .
- 4 - En déduire la masse de diiode par litre de solution.

Deuxième partie : L'iode en médecine nucléaire. (3,5 points)

L'iode $^{131}_{53}\text{I}$ est un radio isotope que l'on utilise très souvent lors des examens effectués en médecine nucléaire.

Sa période radioactive est de 8 jours.

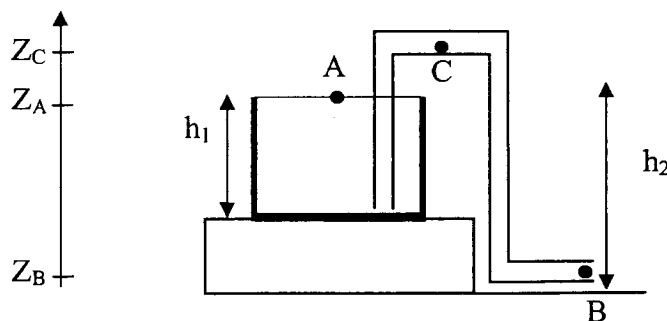
- 1 - Donner la composition du noyau d'iode $^{131}_{53}\text{I}$.
- 2 - Il est aussi possible de trouver ^{123}I et ^{125}I .
 - a) Quel nom donne-t-on à ces trois espèces ?
 - b) Qu'est-ce qui les différencie ?
- 3 - La désintégration de l'iode $^{131}_{53}\text{I}$ s'accompagne de l'émission d'une particule β^- .
 - a) Quelle est l'autre nom de la particule β^- ?
 - b) Écrire l'équation de désintégration en rappelant les lois respectées.
- 4 - Donner la définition de la période radioactive d'un élément.
- 5 - Au moment de son injection, l'activité d'un produit contenant de l'iode $^{131}_{53}\text{I}$ est égale à $A_0 = 1,1 \times 10^6 \text{Bq}$.
Quelle sera son activité au bout de 8 jours ? Au bout de 24 jours ?

Partie mécanique fluidique (12 points)

Exercice 1 : vidange d'une piscine d'enfant (5 points)

On donne la masse volumique de l'eau $\mu = 1,0 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ et la pression atmosphérique $P_0 = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$.

Considérons une petite piscine d'enfant cylindrique d'un mètre de hauteur et de 2 mètres de diamètre. Cette piscine est posée sur un petit talus de 50 cm de haut. Afin de la vider, on utilise un tuyau d'arrosage ouvert aux deux extrémités, de 2,0 cm de diamètre. On place celui-ci comme indiqué sur la figure ci-dessous (une extrémité au fond de la piscine, l'autre sur le sol à l'air libre). On suppose l'écoulement permanent, unidimensionnel et le fluide parfait.



- 1 - On suppose qu'au début de la vidange, la piscine est remplie entièrement, $h_1 = 1,0 \text{ m}$. Soit A un point de la surface libre de l'eau. On néglige la vitesse de l'écoulement au point A par rapport à celle de l'écoulement au point B.
 - a) Appliquer le théorème de Bernoulli entre A et B. Montrer que la vitesse de l'écoulement en B, est $V_B = \sqrt{2g(z_A - z_B)}$. Calculer cette vitesse.
On donne l'accélération de la pesanteur $g = 10 \text{ m} \times \text{s}^{-2}$.
 - b) À partir de la formule précédente, expliquer pourquoi le point B doit être plus bas que l'altitude correspondant au fond de la piscine pour que celle-ci se vide entièrement ?
- 2 -
 - a) Supposons que V_B vaut $5,5 \text{ m.s}^{-1}$, calculer le débit volumique Q de l'écoulement de l'eau à la sortie du tuyau pour cette vitesse.
 - b) Au cours de la vidange, comment évolue le débit volumique ? Justifier votre réponse.
- 3 -
 - a) Montrer que la vitesse de l'écoulement en C est la même qu'en B.
 - b) En appliquant le théorème de Bernoulli dans le tuyau entre les points C et B, établir l'expression de la pression au point C.
 - c) À quelle hauteur maximale doit être situé le coude du tuyau d'arrosage (point C) afin que l'écoulement ne soit pas interrompu trop tôt (il faut que la pression au point C soit supérieure à 0) ? Commenter.

Exercice 2 : manège d'une fête foraine (2 points)

Un manège de fête foraine est un solide en rotation autour d'un axe vertical Δ . Son moment d'inertie vaut $I = 2,0 \times 10^4 \text{ kg.m}^2$.

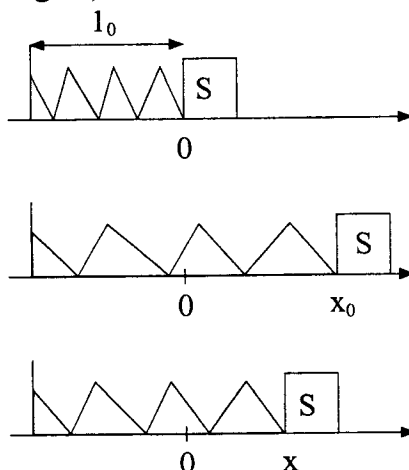
Le manège tournant à la vitesse de 10 tours par minute, l'exploitant le freine et le manège s'arrête après avoir effectué 2 tours.

- 1 - Calculer la vitesse de rotation de manège ω en rad.s^{-1} , avant le freinage.
- 2 - En appliquant le théorème de l'énergie cinétique pour un solide en rotation, calculer le moment supposé constant, des forces de freinage (seules forces à considérer) qui ont provoqué l'arrêt du manège.

Exercice 3 : oscillations sur un banc à coussin d'air (5 points)

Sur un banc à coussin d'air, un objet S, de masse $m = 20 \text{ g}$ est relié à un ressort horizontal de raideur $k = 0,33 \text{ N.m}^{-1}$ et de masse négligeable (voir figure ci-dessous). À vide le ressort a une longueur $l_0 = 10 \text{ cm}$. On néglige tout frottement.

On repère la position de S par la coordonnée x . L'origine des coordonnées correspond à la longueur à vide du ressort (voir figure)



- 1 - S est placé en $x_0 = + 4,0 \text{ cm}$. A $t = 0$ on lâche le ressort sans vitesse initiale.
 - a) Appliquer le théorème du centre d'inertie à l'objet S et projeter sur l'axe des x la relation vectorielle obtenue afin d'établir l'équation différentielle du mouvement.
 - b) En utilisant les conditions initiales, montrer que l'équation horaire s'écrit sous la forme $x(t) = x_0 \times \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}}t\right)$.
 - c) Déterminer et calculer la période T des oscillations.
- 2 - Dans les conditions de l'expérience, on considère que l'énergie mécanique se conserve : $E_m = E_c + E_p = \text{constante}$.
 - a) Donner l'expression de l'énergie potentielle E_p du système en fonction de k et x . Pour quelle(s) position(s) cette énergie est-elle maximale ? Pour quelle position est-elle nulle ?
 - b) Donner l'expression de l'énergie cinétique E_c de S en fonction de m et de v . Pour quelle position cette énergie est-elle maximale? Pour quelle(s) position(s) est-elle nulle ?

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE

Session 2006

Épreuve :

PHYSIQUE – CHIMIE – ÉLECTRICITÉ

Partie :

ÉLECTRICITÉ

Série

SCIENCES ET TECHNOLOGIE DE LABORATOIRE

PHYSIQUE DE LABORATOIRE ET
DE PROCÉDÉS INDUSTRIELS

Durée de l'épreuve : 3 heures

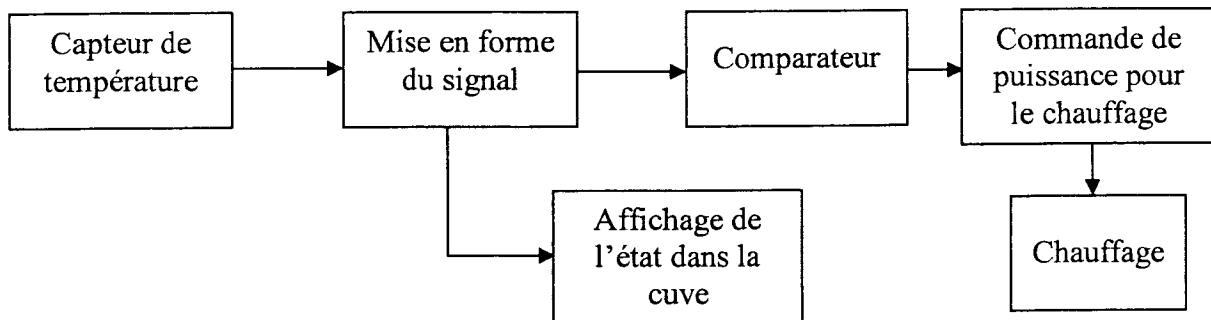
coefficient : 5

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Le sujet comporte 8 pages, dont le document-réponse, page 8, est à rendre avec la copie.

ÉTUDE D'UN SYSTEME REGULANT LA TEMPERATURE D'UN AQUARIUM

Schéma de principe de l'ensemble



La fonction commande de puissance ne sera pas étudiée. Les différentes parties du sujet peuvent être traitées séparément.

Tous les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits. Ils sont alimentés en tension de $+15/-15$ V. Leurs tensions de saturation $\pm V_{sat}$ sont considérées comme égales aux tensions d'alimentation. Les circuits logiques CMOS sont également alimentés en $V_{DD} = +15$ V.

I - Étude du capteur de température (cf. figure a et figure b page 6)

L'amplificateur opérationnel fonctionne en régime linéaire. On appelle v^- la tension entre l'entrée - et la masse et v^+ celle entre l'entrée + et la masse.

Figure a

- 1 - Rappeler les hypothèses concernant l'amplificateur opérationnel parfait puis ses propriétés en régime linéaire.
- 2 - Déterminer v^- en fonction de v_1 .
- 3 - Déterminer i_1 en fonction de E , v^+ , R .
- 4 - Déterminer i_2 en fonction de v_1 , v^+ , R .
- 5 - Déterminer i en fonction de i_1 et i_2 .
- 6 - En utilisant les questions précédentes, donner la relation $i = f(E, R)$.
- 7 - Si E et R sont des constantes, que peut-on dire du courant dans la diode ?
- 8 - Lorsque le courant dans une diode, polarisée en direct, est constant, la tension de seuil v_D diminue lorsque la température θ augmente. Pour cette diode, immergée dans le bac, la tension v_D diminue de $0,002$ V par degré. Donner l'expression de la tension v_D en fonction de la température θ de l'eau sachant que v_D à 0° C vaut $0,6$ V.

Figure b

- 9 - On veut que l'intensité du courant i' soit égale à 10 mA. Calculer R_1 et R_2 pour avoir $v_D = 0,6$ V.

II - Étude du conditionneur (cf figure c, page 6)

L'amplificateur opérationnel fonctionne en régime linéaire. On appelle v^- la tension entre l'entrée - et la masse et v^+ celle entre l'entrée + et la masse.

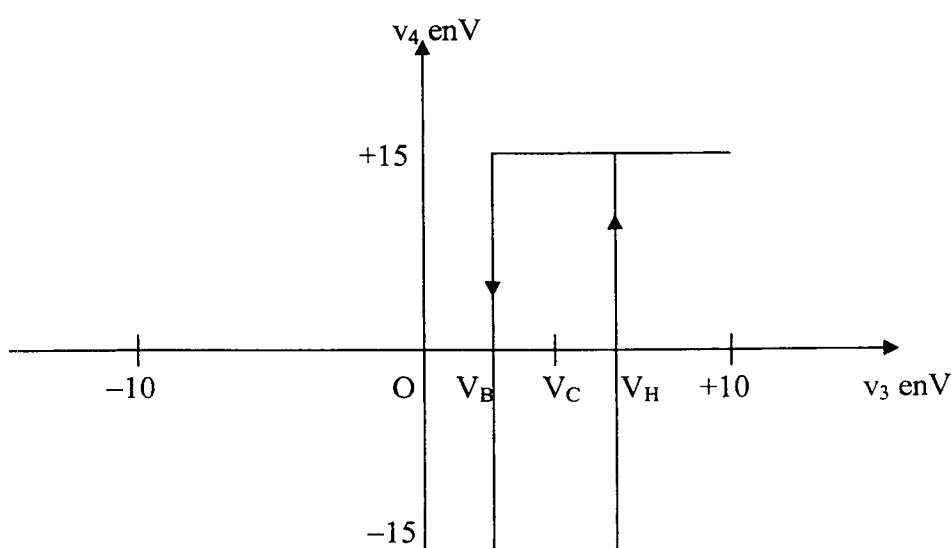
- 1 - Déterminer v^+ en fonction de v_{D0} , R_3 et R_4 .
- 2 - Déterminer v^- en fonction de v_2 , v_D , R_3 et R_4 .
- 3 - En considérant que $v^+ = v^-$ montrer que $v_2 = \frac{R_4}{R_3}(v_{D0} - v_D)$.
- 4 - En reprenant les résultats des questions I-8 et I-9, montrer que $v_2 = 0,002 \frac{R_4}{R_3} \theta$.
- 5 - Calculer $\frac{R_4}{R_3}$ pour avoir $v_2 = \frac{\theta}{10}$.

III- Comparateur (cf figure d, page 7)

Ce circuit est destiné à commander l'arrêt ou la marche du chauffage par l'intermédiaire de v_4 qui agit sur un interrupteur électronique.

On se propose d'étudier v_4 en fonction de v_3 à l'oscilloscope.

- 1 - Indiquer où brancher les deux voies et la masse de l'oscilloscope ainsi que le mode de fonctionnement (mode balayé ou XY).
- 2 - On relève à l'écran la courbe suivante :



Quel est le nom d'un circuit qui réalise une telle fonction de transfert ?

- 3 - En justifiant la réponse, quelle est la nature de v_3 parmi les tensions suivantes :
- tension variant entre 0 et +10 V ?
 - tension variant entre -10 V et +10 V ?

- 4 - L'expression de V_B et V_H est :

$$V_B = \frac{R_5 + R_6}{R_6} E - \frac{R_5}{R_6} V_{sat}$$

$$V_H = \frac{R_5 + R_6}{R_6} E + \frac{R_5}{R_6} V_{sat}$$

Calculer les expressions théoriques de la largeur du cycle notée ΔV et du centre du cycle noté V_C .

- 5 - On rappelle que $v_2 = \theta/10$ et on relie le point A de la figure c avec le point B de la figure d de telle sorte que $v_2 = v_3 = \theta/10$. On voudrait que le centre du cycle V_C corresponde à la température $\theta = 25^\circ \text{C}$, V_B à $\theta = 24^\circ \text{C}$ et V_H à $\theta = 26^\circ \text{C}$.
Calculer les valeurs numériques de V_B , V_H , V_C , et ΔV .
- 6 - On prend $R_5 = 1 \text{ k}\Omega$. Calculer les valeurs numériques de R_6 et E .
- 7 - Sur quelle grandeur doit-on agir si on veut modifier la température correspondant au centre du cycle sans modifier la largeur de celui-ci ?
- 8 - Même question si l'on veut doubler la largeur du cycle ?
- 9 - Pour quelle valeur de v_4 le chauffage est-il en marche si l'on veut qu'il s'arrête pour $v_3 \geq V_H$?

IV- CHAUFFAGE

Le chauffage est constitué par une résistance, plongeant dans l'eau, alimentée par le secondaire d'un transformateur parfait 220V/24 V.

On admettra que cette résistance fournit à l'eau du bac une énergie de 864 kJ en une heure.

- 1 - Quelle est la puissance du chauffage ?
- 2 - Quelle est l'intensité du courant dans la résistance ?
- 3 - Quelle est l'intensité du courant dans le primaire du transformateur ?
- 4 - Le transformateur est protégé par un fusible dans le primaire. On dispose de fusibles de calibre (intensité du courant qui fait fondre le fusible) 500 mA ; 1,5 A ; 16 A ; 32 A.
Lequel de ces fusibles convient ?

V - AFFICHAGE DE L'ETAT DANS LA CUVE (figure e, page 7)

On rappelle que la sortie des portes logiques en technologie CMOS bascule pour une tension de $V_{DD}/2$ à l'entrée.

Les parties de circuit situées entre les points C et D d'une part et E et F d'autre part sont identiques et servent essentiellement de protection pour les portes logiques. Les résistances dans ces parties sont telles que $v'_5 = +10$ V quand $v_5 = +15$ V.

- 1 - Quelle sera la valeur de v'_5 lorsque $v_5 = -15$ V ?
- 2 - Donner la table de vérité d'une porte logique OU (OR) à deux entrées.
- 3 - Donner la table de vérité d'une porte logique NON ET (NAND) à deux entrées.
- 4 - Quelle fonction remplit une porte logique NON ET dont les deux entrées sont reliées ?
- 5 - Remplir le tableau sur le document-réponse page 8 en vous aidant des quatre questions précédentes.
- 6 - On voudrait que la température de l'eau du bac soit comprise entre 24° C et 26° C. Qu'indique alors la diode électroluminescente (DEL ou LED) D_1 rouge lorsqu'elle est allumée?
- 7 - Qu'indique la diode électroluminescente (DEL ou LED) D_2 verte lorsqu'elle est allumée ?
- 8 - Lorsque D_1 est allumée la tension $u_{D1} = 1,6$ V et la tension de sortie de la porte logique $v_7 = 15$ V. Calculer la valeur de la résistance R_p pour limiter l'intensité du courant dans la diode à 20 mA.

Figure a

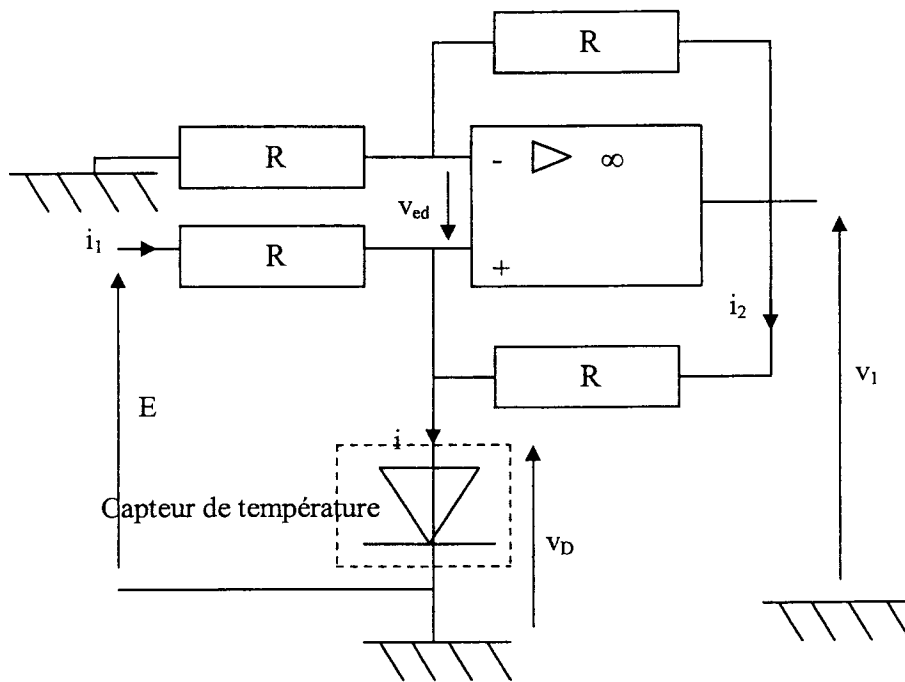


Figure b

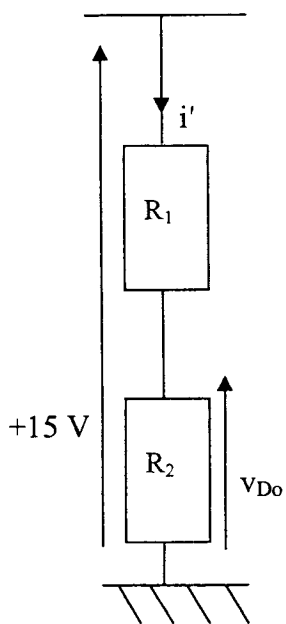


Figure c

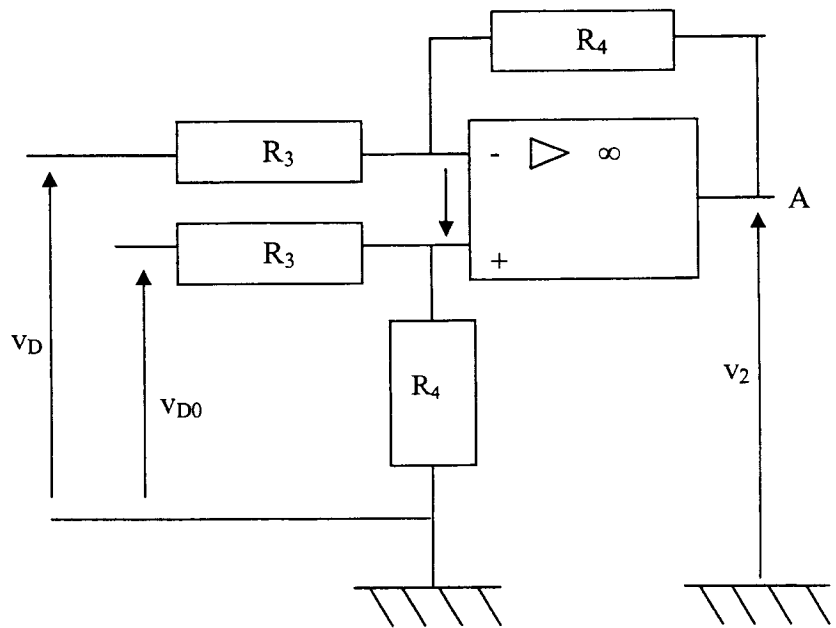


Figure d

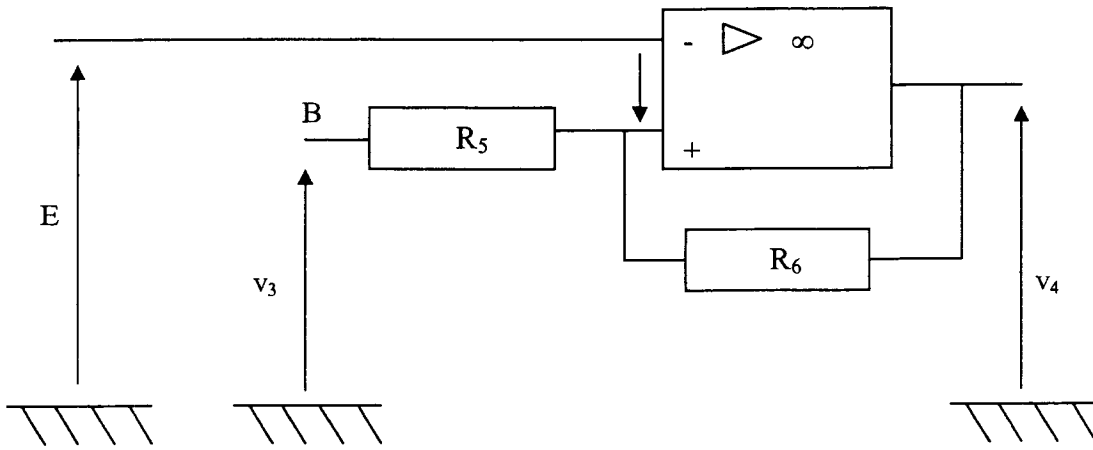
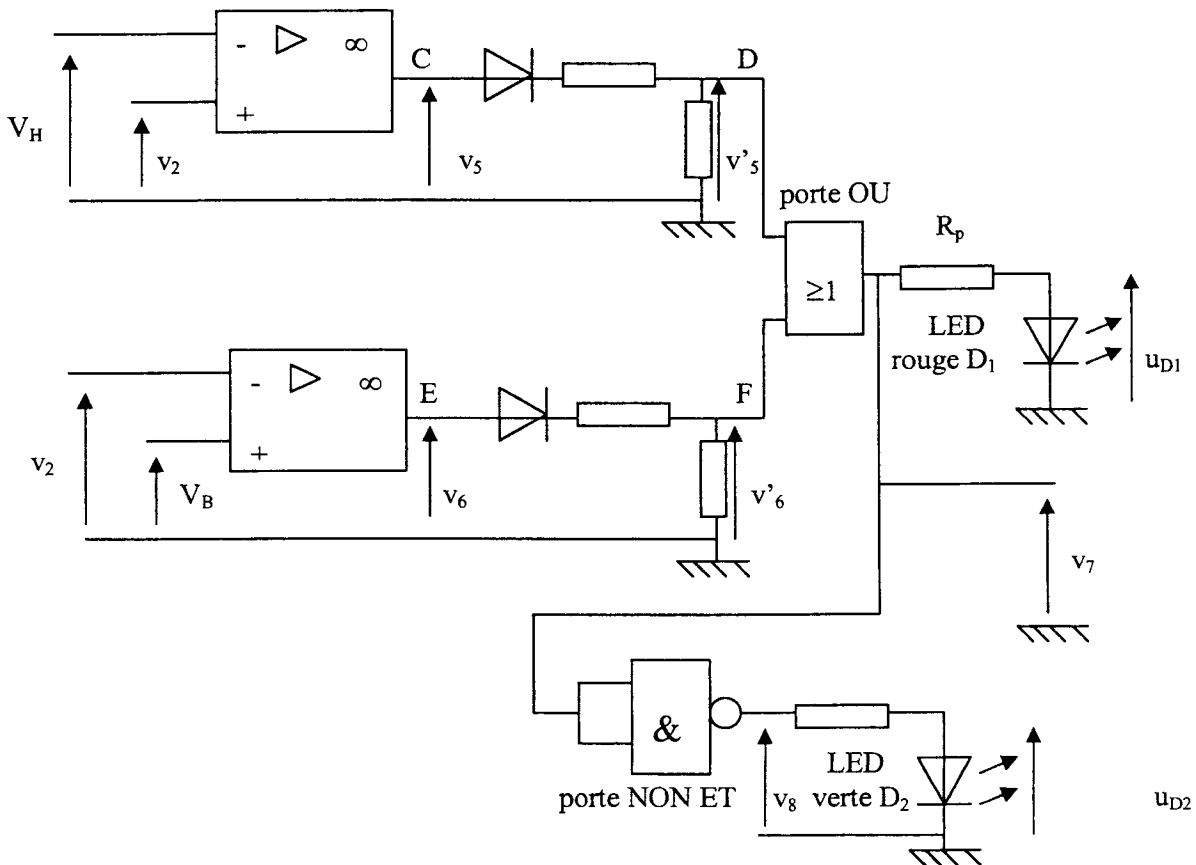


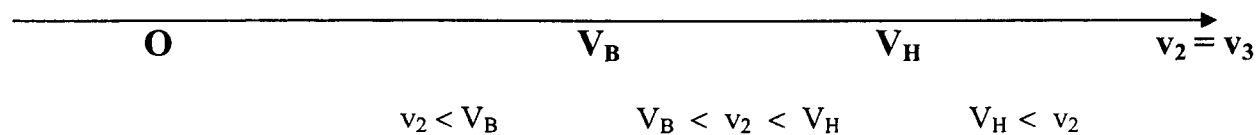
Figure e



DOCUMENT-REPONSE à rendre avec la copie

Sur ce document l'axe au-dessus du tableau représente la valeur de v_2 ou v_3 .

Indiquer dans ce tableau les valeurs numériques prises par $v_5; v_6; v'_5; v'_6; v_7; v_8$; lorsque :



v_5			
v_6			
v'_5			
v'_6			
v_7			
v_8			