

BREVET DE TECHNICIEN

SUPÉRIEUR

DOMOTIQUE

ÉPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

La calculatrice (conforme à la circulaire N°99-186 du 16-11-99) est autorisée

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront dans l'appréciation des copies

IMPORTANT : Ce sujet comporte 4 pages numérotées de 1/4 à 4/4 + la page de présentation.

Assurez-vous qu'il est complet.

S'il est incomplet, veuillez le signaler au surveillant de la salle qui vous en remettra un autre exemplaire.

I – Thermique (8 points)

Suite à un audit énergétique réalisé pour le compte d'un immeuble de bureaux, l'entreprise gérante souhaite réaliser des économies d'énergie.

Cet immeuble comporte, entre autres, une grande façade vitrée qui donne sur la rue, de longueur $L = 16$ m et de hauteur $h = 3$ m.

On relève sur les mois d'hiver une température extérieure moyenne θ_e de 0 °C et de 23 °C à l'intérieur (θ_i).

On donne :

- La résistance thermique superficielle interne : $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$;
- Résistance thermique superficielle externe : $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$;
- La conductivité thermique du verre $\lambda = 1,15 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

I-1 La paroi vitrée est en simple vitrage d'épaisseur $e_1 = 8$ mm.

I-1.1 Calculer la résistance thermique R_1 relative à cette paroi.

I-1.2 Calculer le flux thermique moyen ϕ_1 traversant cette paroi par unité de surface.

I-1.3 En déduire la puissance thermique moyenne P_1 nécessaire pour compenser ces déperditions.

I-1.4 Calculer la température de surface interne de la vitre θ_{iV} .

I-2 Afin de réaliser des économies d'énergie, on remplace la paroi vitrée simple vitrage par un double vitrage. Celui-ci est constitué par deux parois en verre, d'épaisseur $e_2 = 6$ mm chacune, séparées par une lame d'air dont la résistance thermique est $R_{air} = 0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$.

I-2.1 Calculer la résistance thermique R_2 de la baie vitrée.

I-2.2 Calculer la puissance thermique P_2 perdue au travers de cette paroi.

I-2.3 Calculer la température de la surface interne du double vitrage.

I-2.4 Calculer le pourcentage de gain de puissance réalisé en utilisant le double vitrage.

II – Chimie (4 points)

Le chauffage du local concerné par la baie en double vitrage est assuré par une chaudière à gaz. Le gaz est essentiellement constitué de méthane CH_4 .

II-1 Ecrire l'équation traduisant la combustion complète du méthane.

II-2 On appelle pouvoir comburivore le volume d'air sec nécessaire à la combustion complète d'un volume $V = 1 \text{ m}^3$ du combustible. Calculer le pouvoir comburivore du méthane.

On admettra que l'air ne contient que du diazote (79 % en volume) et du dioxygène.

II-3 On appelle pouvoir fumigène sec le volume total des gaz autres que la vapeur d'eau sortant de la cheminée lors de la combustion de $V = 1 \text{ m}^3$ du mélange combustible. Calculer le pouvoir fumigène sec du méthane.

Données : - On prendra pour volume molaire $V_0 = 24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.

BTS DOMOTIQUE	SUJET	Session 2005
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : DOPHY		Page 1/4

II-4 Les pertes thermiques du local sont de 5 kW. Le rendement de la chaudière est de 90%.
Le pouvoir calorifique du méthane est de $4,0 \cdot 10^4 \text{ kJ} \cdot \text{m}^{-3}$.

II-4.1 Calculer la puissance nécessaire de la chaudière.

II-4.2 en déduire le débit volumique en méthane du brûleur.

III – Electricité (8 points)

Pour le confort des usagers le gérant souhaite installer un dispositif de fermeture automatique des stores lorsque la luminosité devient trop importante.

III-1 Etude du circuit de commande.

Le montage suivant (**figure 1**) va permettre de fixer le seuil de luminosité pour lequel on souhaite fermer les stores.

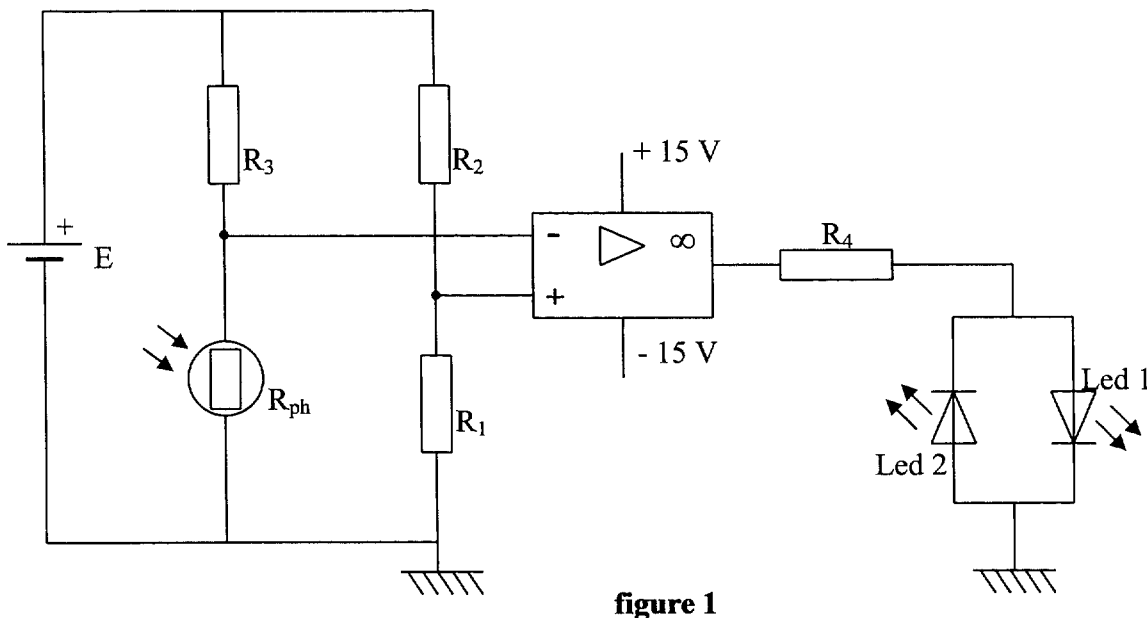


figure 1

L'amplificateur opérationnel, supposé parfait, est alimenté entre $-15 \text{ V}/+15 \text{ V}$. Ses tensions de saturation sont $+V_{\text{sat}} = +15 \text{ V}$ et $-V_{\text{sat}} = -15 \text{ V}$.

On note :

- U_E^+ la tension de l'entrée non inverseuse ;
- U_E^- la tension de l'entrée inverseuse ;
- $\varepsilon = U_E^+ - U_E^-$ la tension différentielle d'entrée ;
- $E = 9 \text{ V}$;
- $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$; $R_2 = 2 \text{ k}\Omega$; $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$; $R_4 = 1 \text{ k}\Omega$;
- Le composant sensible à la lumière est une photoresistance. Pour un éclairage maximum, la valeur de sa résistance R_{ph} est d'environ 400Ω et atteint $1 \text{ M}\Omega$ dans l'obscurité ;
- Les 2 LED en sortie de l'amplificateur opérationnel supportent une tension maximum de 5 V. La LED 1 émet dans le vert et la LED 2 dans le rouge.

BTS DOMOTIQUE	SUJET	Session 2005
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : DOPHY		Page 2/4

III-1.1 Quel est le mode de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel ?

III-1.2 Indiquer en fonction du signe de ε la valeur de la tension de sortie de l'amplificateur opérationnel.

III-1.3 Exprimer puis calculer la tension U_E^+ .

III-1.4 Exprimer puis calculer la tension U_E^- dans le cas d'un éclaircissement maximum, puis dans le cas de l'obscurité.

III-1.5 En déduire, dans chaque cas, le signe de la tension différentielle ε et la valeur de la tension de sortie U_S de l'amplificateur opérationnel.

III-1.6 Indiquer alors quelle LED émet dans chaque cas.

III-1.7 Préciser l'utilité du résistor R_4 à la sortie de l'amplificateur opérationnel.

III-2 Etude du fonctionnement.

Le basculement de l'amplificateur opérationnel ayant lieu pour l'éclaircissement souhaité, il reste à étudier le dispositif de commande de fermeture des stores. La tension de sortie U_S de l'amplificateur opérationnel va commander la bobine d'un relais qui permettra la mise en route du moteur.

On complète le montage précédent (**figure 2**) avec une diode D parfaite de tension de seuil $U_{seuil} = 0,6V$, d'un transistor NPN (coefficient d'amplification $\beta = 50$) et d'un relais.

Le circuit moteur, qui permettra de manœuvrer les stores, ainsi que les led ne sont pas représentés.

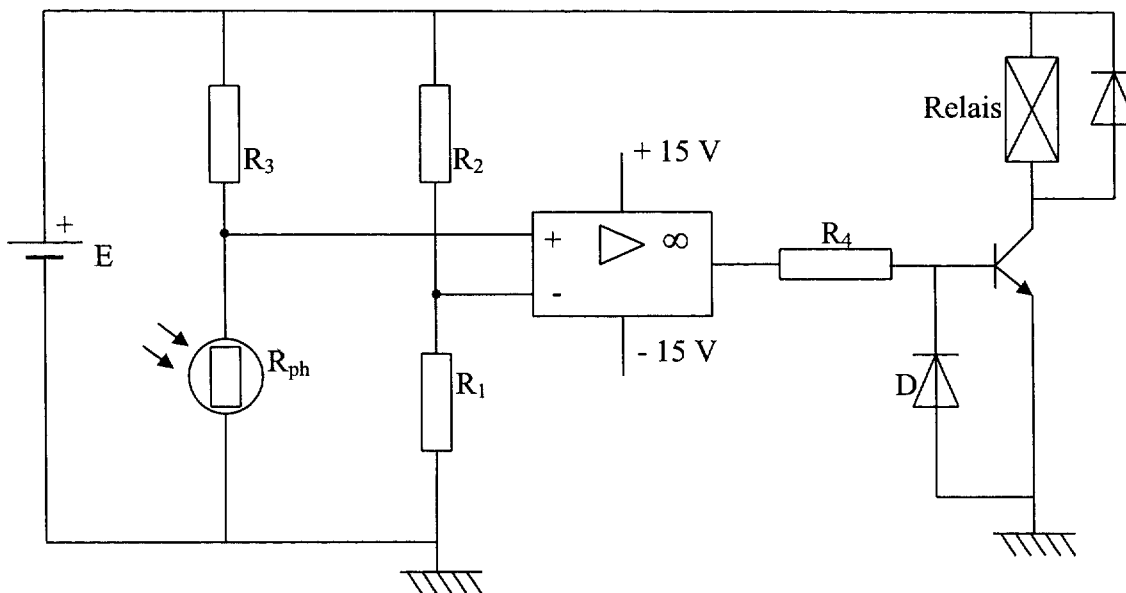


figure 2

BTS DOMOTIQUE	SUJET	Session 2005
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : DOPHY		Page 3/4

III-2.1 Cas d'un faible éclairnement (obscurité).

III-2.1.1 Rappeler la valeur de U_S . Que peut-on dire de l'état de la diode D (passant ou bloqué) ?

III-2.1.2 Quel est alors l'état de fonctionnement du transistor, et que peut-on dire du courant dans la bobine du relais ?

III-2.2 Cas d'un fort éclairnement.

III-2.2.1 Rappeler la valeur de U_S et indiquer l'état de la diode D.

III-2.2.2 En supposant que le transistor fonctionne en régime linéaire et en prenant une tension base-émetteur U_{BE} égale à 0,7 V, calculer l'intensité du courant dans la bobine du relais.

III-2.3 Lors du basculement, que peut-on dire des tensions aux bornes de R_1 et de R_{ph} ? En déduire la valeur de R_{ph} dans ce cas.

BTS DOMOTIQUE	SUJET	Session 2005
Epreuve U32 Sciences Physiques	Durée : 2 heures	Coefficient : 2
CODE : DOPHY		Page 4/4