

ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES

OPTION TECHNIQUES D'INGENIERIE ET EXPLOITATION DES EQUIPEMENTS

PARTIE 1 - OPTIQUE

**Les exercices A, B et C sont indépendants.
Aucune figure n'est à l'échelle.**

A - LA FIBRE OPTIQUE

Une fibre optique dite « à saut d'indice » est formée de deux milieux transparents coaxiaux d'indices n_1 et n_2 . Elle est représentée, en coupe, ci-dessous :

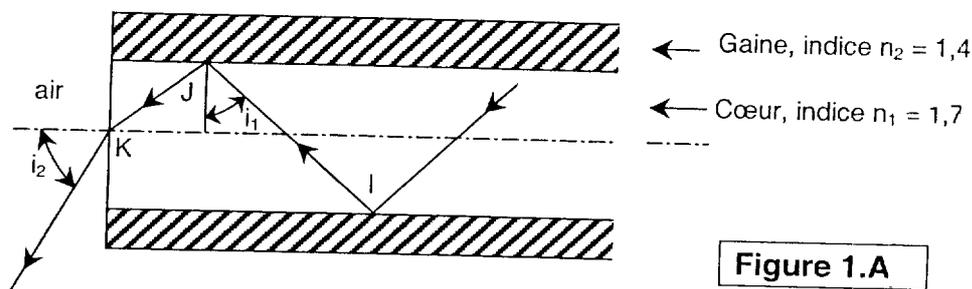


Figure 1.A

De telles fibres, réunies en faisceau, peuvent servir à éclairer de petits objets. Un rayon arrive de la source et, par réflexions successives en I, en J, ..., ressort en K dans l'air.

- 1.1 - Calculer la valeur de l'angle limite $i_{1 \text{ lim}}$ pour laquelle il y a réflexion totale en J.
- 1.2 - Calculer, dans ce cas, la valeur de $i_{2 \text{ lim}}$.

B - ETUDE PHOTOMETRIQUE D'UN PROJECTEUR

Un projecteur est constitué d'une lampe halogène L et d'un réflecteur R. Un petit disque opaque D arrête les rayons directs envoyés par L vers l'écran E. Le faisceau divergent émis par ce projecteur forme un tronc de cône d'angle au sommet $\alpha = 40^\circ$ et le réflecteur a une section circulaire dont le diamètre AB vaut 10 cm (voir **figure 1.B**).

Le projecteur consomme une puissance électrique $P_{\text{elec}} = 300 \text{ W}$ et sa lampe L a une efficacité lumineuse $e = 30 \text{ lm} \cdot \text{W}^{-1}$.

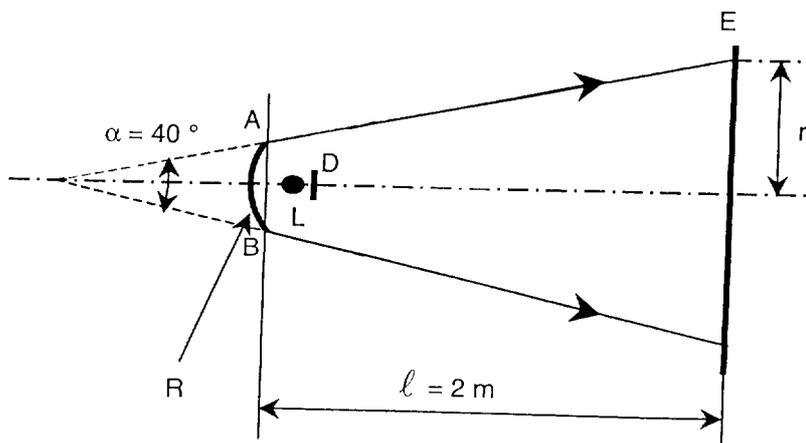


Figure 1.B

1.3 - Calculer le flux ϕ émis par le projecteur, sachant que l'énergie absorbée par le disque est négligeable.

1.4 -

1.4.1 - Montrer que la surface éclairée de l'écran a un rayon $r = \frac{AB}{2} + \ell \cdot \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$.

1.4.2 - Calculer r et en déduire la section (notée S) du faisceau sur l'écran.

1.5 - Calculer la valeur de l'éclairement moyen (noté E_{m1}) sur l'écran.

1.6 - La lampe L fournit une lumière de température de couleur $T_1 = 3200$ K. On place sur le projecteur un filtre bleu dont la notice indique les caractéristiques :

- densité optique : 0,5

- valeur **absolue** de la correction : $\Delta M = 131 \text{ MK}^{-1}$ (ou Mireds).

1.6.1 - Lorsque ce filtre est placé devant le projecteur, quelle est la température de couleur T_2 ?

On rappelle que $\Delta M = 10^6 \cdot \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$.

1.6.2 - Calculer la nouvelle valeur de l'éclairement (noté E_{m2}) reçu par l'écran.

C - LENTILLE CONVERGENTE

On considère une lentille convergente L_1 de distance focale image $f' = 30$ mm, munie d'un diaphragme \emptyset de diamètre $d = 15$ mm, et un objet ponctuel A situé à 90 mm en avant de O (voir figure 1.C).

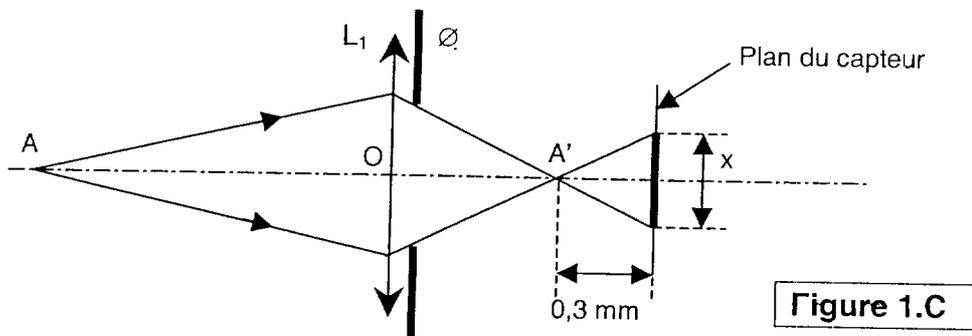


Figure 1.C

1.7 - A' étant l'image de A donnée par L_1 , calculer la distance OA' .

1.8 - Par une légère imprécision dans la mise au point, le capteur ne se trouve pas exactement en A' , mais légèrement en arrière à 0,3 mm.

Calculer le diamètre x du disque lumineux formé sur le capteur.

1.9 - Pour que ce disque soit perçu par l'œil (et interprété par le cerveau) comme un point, x ne doit pas dépasser 0,02 mm. Qu'en concluez-vous quant à l'aspect de l'image formée ?

1.10 - Calculer la valeur minimale à donner au nombre d'ouverture N pour réaliser cette condition sur x .

On rappelle que $N = \frac{f'}{d}$ où d est le diamètre du diaphragme. Justifier la valeur normalisée $N = 11$ choisie par l'opérateur.

PARTIE 2 - ACOUSTIQUE : ANALYSE SPECTRALE D'UN BRUIT NORMALISE

Un générateur émet un bruit blanc de niveau d'intensité sonore L_1 mesuré au sonomètre à 1 m ; $L_1 = 100$ dB. Ce signal sonore couvre un domaine de fréquences comprises entre 22,4 Hz et 22,4 kHz.

2.1 - Généralités

2.1.1 - Donner la définition d'un bruit blanc. Représenter $L_1 = g(f)$ liant le niveau d'intensité sonore L_1 à la fréquence f .

2.1.2 - Calculer le niveau d'intensité sonore mesuré à 5 m.

2.2 - Un analyseur à Δf constant comporte des fenêtres d'analyse de largeur constante.

2.2.1 - Calculer l'intensité sonore détectée (à 1 m) par chaque canal d'un analyseur comportant 200 canaux. On rappelle que la référence $I_0 = 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

2.2.2 - Calculer le niveau d'intensité sonore correspondant et construire l'allure du profil spectral $L_1 = g(f)$ livré par l'analyseur.

PARTIE 3 - ELECTRONIQUE

Les parties A et B sont indépendantes.

A - ETUDE DE LA REPARTITION DES SIGNAUX AUDIO DANS LES ENCEINTES D'ECOUTE EN POST PRODUCTION

L'étude est faite en régime sinusoïdal. Les grandeurs instantanées sont représentées sous la forme v ; la notation complexe est utilisée et les grandeurs complexes sont représentées sous la forme \underline{V} .

3.1 - Le schéma général de la structure utilisée est fourni, pour information, dans le **document Elec1**.

3.1.1 - Les 2 amplificateurs opérationnels AOP 1 et AOP 2 fonctionnent **en régime linéaire d'amplification**.

Les 2 entrées différentielles des amplificateurs opérationnels AOP 1 et AOP 2 sont repérées respectivement par (E1, E2) et (E3, E4).

Recopier et compléter le tableau ci-dessous en y plaçant les signes « + » ou « - » repérant respectivement l'entrée non inverseuse et l'entrée inverseuse. Justifier vos réponses.

	E1	E2	E3	E4
indiquer le signe				

3.1.2 - Rappeler la valeur de la tension d'entrée différentielle u_d de ces AOP.

3.2 - Etude de l'étage alimentant le « WOOFER » : sous-ensemble repéré A sur le **document Elec 1**.

3.2.1 - Soit le schéma suivant représentant une partie de cet étage : voir **figure 3.A**.

NB : L'amplificateur opérationnel AOP 3 fonctionne en régime d'amplification linéaire.

Aux fréquences d'utilisation, l'impédance du condensateur C_1 peut être considérée comme nulle. C_1 n'apparaît donc pas sur le schéma **figure 3.A**.

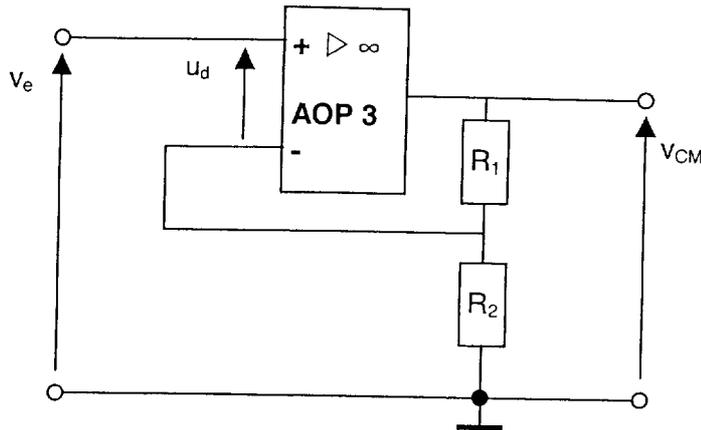


Figure 3.A

- 3.2.1.1 - Exprimer \underline{V}^+ en fonction de \underline{V}_e .
 3.2.1.2 - Exprimer \underline{V}^- en fonction de \underline{V}_{CM} , R_1 et R_2 .
 3.2.1.3 - En déduire \underline{V}_{CM} en fonction de \underline{V}_e , R_1 et R_2 .

3.2.2 - Soit le schéma suivant représentant l'autre partie de cet étage : **figure 3.B.**

NB : L'amplificateur opérationnel AOP 4 fonctionne en régime d'amplification.

Aux fréquences d'utilisation, l'impédance du condensateur C_2 peut être considérée comme nulle. C_2 n'apparaît donc pas sur le schéma : **figure 3.B.**

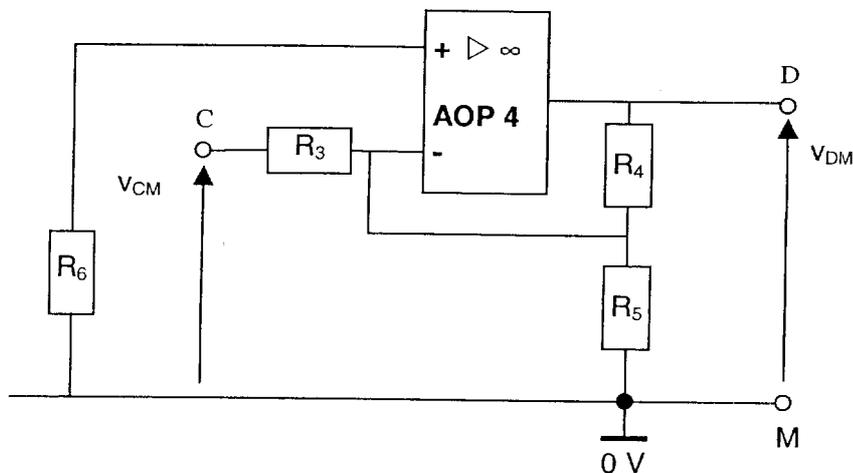


Figure 3.B

L'étude de cet étage se fait en négligeant le courant dans la résistance R_6 donc $\underline{V}^+ = 0$ V.

- 3.2.2.1 - Exprimer \underline{V}^- en fonction de \underline{V}_{CM} , \underline{V}_{DM} , R_3 , R_4 et R_5 .
 3.2.2.2 - En déduire l'expression de \underline{V}_{DM} en fonction de \underline{V}_{CM} , R_3 et R_4 .
 3.2.3 - A partir des résultats précédents, montrer que l'expression de la tension aux bornes du « WOOFER », peut s'écrire : $\underline{V}_{CD} = \underline{V}_e (1 + R_4 / R_3) (1 + R_1 / R_2)$.
 3.2.4 - Calculer l'amplification en tension $\underline{A}_V = \underline{V}_{CD} / \underline{V}_e$ en prenant :
 $R_2 = 680 \Omega$; $R_1 = R_3 = R_4 = 22 \text{ k}\Omega$.

3.2.5 - Cette configuration de l'alimentation d'un haut parleur s'appelle « bridge » : elle permet d'appliquer aux bornes du haut parleur une tension crête à crête $V_{CD.C-C} = 60\text{ V}$ au lieu de 30 V en configuration normale.

3.2.5.1 - Ce « bridge » permet donc d'obtenir une puissance P , 4 fois supérieure à celle de la configuration « normale ». Justifier.

3.2.5.2 - Montrer que la puissance électrique maximale théorique P_{\max} que devra supporter le « WOOFER », d'impédance relative 8 ohms , en configuration bridge, est : $P_{\max} = 56,25\text{ W}$.

3.3 - Etude du réglage du volume du « woofer » : Sous-ensemble repéré B sur le **document Elec 1**.
Ce sous-ensemble est représenté ci-dessous : voir **figure 3.C**

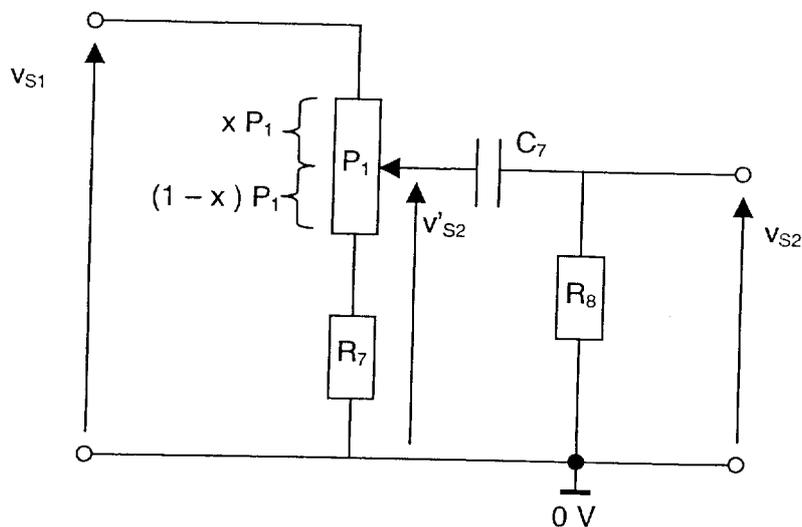


Figure 3.C

NB : Aux fréquences d'utilisation, le rôle de l'ensemble (C_7, R_8) peut être négligé. On pourra donc écrire $\underline{V}_{S2} = \underline{V}'_{S2}$.

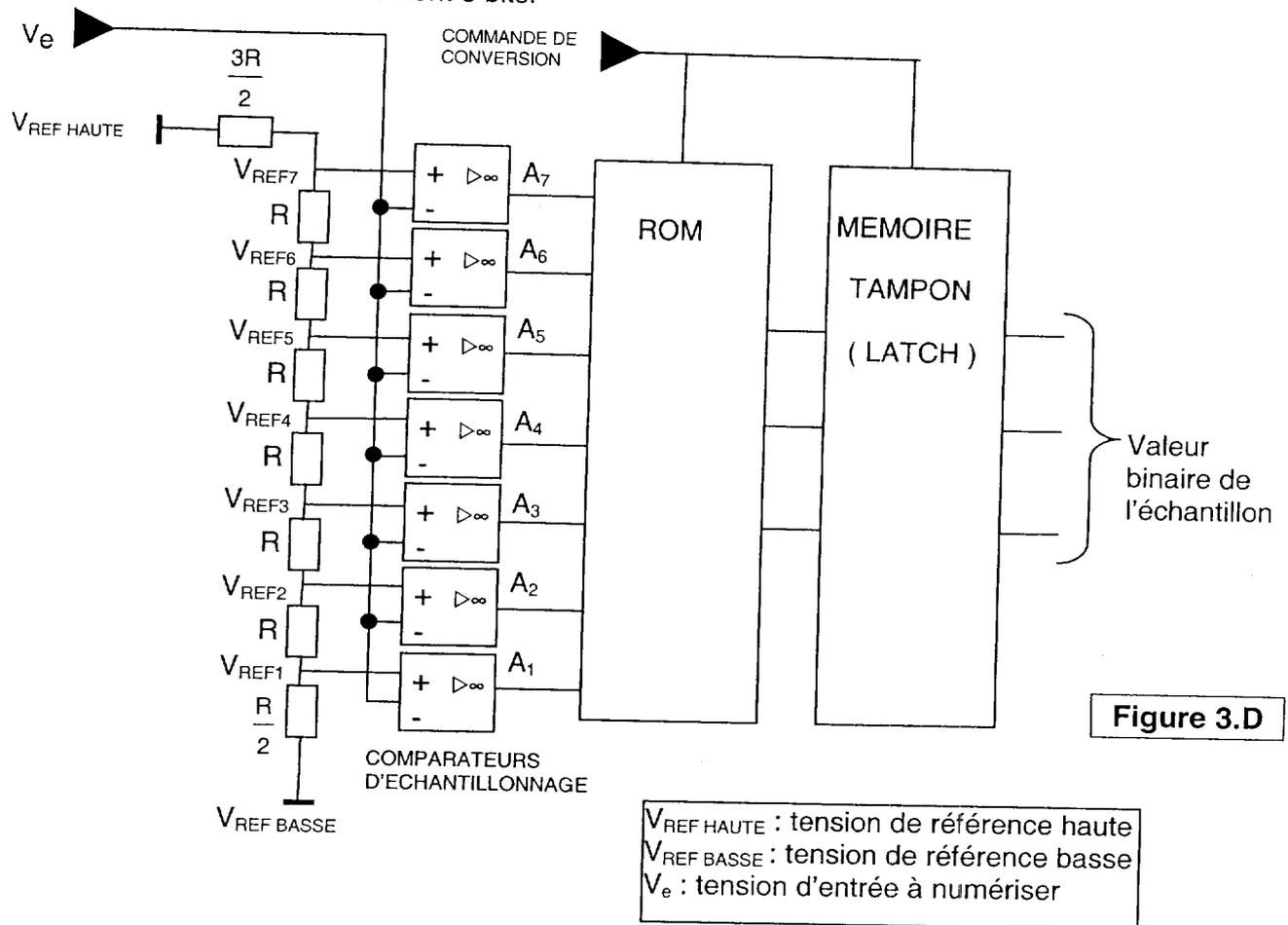
3.3.1 - Exprimer alors \underline{V}_{S2} en fonction de \underline{V}_{S1} , R_7 , P_1 et de la fraction de piste x variant entre 0 et 1.

Les valeurs des résistances sont les suivantes : $R_7 = 5,6\text{ k}\Omega$; $P_1 = 200\text{ k}\Omega$.

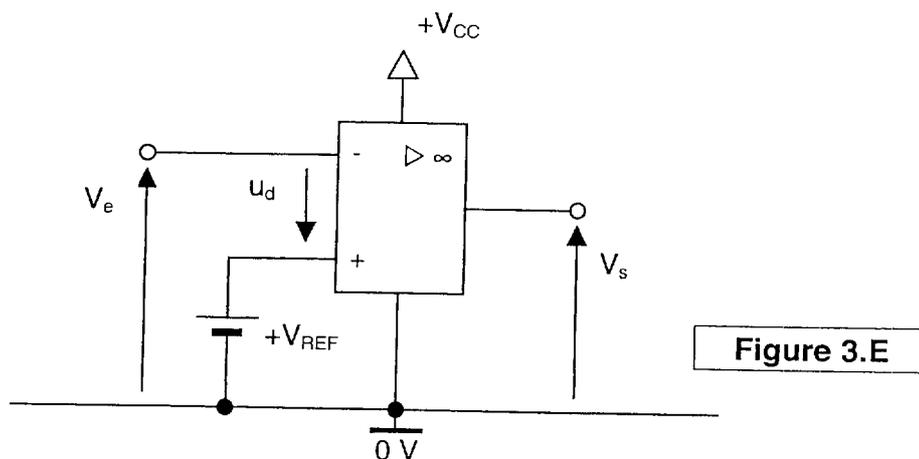
3.3.2 - Montrer que le rapport $\underline{V}_{S2} / \underline{V}_{S1}$ varie de $1,0$ à $2,7 \cdot 10^{-2}$.

B - ETUDE DU CA/N DU TBC (Time Base Corrector) DU « CHROMA KEYER »

Le schéma ci-dessous (Figure 3.D) représente le schéma de principe d'un convertisseur A/N de type flash avec une résolution de seulement 3 bits.



3.4 - Etude d'un montage « comparateur d'échantillonnage » : Figure 3.E.



Remarques : Il est à noter que l'AOP est alimenté entre $+V_{CC}$ et $0V$.
 V_{REF} veut dire tension de référence.

3.4.1 - Donner les 2 valeurs possibles de la tension de sortie V_s .

3.4.2 - Pour quelle valeur de la tension d'entrée V_e la tension de sortie V_s bascule-t-elle ?

3.4.3 - Représenter la caractéristique de transfert $V_s (V_e)$ du montage « comparateur » donné **Figure 3.E** pour $0 \leq V_e \leq V_{CC}$.

3.4.4 - Dans quel ordre sont effectuées les opérations d'échantillonnage et de quantification dans le convertisseur de type « flash » (voir **Figure 3.D**) ?

3.5 - Etude des valeurs des tensions de basculement des comparateurs :

3.5.1 - Donner l'expression littérale de la tension de basculement V_{REF1} du comparateur d'échantillonnage dont la sortie est notée A_1 en fonction de $V_{REF\ HAUTE}$ et $V_{REF\ BASSE}$.

3.5.2 - En déduire les 6 autres valeurs des tensions de basculement notées $V_{REF2}, \dots, V_{REF7}$.

3.5.3 - En prenant $V_{REF\ HAUTE} = 8\text{ V}$, $V_{REF\ BASSE} = 0\text{ V}$ et $R = 10\text{ k}\Omega$, calculer ces tensions de basculement.

3.5.4 - Pour une tension d'entrée à numériser de $5,2\text{ V}$, donner la valeur binaire des sorties des comparateurs d'échantillonnage de A_1 à A_7 .

3.6 - Ces valeurs binaires viennent indexer l'adressage de la mémoire ROM qui délivrera le code binaire naturel correspondant à la conversion numérique analogique. Dans la suite, on considèrera que le convertisseur a une résolution **de 6 bits**.

3.6.1 - Que signifie le terme « ROM » ?

3.6.2 - Un autre type de mémoire, appelé « RAM », existe. Que signifie le terme « RAM » ?

3.6.3 - Justifier ici l'utilité d'une mémoire ROM et non d'une mémoire RAM.

3.6.4 - Quelle doit être la capacité de cette mémoire ?

3.6.5 - En prenant $V_{REF\ HAUTE} = 8\text{ V}$ et $V_{REF\ BASSE} = -8\text{ V}$, calculer la valeur du quantum en gardant une résolution de 6 bits ?

