

ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES

OPTION METIERS DE L'IMAGE

PARTIE 1 - OPTIQUE

**Les exercices A, B, C et D 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 :

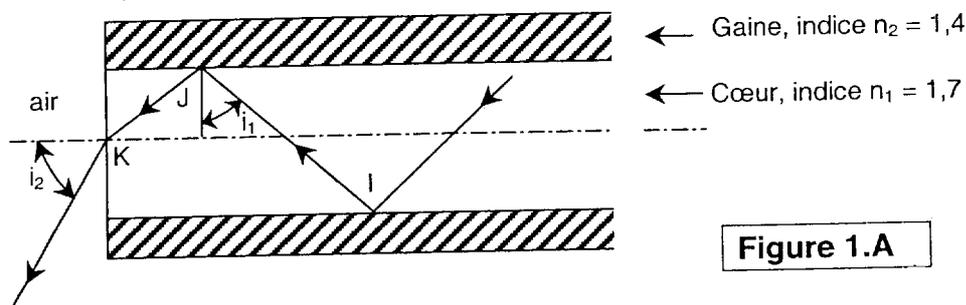


Figure 1.A

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 $l_{2 \text{ lim}}$.

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 $e = 30 \text{ lm} \cdot \text{W}^{-1}$.

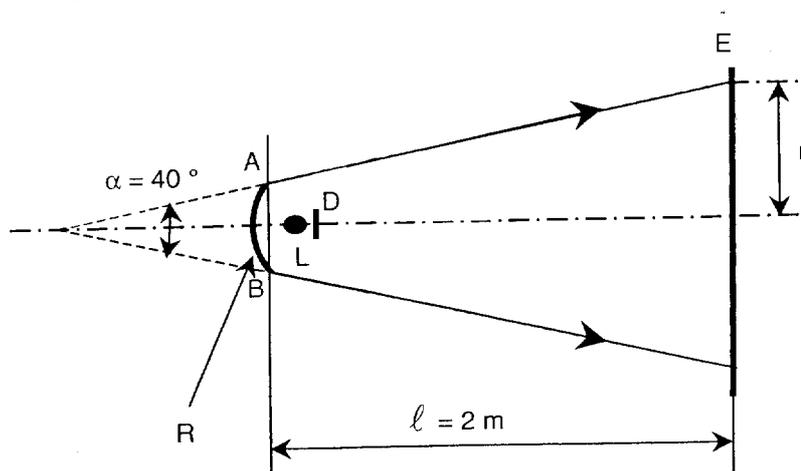


Figure 1.B

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).

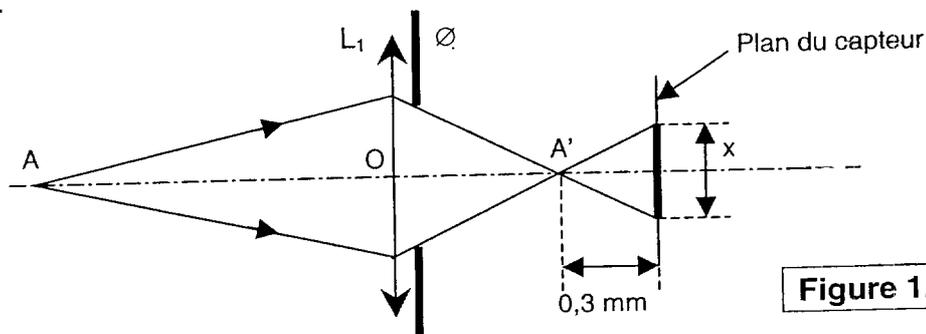


Figure 1.C

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.

D - PRINCIPE D'UN ZOOM

On se propose de montrer comment les opticiens ont eu l'idée de fabriquer des zooms.

On considère le dispositif représenté sur la **figure 1.D**.

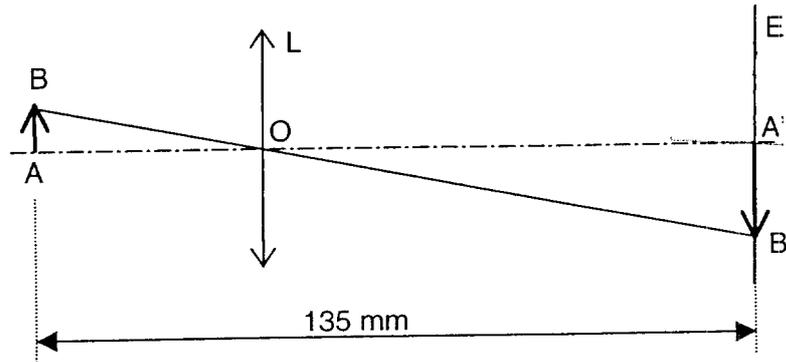


Figure 1.D

L'objet AB et l'écran E resteront fixes dans tout l'exercice et distants de 135 mm.

1.11 - En déplaçant une lentille convergente L de distance focale image $f' = 30$ mm entre AB et E, on remarque qu'il existe deux positions p_1 et p_2 de la lentille qui donnent, sur l'écran E, une image A'B' nette de l'objet AB.

1.11.1 - Exprimer $\overline{AA'}$ en fonction de \overline{OA} (noté p) et de $\overline{OA'}$ (noté p').

1.11.2 - On se propose de calculer les valeurs de p_1 et p'_1 d'une part, et de p_2 et p'_2 d'autre part, correspondant aux deux positions de L donnant une image nette sur E.

1.11.2.1 - Montrer que p_1 et p_2 (exprimés en mm) sont solutions de l'équation $p^2 + 135p + 4050 = 0$.

1.11.2.2 - Calculer les valeurs numériques de p_1 , p'_1 , p_2 et p'_2 .

1.11.2.3 - Calculer les grossissements γ_1 et γ_2 dans ces deux cas.

Vous venez de vérifier qu'il existe deux positions de la lentille pour lesquelles l'image est nette. Vous allez maintenant étudier le cas où cette lentille occupe une position intermédiaire.

1.12 - On place maintenant L entre ces deux positions particulières, par exemple à 70 mm de AB.

1.12.1 - Calculer la nouvelle position p'_3 de l'image A'B'.

1.12.2 - Calculer sa distance d' par rapport à l'écran.

1.12.3 - Justifier **qualitativement** le flou qui apparaît sur l'écran.

L'apport d'une lentille supplémentaire permet de corriger le défaut mis en évidence dans la partie 1.12.

1.13 - On imagine alors d'associer une seconde lentille L_2 qui compensera l'action de la première L_1 et maintiendra l'image finale A' en permanence sur l'écran E . Les mouvements des deux lentilles L_1 et L_2 sont synchronisés : c'est le principe du zoom à compensation mécanique.

L_1 est une lentille divergente de distance focale image $f'_1 = -30$ mm, L_2 est convergente et de distance focale f'_2 de 30 mm et la distance $O_1O_2 = a = 30$ mm.

Le chemin suivi par le rayon venant de $-\infty$ est représenté sur le schéma de principe ci-dessous (échelle non respectée).

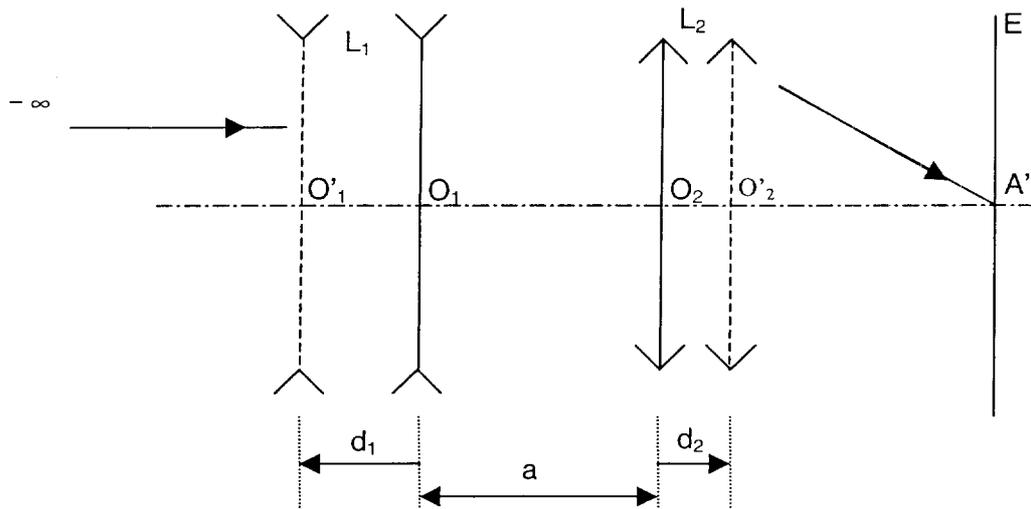


Figure 1.E

1.13.1 - Calculer la distance O_2A' et compléter le trajet du rayon sur le **document réponse**.

1.13.2 - Avec le même rayon incident, arrivant toujours parallèle à l'axe, on avance la lentille L_1 de $d_1 = 20,00$ mm vers la gauche. On montre qu'il faut alors déplacer L_2 vers la droite d'une distance $d_2 = 16,46$ mm pour obtenir à nouveau l'image finale A' exactement sur l'écran.

Calculer la distance focale f' du système $\{L_1-L_2\}$ dans ces deux configurations.

On utilisera la formule de Gullstrand :
$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{f'_1} + \frac{1}{f'_2} - \frac{a}{f'_1 \cdot f'_2}$$

1.13.3 - Justifier qu'un objectif à focale variable a bien été réalisé.

Ce type de zoom est utilisé en photo et dans des projecteurs de « poursuite ».

Académie :

Session :

Examen ou Concours

Série* :

Spécialité/option* :

Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :

NOM :

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms :

N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

Né(e) le :

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

Repère : MVISP Session : 2004

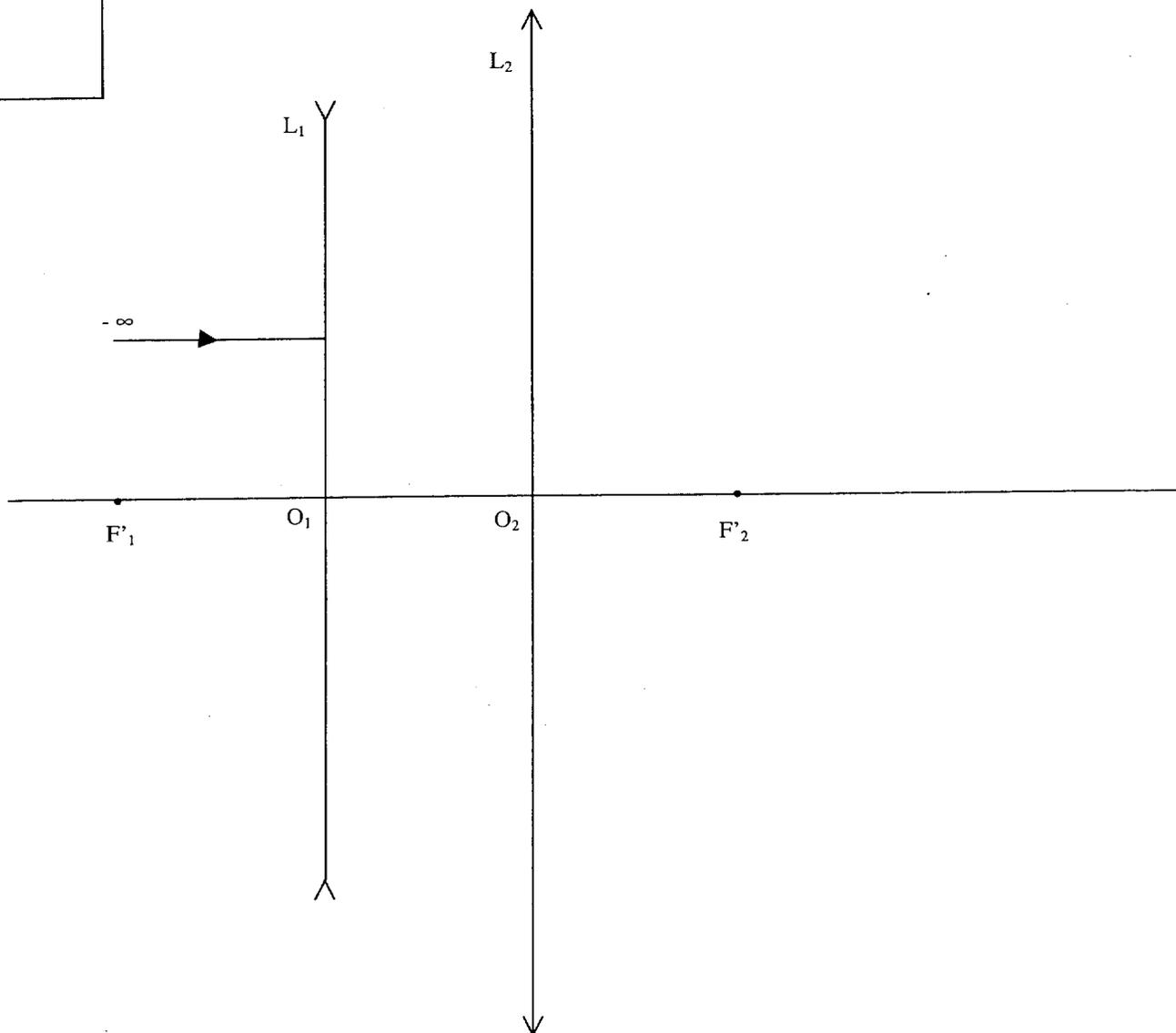
Durée : 3 H

Page : 5/9

Coefficient : 2

DOCUMENT RÉPONSE

(à rendre obligatoirement avec la copie)



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 : 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**.

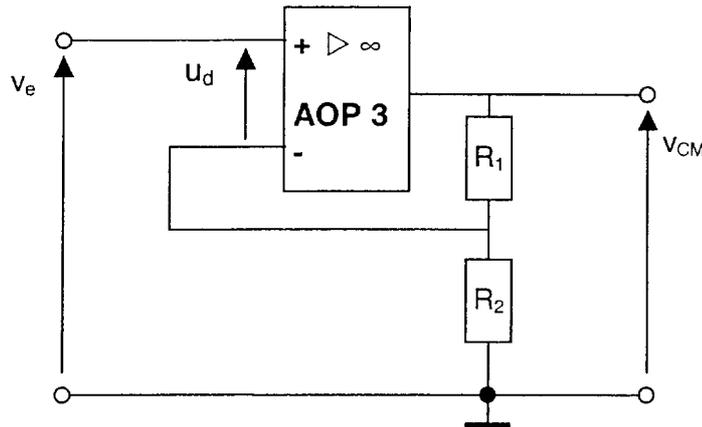


Figure 3.A

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**.

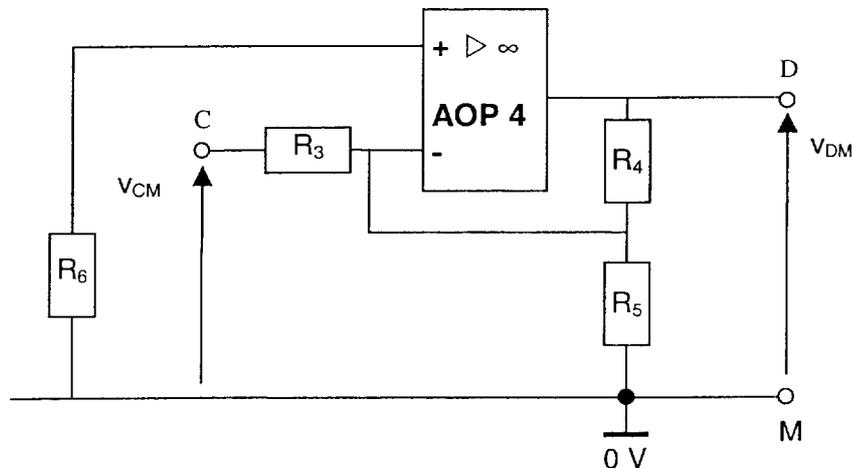


Figure 3.B

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

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**

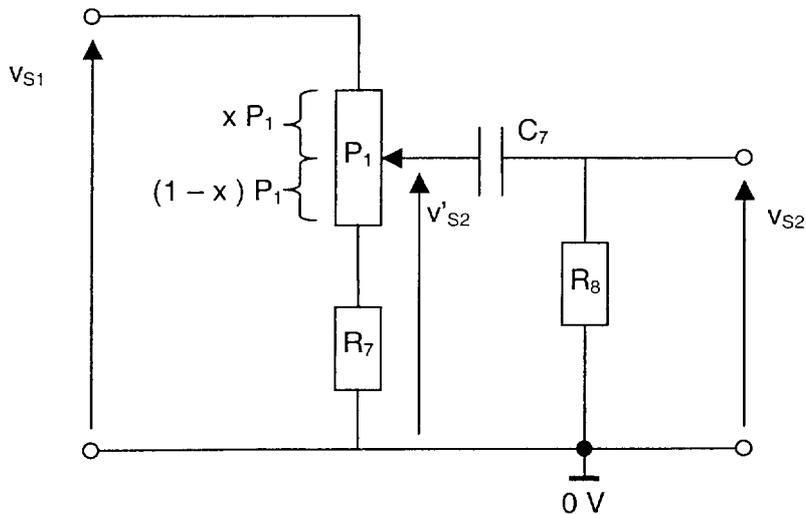


Figure 3.C

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 $2,7 \cdot 10^{-2}$.

