Banque PT, France

Session 2009, filière PT

Physique A

Durée : 4 heures

Ce que traite le sujet

- Partie A, I et II : champ magnétique et four à induction
- Partie A, III : alimentation électrique du four
- Partie B : effets thermiques dans les câbles d'alimentation
- Partie C : règle de Scheimpflug
- Partie D, I à III : capteur PSD et conditionneur
- Partie D, IV : capteur par triangulation

Sujet reproduit sans retouche à partir de la page suivante.

Résumé des parties, chapitres de cours liés et autres années :
prepahelp.com/annales/banque-pt/pt/2009/physique-a

Prepa Help ne revendique aucun droit sur le sujet, propriété de l'organisateur du concours.

F32N

BANQUE PT
PHYSIQUE & TECHNOLOGIE

Epreuve de Physique A

Durée 4 h

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, d'une part il le signale au chef de salle, d'autre part il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en indiquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre.

L'usage de calculatrices est autorisé.

La **présentation**, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la **rédaction, la clarté et la précision** des raisonnements entreront pour une **part importante** dans **l'appréciation des copies**. En particulier, les résultats non justifiés ne seront pas pris en compte.

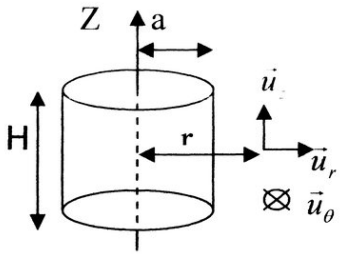
Le sujet comprend quatre parties (A, B, C, D) sur 12 pages.

Toutes les parties sont indépendantes.

Les résultats de chaque question seront encadrés, ou, à la demande de l'énoncé, présentés dans des tableaux.

Partie A : Four à induction (35 % du barème)

I- Distributions orthoradiales de courant électrique.



On cherche à déterminer le champ magnétique créé par diverses distributions orthoradiales de courant électrique continu circulant dans un cylindre de rayon a et de hauteur H.
On suppose que a est très petit devant H (a<<H) ; de ce fait :

- on négligera les effets de bords (ce qui revient à considérer le cylindre comme illimité dans la direction Z).
- Le champ magnétique $\vec{B}_{ext}$ à **l'extérieur du cylindre est nul**.

On utilisera les coordonnées cylindriques (r, θ , z) et la base ($\vec{u}_r, \vec{u}_\theta, \vec{u}_z$).

Dans toute la suite, on considérera que les propriétés électromagnétiques de l'air sont identiques à celles du vide.

Les données sont : a, H et la perméabilité du vide μ_0 .

I-1°) Distribution volumique orthoradiale de courants

Le courant électrique circule dans le cylindre ; la densité de courant volumique en un point M (r, θ , z) intérieur au cylindre est : $\vec{j}_1 = \alpha.r.\ \vec{u}_\theta$; elle n'est donc pas uniforme.

Cette distribution crée, au point M, le champ magnétique $\vec{B}_1$.

a- par des considérations qualitatives précises, déterminer :

a.1 – la direction de $\vec{B}_1$.

a.2 – la (ou les) coordonnée(s) dont dépend la valeur algébrique B_1 de ce champ.

b- par application du théorème d'Ampère, déterminer B_1 en fonction de α, r et des données, pour tout r inférieur ou égal au rayon a .

I-2°) Distribution surfacique orthoradiale.

A présent, le courant électrique ne circule que sur la surface latérale du cylindre, l'intérieur étant « vide ». Il est caractérisé par le vecteur densité de courant surfacique $\vec{j}_s = j_s.\ \vec{u}_\theta$, j_s étant uniforme et constant.

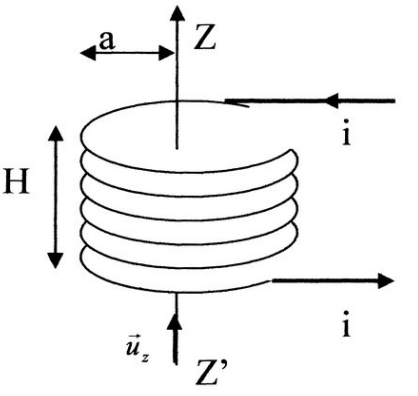
Cette distribution crée, à l'intérieur, le champ $\vec{B}_0$ (rappelons que $\vec{B}_{ext}$ est nul).

a- Montrer qu'un champ uniforme $\vec{B}_0$ satisfait aux équations de Maxwell à l'intérieur du cylindre.

b- rappeler les relations de passage relatives aux composantes du champ magnétique à une interface.

c- en déduire l'expression de $\vec{B}_0$

II- Four à induction.



Il est constitué d'une bobine cylindrique formée de N spires régulièrement espacées, de rayon a, réparties sur une couche de hauteur H noyée dans une matrice réfractaire.
Un courant électrique d'intensité $i = I_m.\cos(\omega t)$ circule dans chaque spire.

On se place dans le cadre d'un régime électromagnétique quasi stationnaire : les expressions des champs trouvées à la question I- restent valables.

II-1°) champ magnétique à l'intérieur du four « vide »

On assimile cette distribution de courant formée par les N spires à une distribution surfacique ortho radiale de courant, de densité surfacique $\vec{j}_s = j_s.\vec{u}_\theta$, j_s étant uniforme.

Les données sont : N,i,H,a, μ_0 .

a- Evaluer j_s en fonction de i, N et H.

b- α- déterminer le champ magnétique $\vec{B}_0$ à l'intérieur.

β-on met sa valeur algébrique sous la forme Bo = K. $I_m.\cos(\omega t)$; donner l'expression de K.

II-2°) terme principal du champ électromagnétique du four « chargé ».

L'intérieur de la bobine est complètement rempli du matériau non ferreux à fondre.
Dans la suite, on fera les hypothèses suivantes :

- Ce matériau est conducteur électrique : il obéit localement à la loi d'Ohm avec la conductivité électrique γ constante et uniforme.
- Les champs électrique et magnétique dans le matériau obéissent aux mêmes équations de Maxwell que dans le vide sauf la relation de Maxwell-Ampére qui s'écrit : $\vec{rot}(\vec{B}) = \mu_0.\left[\vec{j} + \varepsilon_0.\frac{\partial \vec{E}}{\partial t}\right]$
- On est en régime électromagnétique quasi stationnaire.
- On néglige le champ magnétique crée par les courants induits, de sorte que le champ magnétique dans le matériau vaut $\vec{B}_0$ (avec Bo = K. $I_m.\cos(\omega t)$ trouvé en II-1°b) .

Les données sont : K, a, H, I_m, γ et ω.

a- On cherche le champ électrique induit en un point M du matériau à la distance r de l'axe de la bobine sous la forme $\vec{E}_1 = E_1(r,t).\vec{u}_\theta$.

A l'aide de la loi de Faraday, trouver $E_1(r,t)$ en fonction de r, t et des données.

b- Rappeler la loi locale d'Ohm.

En déduire l'expression de la densité volumique de courant induit ($\vec{j}_1$) au point M.

II-3°) puissance transférée.

a- Donner l'expression de la puissance volumique locale P_v cédée par le champ électrique aux porteurs de charge.

b- Evaluer la puissance instantanée totale transférée au matériau conducteur contenu dans le four.

c- En déduire la puissance moyenne P (on donnera l'expression en fonction des données et du volume V occupé par le matériau) .

d- On évalue les fuites énergétiques par rayonnement à $\eta = 15\%$ de l'énergie requise pour la fusion. Déterminer littéralement puis calculer numériquement la durée t_f de cette fusion ; on donne :

- f=4000Hz ; I_m = 150A ; K = 10^{-5} T.A^{-1} ; a = 15 cm ; $\gamma = 1{,}6.10^6$ S/m ;
- l'enthalpie massique de fusion du matériau est $\Delta_{fus}h$ = 350 kJ/kg ;
- Au départ, le matériau est solide à la température de fusion ; sa masse est M=80kg et il occupe un volume V = 0,03m^3 supposé quasi invariant pendant toute la fusion.

III) Alimentation électrique du four à induction.

III-1°) transfert de puissance à un dipôle inductif.

On maintient une tension $u = U_m .\cos(\omega t)$ aux bornes d'une bobine inductive de résistance R et d'auto-inductance L. L'intensité du courant électrique est alors : $i = I_m.\cos(\omega t+\phi)$.

Les données sont : L, R, U_m. Pour les applications numériques, on prendra :
$R = 100\Omega$; $L\omega = 400\ \Omega$ lorsque $f = 4000$ Hz ; $U_m = 1{,}50$V .

a- déterminer littéralement :

- α– L'amplitude I_m et la valeur efficace I , en fonction de ω et des données ;
- β– la puissance électrique moyenne P transférée à la bobine ;
- γ– la valeur maximale P_{max} de P, pour R, L et U_m fixés ;
- δ - le taux de transfert de puissance TP = $\dfrac{P}{P_{max}}$

b- calculer numériquement la valeur de TP pour la fréquence f = 4000 Hz.

III-2°) amélioration du transfert de puissance.

On ajoute un condensateur de capacité C en série avec la bobine précédente.
Cet ensemble est alimenté par la tension précédente $u = U_m .\cos(\omega t)$.

a- donner l'expression littérale du taux de transfert TP, P_{max} étant le même qu'en III-1-a.

b- α– établir l'expression littérale de la valeur Co de C permettant un transfert optimal de puissance électrique à la bobine, à la fréquence imposée f = 4000 Hz.
β– calculer numériquement Co et TP(Co). Conclure.

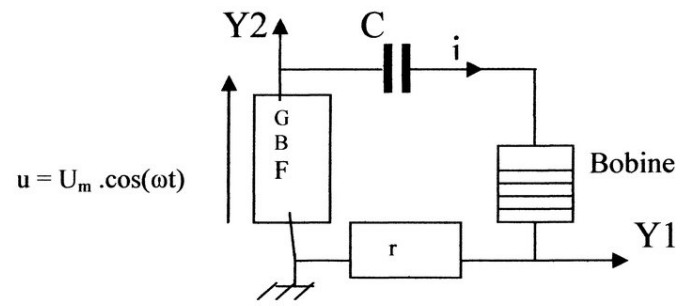
c- tracer, après une étude asymptotique, une représentation graphique de TP en fonction de C.

d- lorsque C=Co, donner l'expression littérale de I_m et ϕ.

III-3°) Introduction d'une charge non ferreuse dans la bobine.

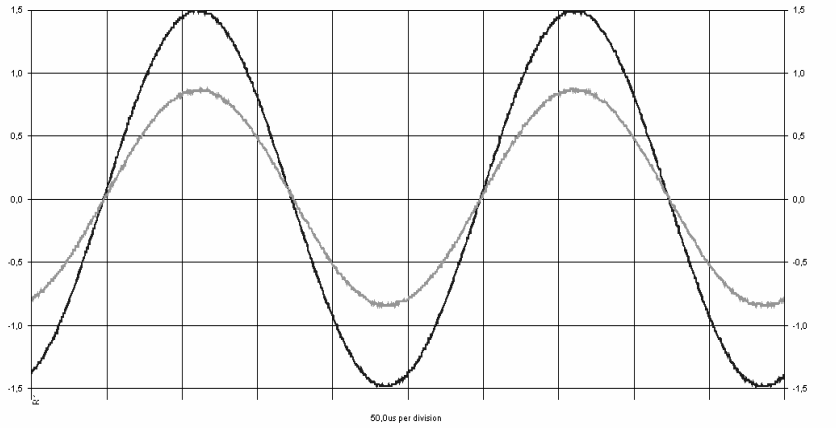
On réalise le circuit ci contre:
U_m=1,500V
r =30Ω;
f = 4000 Hz

La sensibilité verticale sur les deux voies est de 0,5 V/division.



a- La bobine étant « vide », on règle la valeur de la capacité à C = 37,5nF pour obtenir l'oscillogramme n°1 (rappel : Vpp est la tension crête à crête). Déduire de l'oscillogramme n°1 les valeurs, lorsque la bobine est « vide », de la résistance R_v de cette bobine et de son inductance « à vide » L_v.

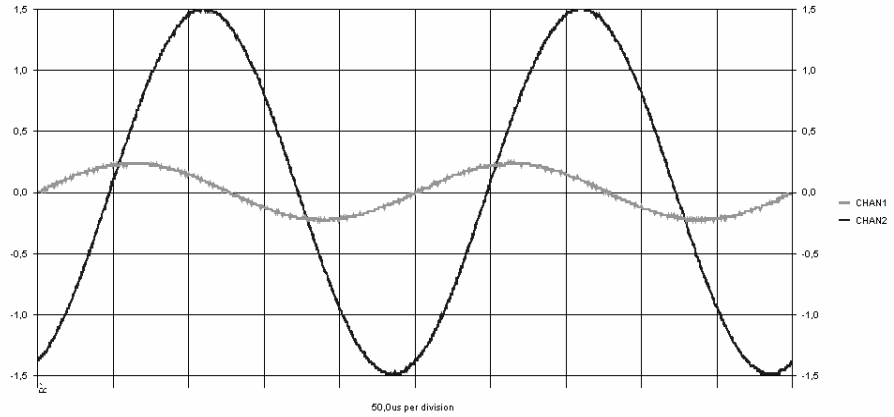
b- On insère un morceau d'aluminium (substance non ferreuse) dans la bobine ; on observe alors un décalage des courbes (oscillogramme n°2).
Déterminer le déphasage de i par rapport à u.



Oscillogramme n° 1

Vpp(1) = 1,734V ;
Vpp(2) = 3,000V ;
f = 4000Hz

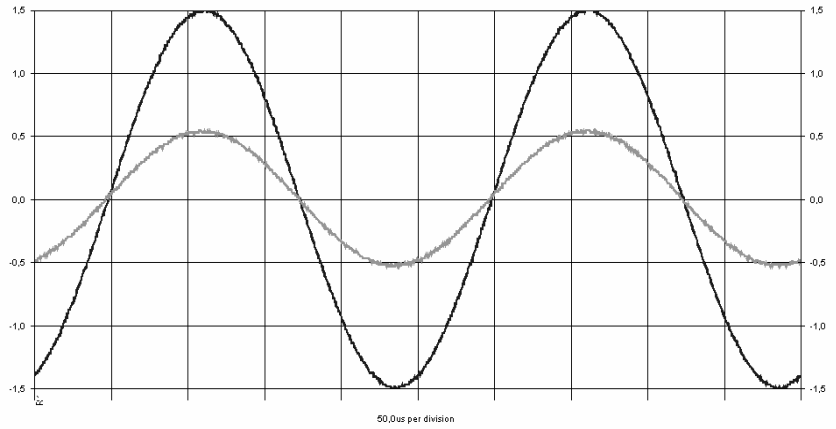
base de temps:
50µs/division



Oscillogramme n°2

Vpp(1) = 0,470V ;
Vpp(2) = 3,000V ;
f = 4000Hz

base de temps:
50µs/division



Oscillogramme n° 3

Vpp(1) = 1,078 V ;
Vpp(2) = 3,000 V
f = 4000 Hz
base de temps:
50µs/division

c- Pour obtenir l'oscillogramme n°3, on doit faire passer la capacité à la valeur C' = 43,7 nF. Déterminer, lorsque la bobine contient un morceau d'aluminium, les valeurs de sa résistance R_c et de son inductance L_c .

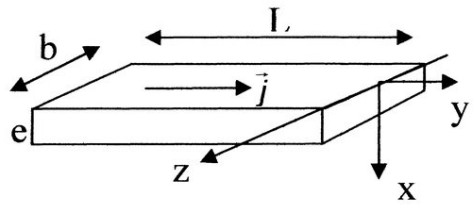
III-4°) pilotage du four à induction.

La charge mise à fondre dans le four change les paramètres électriques R et L de ce four; en particulier, l'inductance L baisse en cours de chauffe.
On désire que le four travaille constamment à puissance optimale.
Dans la pratique, on choisit C de manière à optimiser le transfert de puissance « à froid », puis on régule en cours de chauffe en jouant sur un autre paramètre.
Préciser quel est ce paramètre et quel doit être le sens de son évolution en cours de chauffe.
Justifier votre réponse..

Partie B : Effets thermiques dans les câbles d'alimentation (20 % du barème)

On s'intéresse aux problèmes thermiques posés par les câbles d'alimentation des appareils électriques puissants.
On assimile le câble à un ruban métallique homogène de conductivité électrique uniforme γ et de conductivité thermique uniforme λ, ayant la forme d'un parallélépipède d'épaisseur e, de largeur b et de longueur L (*l'épaisseur e est très inférieure à L et b*).

Il est parcouru par un courant électrique continu d'intensité I.
On suppose la densité volumique de courant uniforme : $\vec{j} = j_0 . \vec{u}_y$.



On rappelle l'expression de la résistance électrique : $R = \frac{L}{\gamma e b}$.

Les données sont γ , λ, e , b , L , et j_0 .

I) Etude électrique.

Exprimer, en fonction des données :
- l'intensité I du courant électrique ;
- la puissance électrocinétique Pe reçue par la plaque ;
- la puissance électrocinétique volumique P_v reçue par la plaque ; commenter ce résultat.

II) Etude thermique du ruban thermiquement isolé sauf sur une face.

- On adopte un modèle dans lequel les échanges thermiques avec l'air extérieur sont donnés par la loi de Newton : La puissance dP échangée avec l'extérieur à la température Te, par un élément de la surface extérieure du ruban, d'aire dS, de température Tp, est donnée, en valeur absolue par : $\left|\frac{dP}{dS}\right| = h.|Tp - Te|$. Le coefficient d'échange h est constant et connu.
- On considère le cas où la face supérieure x = 0 est en contact avec l'air extérieur, les autres faces étant isolées thermiquement : le seul transfert thermique possible se fait à travers la face x = 0.
- On suppose le régime thermique **permanent.**

Dans ces conditions, la température ne dépend que de la seule variable x.

La température de la face $x = 0^+$ est notée Ta.

1. A partir d'un bilan énergétique macroscopique sur le système {ruban}, déterminer Ta en fonction de Te , h et des données.
2. Rappeler l'expression du vecteur densité de flux thermique $\vec{j}_q$.
3. A partir d'un bilan sur une tranche d'abscisses extrêmes x et x+dx, former l'équation différentielle liant T aux données.
4. Que peut on dire de la puissance transférée par conduction thermique en x = e ?
5. Quelles sont les conditions aux limites en x = 0 et x = e ?
6. Intégrer l'équation différentielle et donner la loi de température dans la plaque.
7. Faire une représentation graphique de T(x). Déterminer sa valeur maximale.

Partie C : Règle « de SCHEIMPFLUG » (20 % du barème)

On considère une lentille L convergente de distance focale image f'.
On supposera que cette lentille, utilisée dans les conditions de Gauss, se comporte comme une lentille mince parfaitement stigmatique et aplanétique pour des couples de points conjugués.

I) Image réelle d'un objet réel rectiligne dans un plan frontal.

L'objet réel rectiligne CB de longueur H est dans un plan perpendiculaire à l'axe optique Δ, à la distance dc (supérieure à f') du centre optique O .

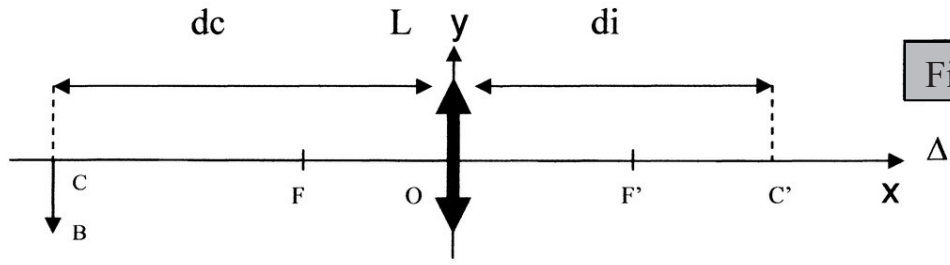


Fig 1

I-1°) Donner, en fonction de dc et f', la distance OC' = di, C' étant l'image réelle de C par L.
I-2°) Donner, en fonction de dc, f' et H , la taille de l'image C'B'.
I-3°) Calculer di si dc = 10 cm et f' = 3 cm.
I-4°) On associe à la lentille un repère OXY (fig 1). Un point objet M a pour coordonnées x et y. Donner les coordonnées x' et y' de son image M' par L en fonction de x, y et f'.

II) Image d'un objet rectiligne incliné : règle de SCHEIMPFLUG.

II-1) la règle de SCHEIMPFLUG

L'objet rectiligne C_0C_3 est incliné d'un angle algébrique α, la convention de signe pour les angles étant trigonométrique.

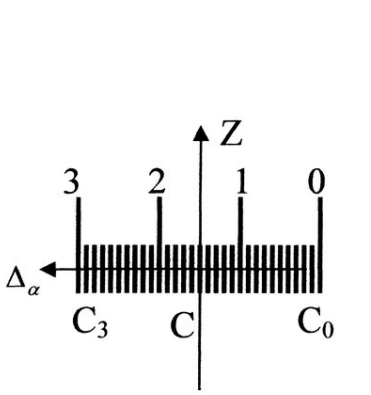
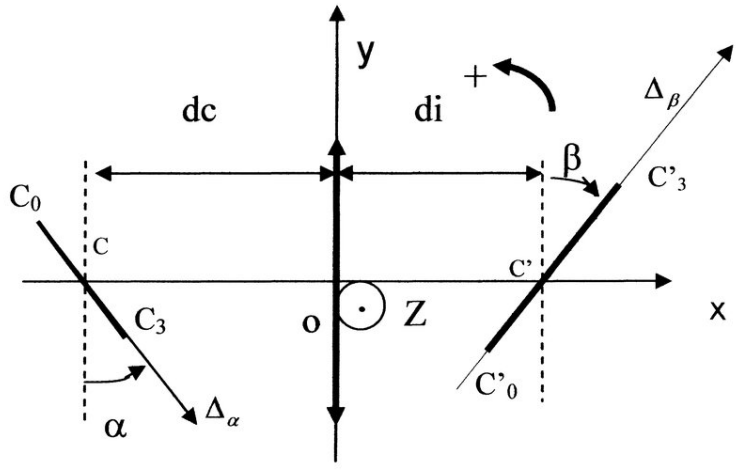


Fig 2



La règle s'énonce ainsi :

La lentille mince L donne d'un objet rectiligne C_0C_3 incliné d'un angle α , une image rectiligne $C'_0C'_3$ inclinée d'un angle β avec : $\frac{dc}{\tan(\alpha)} = -\frac{di}{\tan(\beta)}$ (les angles α et β sont algébriques)

a – Démontrer cette règle dans le seul cas où l'objet et l'image sont très peu inclinés par rapport à l'axe optique (α est alors voisin de $\pm\pi/2$ rad) ; on caractérisera au préalable, en fonction des distances dc, di et des tangentes des angles α et β la position des points d'intersection des droites C_0C_3 et $C'_0C'_3$ avec le plan de la lentille. La suite peut être traitée sans la réponse à cette question a.

b – On prend $\alpha = -57°$; calculer β (en degrés).

II-2) Position de l'image d'un point.

On repère un point M de l'objet par son abscisse $\xi = \overline{CM}$ sur l'axe orienté Δ_α ($\xi = 0$ en C).

L'image M' de M par L est repérée par son abscisse $\mu = \overline{C'M'}$ sur l'axe orienté Δ_β ($\mu = 0$ en C') (voir figure 2).

a- Donner, dans le repère OXY associé à la lentille, les coordonnées (x,y) de M et, en utilisant un résultat du I-4, l'ordonnée y' de M', en fonction de dc, f', α et ξ .
(les résultats seront inscrits dans un tableau identique au tableau ci-contre à reproduire).

point	M	M'
abscisse		
ordonnée		

b- Trouver une relation entre y', μ et β .

c- En déduire que : $\mu = \dfrac{K.\xi}{1 - D.\xi}$ avec $D = \dfrac{\sin(\alpha)}{dc - f'}$.

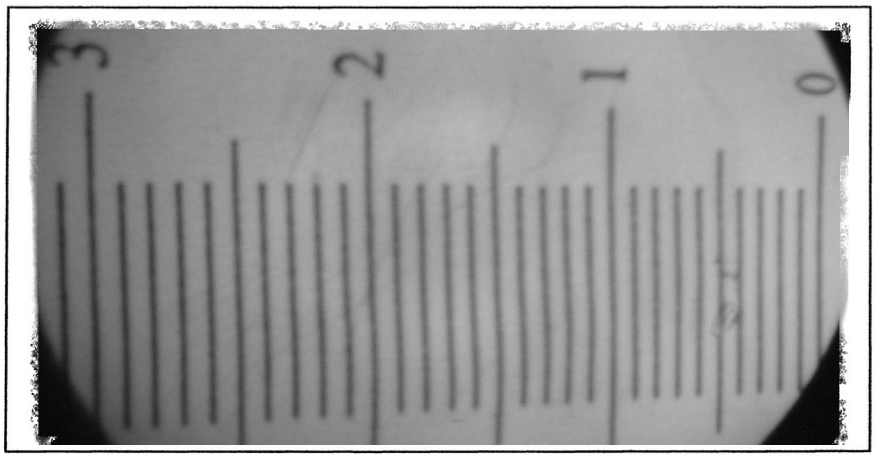
Evaluer K en fonction de : dc, f' , $\cos(\alpha)$ et $\cos(\beta)$.

II-3) déformation de l'image d'un objet.

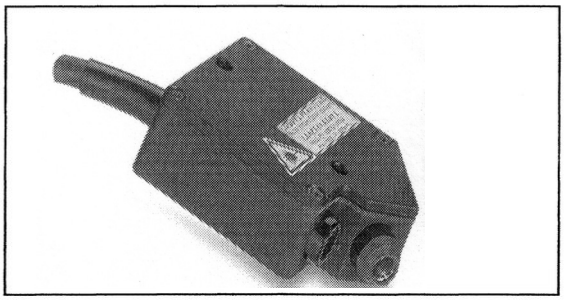
L'objet C_0C_3 porte une graduation centimétrique subdivisée en millimètre.
Il est positionné comme indiqué sur la figure 2 avec $\alpha > 0$, f' = 15 cm et dc = 21 cm .
La graduation 1,5 correspond au point C ($\xi = 0$) ; son image est C'($\mu = 0$).
La graduation 0 correspond au point C_o (ξ_0 = -1,5 cm) ; son image est C'_o.
la graduation 3 correspond au point C_3(ξ_3 =1,5 cm) ; son image est C'_3.
On prend une photographie de l'image de cet objet sur un écran orienté selon la règle de Scheimpflug (fig 3 ; échelle 1).

A partir d'une mesure des longueurs des segments $C'C'_0$ et $C'C'_3$, déduire de II-2-c la valeur numérique de D, puis la valeur de l'angle d'inclinaison α .

Fig 3



PARTIE D (25 % du barème)
Capteur de position par triangulation

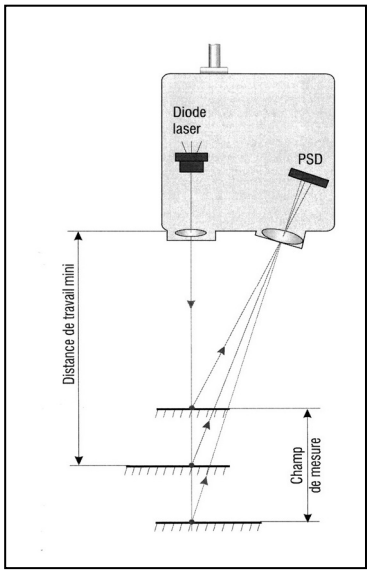


L'élément de base du capteur est un photo détecteur, issu de la technologie des diodes PIN, appelé PSD (Position sensitive Detector).

Principe de mesure par triangulation laser.

Un pinceau de lumière laser est projeté sur l'objet cible à mesurer et renvoyé de manière diffuse par celui-ci.
A travers un objectif, un spot est reproduit sur un détecteur de position (PSD).
L'élément PSD fournit une tension de sortie analogique, asservie à la position, fonction de la distance mesurée .
L'objet cible doit présenter une surface diffusant la lumière : une cible à surface réfléchissante ne permettrait pas au capteur de fonctionner correctement.

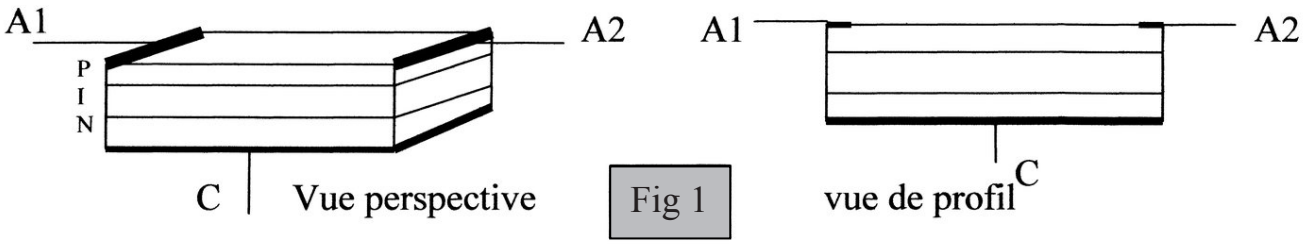
On admettra qu'une surface diffusive renvoie la lumière dans toutes les directions.



Aucune connaissance sur les diodes n'est requise pour toute la suite : on raisonnera sur le schéma équivalent de la figure 2 .

I) Détecteur PSD .

Il est formé de la superposition de 3 couches de silicium traité spécifiquement (couches P, I, N). La base de la couche N, métallisée, est reliée au point C ; deux électrodes A1 et A2 sont déposées sur la couche P. **Ces électrodes sont distantes de L** .



Fonctionnement et schéma équivalent (voir Figure 2) :

- les électrodes A_1 et A_2 sont mises à la masse, le point C étant porté au potentiel Vo positif.
- Dans l'obscurité, il n'y a aucun courant électrique.
- Un pinceau lumineux fin, de puissance Po, frappant la diode en M, à l'abscisse x (l'origine est au milieu de A_1A_2) , traverse la mince couche P et, par ionisation dans la couche I, libère des charges mobiles. Il en résulte un courant électrique d'intensité Io proportionnelle à Po circulant de C vers l'ensemble A_1-A_2.
- Ce courant se divise pour sortir par les 2 électrodes A_1 et A_2 selon le schéma équivalent de la figure 2. **Les résistances R_1 et R_2 sont proportionnelles respectivement aux longueurs MA_1 et MA_2 avec une même constante de proportionnalité notée K' .**

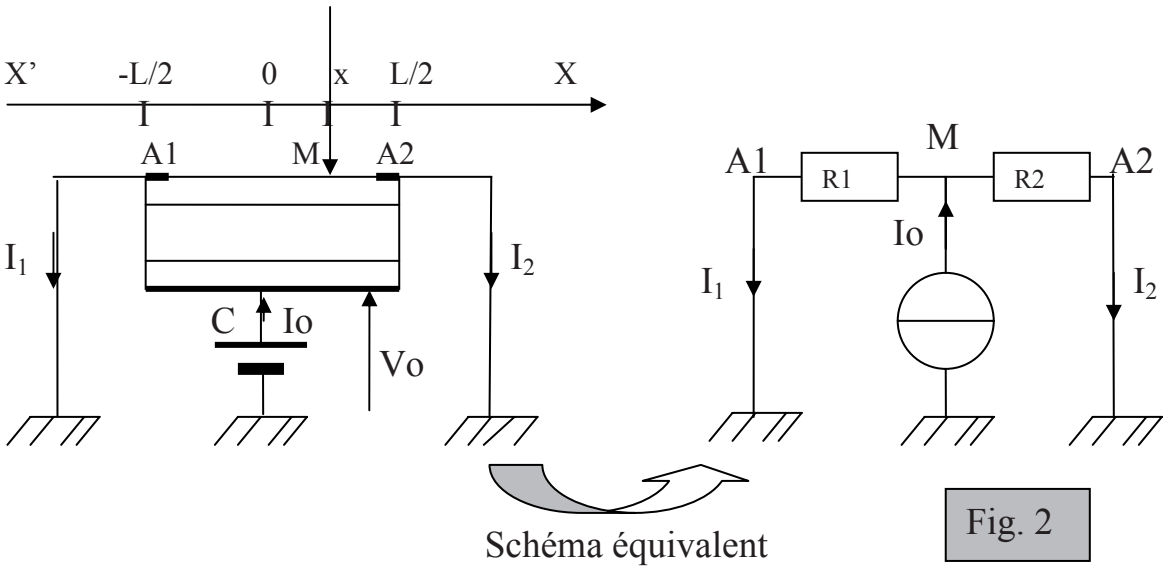
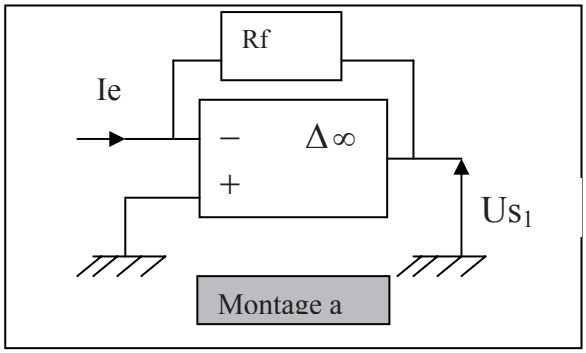
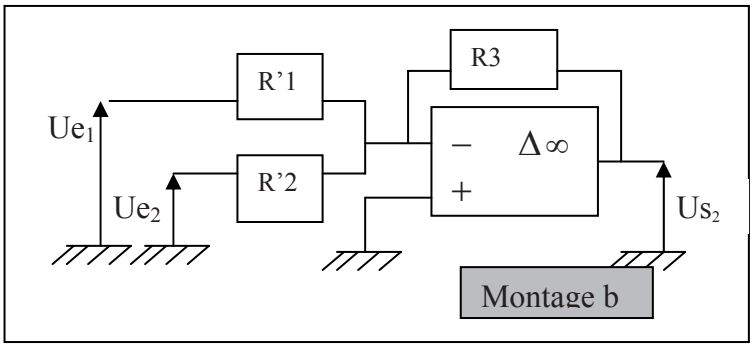


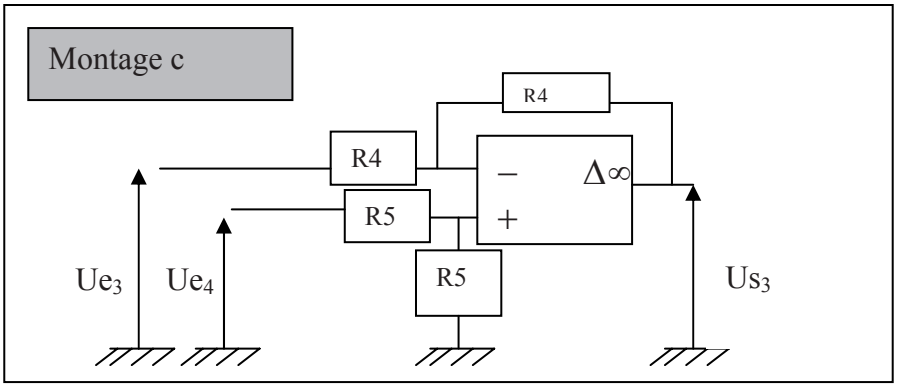
Fig. 2

1°) Ecrire les expressions liant R_1 et R_2 à K', L et x.
2°) Déterminer I_1 et I_2 en fonction de Io, R_1 et R_2 puis de x, L et Io.
3°) En déduire la relation donnant x en fonction de L, I_1 et I_2.

II) montages de base du conditionneur.
Tous les amplificateurs opérationnels sont idéaux et fonctionnent dans le domaine linéaire.







Pour les 3 montages (a,b,c), déterminer les tensions de sortie Us_i en fonction des grandeurs d'entrée (I_e puis Ue_1,Ue_2 puis Ue_3, Ue_4) et des résistances électriques indiquées sur les schémas. On reportera les réponses dans un tableau identique à celui ci dessous (à reproduire) :

montage a	montage b	montage c
Us_1=	Us_2=	Us_3=

III) Le conditionneur

Les électrodes A1 et A2 du PSD sont connectées au conditionneur suivant :

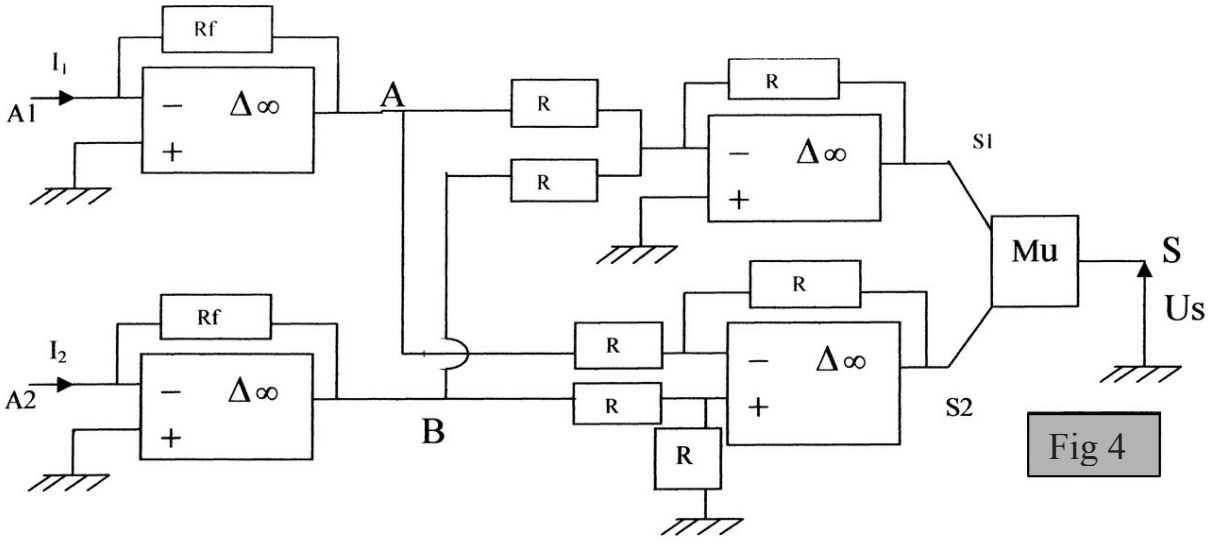


Fig 4

1°) Donner, en fonction de I_1 , I_2 et Rf, les potentiels V_{s1} du point S1 et V_{s2} du point S2.

2°) Le composant noté Mu est connecté de telle sorte que : $Us = -10 \times \frac{V_{S2}}{V_{S1}}$.

Déterminer Us en fonction des intensités I_1 et I_2.

3°) en déduire la relation donnant l'abscisse x du pinceau lumineux en fonction de Us et L.

IV) Le capteur par triangulation.

IV-1°) Géométrie simple.

- La cible à détecter peut se translater entre deux positions extrémales Ci (abscisse Zi) et Cs (abscisse Zs).
- On souhaite réguler la cible à la position de référence Cr (Zr=0).
- On dispose le détecteur PSD parallèlement au pinceau incident Z'Z.
- On supposera, dans une première approche, que le détecteur est excité uniquement au point où arrive le rayon passant par le centre optique O de la lentille convergente : la cible à l'abscisse Z génère un spot à l'abscisse x du PSD.
- Cette lentille est disposée de telle sorte que le rayon utile issu de Cr arrive au milieu du PSD, à l'abscisse x = 0 , ces points étant optiquement conjugués par la lentille.
- La figure 5 représente la géométrie du dispositif ; on notera que l'angle α est ici un angle négatif.

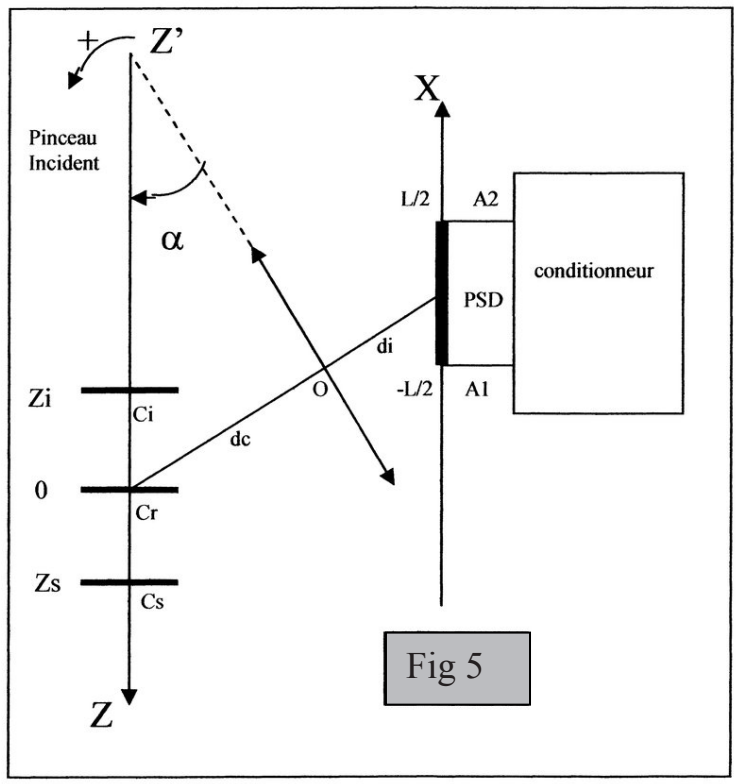


Fig 5

On note dc la distance de Cr au centre optique O, et di la distance de O au milieu du PSD.
La distance dc est supérieure à la focale image f' de la lentille convergente.

a- par des considérations géométriques simples, exprimer Z en fonction de x, dc et di.

b- Le PSD ayant une longueur L, donner, littéralement puis numériquement, les abscisses extrémales de la cible (Zi et Zs) pouvant être détectées dans cette géométrie.
Données : dc =10,0cm ; di = 4,3cm, f' = 3,0cm, L = 20mm, $\alpha = -57°$.

c- On suppose que la tension Us en sortie du conditionneur est liée à l'abscisse x du spot sur le PSD par la relation Us = A.x (avec $A = 10^3\ V/m$) .
L'électronique ne permet de distinguer deux mesures qu'à $\delta Us = 10^{-3}$ V prés.
Donner, littéralement puis numériquement, le plus petit écart δZ de la cible détectable par le dispositif. Dépend-il de la position de la cible ?

IV-2°) Critique de la géométrie simple.

En réalité, le point de la cible diffusant la lumière incidente se comporte vis-à-vis de la lentille comme un objet lumineux ponctuel.
Par construction, le centre du détecteur PSD (x =0) est le conjugué par la lentille du point Cr.

a- à l'aide d'un tracé de rayon, déterminer la position de l'image de la cible d'abscisse Z quelconque (mais différente de Z_S) .
b- expliquer, en 5 lignes au plus, pourquoi les résultats de IV-1°-c sont illusoires.

IV-3°) Optimisation de la géométrie.

On optimise la géométrie en positionnant le PSD là où se forment les images du point cible C, conformément à la règle de Scheimpflug énoncée au C II-1°.

Pour cela, on doit faire tourner la surface du PSD d'un angle φ .

a- en utilisant la règle de Scheimpflug, déterminer numériquement φ, en degrés .

b- dans cette géométrie optimisée, on montre que x = $\dfrac{B.Z}{1+C.Z}$;
on calcule, avec les données numériques de IV-1° : B =0,2797 et C = 11,98 m^{-1}.

x variant toujours entre –L/2 et +L/2, donner les valeurs extrêmes de Z.

c- le conditionneur et l'électronique ont mêmes propriétés qu'en IV-1 c).
Trouver la relation donnant le plus petit écart détectable δZ en fonction de δUs, Z, A, B et C.

d- $\alpha-$ calculer δZ aux points Z=0 , Z_i et Z_S .
$\beta-$ tracer le graphique donnant δZ en fonction de Z dans la plage de mesure du capteur.

IV-4°) Discussion.

Expliquer pourquoi une cible réfléchissant la lumière ne permet pas un bon fonctionnement du capteur .

FIN DE L'EPREUVE

Travailler les chapitres de ce sujet

Prepa Help suit le programme de PT chapitre par chapitre : cours détaillé, méthodes, pièges, exercices et problèmes corrigés pas à pas, tirés des concours. L'essai gratuit donne accès aux chapitres offerts de ta filière, sans carte bancaire.

Chapitres liés à ce sujet

- Magnétostatique : formulation locale
- Conduction électrique et conservation de la charge
- Régime sinusoïdal forcé
- Notation complexe, régime sinusoïdal forcé et fonctions de transfert
- Optique géométrique et formation des images
- Amplificateur linéaire intégré, stabilité et rétroaction
- Circuits électriques dans l'ARQS

Ouvrir l'essai gratuit

Scanne le code ou clique sur le bouton.

prepahelp.com/#essai

Une question sur le concours ou sur ta filière :
écrire sur WhatsApp

Les autres années et épreuves : prepahelp.com/annales/banque-pt/pt