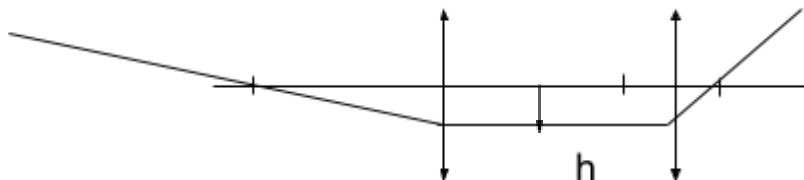


ESIM PSI 2000 Physique I

Problème 1

I-1) $H=f'_1 + f'_2$. (système afocal). Intérêt : image à l'infini : observation reposante pour l'œil .

I-2) Pour un rayon parallèle à l'axe entre les lentilles :



I-3) On a :

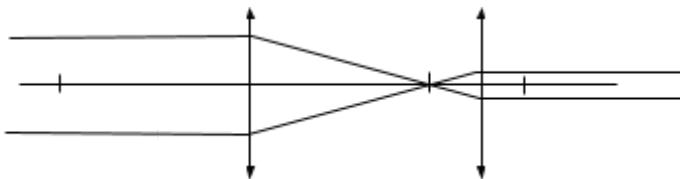
$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{h}{f'_2} \times -\frac{f'_1}{h} = -\frac{f'_1}{f'_2}$$

A.N $G=133$.

I-4) Pour Mars on a $\alpha'=0.13 \text{ rad} = 7^\circ$, donc Mars est visible avec la lunette. Pour la lune en revanche $\alpha' > 75^\circ$, on ne peut donc la voir en entier. De plus on est hors conditions de Gauss.

I-5)

I-5)a) le cercle oculaire est l'image de la lentille d'entrée par L_2 . Pour un faisceau incident parallèle, on a :



le diamètre du cercle oculaire correspond au rayon du faisceau émergent. On a immédiatement

$$d = -\frac{D}{G}$$

I-5)b) Comme $f'_1 \gg f'_2$, Le cercle oculaire se trouve au voisinage du foyer objet de L_2 .

I-5)c) Pour une observation optimale, il faut placer l'œil dans le cercle oculaire, car la luminosité y est maximale. A priori, il est inutile que le cercle oculaire soit plus étendu que la pupille de l'œil.

I-6) Concentration du flux lumineux. (Cf figure du I-5)a))

I-7)

I-7)a) La diffraction par la lentille d'entrée.

I-7)b) - Imperfection des lentilles utilisées.

- Turbulences de l'atmosphère....

II-

II-1)a) La lentille n'introduisant pas de différence de marche supplémentaire, on obtient le résultat par une construction géométrique classique.

II-1)b) C'est le phénomène d'interférences. l'interfrange vaut :

$$I(y) = I_0 \left(1 + \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} \delta\right) \right)$$

$$i = \frac{\lambda f'_1}{a}$$

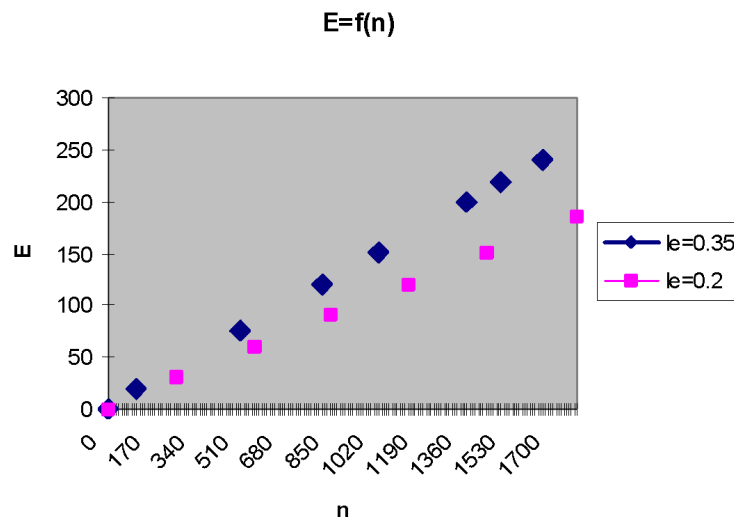
- II-1)c) A l'intensité créée par S_1 donnée par la formule du II-1)b), centrée en 0, il faut ajouter celle créée par S_2 , centrée autour de l'image géométrique de S_2 sur l'écran, d'ordonnée $y_2 = -f'_1 \epsilon$, soit :
- La somme des deux donne le résultat demandé, avec $K = 2I_0$.
- II-1)d) On obtient

$$V = \cos\left(\pi \frac{\delta'}{\lambda}\right)$$

- II-2) Il suffit de faire varier a . Pour $V=0$ on observe un éclairement uniforme. On doit avoir $a < D$ pour que les deux rayons pénètrent dans la lunette ce qui conduit pour la première annulation de V ($\delta' = \lambda/2$), à $\epsilon > 0.94$. On discrimine donc Hercule mais pas Pégase.
- II-3) Il faut savoir réaliser $S_1 S_2$ perpendiculaire aux fentes ; de plus l'augmentation de luminosité due à la lunette est annulée par la présence des fentes.

Problème 2

- I-1) La f.é.m qui apparaît aux bornes des conducteurs du moteur est $e = -d\phi/dt$. Par sommation sur tous les brins et en moyennant entre deux commutations, on obtient bien une formule de ce type, où Ω représente la vitesse de rotation du moteur, et ϕ le flux à travers la machine à une constante de construction près.
- I-2)
- I-2)a) $512 - 0.5\% = 509.44$ et $512 + 0.5\% = 514.56$. En arrondissant au digit, on a $509 \Omega < R_e < 515 \Omega$.
- I-2)b) - Il vaut mieux faire tourner le rotor à vitesse très réduite pour reproduire le régime de commutation qui participe à la valeur de R_i .
 - R_i dépend de la température, on l'évalue à la température nominale du moteur après un certain temps de fonctionnement.
 - Un ohmmètre usuel est peu précis pour les faibles valeurs de résistance.
- Par régression linéaire on trouve $R_i = 4.59(5) \pm 0.0046 \Omega$
- I-3)
- I-3)a1) $E = U - R_i I$
- I-3)a2)



- I-3)a3) Proportionnalité de E et n à I_e fixé.
 I-3)a4) Le rapport des pentes des courbes vaut sensiblement

$$\frac{\frac{240}{\frac{1670}{186}}}{1800} = 1.39$$

très différent du rapport des courants $0.35/0.2=1.75$.

- I-3)b) Cette courbe est monotone croissante concave ; ceci est dû à la non linéarité du noyau magnétique que constitue le rotor. Pour I_e plus important on aurait une saturation de B vers 1 T et donc de Φ .

I-4)

I-4)a) $P_a = P_{Je} + P_{Ji} + P_u + P_c$.

- I-4)b) P_m correspond aux frottements aux paliers et aux pertes par ventilation, dépend essentiellement de Ω . P_F se décompose traditionnellement en pertes par hystérésis et pertes par courant de

Foucault et dépend essentiellement de Ω et de I_e .

- I-4)c) L'inducteur peut être représenté par une résistance pure. On a par suite :

- $P_a = UI_i + P_{Je}$

- $P_{Je} = R_e I_e^2$

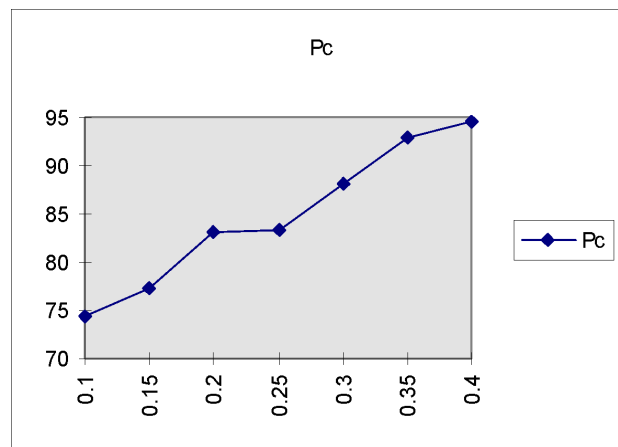
- $P_{Ji} = R_i I_i^2$

I-5)

- I-5)a) On excite l'inducteur en premier, sinon le moteur ne peut tourner, donc $E=0$, et I_i prend des valeurs rédhibitoires. On démarre à $U=0$ pour les mêmes raisons. Pour garder n constant en diminuant U, il suffit de diminuer également I_e .

- I-5)b) On utilise les expressions de I-4)c) dans I-4)a) avec $P_u=0$.

I-5)c)



- I-5)d) Si l'on admet que $P_F=0$ pour $I_e=0$, P_m est l'ordonnée à l'origine de la courbe précédente. Par régression linéaire (la courbe est vaguement une droite en l'absence de modèle plus fin), on obtient $P_m = 69 \pm 14$ W.

I-6)

I-6)a1) $E = U - R_i I_i = 198.2$ V. Le Document 1 donne alors $I_e = 0.31$ A.

I-6)a2) De I-5)c) on déduit $P_c = 89$ W. soit $P_u = 3 \times 198.2 - 89 = 506$ W.

I-6)a3) $M_r = P_u / \Omega$ (en rad/s) = 3.2 N.m

I-6)b)

I-6)b1) $M_e = E / \Omega$ $I_{i0} = \Phi(I_e)$ I_{i0} ne dépend que de I_e et I_i .

A.N : $M_e = 3 \times 198.2 / (1500 \times 2 \times 3.14 / 60) = 3.79$ N.m.

$$a = \frac{9.55}{\phi} \quad \text{et} \quad b = -\frac{9.55 R I_i}{\phi}$$

I-6)b2) $E = U - R_i I_i = \phi(I_e) \Omega = 0.105 \phi(I_e) n$ d'où

I-6)b3) $n=0$ pour $E=0$, soit $U = RI$. Par régression linéaire, on obtient $U = 13.1 \pm 3.3 \text{ V}$ Par 6)b2), on a $U = 4.6 \times 3 = 13.8 \text{ V}$, ce qui est cohérent.

II- Dans la suite on appellera phase d'ouverture la phase où K_1 est ouvert.

II-1)a) – Lorsque K_1 est fermé D_2 est passante et les deux autres diodes sont bloquées ;
Lorsque K_1 est ouvert, D_2 est bloquée et les deux autres diodes sont passantes.

II-1)b) Tracé classique : U vaut V_a dans la phase de fermeture et 0 dans la phase d'ouverture. On a évidemment $U = \alpha V_a$.

II-2)

II-2)a) $Ri + L di/dt = u - E$

II-2)b)

II-2)b1) En prenant la moyenne de l'expression précédente, il vient $I = (\alpha V_a - E)/R$.

II-2)b2) A.N : $\alpha = 85 \%$.

II-2)c)

II-2)c1) En soustrayant II-2)b1) à II-2)a), il reste $Ri' + L di'/dt = u - \alpha V_a$.

II-2)c2) En gardant les constantes $I'_{\min}$ et $I'_{\max}$ qui seront déterminées en c4), on obtient, -en phase de conduction :

$$i'(t) = I'_{\min} + \left[(1 - \alpha) \frac{V_a}{R} - I'_{\min} \right] \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

-en phase d'ouverture :

$$i'(t) = I'_{\max} + \left[-\alpha \frac{V_a}{R} - I'_{\max} \right] \left(1 - e^{-\frac{t - \alpha T}{\tau}} \right)$$

II-2)c3) En linéarisant les équations différentielles, on obtient bien des segments de droites. La continuité de $i'(t)$ est imposée par la présence de L .

II-2)c4) $\langle i'(t) \rangle = (I'_{\min} + I'_{\max})/2 = 0$, d'où $I'_{\min} = -I'_{\max}$. On en déduit en égalisant les deux expressions précédentes en $t = \alpha T$, et en linéarisant :

$$I'_{\max} = \frac{\alpha(1 - \alpha)V_a}{2R} \frac{T}{\tau}$$

II-2)c5) D'où :

L'ondulation est maximale pour $\alpha = 0.5$.

II-2)c6) La conduction est continue si l'ondulation est inférieure à $2I$. Dans le pire cas ($\alpha = 0.5$),

cela conduit à $L_{\min} = V_a T / 4I = 190 \text{ mH}$, soit $\tau_{\min} = 38 \text{ ms}$, ce qui assure un ordre de grandeur entre τ et T pour 2)c3).