REPUBLIQUE TUNISIENNE
Ministère de l'Enseignement
Supérieur, de la Recherche
Scientifique et de la Technologie

Concours Nationaux d'Entrée aux
Cycles de Formation d'Ingénieurs
Session : Juin 2004

Concours Biologie et Géologie
Epreuve de Physique

Date :	Juin 2004	Heure : 8 H	Durée : 3 H	Nb pages :4
Barème :	Problème 1 : 12/20	; Problème 2 : 8/20		

Corrigé

Problème 1

I) 1°) Les lois de la réflexion et de la réfraction de Descartes : 0,25
- rayon réfléchi et rayon réfracté sont dans le plan d'incidence 0,25
- angle de réflexion i' = - i : angle d'incidence. 0,25
- $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$.

2°) Relation entre l'angle d'incidence i et l'angle de réfraction r sur la première face du prisme

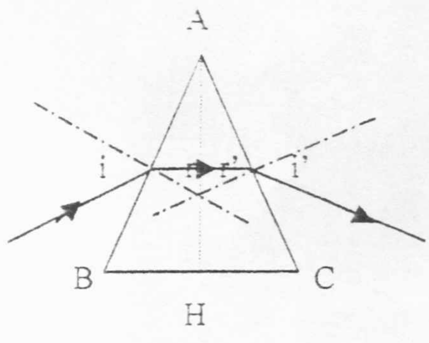
$$\boxed{\sin i = n \sin r}$$ 0,25

3°) Relation entre l'angle d'incidence r' et l'angle d'émergence i' :

$$\boxed{n \sin r' = \sin i'}$$ 0,25

$n \sin r'_\ell = 1 \Rightarrow \sin r'_\ell = \frac{1}{n} = \frac{1}{1,5} \Rightarrow \boxed{r'_\ell = 41,8°}$ 0,25

4°)



0,25
0,25

5°) En déduire la relation entre A, r et r' :

$$\boxed{A = r + r'}$$ 0,25

6°) rayon émergent est perpendiculaire à la face de sortie

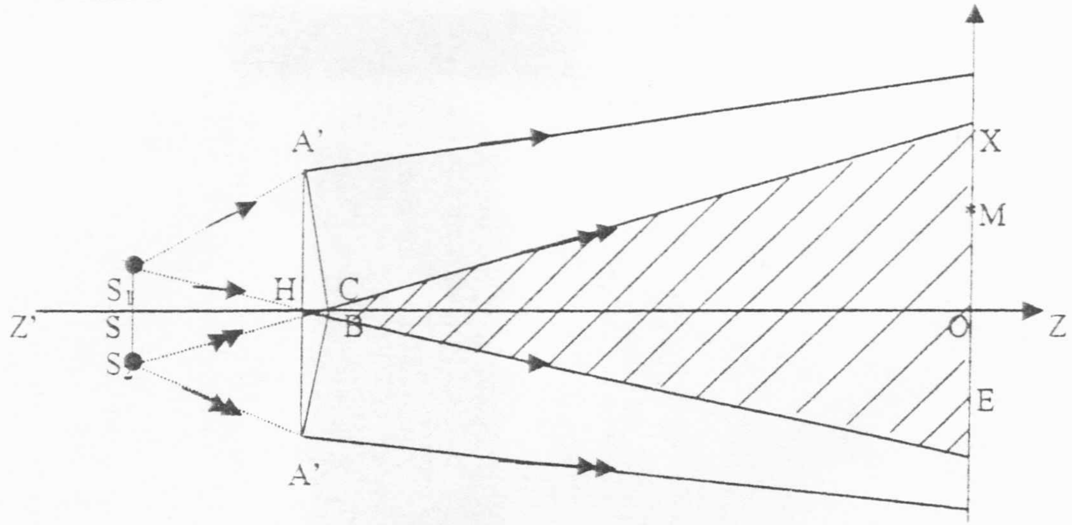
AC => i' = 0 => r' = 0 => r = A. => $\boxed{A = \frac{\sin i}{n}}$

7°) Déviation D du prisme:

$D = D_1 + D_2 = (i - r) + (i' - r') = (i + i') - (r + r') = (i + i') - A = (nr + nr') - A = nA - A$

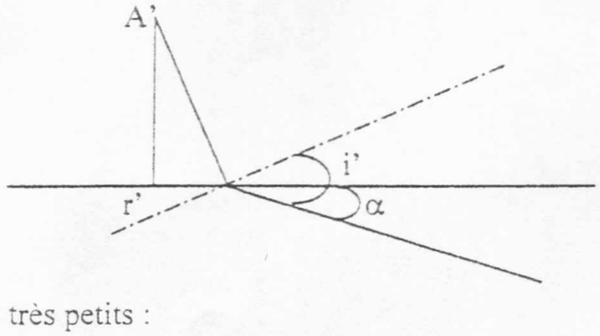
$\boxed{D = A(n-1)}$

II) 1°)



Le biprisme de Fresnel donne de la source S des images symétriques S_1 et S_2 par rapport à l'axe Z'Z. S_1 et S_2 se comportent alors comme deux sources cohérentes vibrant en phase et sur un écran E parallèle à S_1S_2, elles produisent d'interférences rectilignes perpendiculaires au plan de la figure.

2°)



Tous les angles sont très petits :

$n \sin r' = i' = nr'$

$\alpha = i' - r' = nr' - r' = r'(n-1)$

or $r' = \hat{A}'$ => $\alpha = \hat{A}'(n-1)$

$\boxed{S_1S_2 = 2\alpha d = 2\hat{A}'(n-1)d}$

III) 1°) $s_1 = s_2 = a \cos \omega t$.

En M ces 2 vibrations s_1 et s_2 issues des sources S_1 et S_2 sont respectivement:

$s_1(M,t) = a\cos(\omega t - \varphi_1)$	en notation complexe $a\, e^{j\omega t}\, e^{-j\varphi 1}$ 0,25
$s_2(M,t) = a\cos(\omega t - \varphi_2)$	en notation complexe $a\, e^{j\omega t}\, e^{-j\varphi 2}$ 0,25

φ_1 et φ_2 étant les déphasages introduits lors des trajets S_1M et S_2M

$\varphi_1 = \frac{2\pi}{\lambda} S_1M$ et $\varphi_2 = \frac{2\pi}{\lambda} S_2M$

En déduire la vibration résultante s(M,t) en M :

$S(M,t) = s_1(M,t) - s_2(M,t) = a\,[\cos(\omega t - \varphi_1) + \cos(\omega t - \varphi_2)]$

$$\boxed{S(M,t) = 2\,a \cos[\omega t - \frac{(\varphi_2+\varphi_1)}{2}]\cos\frac{(\varphi_2-\varphi_1)}{2}}$$ 0,5

d'amplitude $2a\cos\frac{(\varphi_2-\varphi_1)}{2} = 2a\cos\frac{\pi}{\lambda}(S_2M - S_1M)$

en notation complexe $a e^{j\omega t}\,[\,e^{-j\varphi 1} + e^{-j\varphi 2}]$

2°) Intensité résultante I en M :

L'intensité lumineuse est proportionnelle au carré du module de la vibration résultante en M

$$\boxed{I(M) = 4\,a^2\cos^2\frac{\pi}{\lambda}(S_2M - S_1M)}$$ 0,5

3°) a) Lieu des points M de l'espace où l'intensité est maximale:

Les points de l'espace ou l'intensité est maximum sont tel que :

$$\cos^2\frac{\pi}{\lambda}(S_2M - S_1M) = 1$$

$$\cos\frac{\pi}{\lambda}(S_2M - S_1M) = \pm 1$$

$\frac{\pi}{\lambda}(S_2M - S_1M) = k\pi$ avec k entier naturel 0,25

soit : $\boxed{S_2M - S_1M = k\lambda}$

Cette équation définit dans l'espace une famille (F_1) d'hyperboloïdes de révolution de foyers S_1 et S_2, l'axe de révolution étant la droite S_1S_2. 0,25

b) Les points ou l'intensité est nulle sont tel que : $\cos^2 [\frac{\pi}{\lambda}(S_2M - S_1M)] = 0$

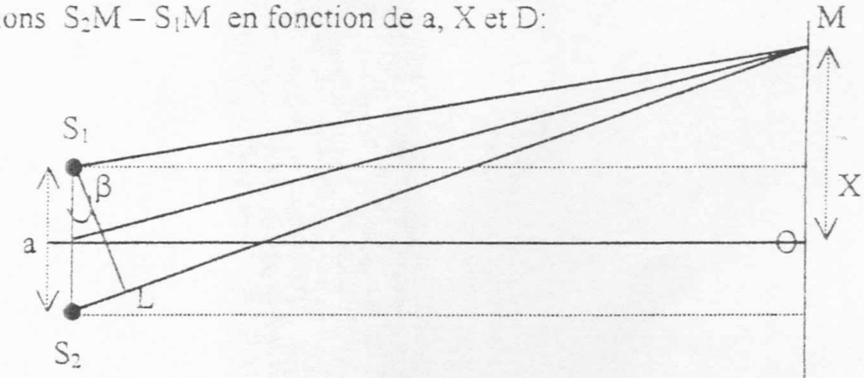
=> $\frac{\pi}{\lambda}(S_2M - S_1M) = (2k+1)\frac{\pi}{2}$ soit $\boxed{S_2M - S_1M = (2k+1)\frac{\lambda}{2}}$

le lieu de ces points est aussi une famille (F_2) d'hyperboloïdes de révolution de foyers S_1 et S_2. Les hyperboloïdes des deux familles (F_1) et (F_2) s'intercalent régulièrement dans l'espace.

4°) L'écran E est parallèle à S_1S_2, on observe dans le plan E des franges brillantes et sombres ayant la forme d'hyperboles.

Puisque $D >> a = S_1S_2$, le domaine d'observation des franges autour de O, est très réduit, on peut confondre les hyperboles avec leurs tangentes. La figure d'interférences est alors constituée de franges rectilignes équidistantes, perpendiculaires au plan de figure (S_1S_2O).

5°) Exprimons $S_2M - S_1M$ en fonction de a, X et D:



Le système est dans l'air.

La différence de marche $\delta = S_2M - S_1M = S_2L = a \sin\beta$

β est petit => $\sin\beta = tg\,\beta = \frac{X}{D}$ => $S_2L = \frac{aX}{D}$ avec $D = d + d'$

$$\boxed{S_2M - S_1M = \delta = \frac{aX}{d+d'}}$$

6°) Calcul de l'interfrange :

L'abscisse des franges brillantes est donné par la relation :

$$S_2M - S_1M = k\lambda = \frac{aX}{D} \quad => \quad X_k = \frac{k\lambda D}{a}$$

La distance entre 2 franges brillantes consécutives est :

$$i = X_{k+1} - X_k = (k+1)\frac{\lambda D}{a} - \frac{k\lambda D}{a} = \frac{\lambda D}{a} = i$$

On trouverait de même pour les franges sombres :

$$S_2M - S_1M = (2k+1)\frac{\lambda}{2} = \frac{aX}{D} \quad => \quad X = (2k+1)\frac{\lambda D}{2a}$$

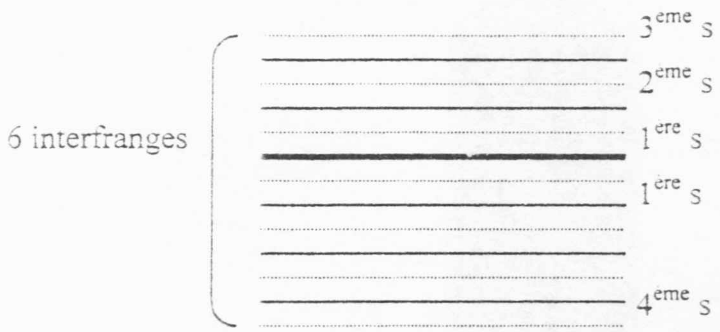
$$S_2M - S_1M = (2k+1)\frac{\lambda}{2} = \frac{aX}{D} \quad \Rightarrow \quad X = (2k+1)\frac{\lambda D}{2a}$$ 0,25

$$\Rightarrow \quad X = (k+\frac{1}{2})\frac{\lambda D}{a}$$

$$i = X_{k+1+1/2} - X_{k+1/2} = \frac{\lambda D}{a} \quad \Rightarrow \quad \boxed{i = \frac{\lambda D}{a}}$$ 0,25

IV) 1°) Calcul de l'interfrange:

De la 3ème frange obscure au dessus de la frange centrale à la 4ème frange obscure au dessus de cette frange centrale, il y a 6 interfranges



l'interfrange i aura donc pour longueur : $\boxed{i = \frac{3}{6} = 0{,}5 \text{ mm}}$ 0,5

2°) Distance b qui sépare les deux sources S1 et S2 donnée par le prisme.

$$i = \frac{\lambda D}{a} \quad \Rightarrow \quad a = \frac{\lambda D}{i} = \frac{0.5.10^{-6}}{0.5.10^{-3}} D$$

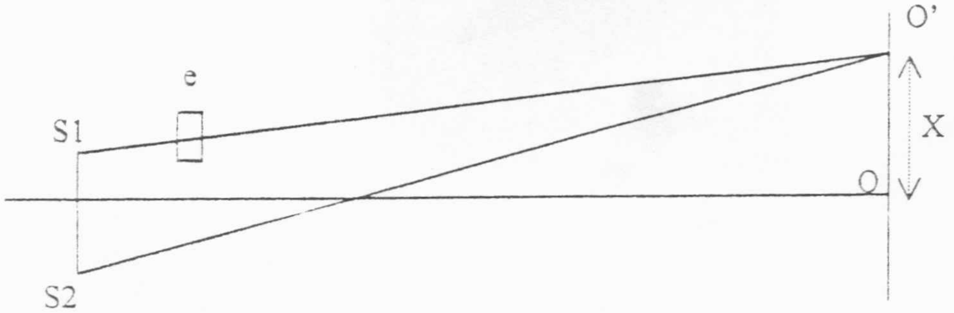
D étant la distance entre les sources et l'écran E: D = 0,25 + 1,75 = 2 m

$$a = 2.10^{-3} \text{ m} \quad \Rightarrow \quad \boxed{a = 2 \text{ mm}}$$ 0,25

3°) Angle Â' de chacun des prismes du biprisme :

$$a = 2d(n-1)\hat{A}' \quad \Rightarrow \quad \hat{A}' = \frac{a}{2d(n-1)} = \frac{2.10^{-3}}{0{,}25.2(1{,}5-1)} = \boxed{0{,}008 \text{ rd} = \hat{A}'}$$ 0,25

4°)



a) Avant introduction de la lame, la différence de marche était $\delta = \frac{aX}{D}$

La lame introduit la différence de marche : = (n'-1) e

=> la nouvelle différence de marche devient : $\boxed{\delta' = \frac{aX}{D} - (n'-1)e}$

b) l'interfrange ne varie pas mais la frange centrale ($\delta = 0$) est déplacée de

$$X = \frac{(n'-1)eD}{a} = \frac{(1,5-1)8 10^{-6} 2}{2 10^{-3}} = 4.10^{-3}\ m = 4\ mm$$

c) même interfrange : $\boxed{i = 0,5\ mm}$

Conclusion :

n > 1 => le déplacement se fait du coté de la source image sur lequel est placée la lame transparente c'est à dire vers le haut.

L'ensemble de toutes les franges se déplacera sur l'écran E de $\boxed{4\ mm}$ du coté où a été placée la lame.

V) 1°) Chaque radiation donne un système d'interférences, l'intensité de chaque système est :

$$I_1(X) = 4\,a^2 \cos^2 \frac{\pi}{\lambda_1}(S_2M - S_1M) = = 4\,a^2 \cos^2 \frac{\pi a X}{D\lambda_1}$$

$$I_2(X) = 4\,a^2 \cos^2 \frac{\pi}{\lambda_2}(S_2M - S_1M) = = 4\,a^2 \cos^2 \frac{\pi a X}{D\lambda_2}$$

Les deux systèmes d'interférences se superposent sur l'écran (E). Il y a coïncidence et anticoïncidence des franges.

$\delta = k_1\lambda_1$

$\delta = k_2\lambda_2$

$S_1M = S_2M$ => $\delta = S_1M = S_2M = 0$ => $k_1 = 0$ et $k_2 = 0$ => superposition des franges brillantes des deux systèmes de franges

2°) L'intensité de chaque système est

$$I(M) = 4\,a^2 \cos^2 \frac{\pi}{\lambda_i}(S_2M - S_1M) \quad (i = 1, 2)$$

Détermination de la fonction I(X) donnant la répartition de l'intensité sur l'écran :

$I(X) = I_1(X) + I_2(X)$

où $I_1(X) = 4\,a^2 \cos^2 \frac{\pi}{\lambda_1}(S_2M - S_1M) = = 4\,a^2 \cos^2 \frac{\pi a X}{D\lambda_1}$

$I_2(X) = 4\,a^2 \cos^2 \frac{\pi}{\lambda_2}(S_2M - S_1M) = = 4\,a^2 \cos^2 \frac{\pi a X}{D\lambda_2}$

$$I(X) = 2a^2\left[1 + \cos\frac{2\pi aX}{D\lambda_1} + 1 + \cos\frac{2\pi aX}{D\lambda_2}\right]$$

$$I(X) = 2a^2\left[2 + \cos\frac{2\pi aX}{D\lambda_1} - \cos\frac{2\pi aX}{D\lambda_2}\right]$$

$$\boxed{I(X) = 4a^2\left[1 - \cos\frac{\pi aX}{D}\left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2}\right).\cos\frac{\pi aX}{D}\left(\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}\right)\right]}$$ 0,5

3°) 1ère anti-coïncidence des franges brillantes

$k_1 i_1 = k_2 i_2$ avec $k_2 = k_1 - \frac{1}{2}$ $\quad i_1 = \frac{\lambda_1 D}{a}$ et $i_2 = \frac{\lambda_2 D}{a}$

=> $k_1\lambda_1 = (k_1 - \frac{1}{2})\lambda_2$ $\quad \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{k_1}{k_1 - \frac{1}{2}} = \frac{0,6}{0,5} = \frac{6}{5}$ $\quad 5k_1 = 6k_1 - 3$ $\quad k_1 = 3$ et $k_2 = 2,5$

0,5

$$\boxed{X = \frac{k\lambda_1 D}{a} = 1,5mm}$$

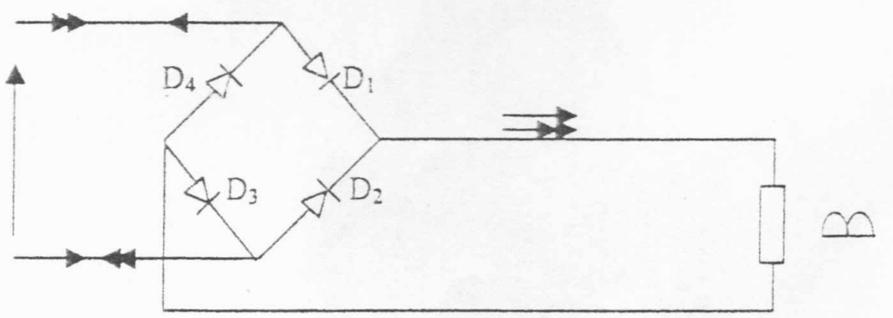
Problème n°2

I-

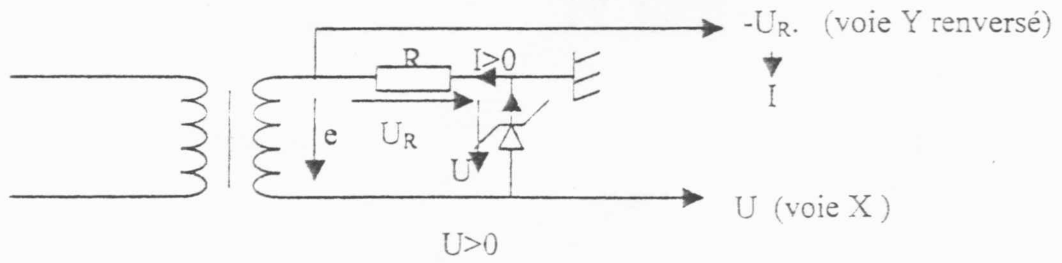
1°)

n° de l'étage	nom de l'étage	rôle
1	redresseur	redresse la tension dans la résistance de charge Rc. le courant circule dans le même sens pour les deux alternance.
2	filtre avec un condensateur	filtrer la tension redresser (maintenir la tension à ses bornes pendant un certain temps.)
3	stabilisateur de tension	stabiliser la tension de sortie et la maintenir constante à une valeur égale à V_z.

2°) a) , b) et c)



3°)



II-

1°) Après léniarisation par morceau, la caractéristique présentée par la figure 3 **possède trois** modes de fonctionnement

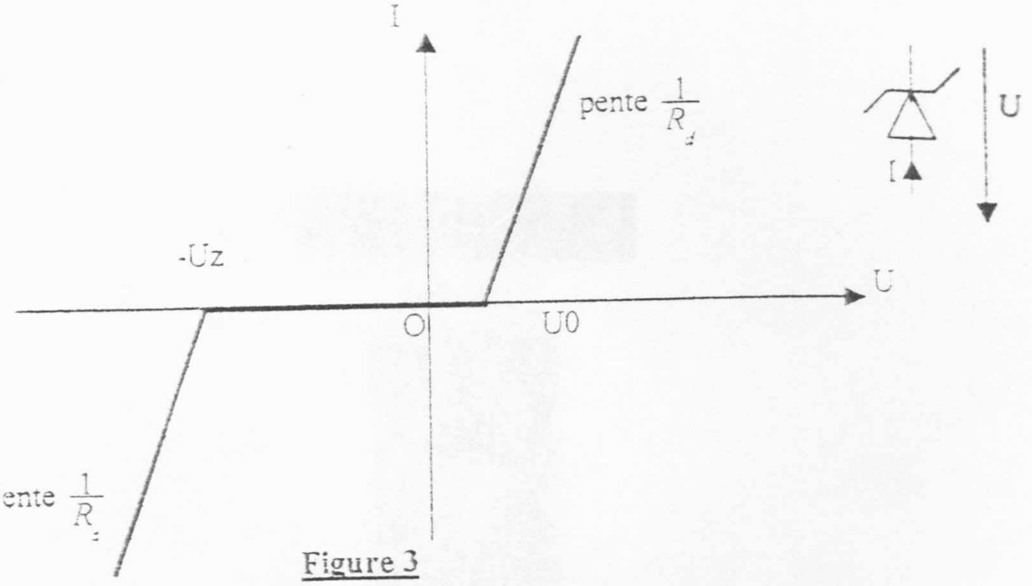


Figure 3

U_0 : est la tension de seuil à partir de la quelle en mode direct la diode laisse passer le courant I.

U_z : est la tension Zener à partir de laquelle il y a passage du courant inverse (si la tension d'entrée dépasse la tension Zener U_z), Uz est presque constante.

R_d : est la résistance dynamique de la diode Zéner dans le sens direct (lorsque I >0)

$= \frac{\Delta U}{\Delta I}$ pour $U>U_0$.

R_z : est la résistance dynamique dans la diode Zéner dans le sens inverse (I<0)

$= \frac{\Delta U}{\Delta I}$ pour $U <-U_z$.

2°) $-U_z < U < U_0$ la diode Zener est bloquée; elle se comporte comme un interrupteur ouvert $I = 0$.

$U > U_0$ la diode Zener est passante en mode direct (se comporte comme une diode à jonction.)

$U < -U_z$ la diode est passante en mode inverse elle fonctionne en Zener

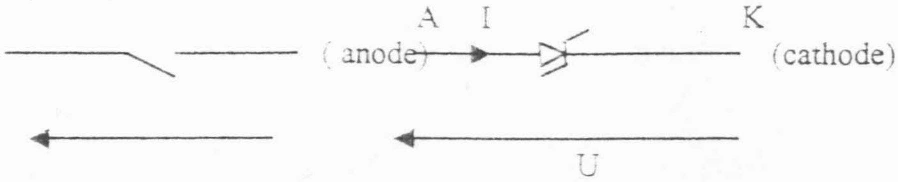
3°)

mode 1	$-U_z < U < U_0$,	$U = e$,	$I = 0$
mode 2	$U > U_0$	$U = U_0 + R_d I$	
mode 3	$U > \|U_z\|$ $U < -U_z$	$U = U_z + R_z I$ $U = -U_z - R_z I$.	

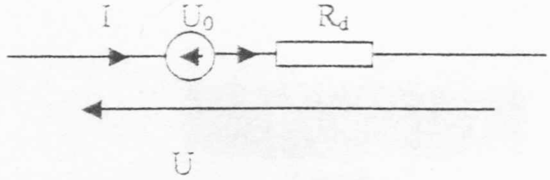
9

Schémas électriques équivalents :

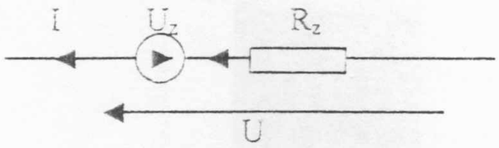
mode 1 :



mode 2 :

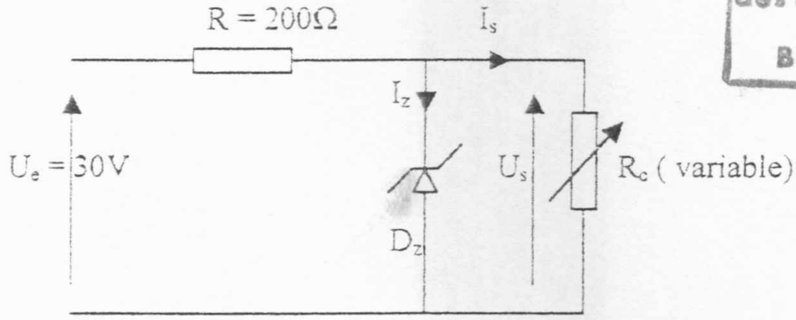


mode 3 :

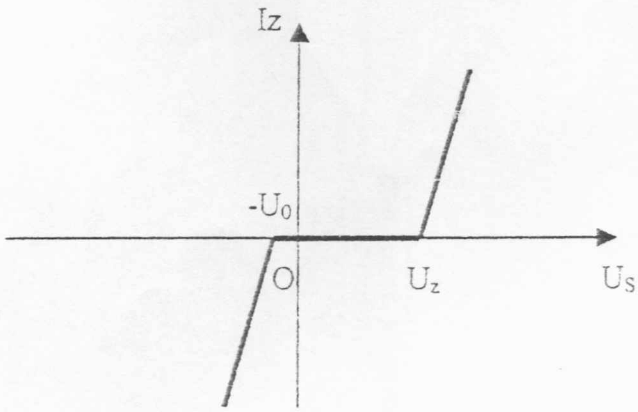


(I change de sens).

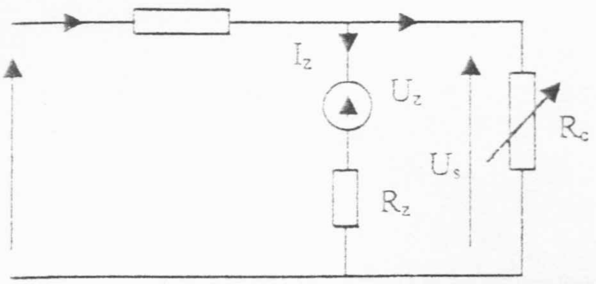
III-1°)



Caractéristique Iz = f(Us)



2°)



$U_s = R_cI_s$ (1) => $I_s = \frac{U_s}{R_c}$ 0,25

$U_s = U_z + R_zI_z$ (2) => $I_z = \frac{U_s - U_z}{R_z}$ 0,25

$I_e = I_z + I_s$ $I_z = I_e - I_s$ (3) 0,2

$I_e = \frac{Ue-U_s}{R}$

de (3), (1) et (2) => $I_z = \frac{Ue-U_s}{R} - \frac{U_s}{Rc} = \frac{(Ue-U_s)Rc - U_sR}{RRc} = \frac{RcUe - U_s(Rc+R)}{R.Rc}$

avec $U_s = U_z + R_zI_z$ => $I_z = \frac{RcUe-(Uz+RzIz)(Rc+R)}{R.Rc}$

$RR_cI_z + I_zR_z(R_c + R) = R_cU_e - U_z(R_c + R)$

$I_z\left[R.Rc+Rz(Rc+R)\right] = R_cU_e - U_z(R_c + R)$

$I_z = \frac{RcUe-Uz(Rc+R)}{R.Rc+Rz(Rc+R)}$ => $\boxed{I_z = \frac{Ue-Uz(1+\frac{R}{Rc})}{R+Rz(1+\frac{R}{Rc})}}$ 0,5

3°) $U_s = f(U_e)$

0, $U_s = U_z + R_zI_z$ => $I_z = \frac{Us-Uz}{Rz}$, $I_e = I_z + I_s$

$I_e = \frac{Ue-Us}{R} = \frac{Us-Uz}{Rz} + Is$ => $-\frac{Us}{R} - \frac{Us}{Rz} = -\frac{Ue}{R} - \frac{Uz}{Rz} + Is$ => $Us\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{Rz}\right) = \frac{Ue}{R}+\frac{Uz}{Rz} - Is$

$Us\left(\frac{Rz+R}{RRz}\right) = \frac{Ue}{R}+\frac{Uz}{Rz} - Is$ => $\boxed{Us = \frac{RzUe}{(Rz+R)} + \frac{RUz}{(Rz+R)} - Is\frac{RRz}{Rz+R}}$ 0,5

si I_s = cte c'est à dire $dI_s = 0$ => $dU_s = \frac{d(RzUe)}{Rz+R}$ => $f = \left(\frac{\Delta Us}{\Delta Ue}\right)_{I=cte} = \frac{Rz}{Rz+R} \approx \frac{Rz}{R}$ => f = 2,5% 0,25

et $r = \left(-\frac{\Delta Us}{\Delta Is}\right)_{Ue=cte} \Rightarrow dUs = \frac{dIsRRz}{Rz+R}$

$R_z << R$ => $-\frac{dUs}{dIs} = r \approx Rz = 5V/A$ 0,25

4°) a) et b) $R_c = \infty \longrightarrow R_c = 250\ \Omega$

Pour $R_c = \infty$ $\boxed{I_z = \frac{Ue-Uz}{(R+Rz)}}$

correspond à $U = Uz + Rz\frac{(Ue-Uz)}{R+Rz}$

Application numérique : $U_e = 30$ V ; $U_z = 10$ V ; $R = 200\ \Omega$; $R_z = 5\ \Omega$

$I_z = \frac{30-10}{200+5} = 97$ mA correspond à I_{max}

$U = U_{s\ max} = U_z + R_zI_z = 10 + 5.97.10\text{-}3 = 10{,}48$ V

pour $R_c = 250\ \Omega$

$I_z = I_{z\ min}$ $\quad I_z = \dfrac{30-10(1+\frac{200}{250})}{200+5(1+\frac{200}{250})} = 0{,}057$ A

$U_s = U_{s\ min} = 10 + 5.57.10\text{-}3 = 10{,}28$ V

c) $\dfrac{\Delta Us}{Us_{moy}}$ avec $U_{s\ moyen} = \dfrac{Us_{max} + Us_{min}}{2}$

$U_{smoyen} = \dfrac{10{,}48+10{,}28}{2} = 10{,}38$ V

$\dfrac{\Delta Us}{Us_{moy}} = \dfrac{10{,}48-10{,}28}{10{,}38} = 0{,}019$

$\dfrac{\Delta Us}{Us_{moy}} = 2\%$