GCR1 A.U 2017-2018

Documents non autorisés

1 page+1 abaque+1 formulaire

DUREE 02H00

DEVOIR DE SYNTHESE PROPAGATION GUIDEE

N.B : ***Chaque étudiant(e), dispose d'un formulaire et d'une abaque.***
L'usage d'une calculatrice standard est autorisé. L'usage de GSMs et Smartphones est interdit.

EXERCICE N°1

Soit un guide rectangulaire rempli d'un diélectrique de constante $\varepsilon_r=3$, et telle que a=8.2cm et b=4.4cm

1°)a)Quel est le mode fondamental ? quelle est sa fréquence de coupure f_{cd}.

b)Calculer alors constante de propagation de coupure k_c pour ce mode ?

c)Quelle est la valeur de la longueur d'onde de coupure λ_c pour ce mode ?

d)Calculer les constantes de propagation β_g et k_o.

Quelle est la valeur de la longueur d'onde guidée λ_g pour ce mode. $f_0 = 11\,GHz$

2°)a)En se restreignant à des modes dont la fréquence de coupure est liée à celle du mode fondamental par l'inégalité : $f_c/f_{cd} \leq 2.5$,déterminer par ordre d'apparition, les modes présents dans le guide.

EXERCICE N°2 (1 abaque)

I)Une ligne coaxiale à air d'impédance caractéristique Zc=100Ω est terminée par une impédance constituée par une résistance R =200 Ω en série avec une self L de 50 nH.

La ligne est alimentée par un générateur délivrant un signal de fréquence 1.25 GHz.

1°)En utilisant l'abaque de Smith, déterminer:

a-le rapport d'ondes stationnaires s.

b- le coefficient de réflexion $\underline{\rho}_L$.

c-l'admittance de charge $\underline{Y}_L$ (avec la meilleure précision possible).

d-l'impédance ramenée à 16 cm de la charge.

2°)On se propose d'adapter cette ligne en utilisant un stub court-circuité d'impédance caractéristique égale à celle de la ligne principale.

Déterminer à quelle distance d de la charge doit-on placer ce stub ainsi que sa longueur ℓ pour réaliser l 'adaptation. (on donnera toutes les solutions possibles)

EXERCICE N°3

Une ligne de transmission sans pertes est terminée en z=L, par une impédance $\underline{Z_L}$ inconnue. En z=zo , on fait les mesures suivantes :

i)lorsque la ligne est terminée par un court-circuit, alors :

Zcc(zo) = +j159.00(Ω)

ii)lorsque la ligne est terminée par un circuit ouvert, alors :

Zco(zo) = -j35.38(Ω)

1°)Calculer l'impédance caractéristique Zc de la ligne.

Sachant que L=60cm, que λ=28cm et que la ligne est terminée par

$\underline{Z_L} = (42.5 - j135)\Omega$. :

2°)a)Déterminer le coefficient de réflexion (module et phase) en z=L.

b)Quel est alors le TOS.

c)Trouver le coefficient de réflexion en z=26cm puis en z=40cm..

d)Sachant qu'on a détecté un maximum de tension sur la ligne égal à 8V et un minimum de courant égal à 0,2A, quels sont alors les valeurs du minimum de tension et celui du maximum de courant.

e)Calculer l'impédance

a)à 34 cm de la charge.

b)à 20 cm de la charge.

Bon Travail

Corrigé DS PG 17-18

Ex 1

1°) a) mode fondamental : TE_{10}

$k_c = \frac{\omega_c}{v} = \frac{2\pi f_c}{v} \Rightarrow f_c = \frac{v}{2\pi} k_c = \frac{v}{2\pi}\sqrt{\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{n\pi}{b}\right)^2}$

$f_{c_1} = \frac{v}{2\pi}\frac{\pi}{a} = \frac{v}{2a}$; $v = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_r}} \Rightarrow f_{c_1} = 1{,}056$ GHz

b) $k_{c_{10}} = \sqrt{\left(\frac{1\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{0\pi}{b}\right)^2} = \frac{\pi}{a} = 38{,}31$ rd/m

c) $\lambda_{c_{10}} = \frac{2\pi}{k_{c_{10}}} = 16{,}40$ cm

d) $k_0 = \frac{2\pi f_0}{v} = 399{,}04$ rd/m

$\beta_{g_{10}} = \sqrt{k_0^2 - k_{c_{10}}^2} = 397{,}19$ rd/m

$\lambda_{g_{10}} = \frac{2\pi}{\beta_{g_{10}}} = 1{,}58$ cm

2°)

n \ m	0	1	2	3	4
0		71,40 / 1,8636	76,62 / 2,000	114,9 / 3,000	
1	38,31 / 1	81,03 / 2,115	104,72 / 2,734		
2	142,8 / 3,72				
3					

$\cancel{k_{cmn}}$

f_c / f_{cd}

①	②		③	④	
TE_{10}	TE_{10}		TE_{02}	TE_{11} TM_{11}	

classement correct

11

18,5

Ex 2 $\omega L = 397{,}7\,\Omega \Rightarrow z_A = 2 + j\,7{,}95$

1)

a - $s \simeq 10{,}2$ (10,1 par calcul)

b - $|\rho_L| \simeq 0{,}82$ $\angle \rho_L \simeq 23{,}1°$ ($0{,}82\, e^{j\,23{,}09°}$ (0,403) par calcul) ($0{,}7543 + j\,0{,}3216$)

c - $y_L = z_{A'} = 0{,}1 - j\,0{,}205$ (théorie $0{,}103 - j\,0{,}202$)

$\Rightarrow Y_L = y_L \times Y_c = (1\,10^{-3} - j\,2{,}05\,10^{-3})\,\Omega^{-1}$ (théorie $(1{,}03 - j\,2{,}02)\,10^{-3}$)

d) $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3\,10^8}{1{,}2\,10^9} = \boxed{24\,cm}$; $\frac{16\,cm}{\lambda} = \frac{16}{24} = 0{,}667\lambda$

$\boxed{d_A = 0{,}218\lambda}$ vers le géné

$d_B = d_A + 0{,}667\lambda \rightarrow$ $0{,}218 + 0{,}167 = 0{,}385$ | $0{,}385\lambda$

$z_B = 0{,}18 + j\,0{,}865 \Rightarrow Z_B = (18 + j\,86{,}5)\,\Omega$ (théorie $17{,}5 - j\,87{,}08$)

2) $d_{A'} = 0{,}068\lambda$; $d_{B_1'} = 0{,}298\lambda$; $d_{B_2'} = 0{,}202\lambda$

$d_1 = d_{B_1'} - d_{A'} + n\frac{\lambda}{2} = 0{,}330\lambda + n\frac{\lambda}{2} = 7{,}92\,cm + n\,12\,cm$

$d_2 = d_{B_2'} - d_{A'} + n\frac{\lambda}{2} = 0{,}234\lambda + n\frac{\lambda}{2} = 5{,}616\,cm + n\,12\,cm$

$y_{B_1'} = 1 - j\,2{,}9$ $y_{B_2'} = 1 + j\,2{,}9$

avec le stubs on ajouterait $+j\,2{,}9$ pour la 1ère solution et $-j\,2{,}9$ pour la seconde

$d_1 = 0{,}197\lambda$; $d_2 = 0{,}303\lambda$

$l_1 = d_1 - d_{cc} + n\frac{\lambda}{2} = 0{,}197\lambda + 0{,}25\lambda + n\frac{\lambda}{2} = 0{,}447\lambda + n\frac{\lambda}{2} = 10{,}73\,cm + n\,12\,cm$ ($+0{,}5\lambda$)

$l_2 = d_2 - d_{cc} + n\frac{\lambda}{2} = 0{,}303\lambda - 0{,}25\lambda + n\frac{\lambda}{2} = 0{,}053\lambda + n\frac{\lambda}{2} = 1{,}272\,cm + n\,12\,cm$

20

Ex 3 (3)

1°) $Z_c = \sqrt{Z_{co} Z_{cc}} = 75\,\Omega$

2°) a) $\rho_L = \dfrac{Z_L - Z_c}{Z_L + Z_c} = 0{,}4498 - j0{,}6322 = 0{,}7759\, e^{j(-0{,}9524)}$ ou $-54{,}57°$

b) $s = \dfrac{1 + |\rho_L|}{1 - |\rho_L|} = 7{,}923$

c)

$\rho(z) = \rho_L \exp(2j\beta(z - L))$. A.N

$z_1 = 26\,cm$ $\quad \rho(z_1) = -0{,}6795 + j0{,}3744 = 0{,}7759\, e^{j2{,}6379}$ ou $(151{,}14)$

$z_2 = 40\,cm$ $\quad \rho(z_2) = -0{,}6795 + j0{,}3744$

d) $s = \dfrac{u_{max}}{u_{min}} = \dfrac{i_{max}}{i_{min}} \Rightarrow$ ~~u~~ $u_{min} = \dfrac{u_{max}}{s}$, $i_{max} = s \cdot u_{min}$

A.N $u_{min} = 1{,}01\,V$, $i_{max} = 1{,}58\,A$

e) a) $z \sim 3\,cm$ de la charge c'est z_1

et $z \sim 20\,cm$ ——— c'est z_2

$Z(z_1) = Z_c \dfrac{1 + \rho(z)}{1 - \rho(z)} = 10{,}08 + j18{,}97\,\Omega$

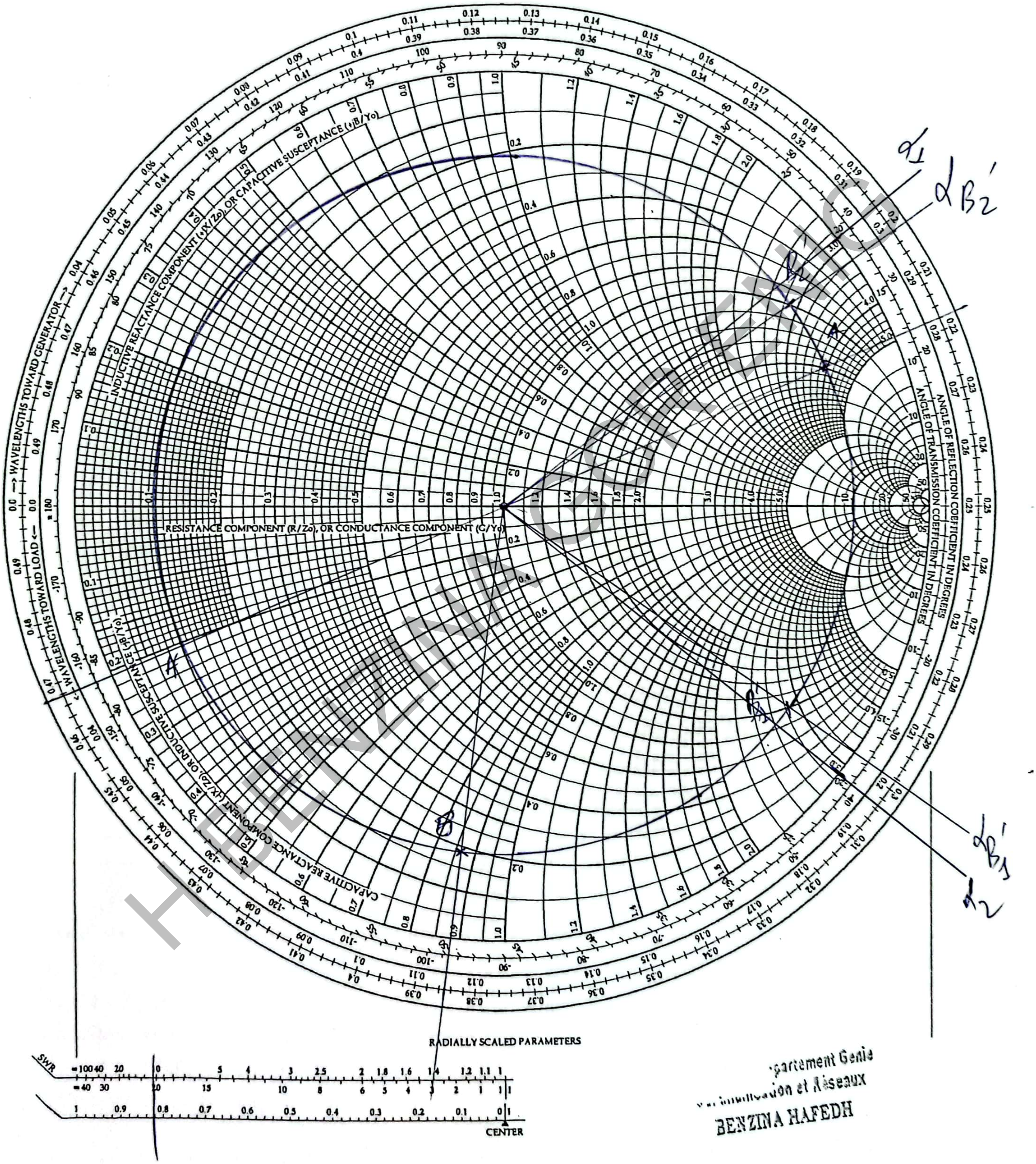
$Z(z_2) = 10{,}08 + j18{,}97\,\Omega$

14,5

54 pts → 1 pt → 0,384

Aide 1 pt → 0,4

Smith Chart



RESISTANCE COMPONENT (R/Zo), OR CONDUCTANCE COMPONENT (G/Yo)
INDUCTIVE REACTANCE COMPONENT (+jX/Zo), OR CAPACITIVE SUSCEPTANCE (+jB/Yo)
CAPACITIVE REACTANCE COMPONENT (-jX/Zo), OR INDUCTIVE SUSCEPTANCE (-jB/Yo)
WAVELENGTHS TOWARD GENERATOR
WAVELENGTHS TOWARD LOAD
ANGLE OF REFLECTION COEFFICIENT IN DEGREES
ANGLE OF TRANSMISSION COEFFICIENT IN DEGREES
RADIALLY SCALED PARAMETERS
SWR
CENTER
d1
dB2'
dB1'
d2
A
B

LES LIGNES DE TRANSMISSION

$$\frac{\partial U}{\partial z}=-R'I-L'\frac{\partial I}{\partial t}\ ;\ \frac{\partial I}{\partial z}=-G'U-C'\frac{\partial U}{\partial t}$$

Equations des télégraphistes

$$\frac{\partial^2 U}{\partial z^2}-\frac{\partial^2 U}{\partial t^2}L'C'-\frac{\partial U}{\partial t}\left[R'C'+L'G'\right]-R'G'U=0$$

Régime sinusoïdal

$$\underline{U}(z,t)=\underline{u}(z)e^{j\omega t}\ ;\ \frac{\partial \underline{u}}{\partial z}=-(R'+j\omega L')\underline{i}\ ;$$

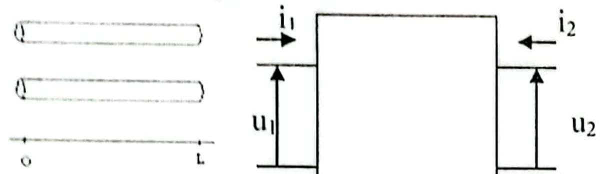
$$\frac{\partial \underline{i}}{\partial z}=-(G'+j\omega C')\underline{u}\ ;\ \frac{\partial^2 \underline{u}}{\partial z^2}=(R'+j\omega L')(G'+j\omega C')\underline{u}$$

$$\underline{\gamma}=\sqrt{(R'+j\omega L')(G'+j\omega C')}=\alpha+j\beta$$

$$\underline{u}(z)=\underline{u}_+e^{-\gamma z}+\underline{u}_-e^{+\gamma z}\ ;\underline{i}(z)=\underline{Y}_c(\underline{u}_+e^{-\gamma z}-\underline{u}_-e^{+\gamma z})$$

$$\underline{Z}_c=\frac{\underline{u}_+}{\underline{i}_+}=-\frac{\underline{u}_-}{\underline{i}_-}=\sqrt{\frac{(R'+j\omega L')}{(G'+j\omega C')}}$$

Une ligne de transmission de longueur L est équivalente à un quadripôle :



$$\begin{pmatrix}\underline{u}_2\\ \underline{i}_2\end{pmatrix}=\underbrace{\begin{pmatrix}\cosh(\gamma L) & -\underline{Z}_c\sinh(\gamma L)\\ -\underline{Y}_c\sinh(\gamma L) & \cosh(\gamma L)\end{pmatrix}}_{\text{matrice de chaine}}\begin{pmatrix}\underline{u}_1\\ \underline{i}_1\end{pmatrix}$$

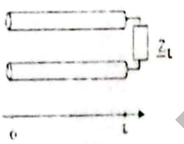
Coefficient de reflection :

$$\underline{\rho}(z)=\frac{\underline{u}_-}{\underline{u}_+}e^{2\gamma z}\ ;\underline{u}(z)=\underline{u}_+e^{-\gamma z}[1+\underline{\rho}(z)]\ ;$$

$$\underline{i}(z)=\underline{Y}_c\underline{u}_+e^{-\gamma z}[1-\underline{\rho}(z)]$$

$$\underline{Z}(z)=\underline{Z}_c\frac{1+\underline{\rho}(z)}{1-\underline{\rho}(z)}\ ;\underline{\rho}(z)=\frac{\underline{Z}(z)-\underline{Z}_c}{\underline{Z}(z)+\underline{Z}_c}$$

LIGNE TERMINEE PAR UNE CHERGE



$$\underline{\rho}(z)=\underline{\rho}_L e^{2\gamma(z-L)}$$

Cas d'une ligne adaptée :

$$\underline{Z}_L=\underline{Z}_c\Rightarrow\underline{\rho}_L=0;\underline{u}_-=0;\underline{\rho}(z)=0;$$

$$\underline{Z}(z)=\underline{Z}_c$$

Cas d'une ligne terminée par un court-circuit(cc)

$$\underline{Z}_L=0;\underline{u}_L=0;\underline{\rho}_L=-1;\underline{\rho}(z)=-e^{2\gamma(z-L)};$$

$$\underline{Z}(z)=-\underline{Z}_c\tanh[\gamma(z-L)]$$

Cas d'une ligne terminée par un circuit ouvert(co)

$$\underline{Z}_L=\infty;\underline{i}_L=0;\underline{\rho}_L=+1;\underline{\rho}(z)=+e^{2\gamma(z-L)};$$

$$\underline{Z}(z)=-\underline{Z}_c\coth[\underline{\gamma}(z-L)]$$

LIGNES DE TRANSMISSION SANS PERTES

$$\underline{Z}_c=\sqrt{\frac{L'}{C'}}\ ;R'=G'=0\ ;\ \underline{\gamma}=j\beta\ :$$

La matrice de chaine devient :

$$\underbrace{\begin{pmatrix}\cos(\beta L) & -j\underline{Z}_c\sin(\beta L)\\ -j\underline{Y}_c\sin(\beta L) & \cos(\beta L)\end{pmatrix}}_{\text{matrice de chaine}}$$

$$|\underline{u}(z)|=|\underline{u}_+|\,|1+\underline{\rho}(0)e^{2j\beta z}|$$

Le taux d'ondes stationnaires (TOS)

$$s=\frac{u_{max}}{u_{min}}=\frac{1+|\rho|}{1-|\rho|}\Rightarrow|\rho|=\frac{s-1}{s+1}$$

ABAQUE DE SMITH

C'est la transformation : $z(z)=\frac{Z(z)}{Z_c}=r+jx\ \rightarrow\ \rho(z)=a+jb$

	$\underline{z}(z)$	$\underline{\rho}(z)$	Commentaire
C.A	1	0	Point O
C.C	0	-1	Point O'
C.O	∞	+1	Point O''
Resistance pure	r	$1-\frac{2}{1+r}$	Portion de l'axe Є[-1,1]
Réactance pure	jx	$\frac{jx-1}{jx+1}$	Cercle unité

GUIDES D'ONDES

$$\Delta\underline{\psi}=\underline{k}^2\underline{\psi}\quad avec\quad \underline{k}^2=j\omega\mu(\sigma+j\omega\varepsilon)\quad et\quad \underline{\psi}=\begin{pmatrix}\vec{\underline{E}}\\ \vec{\underline{H}}\end{pmatrix}$$

Pas de pertes $\Rightarrow\underline{k}^2=-k_0^2=-\omega^2\mu\varepsilon$

GUIDE RECTANGULAIRE :

Résolution : $\underline{\psi}(x,y,z)=\underline{X}(x)\underline{Y}(y)\underline{Z}(z)$

$$\Rightarrow\beta_g^2=k_0^2-k_c^2;avec\,k_c^2=k_x^2+k_y^2$$

$$\underline{X}(x)=\underline{A}\sin(k_x x)+\underline{B}\cos(k_x x)$$

$$\underline{Y}(y)=\underline{C}\sin(k_y y)+\underline{D}\cos(k_y y)$$

$$\underline{Z}(z)=\underline{F}.\exp(-j\beta_g z)$$

conditions aux limites : $\underline{E}_y=\underline{E}_z=0\,en\,x=0\,et\,a$

$\underline{E}_x=\underline{E}_z=0\ en\ y=0\,et\,b$

$$k_{cmn}=\sqrt{\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2+\left(\frac{n\pi}{b}\right)^2}=\omega_c\sqrt{\mu\varepsilon}$$

modes $TM_{mn}\Rightarrow\underline{H}_z=0$

$\underline{E}_z(x,y,z)=\underline{E}_{mnz}\sin(\frac{m\pi}{a}x)\sin(\frac{n\pi}{b}y)\exp(-j\beta_g z)$ m=1,2,3,…

n=1,2,3,…

modes $TE_{mn}\Rightarrow\underline{\mathbf{E}}_z=0$

GUIDE CIRCULAIRE :

$$\Rightarrow\beta_g^2=k_0^2-k_c^2;avec\,k_c^2=k_x^2+k_y^2$$

$$\underline{\psi}(\rho,\varphi,z)=\underline{\psi}_{mn}J_m(k_{cmn}\rho)\cos(n\varphi)\exp(-j\beta_g z)$$

Modes TM : $J_m(k_{cmn}a)=0$;**Modes TE** : $J'_m(k_{cmn}a)=0$

Corrigé bref DS PG 17-18

Ex 1

1°) a) mode TE_{10} ; $f_{c_{10}} = \frac{v}{2a} = 1{,}056\,GHz$ avec $v = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_r}}$ b) $k_{c_{10}} = \frac{\pi}{a} = 38{,}31\,rd/m$

c) $\lambda_{c_{10}} = \frac{2\pi}{k_{c_{10}}} = 16{,}40\,cm$; d) $k_0 = \frac{2\pi f_0}{v} = 399{,}04\,rd/m$; $\beta_{g_{10}} = \sqrt{k_0^2 - k_{c_{10}}^2} = 397{,}19\,rd/m$

$\lambda_{g_{10}} = \frac{2\pi}{\beta_{g_{10}}} = 1{,}58\,cm$; 2°)

	TE_{10}	TE_{01}	TE_{20}	TE_{11} TM_{11}
f_c/f_{c_1}	1	1,8636	2,000	2,115
k_c	38,31	71,40	76,62	81,03

classement correct

Ex 2

1°) $\omega L = 392{,}7\,\Omega \Rightarrow z_A = 2 + j\,3{,}93$

a) $s \simeq 10{,}2$ b- $|\rho_L| \simeq 0{,}82$ $\angle \rho_L \simeq 23{,}5°$ c- $y_L = 0{,}1 - j\,0{,}205 \Rightarrow Y_L = (1 - j\,2{,}05)\,10^{-3}\,\Omega^{-1}$

d) $\lambda = \frac{c}{f} = 24\,cm$; $d_A = 0{,}218\lambda$; $d_B = 0{,}385\lambda$; $z_B = 0{,}18 - j\,0{,}865$; $Z_B = (18 - 86{,}5j)\,\Omega$

2°) $d_A' = 0{,}468\lambda$; $d_{B_1}' = 0{,}298\lambda$; $d_{B_2}' = 0{,}202\lambda$; $d_1 = 0{,}33\lambda + n\frac{\lambda}{2} = 7{,}92\,cm + n\,12\,cm$ avec le stub

$d_2 = 0{,}234\lambda + n\frac{\lambda}{2} = 5{,}616\,cm + n\,12\,cm$; $y_{B_1}' = 1 - j\,2{,}9$; $y_{B_2}' = 1 + j\,2{,}9$; $d_1 = 0{,}197\lambda$; $d_2 = 0{,}303\lambda$; $l_1 = 0{,}447 + n\frac{\lambda}{2}$

on ajoute $+j\,2{,}9$ et $-j\,2{,}9 \Rightarrow$ $l_2 = 0{,}053\lambda + n\frac{\lambda}{2} = 1{,}272\,cm + n\,12\,cm$

$l_1 = 10{,}73\,cm + n\,12\,cm$;

Ex 3

1°) $Z_c = \sqrt{Z_{co} Z_{cc}} = 75\,\Omega$ 2°) a) $\rho_L = \frac{Z_L - Z_c}{Z_L + Z_c} = 0{,}4498 - j\,0{,}6322 = 0{,}7759\,e^{-j\,0{,}9524} / {-54{,}57°}$

b) $s = \frac{1 + |\rho_L|}{1 - |\rho_L|} = 7{,}923$ c) $\rho(z) = \rho_L \exp(2j\beta(z - L))$; $\rho(z_1) = 0{,}6795 + j\,0{,}3744$

$\rho(z_1) = 0{,}7759\,e^{j\,2{,}638} / 151{,}14°$; $\rho(z_2) = \rho(z_1)$ d) $u_{min} = \frac{u_{max}}{s}$; $i_{max} = s\,i_{min}$

$u_{min} = 1{,}01\,V$; $i_{max} = 1{,}58\,A$;

$Z(z) = Z_c \frac{1 + \rho(z)}{1 - \rho(z)}$; $Z(z_1) = 10{,}08 + j\,18{,}97$; $Z(z_2) = Z(z_1)$