اللقب .... الاسم ....
الفوج ....

Université de Mohamed Boudiaf- M'Sila
Département d'Electronique
3ème année licence (S5) – Télécommunications

Module : Ondes et propagation
Année universitaire : 2019/2020

Contrôle

Partie I (8 pts)

a) Rappeler les équations de Maxwell forme locale dans un milieu conducteur liant les champs indépendamment de leurs sources et donner leurs noms et l'interprétation physiques.

b) Donner la loi d'Ohm pour un conducteur et définir chaque terme.

c) On suppose deux milieux : le 1er c'est l'air (μ_0, ε_0) le 2ème est un diélectrique (μ, ε). Écrire les relations entre l'angle θ_i d'incidence : l'angle de réflexion θ_r et l'angle de transmission.

d) Compléter les unités des quantités suivantes :

- La constante de phase β :
- L'unité de l'induction magnétique $\vec{B}$:
- Le facteur d'atténuation α :
- L'unité de l'induction électrique $\vec{D}$:
- La conductivité σ :
- La constante de propagation γ :

e) **Cocher les bonnes réponses** : (5 pts)

1- Entre un émetteur et un récepteur situés sur terre, trois types de propagation peuvent avoir lieu :
   a. Onde directe, onde de sol, onde réfléchie.
   b. Onde de sol, onde d'espace, onde de l'atmosphère.
   c. Onde de sol, onde d'espace, onde directe.

2- L'impédance caractéristique du vide est :

a. 377Ω b. $\left|\frac{\vec{E}}{\vec{H}}\right|$ c. $130\pi\Omega$ d. $\sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}}$ e. $\left|\frac{\vec{E}}{\vec{B}}\right|$ f. $\sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}}$

3- le champ magnétique d'une onde plane est transversal c'est-à-dire :
   a. $\vec{B} // \vec{k}$
   b. La composante de $\vec{B}$ dans la direction de propagation est nulle.
   c. $\vec{B} \perp \vec{k}$

4- La longueur d'onde d'une onde électromagnétique dans le vide est :

a. $\frac{1}{f\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}}$ *b.* $\frac{f}{\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}}$ *c.* CT *d.* $\frac{1}{f\sqrt{\mu_r\varepsilon_r}}$ *e.* $\frac{2\pi}{k}$

5- Soit $\vec{B} = B_0\,(x, t)\,\vec{U}_y$ est le champ magnétique d'une onde électromagnétique plane.
Le champ électrique associé à cette onde est :
   a. $\vec{E} = E_0\,(z, t)\,\vec{U}_x$
   b. $\vec{E} = E_0\,(x, t)\,\vec{U}_y$
   c. $\vec{E} = E_0\,(x, t)\,\vec{U}_z$
   d. $\vec{E} = E_0\,(x, t)\,\vec{U}_x$

6- Les ondes stationnaires sont
   a. La superposition des ondes incidentes et réfléchies
   b. La superposition des ondes incidentes et transmises
   c. La superposition des ondes transmises et réfléchies

7- Si la vitesse de propagation d'une onde de fréquence 20Mhz dans un certain milieu est 0.85C, sa longueur d'onde dans ce milieu est :

a. 15m
b. 0.06m
c. 12.75m
d. 17.64m

8- Dans les milieux conducteurs il n'y a pas de

a. Atténuation des ondes EM b. Amplification des ondes EM c. Diffusion des ondes EM

9- Le théorème de stokes permet

a. 1 : de transformer une intégrale de surface à une intégrale de contour.
b. 2 : de transformer une intégrale de volume à une intégrale de surface.
c. 3 : de transformer une intégrale de contour à une intégrale de surface.
d. 4 : de transformer une intégrale de surface à une intégrale de volume.

10- Soit $\vec{E} = E_y\,(z\,,t\,)\,\vec{j}$ le champ électrique d'une OEMP. La direction de propagation est :

e. 1 : suivant l'axe x
f. 2 : suivant l'axe y
g. 3 : suivant l'axe z

Exercice (7 pts)

On considère une onde électromagnétique plane cosinusoïdale, progressive de pulsation ω, se propageant dans le vide. L'onde se propage dans la direction Oy. Le vecteur champ électrique est parallèle à Ox son amplitude est E_0.

1. Écrire, en notation réelle, les composantes du vecteur d'onde $\vec{k}$ puis celles du vecteur champ électrique $\vec{E}$
2. En utilisant les équations de Maxwell dans le vide, établir l'équation de propagation de $\vec{E}$ dans le vide. En déduire la relation de dispersion de cette onde dans le vide.
3. En utilisant les équations de Maxwell dans le vide, exprimer les composantes du vecteur champ magnétique de l'onde $\vec{B}$ au point.
4. Représenter sur un schéma clair les vecteurs $\vec{E}$, $\vec{B}$ et $\vec{k}$. L'onde électromagnétique étudiée est-elle longitudinale ou transversale?
5. Calculer la densité d'énergie électromagnétique W
6. Déterminer les composantes du vecteur de Poynting puis son module P.

بالتوفــــــــــــــــــــــــــيق

Correction du contrôle.

a) $\vec{rot}\,\vec{E} = -\dfrac{\partial \vec{B}}{\partial t}$: MF Maxwell Faraday $\qquad \vec{rot}\,\vec{B} = \mu\left(\vec{j} + \varepsilon\dfrac{\partial \vec{E}}{\partial t}\right)$ MA. Maxwell Ampère

MF : la source de $\vec{E}$ est la variation de $\vec{B}$ dans le temps

MA : " " $\vec{B}$ est : le courant électrique + la variation de $\vec{E}$ dans le temps.

b) $\vec{j} = \sigma \vec{E}$

c) une onde monochromatique est composée d'une seule longueur d'onde λ (ou une seule fréquence)

d) $\theta_i = \theta_r \qquad \dfrac{1}{\sqrt{\mu_0 \varepsilon}}\sin\theta_i = \dfrac{1}{\sqrt{\varepsilon\mu}}\sin\theta_t \Rightarrow \sin\theta_i = \dfrac{1}{\sqrt{\varepsilon_r\mu_r}}\sin\theta_t$

β [rad/m] $\qquad \vec{B}$ [Tesla] $\qquad \alpha$ [Nepper/m]

$\vec{D}$ (C/m) $\qquad \sigma$ [S/m] $\qquad \gamma$ [m^{-1}].

Exercice :

1) $\vec{k} = (0, k, 0)$; $\vec{E} = \begin{pmatrix} E_0\cos(\omega t - ky) \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$

2/ Les eqs de Maxwell : $\vec{rot}\,\vec{E} = -\dfrac{\partial \vec{B}}{\partial t}$; $\vec{rot}\,\vec{B} = \varepsilon_0\mu_0\dfrac{\partial \vec{E}}{\partial t} = \dfrac{1}{c^2}\dfrac{\partial \vec{E}}{\partial t}$; $div\,\vec{B} = 0$; $div\,\vec{E} = 0$

L'eq d'onde $\Delta\vec{E} - \dfrac{1}{c^2}\dfrac{\partial \vec{E}}{\partial t^2} = 0 \Rightarrow \boxed{\dfrac{\partial^2 E_x}{\partial y^2} - \dfrac{1}{c^2}\dfrac{\partial^2 E_x}{\partial t^2} = 0}$

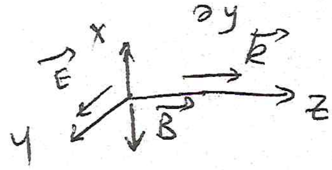
On remplace : $\dfrac{\partial^2 E_x}{\partial t^2} = -\omega^2 E_x$

$\dfrac{\partial E_x}{\partial y^2} = -k^2 E_x \qquad \Rightarrow \boxed{k = \dfrac{\omega}{c}}$ relation de dispersion.

$\Rightarrow \boxed{B_z = -\dfrac{k}{\omega}E_x}$

3/ $\vec{rot}\,\vec{E} = -\dfrac{\partial E_x}{\partial y}\vec{\ } = -\dfrac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

4/



5/ $w = w_e + w_m = \varepsilon_0 E_0^2\cos^2(\omega t - ky)$

6/ $\vec{P} = \dfrac{\vec{E}\wedge\vec{B}}{\mu_0} = \dfrac{E_0^2}{c\mu_0}\cos^2(\omega t - ky)\,\vec{u_y}$

$\vec{P} = \begin{bmatrix} 0 \\ \varepsilon_0 c E_0^2\cos^2(\omega t - ky) \\ 0 \end{bmatrix}$

et le module $|\vec{P}| = \varepsilon_0 c E_0^2\cos^2(\omega t - ky)$

F) 1-c ; 2-a,b,d ; 3-b,c ; 4-a,c ; 5-c ; 6-a ; 7,c

8-b,c $\qquad$ 9-a,c $\qquad$ 10-c