



UNIVERSITÉ
LAVAL

FACULTÉ DES SCIENCES ET DE GÉNIE

DÉPARTEMENT DE GÉNIE ÉLECTRIQUE ET DE GÉNIE INFORMATIQUE

GEL-3002 Transmission des Ondes Électromagnétiques
Jérôme Genest

Examen partiel

DATE: Vendredi le 28 octobre 2022

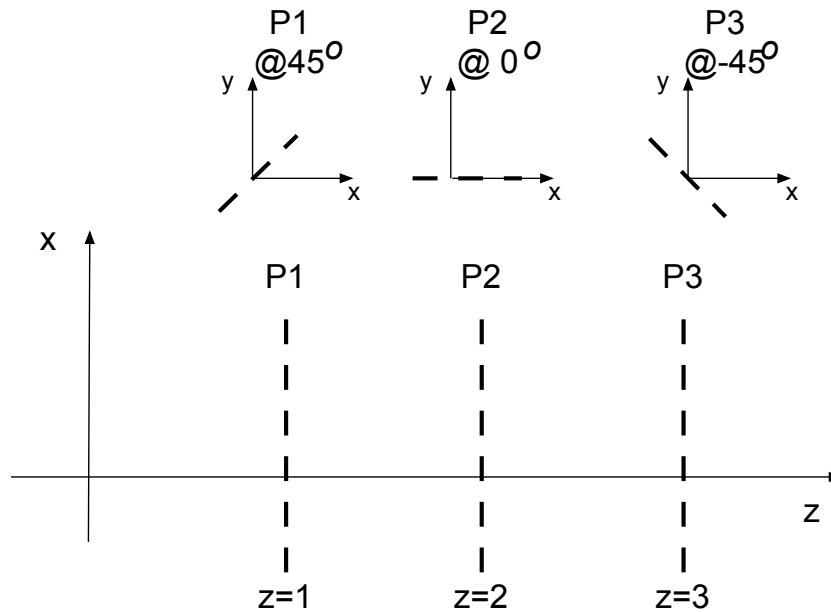
DURÉE: de 10h30 à 13h00

SALLE: PLT-3775

Cet examen vaut 35% de la note finale.

Remarques:

- i) L'utilisation d'une calculatrice est permise.*
- ii) Une feuille de note recto-verso permise*
- iii) Votre carte d'identité doit être placée sur votre bureau en conformité avec le règlement de la Faculté.*

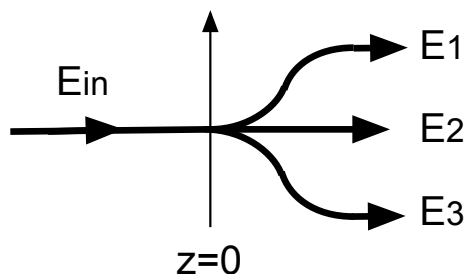
Problème 1 (11 points)

Une onde plane sinusoïdale de fréquence $f = 1$ GHz se propage dans le vide, dans la direction des «z» positifs. Le champ électrique, en notation phaseur, de l'onde dans le plan $z = 0$ est donné par:

$$\tilde{\mathbf{E}}_0 = (\hat{a}_x + 2j\hat{a}_y)$$

En se propageant, cette onde va rencontrer 3 polariseurs tel qu'indiqué à la figure ci-haut. Le polariseur 1 est à 45° par rapport aux axes «x-y» tandis que le polariseur 3 est à -45° . Le polariseur 2, qui peut être présent ou retiré est à 0° .

- Tracez la figure que décrit la pointe du vecteur \mathbf{E} . Quelle description est appropriée pour l'état de polarisation ?
- Calculez la forme temporelle (réelle) du champ \mathbf{H} dans le plan $z = 1.5$ m. Indiquez les valeurs numériques de toutes les variables utilisées pour décrire votre champ \mathbf{H} .
- Quel est l'état de polarisation dans le plan $z = 1.5$ m, après le 1er polariseur ?
- Calculez le vecteur de Poynting moyen dans le plan $z = 1.5$ m.
- En supposant que le polariseur 2 est ABSENT. Quel sont le champ $\tilde{\mathbf{E}}$, l'état de polarisation et le vecteur de Poynting dans le plan $z = 3.5$ m, après le polariseur P3 ?
- Calculez maintenant le champ $\tilde{\mathbf{E}}$ dans le plan $z = 3.5$ m lorsque les trois polariseurs sont présents.

Problème 2 (6 points)

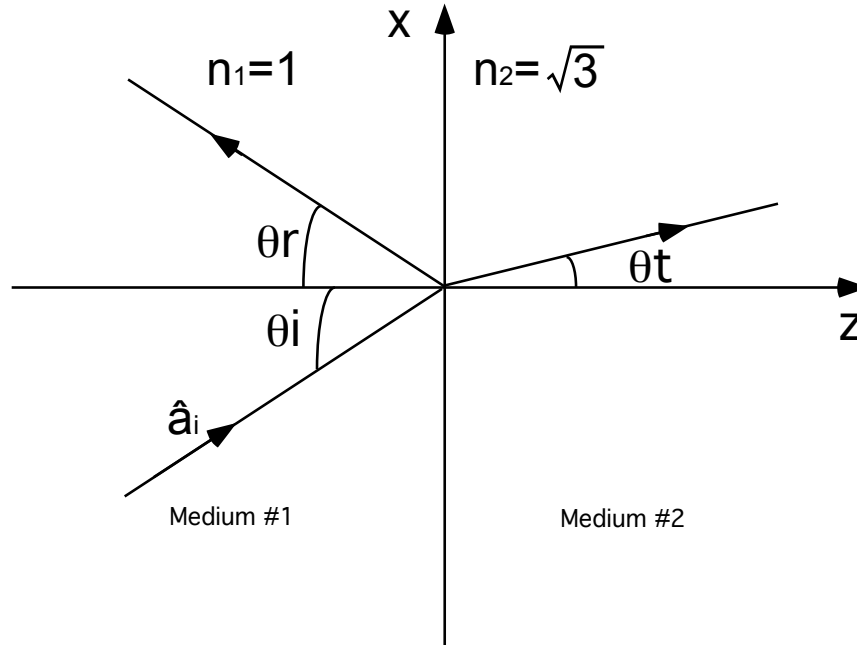
Un composant sépare une onde incidente ayant un champ E_{in} en trois ondes portant chacune la même puissance. Les champs de ces ondes seront indiqués E_1 , E_2 et E_3 .

Il n'y a pas de perte dans le système, de sorte que la puissance totale est conservée entre l'onde incidente et les ondes 1, 2 et 3.

On peut considérer que tant l'onde incidente que les trois ondes après la «séparation» ont toutes la même surface effective.

Vous pouvez imaginer que ce composant est un coupleur directif 1x3, soit constitué de fibres optiques, soit de guides d'ondes RF, ou encore d'un câble de type BNC (rj-45) qui se sépare en 3, tel qu'illustré à la figure ci-haut.

- En supposant qu'un tel coupleur est possible, et uniquement à l'aide d'arguments de conservation d'énergie et de continuité des champs, calculez l'amplitude et la phase des champs 1,2 et 3 relativement au champ incident.
- Est-ce qu'un tel coupleur est possible ? Qu'arriverait-il si on envoyait une onde en entrée dans la «sortie» 1 ?

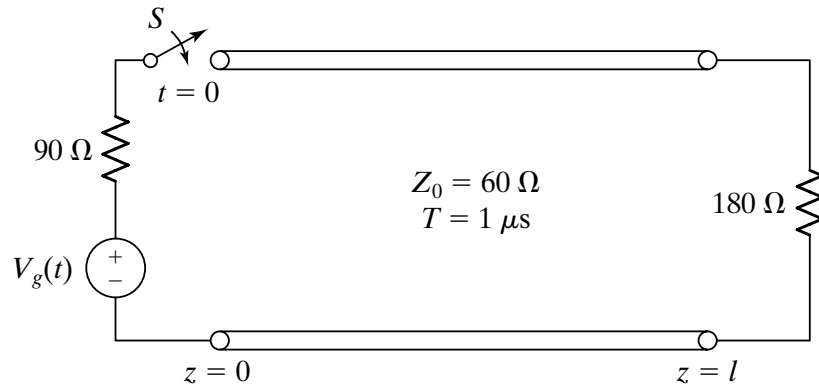
Problème 3 (9 points)

Une onde se propage dans l'air $n_1 = 1$ et est incidente sur une interface dans le plan «x-y» à $z = 0$ à l'angle de Brewster θ_B . Le second milieu est sans perte et non magnétique d'indice $n_2 = \sqrt{3}$. La géométrie est illustrée à la figure ci-haut et le phaseur du champ de l'onde incidente dans le plan $z = 0$ est donné par:

$$\bar{\mathbf{E}}_{oi} = \left(\frac{\hat{\mathbf{a}}_x}{2} + \hat{\mathbf{a}}_y - \frac{\sqrt{3}}{2} \hat{\mathbf{a}}_z \right)$$

La longueur d'onde dans l'air est 628.32 nm (rouge !).

- Quel est l'angle d'incidence ?
- Calculez l'angle entre l'onde réfléchie et l'onde transmise. Faire un dessin qui illustre clairement les angles des ondes incidente, réfléchie et transmise.
- Calculez les coefficients de réflexion et de transmission pertinents.
- Donnez l'expression temporelle du champ \mathbf{H} réel partout dans le milieu 2. Prenez le soin de bien indiquer la valeur numérique de toutes les variables utilisées dans votre expression de champ.

Problème 4 (9 points)

Dans le circuit ci-haut, la longueur de la ligne de transmission n'est pas négligeable. L'interrupteur est fermé à $t = 0$ s et un échelon est donc envoyé dans la ligne de transmission. La source de tension $V_g(t)$ produit une tension DC de 90 V.

- Tracez le diagramme en z pour la tension
- Tracez la tension en fonction du temps à $z = \ell/2$ (au milieu de la ligne)
- Tracez Le courant sur toute la ligne à $t = 1.2\ \mu\text{s}$

Dans tous les cas, prenez soin d'indiquer toutes les valeurs numériques pertinentes.