

Nom _____
 Prénom _____
 Pronom _____
 Date _____



MATIÈRE Cours de transmissions.

1) Méthode du tableau

$$Q1)a) \frac{T_g^+ - Rg - Rc}{Rg + Rc} = 0$$

$$\cancel{\frac{T_g^+ - Rg - Rc}{Rg + Rc}} = -0,7s$$

$$Rt = \frac{\Gamma_t^2 Rg + Rc}{1 - \Gamma_t^2}$$

(0,5)

$$Q1.b) \frac{T_g^+ - Rg - Rc}{Rg + Rc} = \frac{Rg - 10}{Rg + 70} \quad \cancel{Rg}$$

$$\Leftrightarrow Rg - 70 = 0 \Leftrightarrow Rg = 70 \Omega.$$

$$T_t^+ = \frac{Rt - Rc}{Rt + Rc} = -0,75$$

$$\Leftrightarrow Rt - Rc = -0,75(Rt + Rc)$$

$$\Leftrightarrow Rt = -0,75(Rt + Rc) + 75Rc$$

$$\Leftrightarrow Rt = -0,75Rt - 52,5 + 75$$

$$\Leftrightarrow 1,75Rt = 17,5 \Omega$$

$$\Leftrightarrow Rt = 10 \Omega. \quad \checkmark$$

(1)

Q1)c)

Pour $t < 0$:

$$U_{le} = U_{ls} = \frac{Rt}{Rt + Rg} E_g(t < 0)$$

$$\underline{\underline{A.N}} : U_{le}(t < 0) = U_{ls}(t < 0) = \frac{10}{80} \times 7 = 0,875 V. \quad \checkmark$$

(1)

Q1)d) Pour $t \rightarrow +\infty$:

$$\Delta U_e(t \rightarrow +\infty) = U_s(t \rightarrow +\infty) = \frac{R_t}{R_t + R_g} \times E_g(t \rightarrow +\infty)$$

A.N:

①

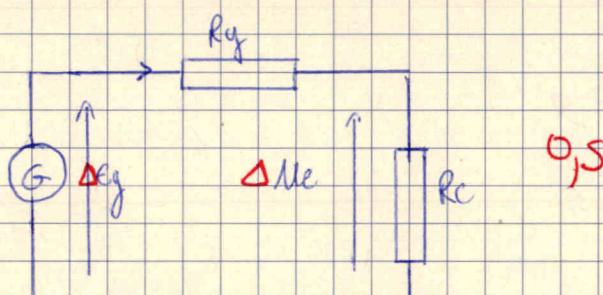
$$\Delta U_e(t \rightarrow +\infty) = U_s(t \rightarrow +\infty) = \frac{1}{8} \times 21 = 2,625 \text{ V.}$$

✓

Q1)e) A $t=0,5$, un signal dynamique constant est envoyé par le générateur, ce qui ajoute une composante continue à notre signal qui varie en conséquence.

$$\Delta U_e = \frac{R_c}{R_c + R_g} \times \Delta E_g(t=0).$$

car en $t=0$, on a le circuit suivant:



$$\underline{\text{A.N}} : \Delta U_e = \frac{70}{140} \times (21 - 7) = \frac{1}{2} \times 14 = 7 \text{ V.}$$

①

Q1)f) Calculons δ , temps de propagation de l'onde sur la ligne de transmission.

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}}$$

avec $\epsilon_r = \mu_r = 1$ sur une ligne de transmission.

c: vitesse de la lumière dans l'vide ; $3 \times 10^8 \text{ m/s}$

$$\epsilon_r = 4.$$

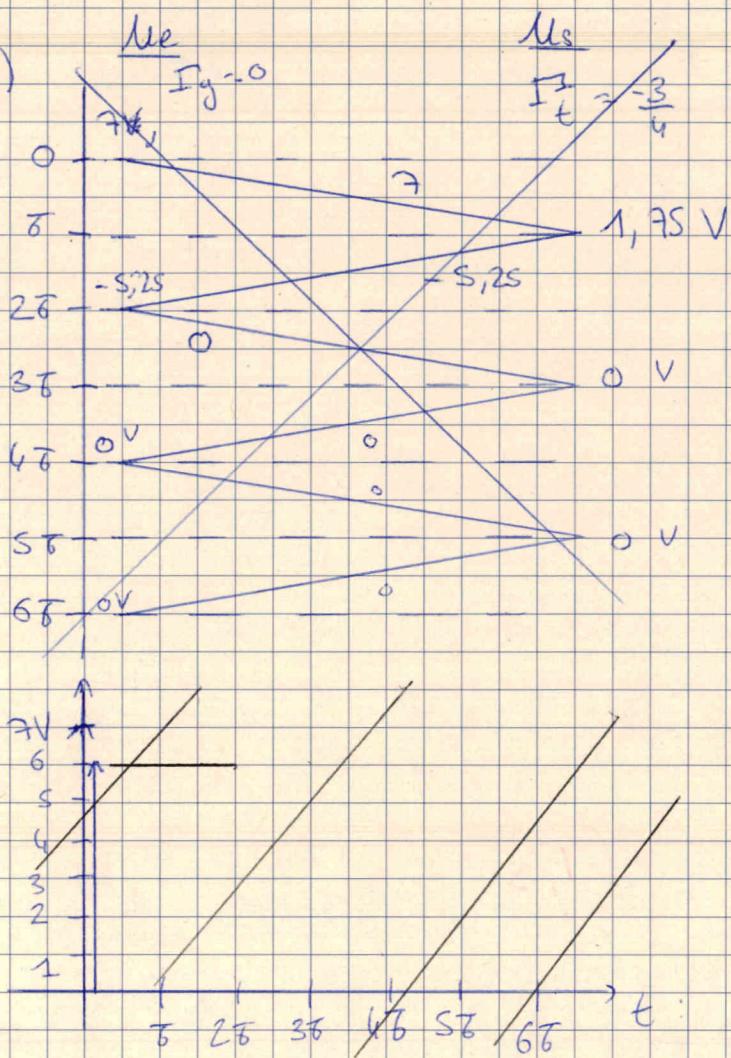
$$\underline{\text{A.N}} : v = \frac{3 \times 10^8}{\sqrt{4 \times 1}} = \frac{3 \times 10^8}{2} = 1,5 \times 10^8 \text{ m/s.}$$

$$\delta = \frac{l}{v} \quad l = 20 \text{ m}$$

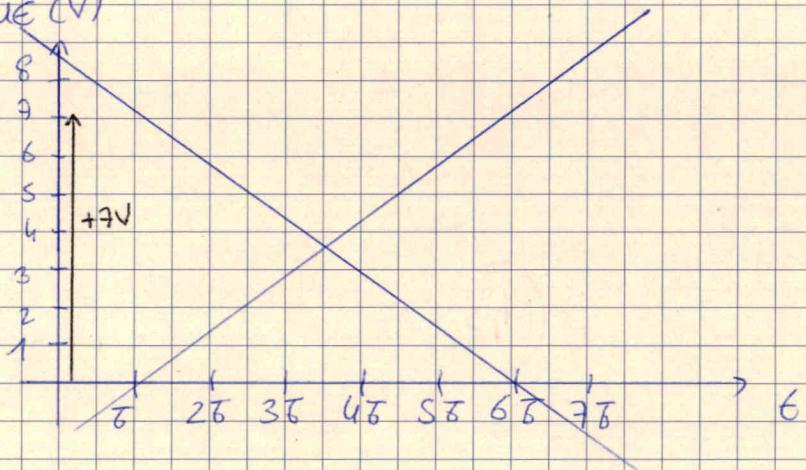
$$\text{AN: } \overline{\delta} = \frac{20}{1,5 \times 10^8} = 1,33 \times 10^{-7} \text{ s} \quad \checkmark \quad (1)$$

La tension U_{S2} varie donc à $t = \overline{\delta} = 1,33 \times 10^{-7} \text{ s}$.

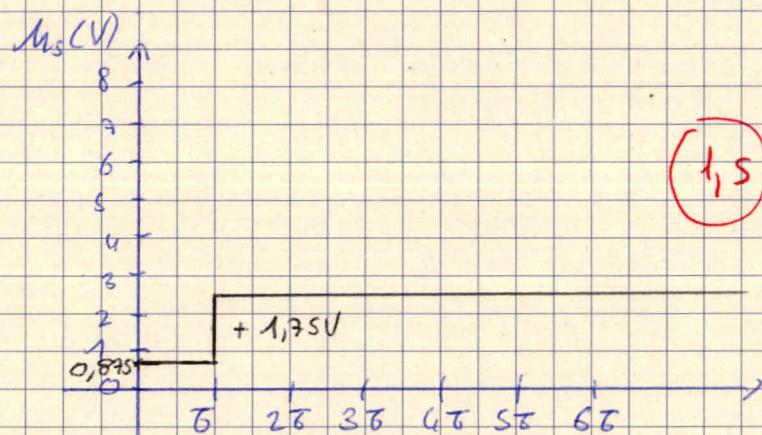
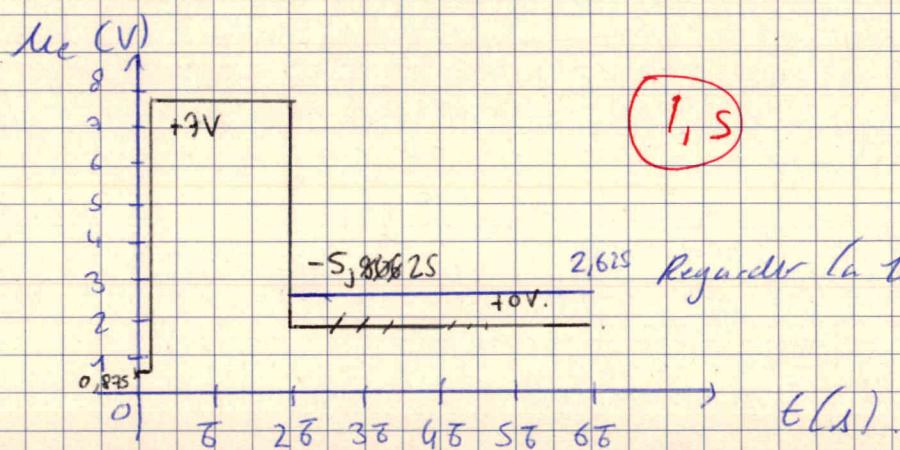
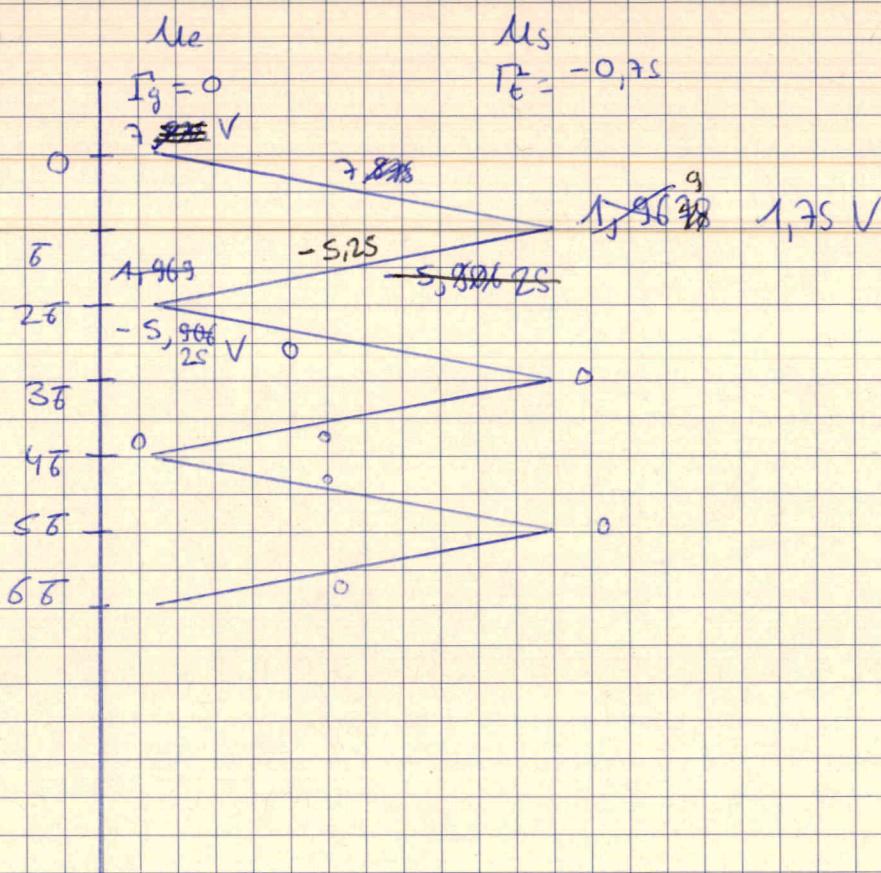
Q1)g)



$U_E (\text{V})$



Q₁) g)



NOM.....

Prénom.....

Promo.....

Date.....

24/25

MATIÈRE

Canaux de transmission

Q1) h)

$$U_e = 0,875 + j - 5,25 + 0 = 2,625 \text{ V}$$

$$U_s = 0,875 + 1,75 + 0 = 2,625 \text{ V}$$

(les résultats sont cohérents avec ceux obtenus dans la question 1. d.)

✓ ①

Q2: Impédance vue à une distance z_0 de la charge.

a) $\lambda = \frac{\sqrt{\epsilon}}{f}$ avec $\nu = \frac{C}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}}$

$$w = 2\pi f \Leftrightarrow f = \frac{w}{2\pi}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{c \cdot 2\pi}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r} \cdot w}$$

AN: $\lambda = \frac{3 \times 10^8 \times 2\pi}{\sqrt{2,25} \times 2 \times 10^9} = 0,63 \text{ m.}$ ✓ ①

Q2 b) Inductance: $jLw = j \times 50 \times 10^{-9} \times 2 \times 10^9$
 $= j100$ ✓

Z_t = $10 + j100 \Omega$. en ohm. ✓ ①

c) g_{st} = $\frac{10 + j100}{50} = 0,2 + j2 \Omega$ ✓ ~~en ohm~~ (D,S) ✓

Q2. e) $\Delta m = \frac{\Delta l}{\lambda} \Leftrightarrow$ On se déplace vers la source.

AN: $\Delta m = \frac{4}{0,63} = 6,35 = 0,35 [0,5]$.

$\Delta m = m_f - m_0 \Leftrightarrow m_f = \Delta m + m_0$.

$$m_0 = 0,175$$

$$\Leftrightarrow m_f = 0,35 + 0,176 = 0,526 \stackrel{?}{=} 0,026 [0,5]$$

On lit sur l'abaque l'impédance vue à 4 m de la charge :

$$\text{On trouve : } z_{4m} = 0,05 + 0,25j \Omega$$

(2)

$$\text{donc } Z_{4m} = (0,05 + 0,25j) \times 50 = 2,5 + j12,5 \Omega$$

Q2) 1). A l'aide de l'abaque on trouve que ρ , module du coefficient de réflexion vaut 0,92. (1)

Question 3: fibres optiques

Q3.1 a)

$$ON = \frac{\sqrt{m_1^2 - m_2^2}}{m_0}$$

$$\underline{\underline{AN}}: ON = \frac{\sqrt{1,48^2 - 1,46^2}}{1} = 0,242$$

(1)

d'angle Θ_0 maximum est de :

$$\Theta_0 = \text{Arcsin}(ON) = 14^\circ.$$

b) On nous donne $V = \frac{2\pi a}{\lambda} \times ON$

Pour $\lambda_1 = 850 \text{ nm}$.

$$V_1 = \frac{2\pi \times 5 \times 10^{-6}}{850 \times 10^{-9}} \times 0,242 = 8,94$$

Pour $\lambda_2 = 1300 \text{ nm}$

$$V_2 = \frac{2\pi \times 5 \times 10^{-6}}{1300 \times 10^{-9}} \times 0,242 = 5,85$$

6/8

Pour $\lambda_3 = 1550$ nm

$$V_3 = \frac{10\pi \times 10^{-6}}{1550 \times 10^{-9}} \times 0,262 = 0,262 \quad 4,904. \quad (1,5)$$

Q3) c) $M = \frac{V^2}{2}$ M étant le nombre de modes.

$$M_1 = \frac{V_1^2}{2} = 39,39 \text{ modes pour } \lambda = 850 \text{ mm}$$

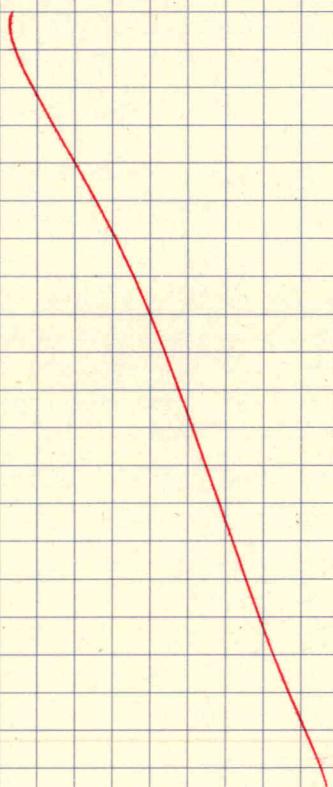
$$M_2 = \frac{V_2^2}{2} = 17,17 \text{ modes pour } \lambda = 1300 \text{ mm} \quad (1)$$

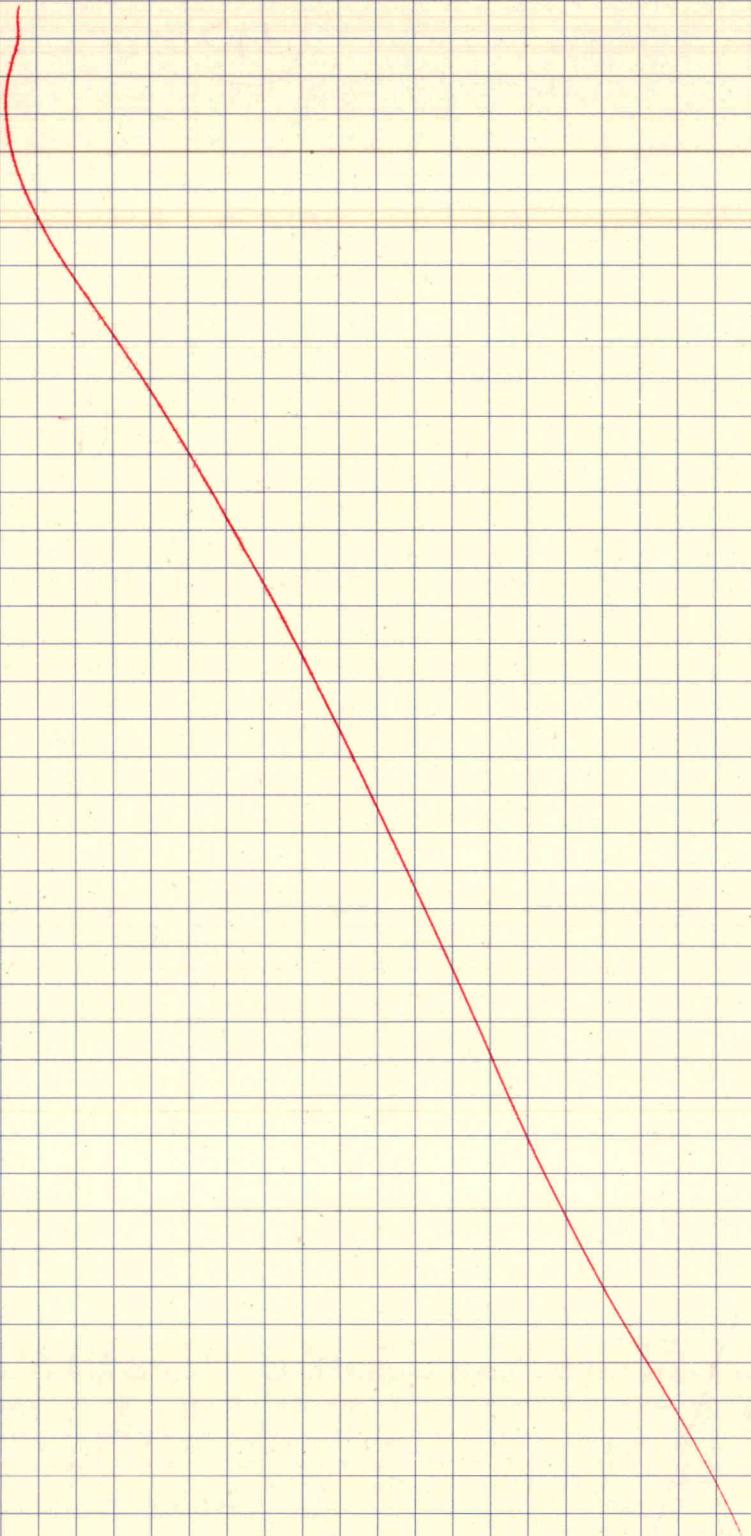
$$M_3 = \frac{V_3^2}{2} = 12,02 \text{ modes pour } \lambda = 1550 \text{ mm.}$$

Q3. d) En regardant le nombre de modes pour chaque longueur d'onde on observe que la fibre est multimode pour chacune de ces longueurs d'ondes. De même, on pouvait le déduire avec la question b.

car pour être monomode, il faut que la fréquence réduite $V < V_c$ avec $V_c = 2,403$.

(1,5)





Ne rien inscrire dans ce cadre

Prénom
Nom

Promotion

Groupe

Promotion : L3, L3 Afrique

Module : Canaux de transmission

Code cours : SP501

Type de l'épreuve : Devoir Ecrit

Date 04/12/2021 **Horaire** 12h40-14h30

Sujet proposé par : Catherine Marechal

Calculatrice autorisée : **OUI** **NON**

Documents autorisés : **OUI** **NON** **Type de documents :**

Ordinateur portable autorisé : **OUI** **NON**

Internet : **OUI** **NON**

Traducteur électronique, dictionnaire : **OUI** **NON**

Consigne :

Merci de restituer uniquement : **les copies quadrillées**

Rappel :

- Tous les appareils électroniques (téléphones portables, ordinateurs, tablettes, montres connectées ...) doivent être éteints et rangés.
- Il est interdit de communiquer.
- Toute fraude ou tentative de fraude fera l'objet d'un rapport de la part du surveillant et sera sanctionnée par la note zéro, assortie d'une convocation devant le conseil de discipline. Aucune contestation ne sera possible. Tous les documents et supports utilisés frauduleusement devront être remis au surveillant.
- Aucune sortie de la salle d'examen ne sera autorisée avant la moitié de la durée de l'épreuve.

AVERTISSEMENT : VOUS DEVEZ INDICER CLAIREMENT A QUELLE QUESTION VOUS REPONDEZ.

Ne rien inscrire dans ce cadre

Exemple : Q 1.a, pour la question a de la méthode du tableau

Vous devez dans un premier temps parcourir en diagonal l'ensemble du sujet.

Une annexe est donnée à la fin du sujet.

1. Méthode du tableau

Soit une ligne d'impédance caractéristique de 70Ω , de longueur 20 m et de permittivité relative $\epsilon_r = 4$. On branche aux extrémités de cette ligne un générateur d'impédance interne R_g et une charge R_t . Une première mesure montre que le coefficient de réflexion en entrée de la ligne, au niveau du générateur est nul et que le coefficient de réflexion en sortie de la ligne vaut $-0.75 = -3/4$.

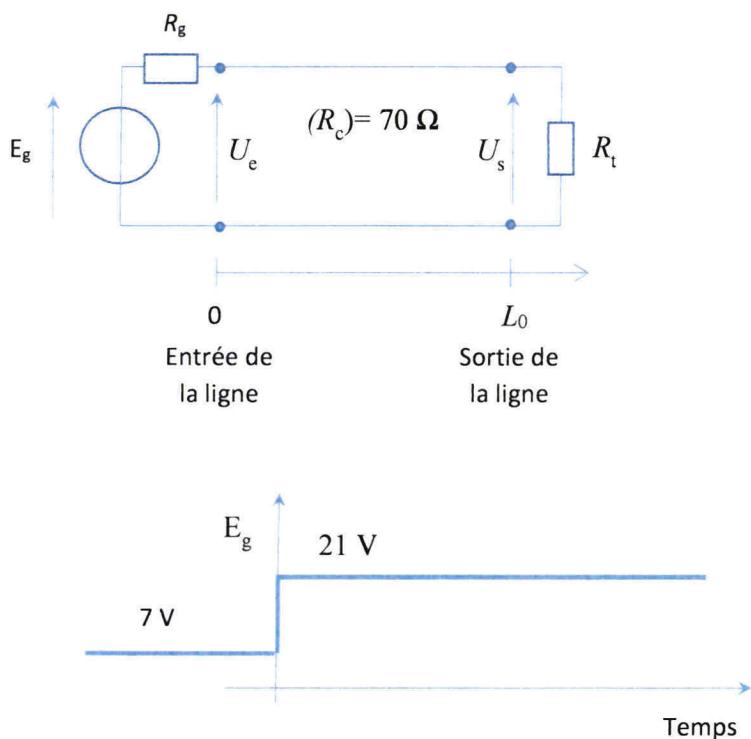
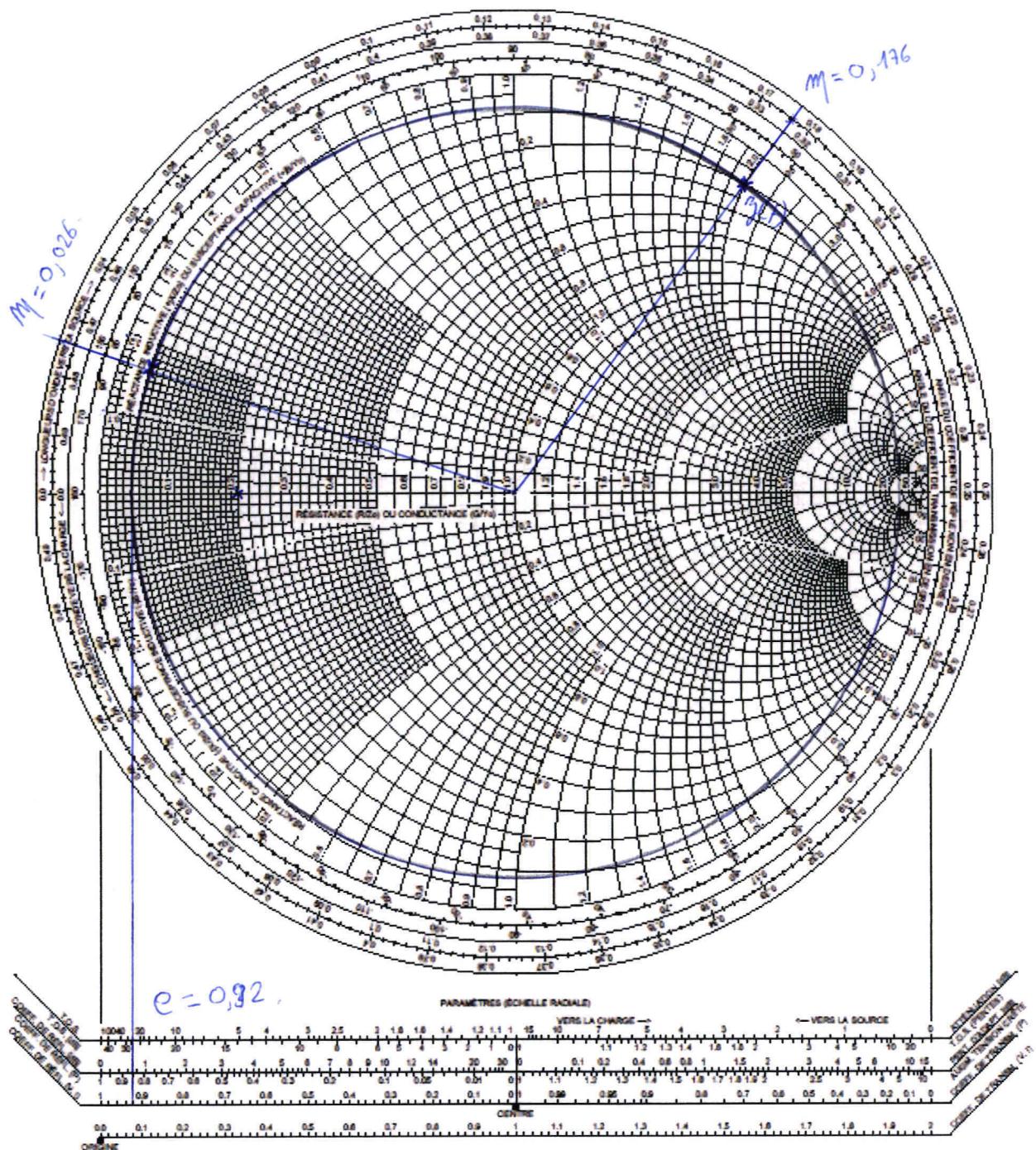


Figure 1 : Enoncé de l'exercice

- Donnez l'expression littérale d'une résistance en fonction de son coefficient de réflexion et de l'impédance caractéristique de la ligne.
- En déduire les valeurs des résistances R_g et R_t .

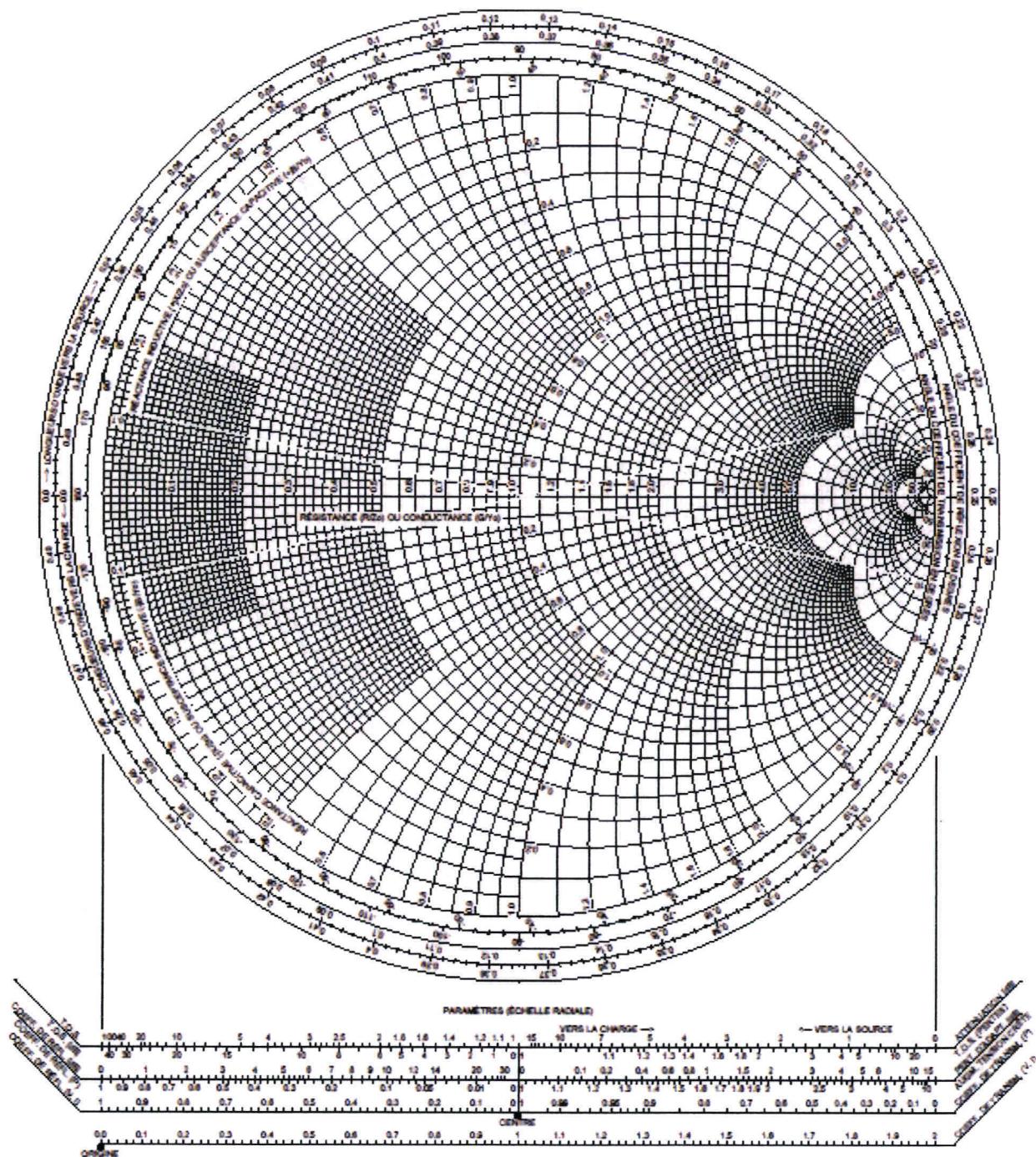
Abaque de Smith

COORDONNÉES EN IMPÉDANCE OU ADMITTANCE NORMALISÉES



Abaque de Smith

COORDONNÉES EN IMPÉDANCE OU ADMITTANCE NORMALISÉES



- c) On suppose que pour $t < 0$, on a un régime permanent continu. Quelle est la tension en entrée et en sortie de la ligne pour $t < 0$? Vous donnerez l'expression littérale puis l'application numérique.
- d) Même question pour $t = +\infty$.
- e) Que se passe-t-il à l'instant $t = 0s$? A cet instant, quelle est la variation de tension ΔU_e en entrée? Vous donnerez la formule littérale que vous justifierez physiquement et ferez l'application numérique.
- f) Au bout de combien de temps la tension U_s varie-t-elle?
- g) Utilisez la méthode du tableau pour trouver les tensions en entrée et sortie. Tracez les graphes donnant ces tensions.
- h) Vérifiez la cohérence des résultats.

2. Impédance vue à une distance L_0 de la charge (Abaque de Smith)

Un câble sans perte est branché à un générateur sinusoïdal. La pulsation du signal est de $\omega = 2 \text{ Grad/s}$ (Giga rad/s) et la permittivité diélectrique relative de câble $\epsilon_r = 2,25$.

On considère une charge constituée d'une résistance de 10Ω en série avec une inductance de 50nH connectée à un câble d'impédance caractéristique de 50Ω .

- a) Donner l'expression littérale et la valeur de la longueur d'onde guidée.
- b) Donner l'impédance complexe de la charge Z_t : quelle est son unité?
- c) En déduire l'impédance réduite z_t . Quelle est son unité?
- d) Placez cette impédance réduite sur l'abaque
- e) Utilisez l'abaque pour trouver l'impédance vue à une distance de 4 m de la charge.
- f) Utilisez l'abaque pour trouver le coefficient de réflexion sur la charge.

3. Fibres optiques

1) Une fibre optique à saut d'indice possède un cœur d'indice $n_1=1,48$, un indice de gaine $n_2=1,46$ et un rayon de cœur $a=5 \mu\text{m}$.

On rappelle que l'expression de la fréquence réduite V

$$V = \left(\frac{2\pi a}{\lambda} \right) \cdot ON$$

- a) Calculer l'ouverture numérique ON. Quel est l'angle maximum θ_0 du cône d'entrée pour un faisceau injecté dans la fibre optique?
- b) Calculer pour cette fibre optique la fréquence réduite V pour un rayonnement à $\lambda_1=850\text{nm}$, $\lambda_2=1300\text{nm}$ et à $\lambda_3=1550\text{nm}$
- c) Pour chaque longueur d'ondes dites ou calculez le nombre de modes qui se propagent.

ANNEXE

Si vous êtes capable de répondre aux questions de DE sans lire cette annexe, vous gagnerez du temps.

Ne lire cette annexe que si vous êtes bloqué ou avez un gros doute sur une équation.

En prenant l'hypothèse que vous ingénieur salarié et que vous devez répondre aux questions de DE pour résoudre un problème donné, voici quelques images de ce que vous pourriez trouver plus ou moins rapidement sur internet.

Les images sont indépendantes avec leur notation qui leur sont propres et ne sont pas classées

$$\epsilon = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \text{ et } \mu = \mu_r \cdot \mu_0$$

Donc :

$$V_\phi = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \mu}} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \epsilon_r \mu_0 \mu_r}} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}}$$

$$\lambda = \frac{V_\phi}{f}$$

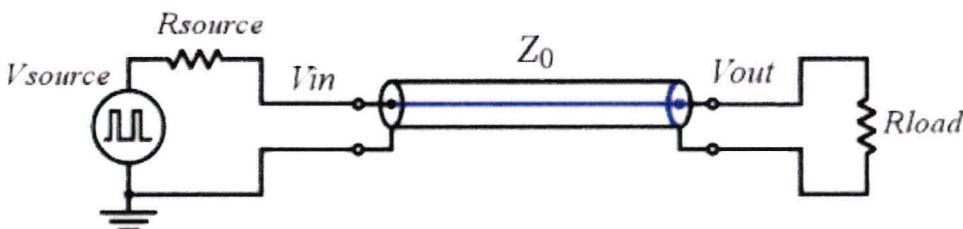
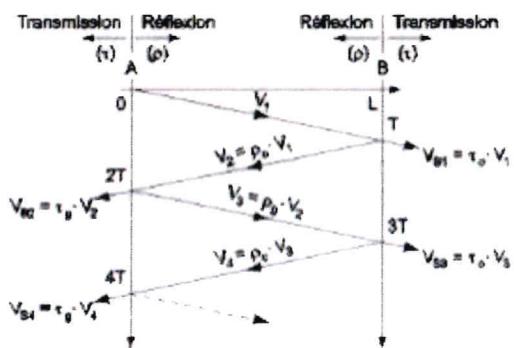


FIGURE 5 – Schéma d'une ligne chargée



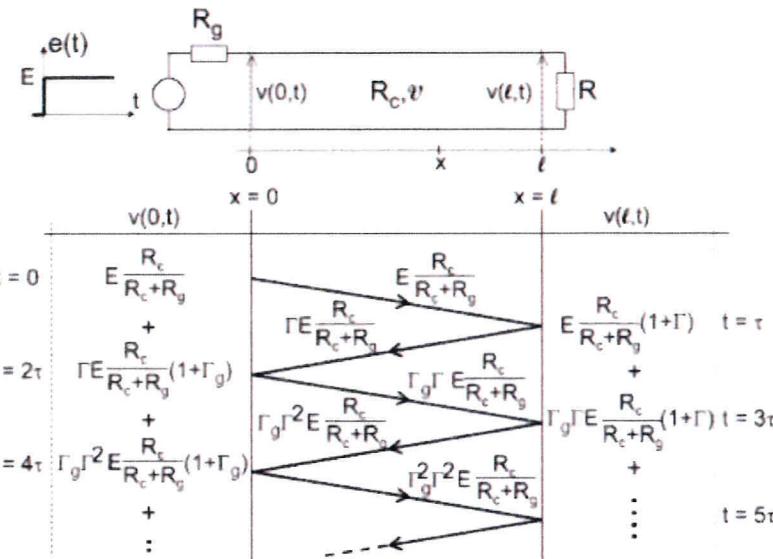


Figure 30 : méthode du tableau pour la ligne étudiée

Avec Figure 30 : $E = Ef - Eo$

1.5. Réflexion, transmission

1.5.c. Coefficient de transmission

$$T = \frac{\text{tension transmise}}{\text{tension incidente}} = \frac{V'}{V} = \frac{V' + V}{V}$$

$$T = 1 + R \quad \text{Coefficient de transmission}$$

1.5. Réflexion, transmission

1.5.d. Cas particuliers

$$Zr = Zc \implies R = \frac{Zr - Zc}{Zr + Zc} = 0$$

Pas d'onde réfléchie, cas d'une onde progressive
Ligne adaptée, toute la puissance est transmise à la charge

$$Zr = \infty \implies R = \frac{Zr - Zc}{Zr + Zc} = 1$$

Toute la puissance est réfléchie

Ligne infiniment longue \implies pas d'onde réfléchie, $R=0$

Impédances en sinusoïdal en série :

- Circuit R-L : $Z = R + jL\omega$
- Circuit R-C : $Z = R + 1/jC\omega = 1 - j(1/C\omega)$
- Circuit R-L-C = $R + jL\omega + 1/jC\omega = R + (1-LC\omega^2)/jC\omega$

Nombre de modes

	Guide d'ondes plan symétrique	Fibre cylindrique à saut d'indice
Fréquence normalisée	$V = \frac{\pi d}{\lambda_0} \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$	$V = \frac{2\pi d}{\lambda_0} \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$
Condition monomode	$V < \frac{\pi}{2}$	$V < 2,405$
Nombre de modes ($V \gg 1$)	$N = \frac{4V}{\pi}$	$N = \frac{V^2}{2}$

