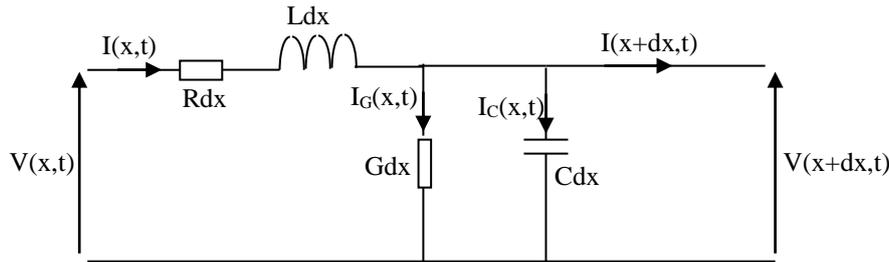


Université Larbi Ben M'hidi de Oum El Bouaghi
Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Sciences de la matière
Master 1 (S2) Phys.App 2024-2025
Examen de contrôle Electromagnétismes, lignes de transmission

Exercice 1 (10 Pts):

Soit une ligne de transmission sans pertes alimentée une charge adaptée, avec un courant électrique d'entrée efficace $I_1 = 1.5$ A, ce courant représente une onde qui se propage à une vitesse de phase $6,28$ rad/s (voir figure ci-dessous).



- 1) Trouver l'expression de l'équation des Radio électriciens en courant $I(x)$.
- 2) Calculer $I(x)$ pour $x = 1m$.
- 3) Calculer $\Gamma(1m)$.
- 4) Calculer $z(1m)$.

Exercice 2 (10 pts):

La liaison entre l'antenne d'un radar Doppler de police (extérieur) à l'amplificateur (intérieur), est assuré par un câble coaxial de longueur $75m$, on donne $Z = 25k\Omega$ et $Y = 10 \Omega^{-1}$, la charge de l'amplificateur $Z_t = 75\Omega$.

- 1) Calculer l'impédance caractéristique du câble Z_0 .
- 2) Calculer le coefficient de propagation de l'onde électromagnétique dans le câble.
- 3) Calculer l'impédance réduite du démodulateur Z' .
- 4) Si le rapport de l'amplitude de l'onde réfléchie sur celle de l'onde incidente est de $2/3$, calculer le coefficient de réflexion :
 - a) Sur la tête détectrice de l'onde électromagnétique.
 - b) A $1m$ de la tête.
 - c) Sur le démodulateur.
- 5) Dans le cas du générateur est l'origine du repère d'étude. Trouver l'expression de l'impédance d'entrée de la ligne.
- 6) Dans le cas de la charge est l'origine du repère d'étude. Trouver l'expression de l'impédance de sortie de la ligne.

RQ : La direction de l'ampli (la charge) vers le Radar (le générateur) représente l'axe ox , alors que la direction Radar (le générateur) vers l'ampli (la charge) indique l'axe os .

Corrigé type Electromagnétismes, lignes de transmission M1 (S2) Phys.App

Solution 1 :

1) L'équation des Radioélectriciens en courant électrique

$$V(x,t) = Rdx.I(x,t) + Ldx.(\partial I(x,t)/\partial t) + V(x+dx,t) \Rightarrow [V(x,t) - V(x+dx,t)]/dx = R.I(x,t) + L.(\partial I(x,t)/\partial t)$$

$$\Rightarrow -(\partial V/\partial x) = R.I(x,t) + L.(\partial I(x,t)/\partial t) \Rightarrow (\partial V/\partial x) = -R.I(x,t) - L.(\partial I(x,t)/\partial t) \quad (1)$$

De plus $I(x) = I_G + I_C + I(x+dx,t)$, par la même méthode, on peut trouver

$$(\partial I/\partial x) = -G.V(x,t) - C.(\partial V(x,t)/\partial t) \quad (2)$$

$$\text{En dérivant (1) par rapport à } t, \text{ ce qui donne } (\partial^2 V/\partial x \partial t) = -R. \partial I(x,t)/\partial t - L.(\partial^2 I(x,t)/\partial t^2) \quad (3)$$

$$\text{En dérivant (2) par rapport à } x, \text{ on obtient : } (\partial^2 I/\partial x^2) = -G.V(x,t)/\partial x - C.(\partial^2 V(x,t)/\partial t \partial x) \quad (4)$$

En remplaçant (1) et (3) dans (4), on obtiendra :

$$(\partial^2 I/\partial x^2) = -G.V(x,t)/\partial x - C.(\partial^2 V(x,t)/\partial t \partial x) =$$

$$-G[-R.I(x,t) - L.(\partial I(x,t)/\partial t)] - C[-R. \partial I(x,t)/\partial t - L.(\partial^2 I(x,t)/\partial t^2)] =$$

$$GR I(x,t) + GL.(\partial I(x,t)/\partial t) + CR \partial I(x,t)/\partial t + CL(\partial^2 I(x,t)/\partial t^2) = GR.I(x,t) + (GL+CR). \partial I(x,t)/\partial t + CL. \partial^2 I(x,t)/\partial t^2$$

Ligne sans pertes $\Rightarrow R = G = 0$, donc, l'équation devient $\partial^2 I(x,t)/\partial x^2 = CL. \partial^2 I(x,t)/\partial t^2$ (5) est l'équation des Radio électriciens.

2) La solution de l'équation des Radioélectricien est de la forme $I(x) = I_1 \exp(-\gamma x) + I_2 \exp(\gamma x)$

La ligne est adapté $\Rightarrow I_2 = 0$, donc, $I(1 \text{ m}) = 1.5 \exp(-1) = 1.5/2.72 = 0.55 \text{ A}$.

3) Le coefficient de réflexion $\Gamma(x) = (I_2/I_1) \exp(-2\gamma x) = 0$ ($I_2 = 0$)

$$\Gamma(1 \text{ m}) = 0$$

4) $z(x) = (1 + \Gamma(x)) / (1 - \Gamma(x)) = (1 + 0) / (1 - 0) = 1$.

Exercice 2 (10 pts)

1) L'impédance caractéristique du câble Z_0 :

$$Z_0 = \sqrt{\frac{Z}{Y}} = \sqrt{\frac{25000}{10}} = \sqrt{2500} = 50 \Omega.$$

2) le coefficient de propagation de l'onde électromagnétique dans le câble :

$$\gamma = \sqrt{Z.Y} = \sqrt{25000.10} = \sqrt{250000} = 500.$$

3) l'impédance réduite du démodulateur Z'_t :

$$Z'_t = \frac{Z_t}{Z_0} = \frac{75}{50} = 1,5 \Omega.$$

4) le coefficient de réflexion :

a) Sur la tête détectrice de l'onde électromagnétique :

$$\Gamma(s) = \frac{V_2}{V_1} e^{-2\gamma s}, \frac{V_2}{V_1} = \frac{2}{3}, S = 0 \Rightarrow e^{-2\gamma s} = 1, \Gamma(0) = \frac{2}{3}.$$

$$\text{b) } \Gamma(1) = \frac{V_2}{V_1} e^{-2\gamma 1}, \frac{V_2}{V_1} = \frac{2}{3}, \gamma = 500, \Gamma(1) = \frac{2}{3} e^{-1000}.$$

$$\text{c) } \Gamma(75) = \frac{V_2}{V_1} e^{-2\gamma 75}, \frac{V_2}{V_1} = \frac{2}{3}, \gamma = 500, \Gamma(75) = \frac{2}{3} e^{-75000}.$$

$$5) Z(x) = V(x)/I(x), V(x) = V_1 e^{-\gamma x} + V_2 e^{+\gamma x}, I(x) = \frac{1}{Z_0} (V_1 e^{-\gamma x} - V_2 e^{+\gamma x})$$

$$Z(0) = Z_0.(V_1 + V_2) / (V_1 - V_2) = 5.Z_0.$$

$$6) Z(s) = V(s)/I(s), V(s) = V_1 e^{\gamma s} + V_2 e^{-\gamma s}, I(s) = \frac{1}{Z_0} (V_1 e^{\gamma s} - V_2 e^{-\gamma s})$$

$$Z(0) = Z_0.(V_1 + V_2) / (V_1 - V_2) = 5.Z_0, \text{ d'où l'adaptation totale de la ligne de transmission.}$$