

## CE: Canaux de transmission

---

Les réponses doivent être courtes et précises (quelques lignes suffisent)

### Questions 1

Soit une ligne en régime harmonique.  
Les équations des télégraphistes s'écrivent :

$$V(l) = A.e^{(\alpha+j\beta)l} + B.e^{-(\alpha+j\beta)l}$$
$$I(l) = \frac{1}{Z_c} (A.e^{\gamma l} - B.e^{-\gamma l})$$

Expliquer les différents termes de ces équations

La ligne est sans perte, expliquez ce que cela signifie et réécrivez l'équation de  $V(l)$ .

A partir de l'équation de  $V(l)$ , expliquez le sens de propagation des ondes.

Que représente le coefficient de réflexion ?

### Exercice 1

Considérons que nous cherchons à adapter une ligne de transmission en régime harmonique. Pour cela nous allons rajouter un tronçon de ligne indépendant de la ligne de transmission, de résistance caractéristique  $R_o$  (qui peut être égal ou différent de  $R_c$ ), de longueur  $d$  et terminé soit par un court-circuit ( $V = 0$ ), soit par un circuit ouvert ( $I = 0$ ).

L'expression de l'impédance réduite s'applique (dans la mesure où ce tronçon de ligne sera siège d'une propagation de tension sinusoïdale) :

$$Z(d) = R_o \frac{Z_i + jR_o \operatorname{tg} \beta d}{R_o + jZ_i \operatorname{tg} \beta d}$$

- dans le cas d'une terminaison court-circuit, calculer  $Z_{cc}(d)$

- dans le cas d'une terminaison circuit ouvert, calculer  $Z_{co}(d)$

Pour le tronçon de ligne terminé par un court-circuit, déterminer en fonction de  $\lambda$ , le comportement de ce tronçon de ligne (inductance ou condensateur) ?

## Exercice 2

Soit une ligne en régime harmonique. L'impédance caractéristique de la ligne est de  $100\Omega$ .

- 1) La valeur de l'impédance A est  $Z_A = 100 + 100j$ . Placer cette impédance sur l'abaque de Smith (point A) ainsi que l'ensemble des points caractéristiques de la ligne. Placer également l'admittance équivalente  $Y_A$ . Quel est la valeur du coefficient de réflexion ?
- 2) En supposant que  $Z_A$  soit l'impédance terminale et que l'on veuille adapter la ligne avec un tronçon de ligne en série. Quelle est la valeur de l'impédance faudra-t-il rajouter ? Quel composant sera modélisé par ce type d'impédance (condensateur ou bobine) ? Quel serait la valeur du coefficient de réflexion, une fois, la ligne adaptée ?
- 3) La valeur de l'impédance B est  $Z_B = 50 - 50j$ . Placer cette impédance sur l'abaque de Smith (point B) ainsi que l'ensemble des points caractéristiques de la ligne. Placer également l'admittance équivalente  $Y_B$ . Quel est la valeur du coefficient de réflexion ?

W  
WAKIM

Marie

L3 - Gape B

Canaux de transmission

$$\frac{16,5}{20}$$

Question 1

$$V(l) = A e^{(\alpha + j\beta)l} + B e^{-(\alpha + j\beta)l}$$

$$I(l) = \frac{1}{Z_c} (A e^{\alpha l} - B e^{-\alpha l})$$

$V$  est la tension en  $l$ . ✓

$I$  est l'intensité en  $l$ . ✓

$Z_c$  est l'impédance caractéristique du circuit. L'impédance est l'opposition du circuit au passage d'un courant. ✓

$\alpha$  est la constante d'atténuation,  $\beta$  la constante de phase. ✓

$$\gamma = (\alpha + j\beta)^2 = (R + j\omega L)(G + j\omega C)$$

$l$  est "l'endroit" où on se place.

A et B proviennent du fait que l'équation des télégraphistes s'obtient en résolvant une équation différentielle du second degré.

$\alpha$  et  $\beta$  sont de même signe et par convention positifs.

Dans le cas d'une ligne sans perte: (pas de perte d'énergie)  $R$  et  $G$  sont nuls, d'où  $\alpha = 0$ .

$$\text{Et } \beta^2 = \omega^2 LC \Rightarrow \beta = \omega \sqrt{LC}$$

1 l'onde incidente,  $V_i$  diminue quand on se rapproche du récepteur.

$V_r$ , second terme (pour une ligne sans perte  $B e^{-j\beta d}$ ) représente l'onde réfléchie. On cherchera à supprimer  $V_r$ .

1  $\Gamma = B/A = \rho e^{j\theta} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$  est le coefficient de réflexion.

Il représente le rapport entre l'onde incidente et réfléchie, afin de savoir comment l'onde réfléchie intervient. On le veut nul, car si  $\Gamma = 0$  c'est qu'il n'y a pas de réflexion.

### Exercice 1

Dans le cas d'une terminaison court-circuit :  $Z_L = 0$

D'où  $Z_{co}(d) = \frac{jR_0 \tan(\beta d)}{R_0} = jR_0 \tan(\beta d)$

Dans le cas d'une terminaison circuit ouvert :  $Z_L \rightarrow +\infty$

D'où  $Z_{co}(d) = \frac{-jR_0}{j \tan(\beta d)} = -jR_0 \cotan(\beta d)$

Quand  $Z_{co}(d)$  ou  $Z_{co}(d)$  sera positives, la tronçon ligne se comportera comme une inductance.

Quand  $Z_{co}(d)$  ou  $Z_{co}(d)$  sera négatives, il se comportera comme un condensateur.

d	$]0, \lambda/4[$	$]\lambda/4, \lambda/2[$	$\lambda/4$
$Z_{co}(d)$	inductance	condensateur	circuit-ouvert
$Z_{co}(d)$	condensateur	inductance	court-circuit

## Exercice 2

1)  $Z_A = 100 + 100j$

Nous passons en impédance réduite, d'où :  $Z'_A = 1 + 1j$

On place le point C de coordonnées :  $Z_C = 1$ . (Ainsi que les points M et N) cf l'abaque

Pour placer l'admittance de A, on effectue la symétrie de A par rapport à C,

3 on note ce point A'.

$$Y_A = 0,5 - 0,5j$$

On lit sur l'abaque :  $\rho = 0,44$  avec  $\rho$  module du coefficient de réflexion. D'où  $\rho = |\Gamma| = 0,44$

2) <sup>à la terminaison</sup> Quand on adapte, on cherche à supprimer la partie imaginaire (la réactance) de l'impédance terminale. On reste en impédance réduite :

Or  $Z_A = 1 + 1j$

D'où on soustrait  $X_i$  avec  $X_i = 1j$

$X_i > 0$ , une bobine sera modélisée par ce type d'impédance. (Si  $X_i < 0$  alors cela sera un condensateur)

1 Une fois la ligne adaptée :  $\Gamma = 0$  car idéal.

3)  $Z_B = 50 - 50j$  d'où :  $Z'_B = 0,5 - 0,5j$

On a donc :  $Y_B = 1 + 1j = Z'_A$

2 D'où :  $|\Gamma| = 0,44$