

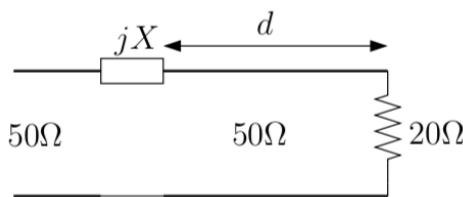
## Exercices EM-I : Série 13

Exercice = application relativement directe de méthodes vues en cours.

Problème = plus difficile, demande davantage de réflexion et une bonne compréhension du cours pour trouver la solution.

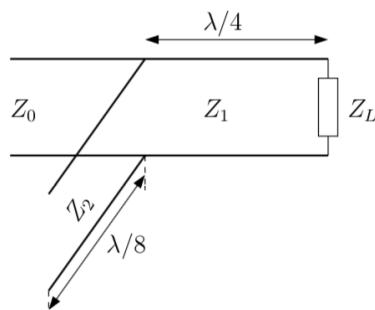
\*\*\*\*\*

**Exercice 1 : Adaptation d'impédance.** Pour le circuit d'adaptation ci-dessous, trouver  $d$  et la réactance série  $jX$  en utilisant l'abaque de Smith.



**Exercice 2 : Impédance inconnue.** Une ligne 50Ω est terminée par une charge inconnue  $Z_L$ . Un maximum de tension est observé à  $0.45\lambda$  de la charge. A  $0.11\lambda$  de la charge, la partie réelle de l'impédance est 20Ω. Trouver  $Z_L$  en utilisant l'abaque de Smith.

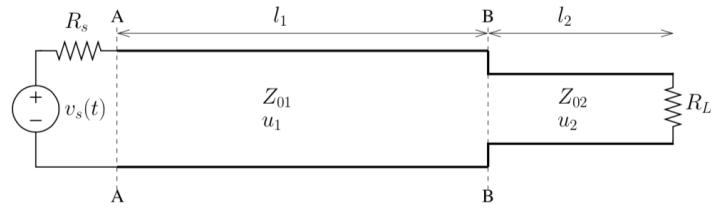
**Exercice 3 : Adaptation d'impédance.** Pour le circuit suivant, trouver les impédances  $Z_1$  et  $Z_2$  pour que l'entrée soit adaptée à  $Z_0 = 50\Omega$ . La charge a pour impédance  $Z_L = 30 - j40\Omega$ .



**Exercice 4 : Charge inconnue.** Une ligne 50Ω sans perte (vitesse de phase  $0.8c$ ,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ) est connectée à une charge inconnue  $Z_L$ . La fréquence est 1 GHz et le maximum et minimum de l'amplitude de la tension sur la ligne sont 6V et 2V, respectivement. Le premier minimum de tension a lieu à 3cm de la charge. Trouver  $\Gamma_L$  et  $Z_L$ .

**Exercice 5 : Diagramme des réflexions multiples.** Pour le circuit ci-dessous, construire le diagramme des réflexions multiples pour  $0 \leq t \leq 9 \text{ ns}$  et tracer la tension en AA et BB en fonction du temps (en mV). La tension d'entrée vaut 0V pour  $t < 0$  et 1V ensuite. On prendra

$$R_s = 240\Omega, R_L = 40\Omega, Z_{01} = 80\Omega, Z_{02} = 120\Omega, l_1 = 40\text{ cm}, l_2 = 20\text{ cm}, u_1 = u_2 = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s.}$$



\*\*\*\*\*

**Problème 1 : Antenne endommagée par un météore.** 2025, vous faites partie de l'équipage de la station spatiale internationale, et malheureusement l'antenne fonctionnant à 1.5 GHz permettant de communiquer avec la Terre a été endommagée par un météore. Cet impact empêche toute communication avec la Terre, et a résulté en une désadaptation de l'antenne par rapport au câble  $50\Omega$  qui l'alimente.

Vous vous souvenez de vos études en ingénierie électrique et décidez d'utiliser un bout de câble coaxial court-circuité connecté en parallèle à la ligne pour ré-adapter l'antenne. Cependant, la longueur exacte de la ligne coaxiale qui alimente l'antenne est inconnue, car une grande partie de ce câble passe à l'intérieur du mur de la station pour rejoindre l'antenne se trouvant à l'extérieur.

En premier, vous décidez de mesurer la position du premier minimum de tension par rapport à l'endroit où le câble sort du mur de la station. Vous trouvez 8 cm. Puis, vous trouvez le prochain minimum à 18cm. Vous mesurez aussi un rapport d'onde stationnaire de 4.

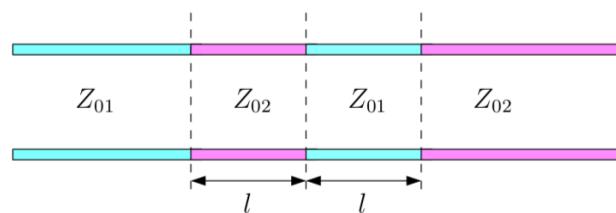
Puis, l'un de vos coéquipiers effectue une sortie dans l'espace et connecte les deux bras de l'antenne ensemble avec un petit fil électrique (il court-circuite donc le bout de la ligne), ce qui déplace le minimum de tension le plus proche de l'endroit où le câble sort du mur (qui pour une ligne court-circuitée est un zéro) à 9.84 cm.

En utilisant les informations fournies par ces mesures et un abaque de Smith, trouver

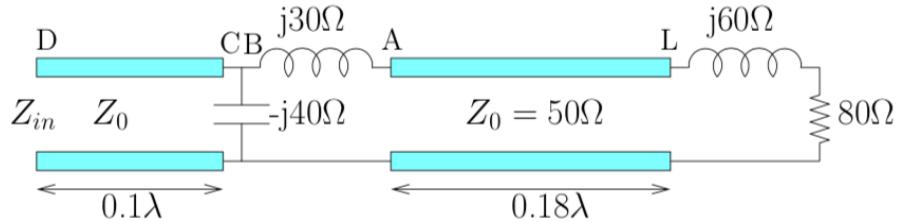
- (a) l'impédance de charge  $Z_L$  de l'antenne endommagée
- (b) la longueur de ligne court-circuitée à connecter en parallèle pour re-adapter l'antenne et la position à laquelle cette ligne doit être connectée par rapport à l'endroit où le câble sort du mur de la station.

**Problème 2 : Connection adaptée entre deux lignes d'impédance caractéristiques  $Z_{01}$  et  $Z_{02}$ .**

Pour le circuit représenté sur la figure suivante, trouver la longueur requise  $l/\lambda$  permettant d'adapter l'impédance d'entrée des deux côtés de la connexion (i.e. pas de réflexion pour un signal incident provenant de la droite ou de la gauche).



**Problème 3: Puissance dissipée dans une charge.** En utilisant l'abaque de Smith, calculer l'impédance d'entrée  $Z_{in}$  du circuit ci-dessous. Donner le rapport d'onde stationnaire dans les deux portions de ligne. Si l'entrée du circuit est connectée à un générateur fournissant une puissance moyenne de  $100W$ , trouver la puissance dissipée dans la résistance de  $80\Omega$ .



**Problème 4: Dispersion fréquentielle dans une ligne avec perte.** Soit une ligne de transmission comportant des pertes ( $R \neq 0$  et  $G \neq 0$ ). Trouver la condition sous laquelle la vitesse de phase ne dépend pas de la fréquence. Calculer la constante de propagation  $\gamma$  et l'impédance caractéristique lorsque cette condition est remplie.

\*\*\*\*\*

# The Complete Smith Chart

## Black Magic Design

