

TP CÂBLE COAXIAL

MODÉLISATION PROTEUS

TP

v1.0

Lycée de Cachan – 63 Avenue du Président Wilson 94230 Cachan - Académie de Créteil

Théorie

Impédance caractéristique

Lorsque le fil est infini (pas de réflexion en bout de ligne), on définit l'impédance caractéristique Z_C de la ligne :

$$Z_C = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}}.$$

Exemple : $Z_C = 50 \Omega$ pour les câbles coaxiaux BNC de laboratoire (ancien réseau informatique).

Vitesse de propagation

Considérons ici que la ligne est à faibles pertes ($R \approx 0 \Omega/m$ et $G \approx 0 \text{ S/m}$). On démontre alors que la vitesse de propagation v_P du signal dans la ligne est :

$$v_P = \frac{1}{\sqrt{LC}}.$$

Mise en place de la simulation

Q1 Démarrer le logiciel de simulation ISIS et réaliser le schéma ci-dessous avec les éléments suivants :

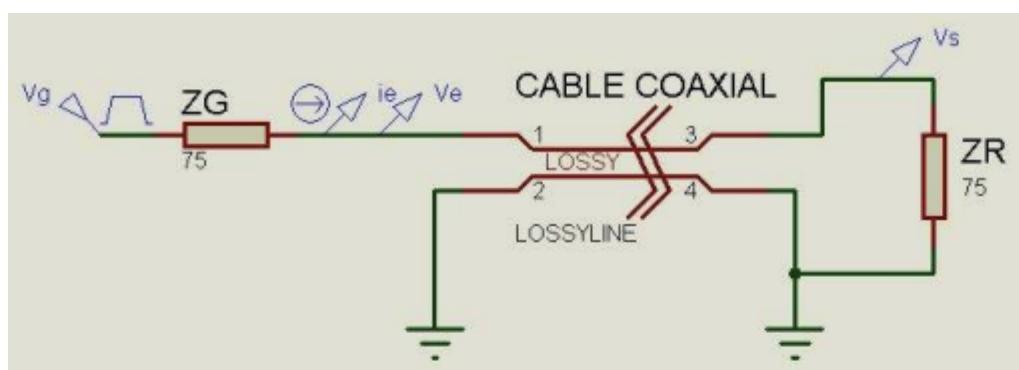


FIGURE 1 – Schéma à reproduire sur ISIS

- Ligne de transmission : LOSSYLINE
- Générateur : PULSE (0V → 1V ; Largeur 1% et Fréquence 50kHz)
- Impédances : RES (résistances 75 pour le générateur et pour le bout de ligne).

Q2 Paramétrier la ligne LOSSYLINE avec les éléments suivants (attention aux unités) :

- Résistance R et conductance G sont négligés (G est déjà négligé par défaut)
- Inductance : $L = 260 \text{ H / km}$
- Capacité : $C = 46 \text{ nF / km}$
- Longueur de la ligne : $l = 1\text{km}$

Vitesse de propagation

Q3 Calculer la valeur théorique du temps de propagation τ .

Q4 Calculer la vitesse de propagation théorique dans le câble coaxial.

Faire une simulation ANALOGUE de 0 à $20 \mu\text{s}$ pour visualiser v_e et v_s .

Q5 Mesurer le temps de propagation τ du signal sur la ligne et comparer avec la valeur théorique des questions précédentes.

Q6 En déduire la vitesse de propagation, la comparer avec la valeur théorique.

Mesure de l'impédance caractéristique

Faire une simulation ANALOGUE de 0 à $20 \mu\text{s}$ pour visualiser v_e et i_e .

Q7 Mesurer l'impédance caractéristique $Z_c = \frac{U_e}{i_e}$

Q8 Calculer la valeur théorique de Z_c et comparer avec la valeur mesurée à la question précédente.

Ligne ouverte ($Z_R \rightarrow +\infty$)

Débrancher la résistance Z_R en bout de ligne. Faire une simulation ANALOGUE de 0 à $20 \mu\text{s}$ pour visualiser v_e et v_s .

Q9 Observer l'allure de la tension v_e ; commenter et essayer d'expliquer l'origine du phénomène.

Q10 Mesurer la hauteur de l'impulsion v_s et comparer avec v_e . Justifier cette valeur de hauteur de v_s .

Ligne en court-circuit : $Z_R = 0$

Débrancher la résistance Z_R en bout de ligne et la remplacer par un fil. Faire une simulation ANALOGUE de 0 à $20 \mu\text{s}$ pour visualiser v_e et v_s .

Q11 Observer l'allure de la tension v_e ; commenter et essayer d'expliquer l'origine du phénomène. Justifier la disparition de l'impulsion v_s .

Ligne adaptée : $Z_R = ?$

Rebrancher la résistance Z_R en bout de ligne et régler sa valeur à 50Ω . Faire une simulation ANALOGUE de 0 à $20 \mu s$ pour visualiser v_e et v_s .

Q12 Régler, par tâtonnement, la valeur de Z_R jusqu'à disparition de l'impulsion réfléchie en bout de ligne.

Q13 Comparer la valeur de Z_R trouvée au avec la valeur de Z_C de la ligne.

Q14 Commenter alors l'expression utilisée par les installateurs de câbles coaxiaux : "Il faut mettre un bouchon 75Ω en bout de câble". Quels peuvent être les problèmes rencontrés par ligne non adaptée lors de la transmission de données informatiques ?