

Activité expérimentale - Propagation des signaux dans un câble coaxial

Capacités développées ou évaluées lors de ce TP

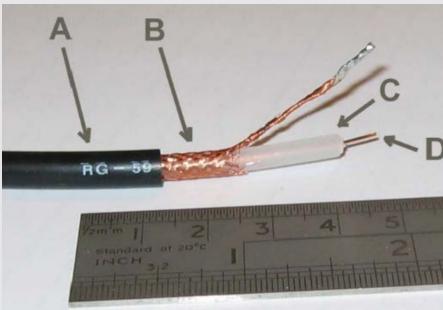
- Étudier expérimentalement la propagation d'un signal électromagnétique dans un câble coaxial
- Mesure des caractéristiques physiques d'un câble.
- Mettre en évidence et caractériser une onde progressive et une onde stationnaire.

I) Propagation d'une onde progressive

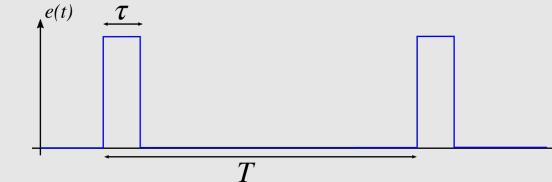
Structure d'un câble coaxial

Un câble coaxial est constitué :

- d'une gaine extérieure en plastique (A) ;
- d'une gaine ou blindage (B), souvent en métal tressé (cuivre ou aluminium) ;
- un isolant diélectrique (C) qui sépare la gaine et l'âme
- l'âme du câble (D), généralement en cuivre.



- Régler le générateur basse fréquence de manière à ce qu'il délivre une tension de la forme ci-dessous avec $T = 500$ ns et τ le plus court possible, un niveau bas à 0V et un niveau haut de l'ordre de quelques volts.



- Placer un petit bouchon d'impédance 50Ω à l'autre extrémité du câble. Ce petit bouchon a pour rôle d'absorber totalement le signal électromagnétique et d'éviter les réflexions.
- Observer les signaux aux deux extrémités du câble sur l'oscilloscope. On placera des T judicieusement pour bien mesurer seulement la durée de propagation dans le câble étudié (et pas dans les câbles utiles à la mesure).

1. Mesurer la vitesse de l'impulsion dans le câble coaxial et évaluer l'incertitude de mesure. S'agit-il de la vitesse de phase ou de la vitesse de groupe ?
2. On admet que dans le diélectrique, on doit remplacer la permittivité ϵ_0 par $\epsilon_r \epsilon_0$ avec ϵ_r la permittivité relative du milieu, sans dimension. En déduire la valeur de ϵ_r pour le diélectrique.
3. En comparant les amplitudes du signal de départ et des différents signaux sur la ligne (avant/après réflexion), en déduire le coefficient d'atténuation de cette ligne coaxiale en dB/km (on rappelle qu'une atténuation en décibel entre deux tension u_1 et u_2 est obtenue par $A = 20 \log(u_2/u_1)$). Comparer à l'atténuation du signal dans les fibres optiques pouvant descendre à 0,2 dB/km.

II) Étude d'une onde stationnaire



Manipulons...

Enlever maintenant le bouchon de 50Ω . Les signaux se réfléchissent alors totalement en bout de câble.

Placer entre le GBF et l'entrée du câble une résistance de $100\text{ k}\Omega$, en série avec le générateur, en laissant la sortie du câble ouverte et en utilisant le générateur basse fréquence en mode sinusoïdal.

Avec les deux grandes impédances placées aux deux bouts de la ligne, on y impose en quelque sorte des nœuds de courant, donc des ventres de tension.

4. Par analogie avec le cours sur les cavités résonnantes d'électromagnétisme, en déduire la relation entre L et λ vérifiée par les modes propres de ce câble. On pourra s'aider de schémas. Prévoir qualitativement quelle est environ la fréquence f_1 du mode fondamental de ce câble.
5. Relever la ou les fréquences (autres qu'un régime quasi continu), pour lesquelles l'amplitude de la tension de sortie est maximale (modes d'onde stationnaires). En déduire la valeur de la célérité des ondes dans le câble (en expliquant le raisonnement). S'agit-il de la vitesse de phase ou de la vitesse de groupe ? Évaluer l'incertitude en précisant la méthode adoptée.
6. Comparer les deux vitesses mesurées.

Compétences évaluées

Noms et prénoms du binôme :

—
—

Cette grille d'évaluation sert à vérifier que savez faire les étapes expérimentales importantes. Les compétences en **gras** sont évaluées pendant le TP : faites appel à votre professeur lorsque vous êtes prêts/prêtes à les valider.

Compétence travaillée	Points
Câbler les circuits demandés	/2
Mesurer une vitesse de propagation en évaluant l'incertitude	/2
Calculer un coefficient d'atténuation	/1
Déterminer qualitativement des fréquences de résonances	/2
Mesurer des fréquences de résonance et c	/2
Comparer les valeurs obtenues quantitativement	/1
Note finale	/10

Remarques :

Matériel

MP/MPI Vendredi 8h/12h Pascal Bertin

- GBF Siglent SDG 1025
- Oscilloscope numérique
- Câbles coaxiaux (20m et 100m)
- deux T pour coax
- Boîtes à décades résistances
- Ordinateur + Latis Pro