

SAÉ 13 – DÉCOUVRIR UN DISPOSITIF DE TRANSMISSION

Le cable coaxial

Compte-rendu

Nom: BIN MOHD HARIS

Prénom: Muhammad Fadlan

Groupe: Malaisien

1 Caractéristiques

1.1 Historique

Avant le câble coaxial, les transmissions de signaux se faisaient via des fils conducteurs simples. Ces configurations étaient vulnérables aux interférences électromagnétiques, rendant les signaux moins fiables sur de longues distances. En 1837, Samuel Morse a démontré le potentiel de télégraphie, mais les interférences limitaient l'efficacité des lignes télégraphiques. Les problèmes d'interférences électromagnétiques ont poussé les ingénieurs à chercher des solutions pour mieux protéger les signaux.

Oliver Heaviside, un ingénieur britannique autodidacte, a révolutionné les télécommunications dans les années 1880. Il a breveté le concept du câble coaxial en 1880. Heaviside comprenait que l'enveloppement d'un conducteur avec une couche isolante et un blindage métallique extérieur pouvait réduire considérablement les pertes et interférences. Même s'il a breveté le câble coaxial en 1880, aucune application commerciale majeure n'a été réalisée à cette époque en raison des limitations technologiques.

Ce n'était que jusqu'aux années 1930 que le câble coaxial a été utilisé commercialement, notamment pour la transmission des signaux téléphoniques, télévision et diffusion. En 1936, la première installation pratique d'un câble coaxial a eu lieu entre Londres et Birmingham, en Angleterre, par la British Post Office. Ce câble était conçu pour transmettre des signaux téléphoniques longue distance avec une grande clarté.

Pendant la Seconde Guerre mondiale, ces câbles ont été utilisés pour transmettre des signaux radar et des communications sensibles sur de longues distances, à l'abri des interférences. Leur capacité à maintenir une transmission stable et protégée contre les

perturbations électromagnétiques les a rendus précieux pour les applications stratégiques.

1.2 Principe

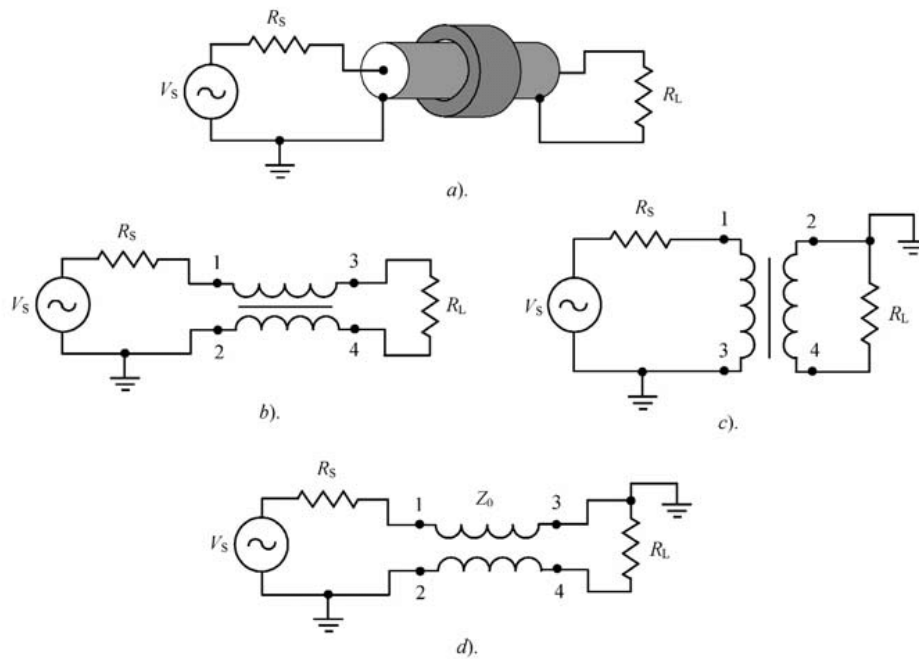


Figure 1.2.1

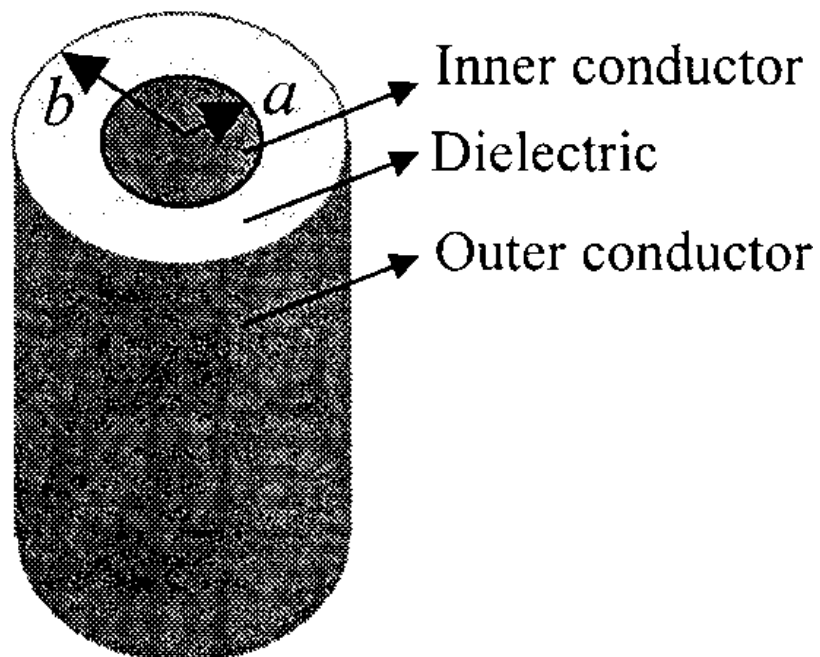


Figure 1.2.2

1.3 Usage

Le câble coaxial a joué un rôle crucial dans les communications et la transmission de signaux depuis sa création, et il reste pertinent aujourd'hui dans plusieurs domaines

i. Transmission télévisuelle

Historiquement, les câbles coaxiaux étaient au cœur des réseaux de télévision câblée, transmettant les signaux analogiques et numériques des fournisseurs aux foyers. Aujourd'hui, ils sont encore utilisés pour connecter les téléviseurs aux antennes satellites ou aux boîtiers de réception (par exemple, câbles RG-6 ou RG-59).

ii. Internet et haut débit

Les câbles coaxiaux sont un élément clé des services internet à haut débit utilisant la technologie DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification).

Ils relient les maisons et entreprises aux réseaux hybrides fibre-coaxial (HFC).

Les technologies modernes permettent d'atteindre des vitesses allant jusqu'à 10 Gbps avec DOCSIS 3.1.

iii. Transmission de radiofréquence (RF)

Très utilisés pour les applications de fréquence radio comme les antennes, les radios amateurs, et les transmissions dans les télécommunications.

Ces câbles sont courants dans les industries de la radiodiffusion et des tours de communication.

iv. Systèmes de vidéosurveillance (CCTV)

Les câbles coaxiaux (comme le RG-59) sont largement utilisés dans les systèmes de vidéosurveillance pour connecter les caméras aux enregistreurs ou aux moniteurs.

v. Application militaires aérospatiales

Utilisés dans les systèmes radar, les communications sécurisées et les équipements aérospatiaux en raison de leur fiabilité et de leur résistance aux interférences.

1.4 Principales données constructeur

Il y a des principaux paramètres qu'on doit noter quand on veut utiliser le câble coaxial pour qu'il accorde à nos besoins.

i. L'impédance caractéristique

L'impédance caractéristique d'un câble coaxial est une propriété déterminée par la relation entre le conducteur central le diélectrique, et le blindage.

Elle est exprimée en ohms (Ω) et dépend des dimensions géométriques et des propriétés des matériaux utilisés. Les câbles coaxiaux courants ont des impédances standardisées, comme :

50 Ω : Utilisé pour les applications RF, les antennes, et les réseaux sans fil.

75 Ω : Principalement utilisé pour la télévision, les signaux vidéo, et l'Internet haut débit.

ii. L'impédance d'adaptation

L'impédance d'adaptation fait référence à la correspondance entre l'impédance caractéristique d'un câble coaxial et celle des équipements connectés (émetteur, récepteur, antenne, etc.). Elle est essentielle pour minimiser les pertes de signal et maximiser l'efficacité de la transmission.

Lorsque l'impédance du câble coaxial ne correspond pas à celle de l'équipement, cela entraîne des réflexions du signal à l'interface, au lieu de permettre une transmission fluide.

Les conséquences d'une mauvaise adaptation d'impédance incluent :

- Perte de puissance : Une partie du signal est réfléchi au lieu d'être transmise.
- Dégradation du signal : Apparition de bruits ou distorsions.
- Réduction de la bande passante : Le signal utile est affecté.

iii. Matériau du conducteur central

Le conducteur central peut être fait de :

- Cuivre nu (meilleure conductivité).
- Cuivre plaqué aluminium (plus léger et moins coûteux, mais légèrement moins performant).

Le diamètre du conducteur est également important, car il influence l'atténuation du signal.

iv. Diélectrique

Fonction : Le diélectrique isole le conducteur central et maintient la séparation entre ce dernier et le blindage extérieur.

Matériaux courants :

- PE (polyéthylène) : Offre une faible constante diélectrique et une bonne durabilité.
- PTFE (téflon) : Utilisé dans les applications hautes fréquences.
- Mousse PE : Réduit l'atténuation pour les applications nécessitant des transmissions sur de longues distances.

Les propriétés du diélectrique influencent directement l'impédance et les pertes de signal.

v. Atténuation

Définition : Mesure de la réduction d'amplitude du signal en fonction de la longueur du câble.

Paramètres influençant l'atténuation :

- La qualité des matériaux du conducteur et du diélectrique.
- Le diamètre du conducteur central (plus il est large, moins il y a de pertes).
- La fréquence de fonctionnement (les pertes augmentent avec la fréquence).

vi. Capacité et vitesse de propagation

Capacité électrique : Dépend de la distance entre le conducteur central et le blindage, ainsi que des propriétés du diélectrique. Une capacité élevée peut altérer la qualité du signal.

Vitesse de propagation : Exprimée en pourcentage de la vitesse de la lumière, elle est influencée par le diélectrique.

vii. Blindage

Fonction : Protège le signal des interférences électromagnétiques (EMI).

Types de blindage :

- Feuilles métalliques (aluminium ou cuivre) : Fournissent une couverture uniforme.
- Tresse métallique : Offre une protection mécanique et une flexibilité.
- Double blindage : Combine une feuille et une tresse pour une protection optimale (courant dans les câbles haut de gamme).

Le pourcentage de couverture du blindage doit être élevé (souvent >90 % pour une bonne protection).

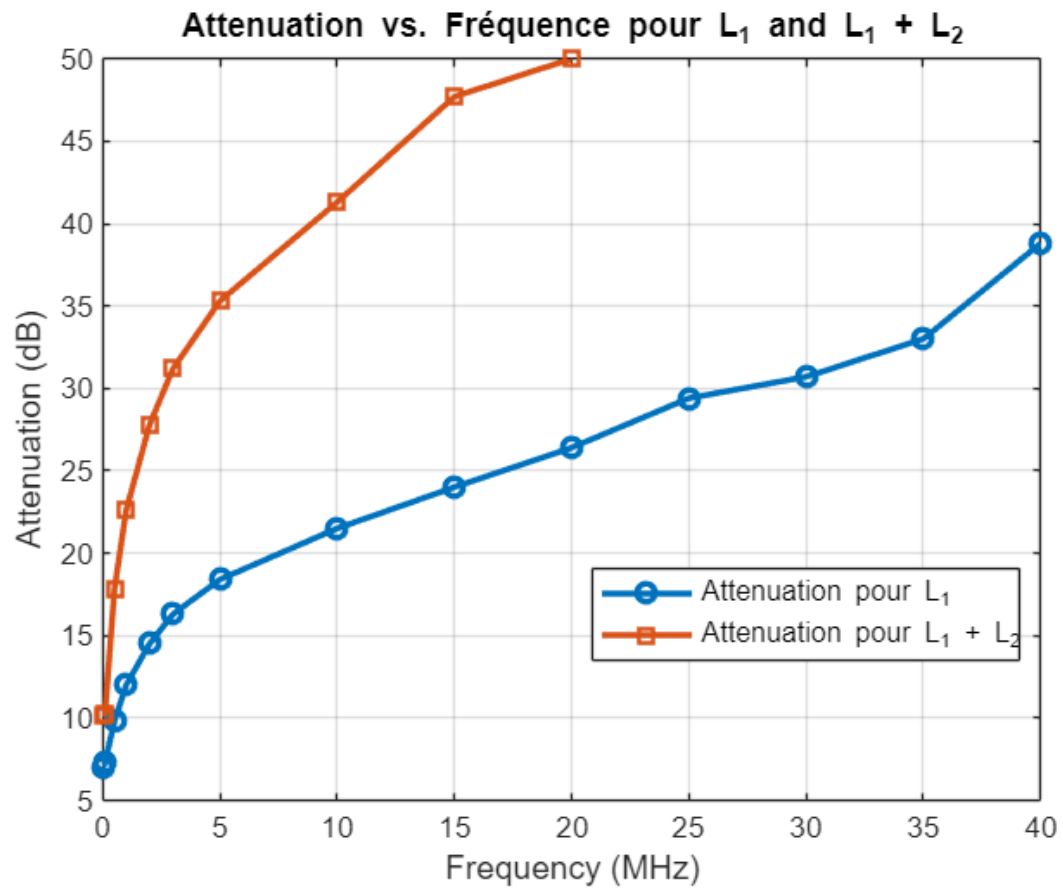
viii. Compatibilité et normes

Les câbles doivent respecter des normes spécifiques pour garantir leur performance et leur compatibilité :

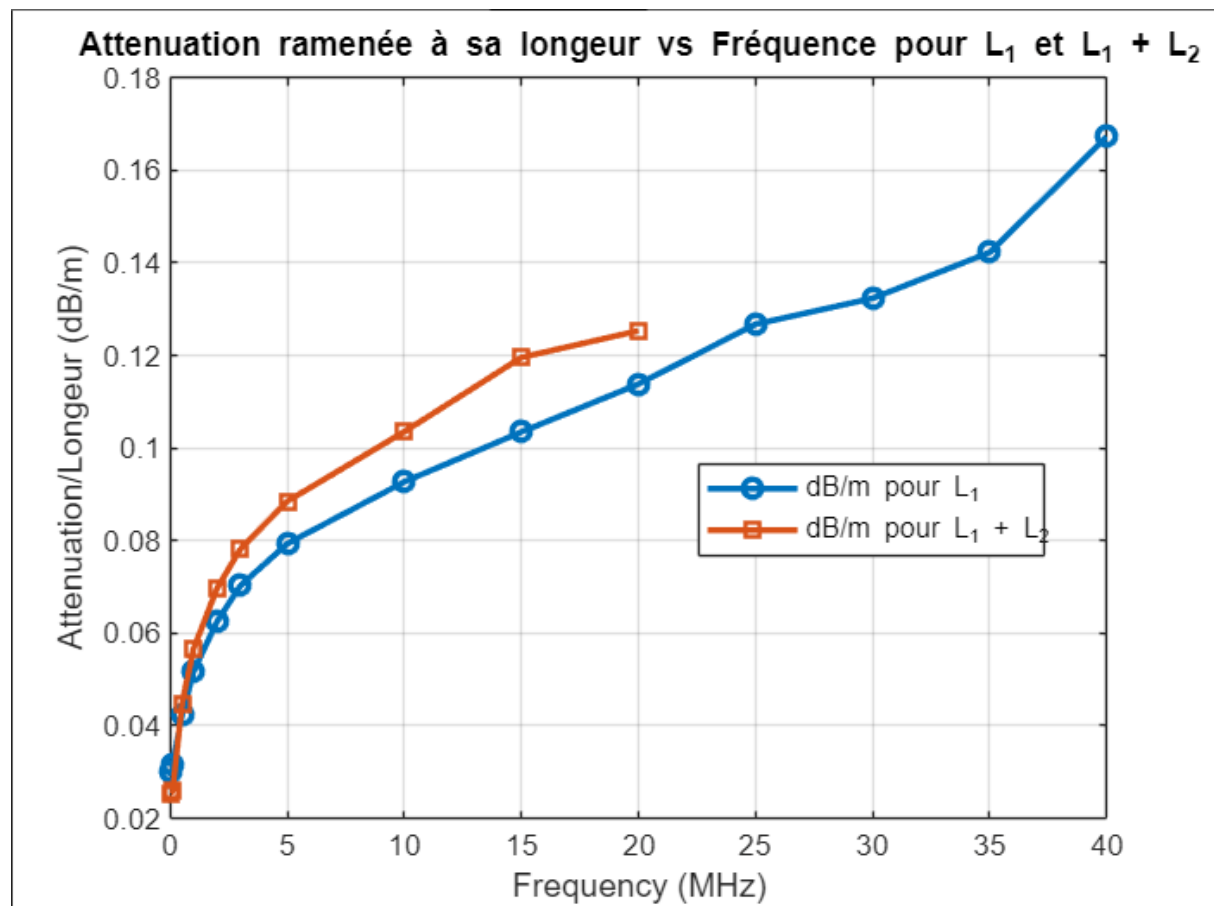
- RG (Radio Guide) : Spécifications des dimensions et propriétés (ex. RG-6, RG-59).
- Normes ISO ou MIL-C pour les applications industrielles et militaires.

2. Réponse en fréquence

2.1.1



2.1.2



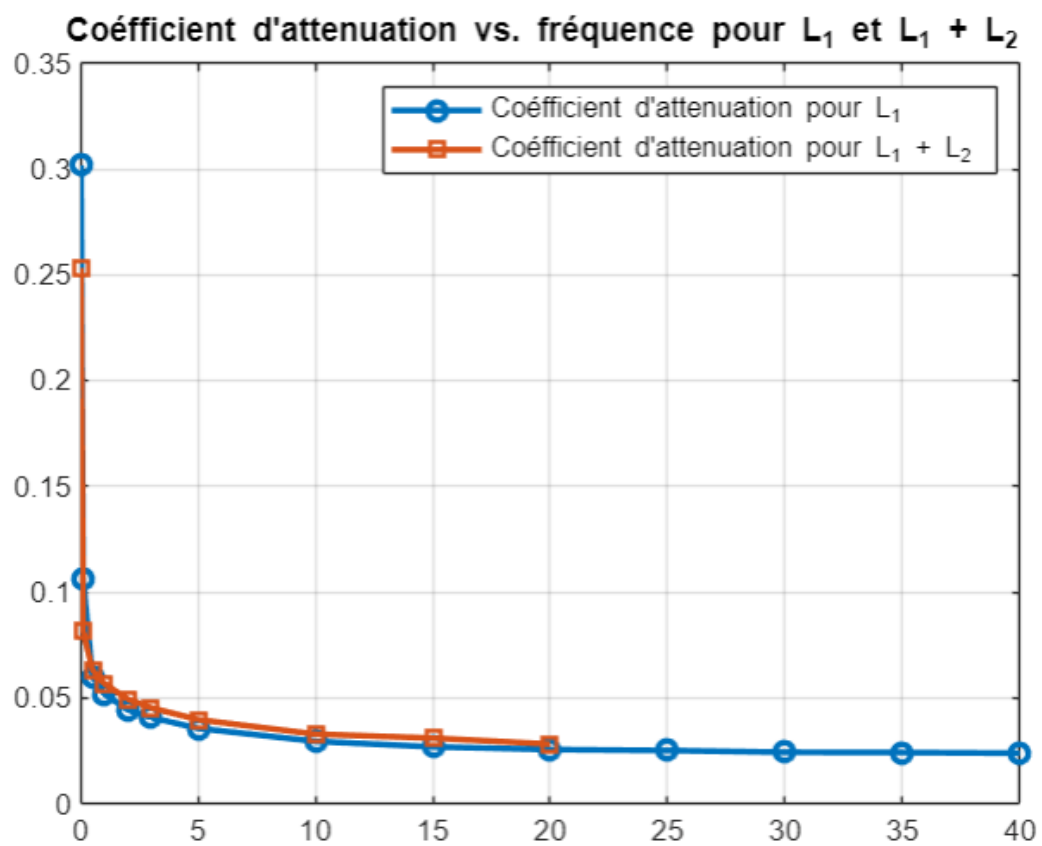
Les remarques:

- i. L'atténuation par 1 unit de longueur est un peu près la même à n'importe quel distance, c'est pourquoi on peut approximer $A_{dB/m}$ avec un constant α qui est exprimé en $\frac{dB}{m\sqrt{Hz}}$ et il dépend de type de milieu de propagation

2.1.3 Trouver α

1.
$$\alpha = \frac{A_{dB/m}(f)}{\sqrt{f}}$$

2.



3. $\alpha \approx 0,25$

Alors,

$$A_{dB/m}(f) = 0,25\sqrt{f}$$