

Propagation dans deux milieux différents

1 Propagation dans un milieu unique

Comme on peut le voir sur la photographie de la figure 1, on utilise le générateur de fonction de l'oscilloscope afin d'envoyer dans le câble coaxial une impulsion de tension très courte de largeur temporelle $\tau = 20$ ns. Le câble coaxial blanc que l'on peut voir sur la photographie possède une longueur de $\ell = 100$ m et une impédance caractéristique $Z_c = 75 \Omega$.

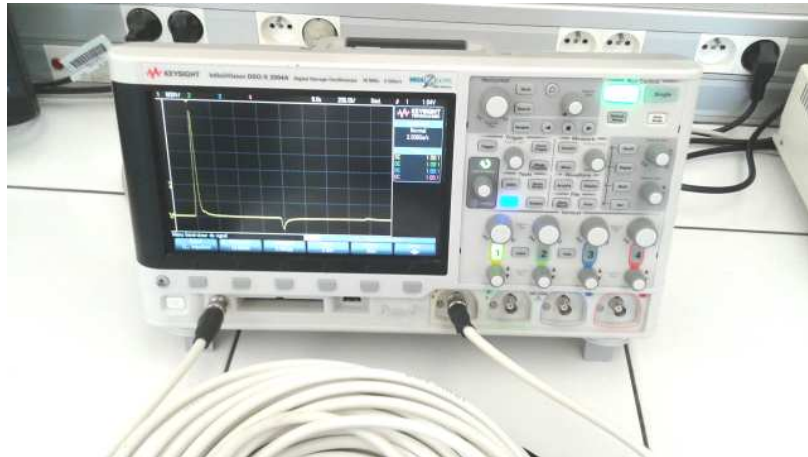


FIGURE 1 – Propagation d'une impulsion dans un câble unique



FIGURE 2 – Oscillogramme de la propagation d'une impulsion dans un câble unique

On peut voir sur l'écran de l'oscilloscope l'impulsion lorsqu'elle parvient sur la voie d'entrée 1 de l'oscilloscope alors qu'elle a parcouru tout le câble. Par contre, on peut être surpris de voir une petite impulsion apparaître $\Delta t \simeq 800$ ns plus tard. Cette impulsion s'explique par le fait que l'impédance d'entrée d'une voie de l'oscilloscope est d'environ $Z_e \simeq 1 \text{ M}\Omega$ et que l'impédance du câble est $Z_c = 75 \Omega$. Comme il n'y a pas adaptation d'impédance, une petite partie de l'impulsion incidente se réfléchit sur l'entrée 1 et repart en arrière pour parcourir à nouveau tout le câble. Et ce n'est pas fini... En effet, lorsqu'elle arrive au niveau de la sortie du générateur, le même problème d'impédances différentes se pose. Il y a donc réflexion, la petite impulsion repart et revient sur la voie 1 pour être enregistrée environ 800 ns après la grande impulsion. Il se produit encore une réflexion mais l'impulsion résiduelle est à peine perceptible environ 1 600 ns après la détection de l'impulsion initiale. Toute cela se voit mieux sur l'enregistrement de l'oscillogramme de la figure 2.

2 Enchaînement de deux câbles différents

On ajoute au bout du câble d'impédance $Z_c = 75 \Omega$, un petit câble noir de longueur $\ell' = 5 \text{ m}$ et d'impédance $Z'_c = 50 \Omega$. Ce changement d'impédance correspond à un changement des caractéristiques du milieu de propagation de l'onde électromagnétique, c'est comme si, en optique, on passait par exemple de l'air à l'eau ou au verre. Au moment où l'impulsion arrive à l'interface des deux milieux, il se produit à la fois de la transmission et de la réflexion. De la même façon que dans la partie précédente, lorsqu'une impulsion arrive sur l'entrée 1 de l'oscilloscope, une partie va se réfléchir et repartir en arrière dans le câble de 50Ω pendant 5 m tout d'abord, puis elle arrive à l'interface avec le câble de 75Ω , il se produit alors réflexion et transmission. Ce sont ces réflexions et transmissions qui expliquent les petites impulsions supplémentaires par rapport au cas du câble coaxial unique. Ces constatations sont visibles sur les figures 3 et 4.

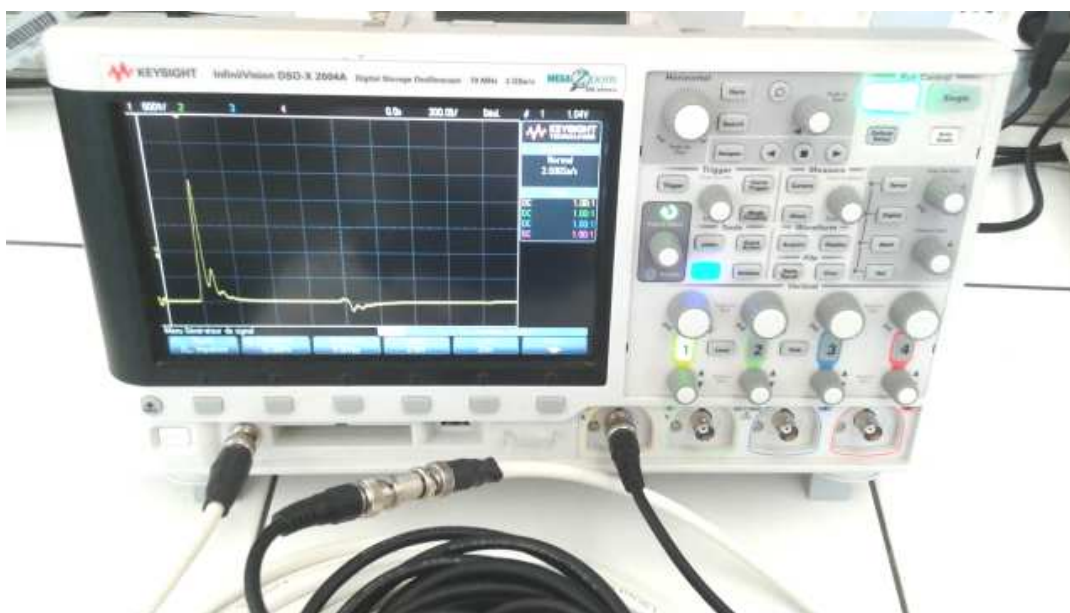


FIGURE 3 – Propagation d'une impulsion dans un enchaînement de deux câbles



FIGURE 4 – Oscillogramme de la propagation d'une impulsion dans un enchaînement de deux câbles