

1129 : Propagation et conditions aux limites

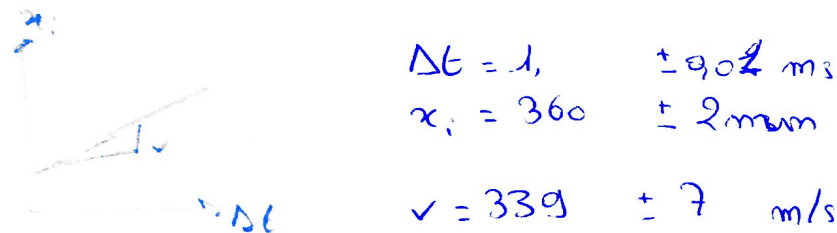
I) Propagation libre des ondes

1. Différents types d'ondes

Cure à onde : - onde plane
- onde sphérique

2. Ondes acoustiques dans l'air

* Mesure de la vitesse



A comparer avec $v_{\text{air}} = \sqrt{\gamma R_s T} = 342 \text{ m/s}$

Dans l'air : $R_s = 287 \text{ J/kg/K}$

$$\gamma_{\text{air}} = 1,4$$

$$T = 290,8 \pm 0,1 \text{ K} (17,8^\circ \text{C})$$

$\sim 18,8^\circ \text{C}$

* Mesure Impédance acoustique

$$Z_{\text{air}} = \rho_{\text{air}} v_{\text{air}} \quad \text{avec } \rho = 1,205 \text{ kg/m}^3$$

$$= 608 \text{ N.s.m}^{-3}$$

3. Ondes acoustiques dans l'eau

* Vitesse

$$f = 35,98 \text{ kHz}$$

$$\lambda = 44 \text{ mm}$$

$$\rightarrow v = 1583 \text{ m/s}$$

$$v = \lambda f$$

$$v_{\text{eau prep}} = 1500 \pm 7 \text{ m/s}$$

$$v_{\text{eau tabulée}} = 1483,2 \text{ m/s à } 20^\circ \text{C}$$

$$Z_{c_{eau}} = \rho_{eau} v_{eau} \quad \text{avec } \rho_{eau} = 998 \text{ kg/m}^3 \text{ à } 20^\circ\text{C}$$

$$= 15 \cdot 10^5 \text{ N s m}^{-3}$$

⇒ Dans des milieux \neq , il y a une impédance caractéristique.

II. Influence des conditions aux limites

→ propagation des ondes dans un câble coaxial ($L = 50,0 \pm 0,5 \text{ m}$)

* Mesure de la vitesse :

$$v = \frac{\Delta L}{\Delta t} \Rightarrow v = (1,98 \pm 0,3) \cdot 10^8 \text{ m/s} \quad \Delta t = 506 \pm 4 \text{ ns.}$$

$$\Delta v = v \sqrt{\left(\frac{\Delta(\Delta L)}{\Delta L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta(\Delta t)}{\Delta t}\right)^2} = 903 \text{ m/s}$$

$$t_1 \pm 2 \text{ ns}$$

$$t_2 \pm 2 \text{ ns}$$

$$\Delta t = (t_1 - t_2) \pm 4 \text{ ns.}$$

$$1\% \text{ de } L = \Delta L$$

A comparer avec $c = \frac{c_0}{\sqrt{\epsilon_r}} = 66\% \cdot c_0$ (avec $\epsilon_r = 2,25$)

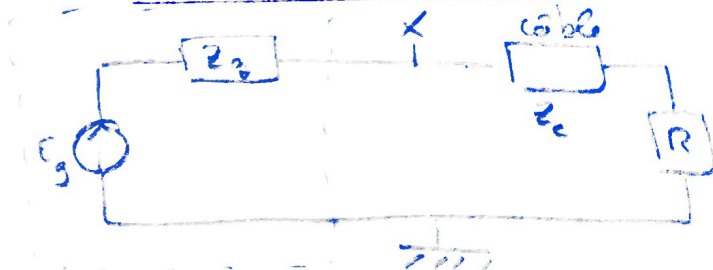
$$= 1,98 \cdot 10^8 \text{ m/s.}$$

* Mesure de l'impédance caractéristique

- RLC : $L = 15,3 \mu\text{H}$ $C = 5,025 \text{ nF}$

$$Z_c = \sqrt{\frac{L}{C}} = 55,2 \Omega.$$

- Avec une résistance en bout de ligne.



Générateur.

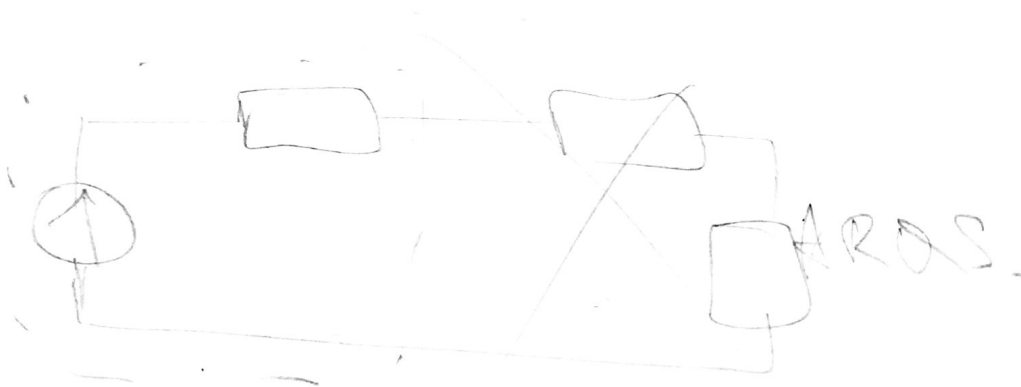
$$Z_c = 55 \pm 2 \Omega$$

Si $R = Z_c \Rightarrow$ il n'y a plus de réflexion.

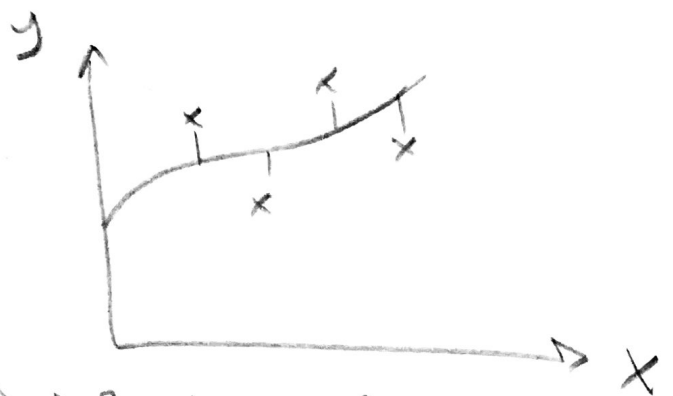
300 mls $\times T : 10^{-6} s$ (ordre des MHz)

$\lambda > 10 \text{ km}$

haute fréquence pour avoir L (longueur du câble) $\sim \lambda$
mais ici $\lambda \gg$ longueur de mode 0,0.

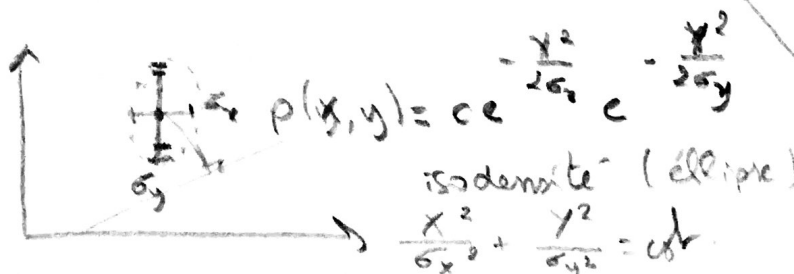


pont diviseur de tension



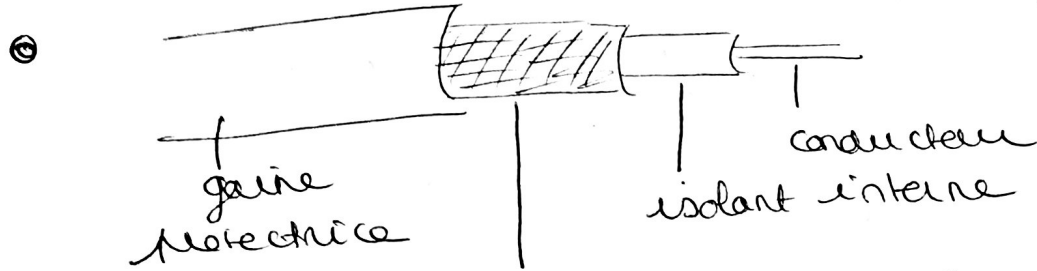
$$\chi^2 = \frac{1}{N-p} \sum_i \frac{(f(x_i) - y_i)^2}{\sigma_{y_i}^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 \sigma_{x_i}^2}$$

$$\chi^2 = \frac{1}{N-p} \sum_i \frac{(f(x_i) - y_i)^2}{\sigma_{y_i}^2}$$



Cable coaxial :

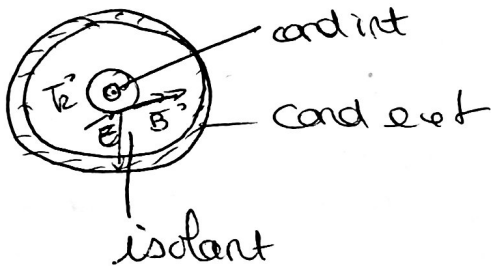
Coef d'atténuation : 19 dB/100m
(800 MHz)
fibre optique 3 dB/km



Conducteur externe q° est de potentiel de ref (lié à la masse lorsqu'il est connecté) ⇒ effet de blindage vis-à-vis des chps EM perturbateurs ext.

- ddp entre ext et int

↳ chp \vec{E} entre ~~l'isolant~~ la gaine et l'int. ↳ cage de Faraday



TEN transverse electric magnetic fields

$$(\vec{E} \perp \vec{B}) \perp \vec{k}$$

$$\vec{k} \wedge \vec{E} = \vec{B}$$

$$\vec{u} \wedge \vec{E} = \vec{B}$$

$$\vec{k} = \frac{\omega}{c} \vec{u}$$

Si cable est long devant λ et que l'on travaille en HF $\Rightarrow \vec{E}$ et \vec{B} varient.

On peut considérer q c'est une succession de bobine & de condensateur

× Bobine car chp \vec{B} autour cond. int.

× cond car ddp entre cond ext et cond int.

$$\text{On a } Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

• Impédance caractéristique d'un ligne de transmission = repère d'une perméabilité du ~~l'espace~~ milieu.

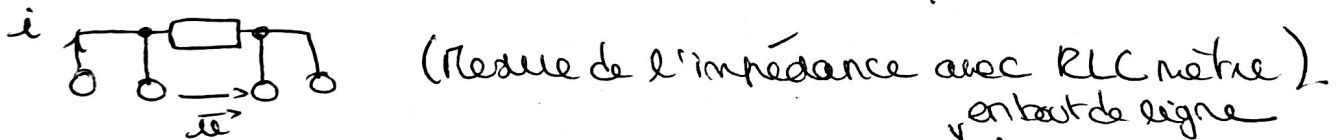
↳ qd une onde traverse la frontière entre 2 milieux \neq , une partie de son énergie ne peut être transmise et repars ds l'autre sens (réflexion...).

Cette énergie correspond dans une ligne de transmission à l'impédance qu'on pourrait mesurer d'un bout à l'autre de la ligne si elle avait une longueur ∞ .

→ donc ligne ont besoin d'être "terminées" par des charges q correspondent à cette impédance caractéristique afin qu'il n'y ait ϕ de réflexion & dc pas d'interf.

(signal se perd ds la charge ϕ si la ligne était ∞)
 \rightarrow adaptation d'impédance.

• On a fait 1 montage à 4 pts. afin d'éviter de perdre la mesure au niveau des R de contacts q st $>$ à la R à mesurer



Si $B = Z_c$
(56 Ω).

effet inductif fils NB: \uparrow le duty pour tracer les \sim
on ne sait pas d'où vient cette décroissance lente = difficulté expérimentale.

Capacité linéiq coax: $\vec{E} \uparrow \vec{r}$

$$2\pi r h E = \frac{Q}{\epsilon_0 \epsilon_r}$$

$$\frac{Q}{R}$$

et la capacité d'un cond est caractérisée au pot V_1 par le Q et la 2^e au pot V_2 par le Q donc $Q = C(V_1 - V_2)$

Circulation du chp le long de r :

$$\int_{R_1}^{R_2} \vec{E} dr = \int_{R_1}^{R_2} \frac{Q}{2\pi h \epsilon_0 \epsilon_r} \frac{dr}{r} = \frac{Q}{2\pi h \epsilon_0 \epsilon_r} \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right) = V_1 - V_2 = \frac{Q}{C}$$

→ circulation \neq ce de potentiel.
donc $C = 2\pi \epsilon_0 \epsilon_r / \ln(R_2/R_1)$.