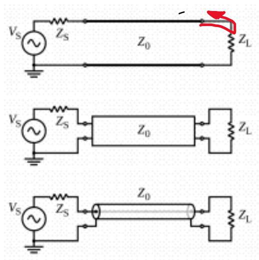
Transmission Channels

dimanche 30 avril 2023 22:39



$Z_S = Z_{Gén}$

$Z_0 = Z_{cable}$

$Z_L = Z_+$

1 Partie A : Lignes de transmissions en régime d'échelon

1.1 Adaptation d'impédance

Soit une ligne de transmission d'impédance caractéristique $R_c = 50\Omega$. A quoi doit être égale la résistance de charge R_l à l'autre bout de la ligne pour éviter la réflexion sur cette charge ?

On doit avoir

$$\boxed{\Gamma_L = \frac{R_L - R_C}{R_L + R_C} \qquad \Gamma_G = \frac{R_G - R_C}{R_G + R_C}}$$

$$\Gamma_L = \frac{R_L - R_c}{R_L + R_c} = 0$$

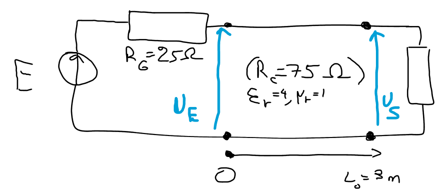
$$\Leftrightarrow R_L - R_c = 0$$

$$\Leftrightarrow R_L = R_c$$

1.2 Exercice 1 : application de la méthode du tableau

Soit une ligne de transmission dont l'impédance caractéristique est de 75 Ω. On branche en entrée de cette ligne un générateur de tension d'impédance interne 25 Ω et en sortie une charge de 225 Ω.

On suppose que la ligne a une constante diélectrique relative ε_r égale à 4 et une constante magnétique relative μ_r égale à 1. La longueur de la ligne est de 3m.



Expliquer pourquoi Ue =/= Us

1.2.1 Générateur n°1

On donne ci-dessous la tension délivrée par le premier générateur.

Figure 1-2 : Tension délivrée par le premier générateur

1) Donnez le temps de propaga... numérique). D'où vient cette ex...

$$V = \frac{d}{t} \rightarrow$$

$$\Leftrightarrow \tau =$$

$$c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}$$

Permittivité rel...

Perméabilité r...

$$v = \frac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \mu_r \varepsilon ...}}$$

$$v = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_R \mu_R}}$$

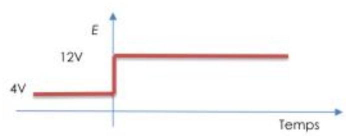
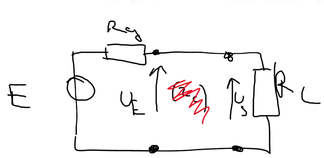


Figure 1-3 Tension délivrée par le second générateur

1) Donnez les tensions initiales (pour t<0) Ue et Us (expression littérale et application numérique). Que doit-on supposer pour pouvoir utiliser cette expression littérale ?



REGIME PERMANENT CONTINU
CONTINUOUS STEADY STATE

$$U_E^{(t)} = U_S^{(t)} = \frac{R_c}{R_L + R_g} E(t) = 3{,}6\,V$$

4V

$$= \frac{R_+}{R_+ + R_G} E(t)$$

2) Donnez les tensions finales (t->+∞) Ue et Us (expression littérale et application numériqu...

12V

$$U_s(t) = U_e(t) = \frac{R_L}{R_L + R_g} E(t) =$$

...tion τ sur la ligne (expression littérale et application
...pression littérale ?

$V_c = \frac{L_0}{\tau}$

$\tau = \frac{L_0}{V_c} = L_0 \times \frac{\sqrt{\varepsilon_R \mu_r}}{c} = \frac{3 \times \sqrt{4 \times 1}}{3 \times 10^8} = 2 \times 10^{-8}\,s$

$= 20\,ns.$

?

...ative : $\mu_R = \frac{\mu}{\mu_0} \Rightarrow \mu = \mu_0 \mu_R$

...lative : $\varepsilon_R = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} \Rightarrow \varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_R$

$\ldots = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}} \times \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_R \mu_R}}$

2) Donnez les tensions initiales (pour t<0) Ue et Us (expression littérale et application numérique). Que doit-on supposer pour pouvoir utiliser cette expression littérale ?

1.2.1 Générateur n°1

On donne ci-dessous la tension délivrée par le premier générateur.

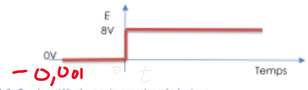
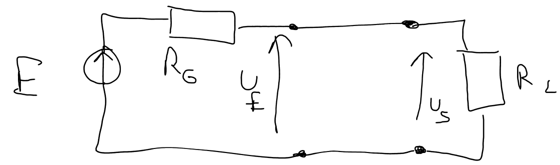


Figure 1-2 : Tension délivrée par le premier générateur



Expliquer pourquoi Ue = Us

$U_S^{(t)} = \frac{R_L}{R_L + R_G} E^{(t)} = U_E^{(t)} = 0 \quad (E = 0)$

REGIME PERMANENT CONTINU
CONTINUOUS STEADY STATE

3) Donnez les tensions finales (t->...

$U_S(t) = U_E$...

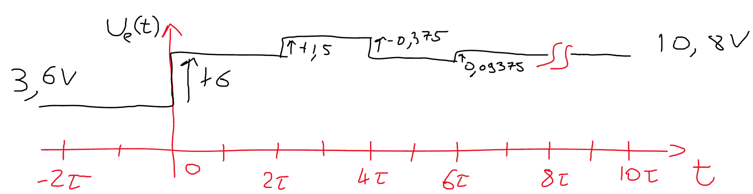
e)

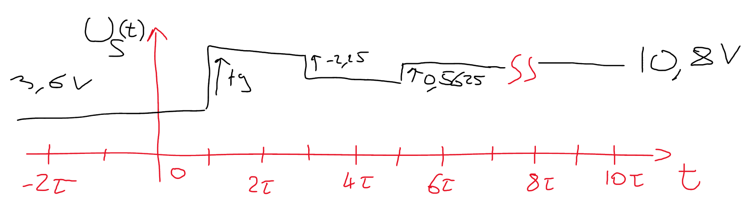
3) Utilisez les résultats précédents pour tracer les tensions Ue et Us de -2τ à ~~10~~τ. 6τ

$\Delta E_g = 12 - 4 = 8V$!

entre 3,6 et 10,8, variation de 7,2

10,8 V





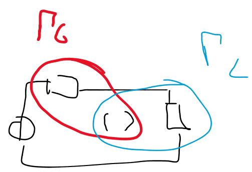
+∞) Ue et Us (expression littérale et application numérique)

$$(t) = \frac{R_L}{R_L + R_G} E(t) = 7{,}2V$$

4) Donnez les coefficients de réflexion en entrée et en sortie de la ligne (expression littérale et application numérique)

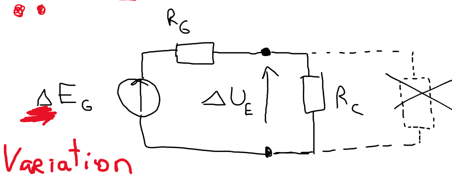
$$\Gamma_G = \frac{R_G - R_C}{R_G + R_C} = -\frac{1}{2}$$

$$\Gamma_L = \frac{R_L - R_C}{R_L + R_C} = +\frac{1}{2}$$



!!

5) Donnez le schéma équivalent en entrée pour t=0s et en d
initiale ΔUe.



$$\Delta U_E = \frac{R_C}{R_C + R_G} \Delta E_g$$
$$= 6V$$

4) Vérifiez la cohérence des résultats.

$$U_e(6\tau) = 3{,}6 + 6 + 1{,}5 - 0{,}375 + 0{,}09375$$
$$= 10{,}818\ V$$

$$U_s(5\tau) = 3{,}6 + 9 - 2{,}25 + 0{,}5625$$
$$= 10{,}91\ V$$

1.1.3 Voltage source n°3

We present below the second voltage source .

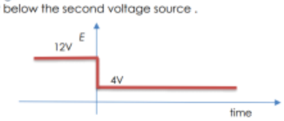


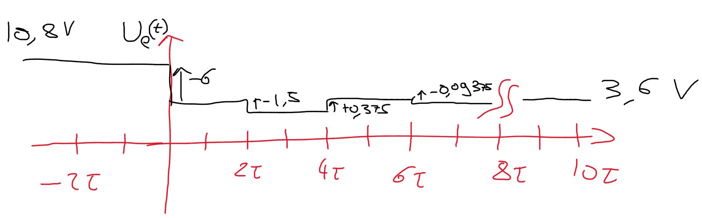
Figure 0-4 : Third voltage source

1) Use the previous results to plot the voltages Us and Ui from -2τ to 10τ.

$\Delta E_g = -8V$

So when $t < 0$, $U_e(t) = 10{,}8V$

variations will change:



$U_e(6\tau) = 10{,}8$
$\simeq 3{,}$

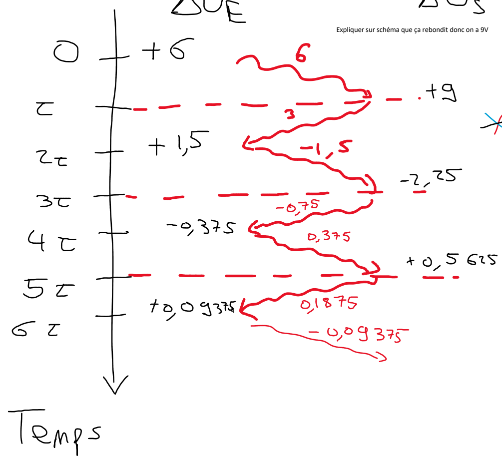
$U_s(5\tau) =$

éduire la variation de tension

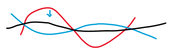
$\Delta E_g = 8 - 0 = 8V$

6) Etablir le tableau (ou graphe) donnant les différentes variations de tension.

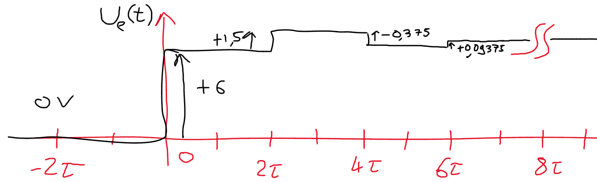
$\Gamma_G = -\frac{1}{2}$ $\Gamma_L = \frac{1}{2}$

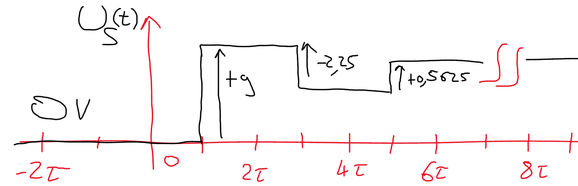


Expliquer sur schéma que ça rebondit donc on a 9V



7) A l'aide de ce tableau tracez les tensions Ue et Us de -2τ à ~~10τ~~ 6τ (car tensions négligeables ap

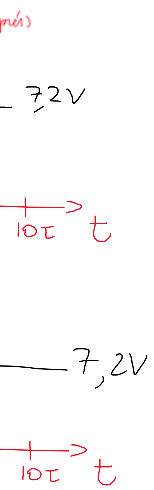




– 6 – 1,5 + 0,375 – 0,09375

5 V

10,8 – 9 + 2,25 – 0,5625



8) Vérifiez la cohérence de vos résultats.

$\boxed{\checkmark}$

$$U_e(6\tau) = 0 + 6 + 1,5 - 0,375 + 0,09375 \simeq 7,218$$

$$U_s(5\tau) = 0 + 9 - 2,25 + 0,5625 \simeq 7,3125$$

$\boxed{\checkmark}$

Considérer deux cas, l'un quand l'onde va de G à L, l'autre quand l'onde va de L à G

Regarder $\boxed{L}$

A ; L_0 ; 0

$$A = \underline{K} e^{-\ell\gamma} \quad , \quad \gamma = \alpha + j\beta$$

$$A = U^+$$
$$B = U^-$$

B ; L_0 ; 0

$$B = \underline{K} e^{+\ell\gamma}$$

$$\longrightarrow \begin{cases} \dfrac{U^+}{I^+} = +Z_c \Leftrightarrow I^+ = \dfrac{U^+}{Z_c} \\ U^+ = K e^{-\ell\gamma} \end{cases}$$

$U \uparrow$ $\xrightarrow{I}$ $\xrightarrow[A]{}$ $\quad \dfrac{U}{I} = +Z_c$

$$\longrightarrow \begin{cases} \dfrac{U^-}{I^-} = -Z_c \Leftrightarrow I^- = -\dfrac{U^-}{Z_c} \\ U^- = K e^{+\ell\gamma} \end{cases}$$

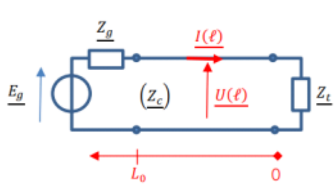
$U \uparrow$ $\xrightarrow{I}$ $\xleftarrow[B]{}$ $\quad \dfrac{U}{I} = -Z_c$

$$\Longrightarrow \begin{cases} U(\ell) = U^+ + U^- \\ \quad = A e^{-\ell\gamma} + B e^{-\ell \ldots} \end{cases}$$

$$I(\ell) = I^+ + I^-$$
$$= A e^{-\ell\gamma} \times \frac{1}{Z_c} - \ldots$$

2.1 Equations

Soit le schéma ci-dessous. Compte tenu des conventions sur le schéma, quel est le jeu d'équations parmi les 2 proposées qui correspond au schéma ?.



Conv. 1

Figure 2-1 : Convention pour le courant et l'orientation de l'axe.

$$\begin{cases} \underline{U(\ell)} = \underline{A}e^{+\underline{\gamma}\ell} + \underline{B}e^{-\underline{\gamma}\ell} \\ \underline{I(\ell)} = \dfrac{1}{\underline{Z_c}}\underline{A}e^{+\underline{\gamma}\ell} - \dfrac{1}{\underline{Z_c}}\underline{B}e^{-\underline{\gamma}\ell} \end{cases}$$

Eq. 1

$$\begin{cases} \underline{U(\ell)} = \underline{A}e^{-\underline{\gamma}\ell} + \underline{B}e^{+\underline{\gamma}\ell} \\ \underline{I(\ell)} = \dfrac{1}{\underline{Z_c}}\underline{A}e^{-\underline{\gamma}\ell} - \dfrac{1}{\underline{Z_c}}\underline{B}e^{+\underline{\gamma}\ell} \end{cases}$$

Eq. 2

ℓ_γ

$B e^{+\ell\gamma} \times \frac{1}{2c}$

$U_S\ (5\tau) =$

$10{,}8 - 9 + 2{,}25 - 0{,}5625$

$= 3{,}6V$

Eq. 1 Eq. 2

$$\underline{Z_c} = R_c + jX_c \quad \text{où} \quad R_c > 0$$
$$\underline{\gamma} = \alpha + j\beta \quad \text{où} \quad \alpha \geq 0 \quad \text{et} \quad \beta > 0$$

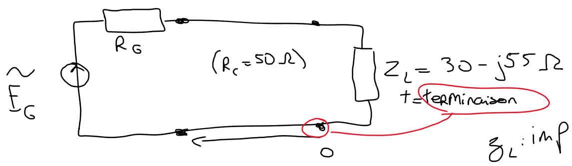
2.2 Utilisation de l'abaque de Smith

2.2.1 Propriétés de l'abaque de Smith

On considère une ligne sans pertes, de résistance caractéristique Rc = 50 Ω, alimentée par une source sinusoïdale de force électromotrice Eg et de résistance interne réelle Rg. Cette ligne est terminée par une charge d'impédance Zt = (30-j55) Ω, on désignera par "l" l'abscisse courante, l'origine étant sur la terminaison. La longueur d'onde mesurée vaut λ = 8 cm.

1) Déterminer le rapport d'onde stationnaire et le coefficient de réflexion (module et angle).

$\Gamma = \rho e^{j\theta}$



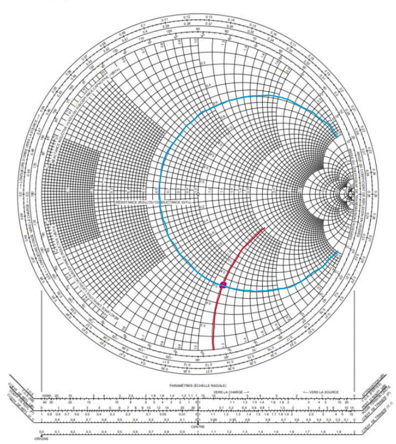
z_L : impédance réduite

1) Placer $z_L = \dfrac{Z_L}{R_c} = 0{,}6 - j1{,}1$

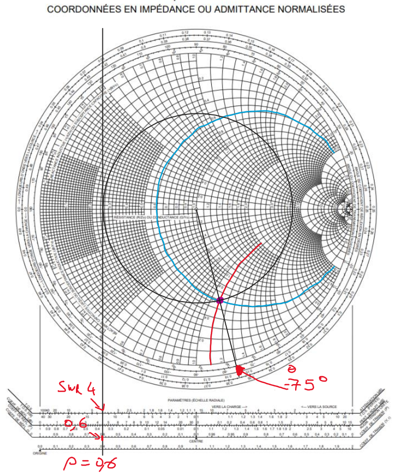
En bas car $\boxed{-J}$!

Objectif de l'abaque: trouver des valeurs
1. Chercher le point z_L
2. Tracer le cercle qui a pour centre 1 et rayon z_L

Abaque de Smith
COORDONNÉES EN IMPÉDANCE OU ADMITTANCE NORMALISÉES



Abaque de Smith
COORDONNÉES EN IMPÉDANCE OU ADMITTANCE NORMALISÉES



Coef de réflexion ? $\Gamma_{(L)}$
vers la SOURCE

SWR = ?
TOS
ROS
SWR = 4

$\Gamma_L = \rho e^{j\theta}$
ρ = ?
θ = ?
$\Gamma_L = 0{,}6\, e^{j75°}$

Déterminer l'impédance que voit le générateur à 11 cm de la charge.

Z_e

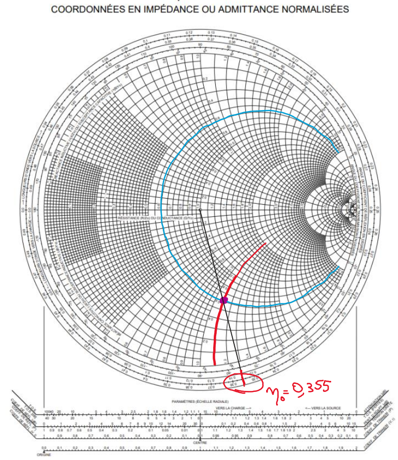
$\Delta m = \dfrac{\Delta l}{\lambda} = \dfrac{11}{8} = 0{,}37$

Angle électrique

$\Delta m = m_1 - m_0 \Leftrightarrow m$

m_0 ? Graph, $m_0 = 0{,}355$

Abaque de Smith
COORDONNÉES EN IMPÉDANCE OU ADMITTANCE NORMALISÉES

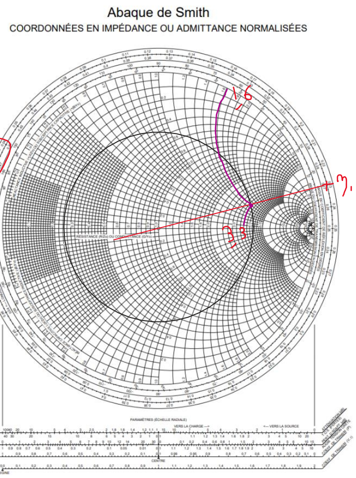


$? \ \eta_0 \to \eta_1 \to z_{e_1} \to Z_{e_1}$

$5[0,5]$.

$= \eta_0 + \Delta\eta$

donc $\eta_1 = 0,355 + 0,375 [0,5]$
$= 0,23 [0,5]$

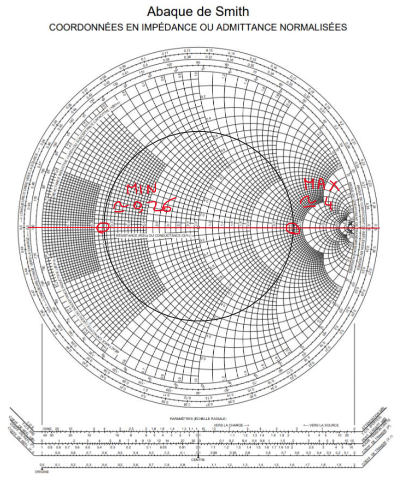


$z_1 = 3,3 + j1,6$

$Z_1 = z_1 R_c = 165 + j80$

Déterminer la position des maxima et minima de tension sur la ligne ainsi que la valeur de l'impédance en ces points.

Min, max : Real Γ values



$z_{min} = 0,26$

$\Longrightarrow Z_{min} = z_{min} \times R_c$
$= 13\ \Omega$

$z_{max} = 4$

$\Longrightarrow Z_{max} = z_{max} \times R_c$
$= 200\ \Omega$

$\Delta\eta = \eta_{min} - \eta_0$
$= 0,5 - 0,355 [0,5]$

$\Delta\eta = 0,145$,

donc $\Delta l_{min} = 0,145 \times \lambda + k\frac{\lambda}{2}$ (8)
$= 1,16 + 4k$ cm

$\Delta\eta = \eta_{max} - \eta_0$
$= 0,25 - 0,355$

$\Delta\eta = 0,395$

donc $\Delta l_{max} = 0,395$
$= 3,16 + 4k$

[0,5]

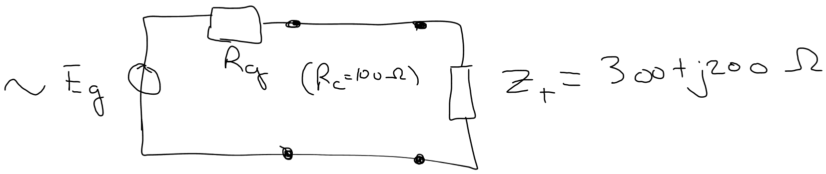
$$5\times\lambda^{8} + k\frac{\lambda}{2},\ k\in\mathbb{N}$$

m

2.2.2 Adaptation à l'aide d'un tronçon $\lambda/4$ (quart d'onde)

On considère une ligne sans pertes, de résistance caractéristique Rc = 100 Ω, alimentée par une source sinusoïdale de force électromotrice Eg et de résistance interne réelle Rg. Cette ligne est terminée par une charge d'impédance Zt = (300+j200) Ω.

- ✓ Déterminer les deux couples possibles (distance depuis la charge où on place l'adaptateur et résistance caractéristiques du tronçon quart d'onde) pour adapter la ligne, c'est-à-dire pour éviter toute réflexion vers le générateur).



1. $\Delta \ell_1$, R_{c0}

2. $\Delta \ell_2$, R_{c0} ?

$$\begin{cases} \Delta m_1 = \dfrac{\Delta \ell_1}{\lambda} \Leftrightarrow \Delta \ell_1 = \lambda \Delta m_1 + k\dfrac{\lambda}{2} \quad (k \in \mathbb{N}) \\ R_{c0} = \sqrt{R(\ell_1) \times R_c} \end{cases}$$

1. $z_t = \dfrac{Z_t}{R_c} = 3 + j2$

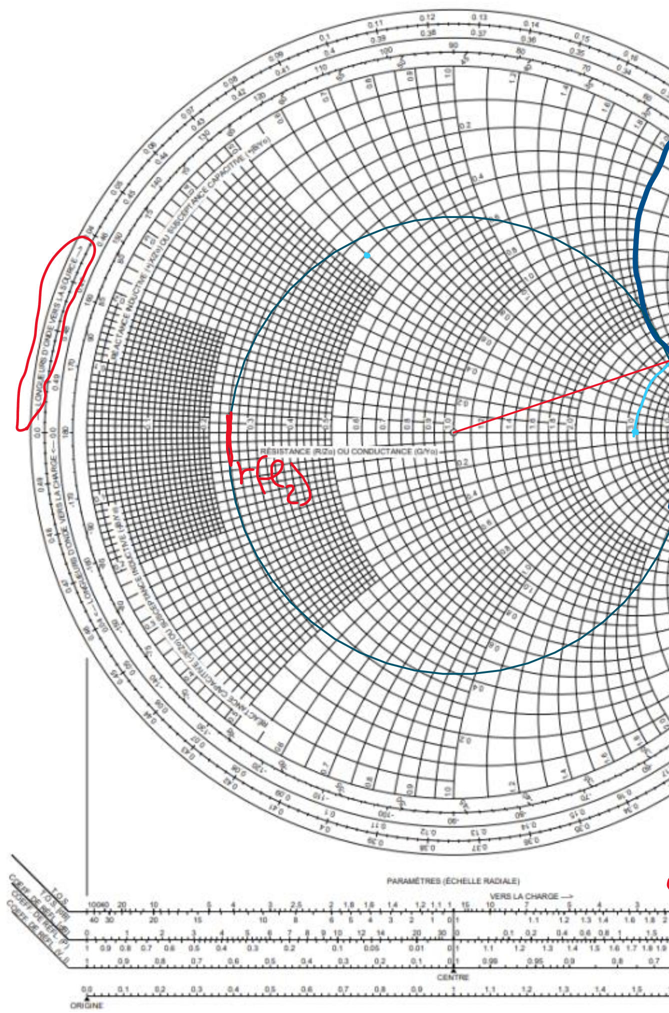
2. chercher pt

3. tracer cercle-droite

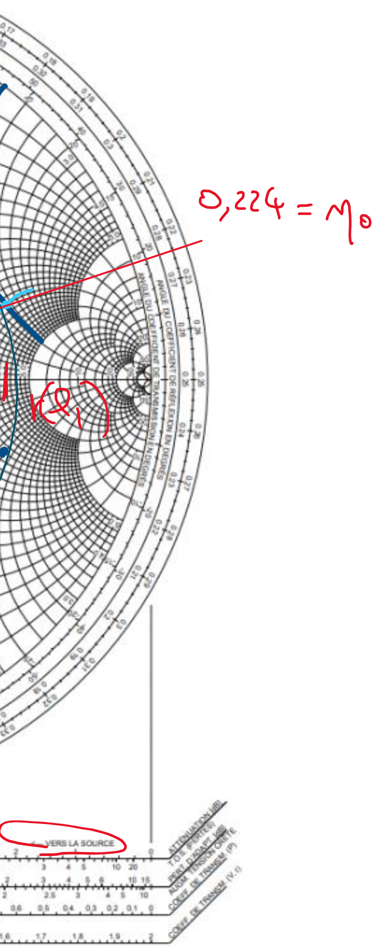
4. $m_0 = 0{,}224$,

Abaque de Smith

COORDONNÉES EN IMPÉDANCE OU ADMITTANCE NO



ORMALISÉES



Max : $\Delta m_1 = m_1 - m_0 = 0{,}250 - 0{,}224$
$= 0{,}026$

droite

- $\Delta \ell_1 = 0{,}026\,\lambda + k\,\dfrac{\lambda}{2}$

$R(\ell_1) = r(\ell_1) \times R_C$
$= 4{,}4 \times 100 = 440$

- so $R_{C0} = \sqrt{R(\ell_1) \times R_C} = 210\,\Omega$

gauche

$\Delta m_2 = m_2 - m_0 = 0{,}5 -$
$= 0{,}27$

- $\Delta \ell_2 = 0{,}276\,\lambda + k\,\dfrac{\lambda}{2}$

$R(\ell_2) = r(\ell_2) \times R_C$
$= 0{,}23 \times 100 = 23$

- $S_0\ R_{C0} = \sqrt{R(\ell) \times R_C} =$

0,224

6

Ω

48 Ω

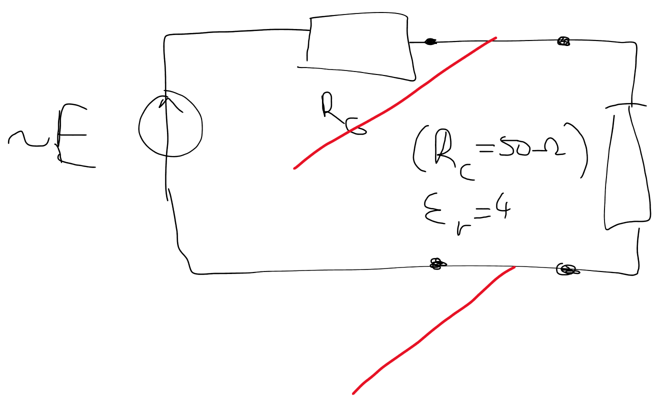
2.2.3 Adaptateur à l'aide d'un stub parallèle

On considère une ligne sans pertes, de résistance caractéristique Rc = 50 Ω, de permittivité relative $\varepsilon_r = 4$, alimentée par une source sinusoïdale de force électromotrice Eg et de résistance interne réelle Rg. Cette ligne est terminée par une charge d'impédance Zt = (15- j42,5) Ω, la fréquence est de 1GHz.

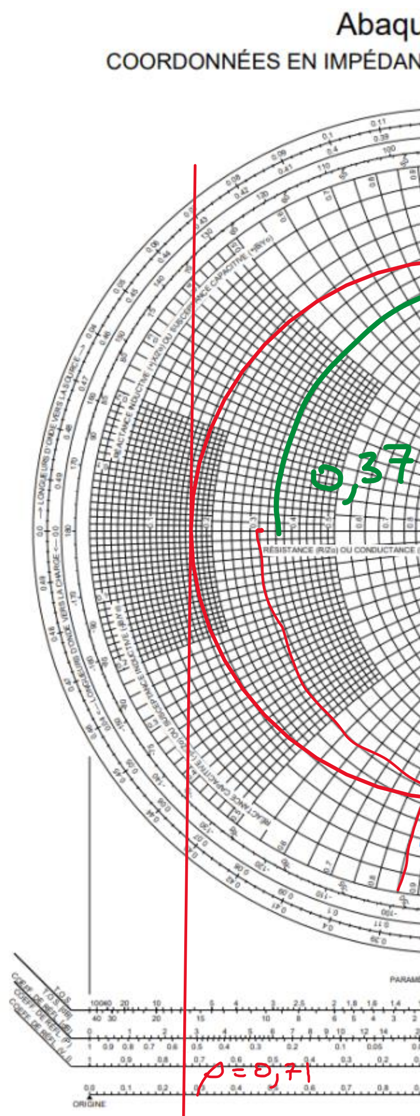
1) **Placer le point représentatif de l'impédance Zt sur l'abaque de Smith, en déduire le point représentatif de l'admittance Yt et le module du coefficient de réflexion associé.**

On souhaite réaliser l'adaptation en plaçant, à une distance de la charge, des branchements en parallèle d'éléments (stub) en circuit ouvert, d'impédance caractéristique Rc= 50 Ω.

2) Déterminer la longueur d'onde du signal ainsi que les distances (d et d') où l'on peut placer ces branchements en parallèle.
3) Déterminer les longueurs du stub en circuit ouvert (s et s') pour réaliser l'adaptation de la charge à la résistance caractéristique de la ligne.
4) En déduire les valeurs des éléments (inductance ou capacité) réalisés par ces éléments additionnels.



$Z_t = 15 - j42,5$



$$z_t = \frac{Z_t}{R_c} = 0,3 - j0,85$$

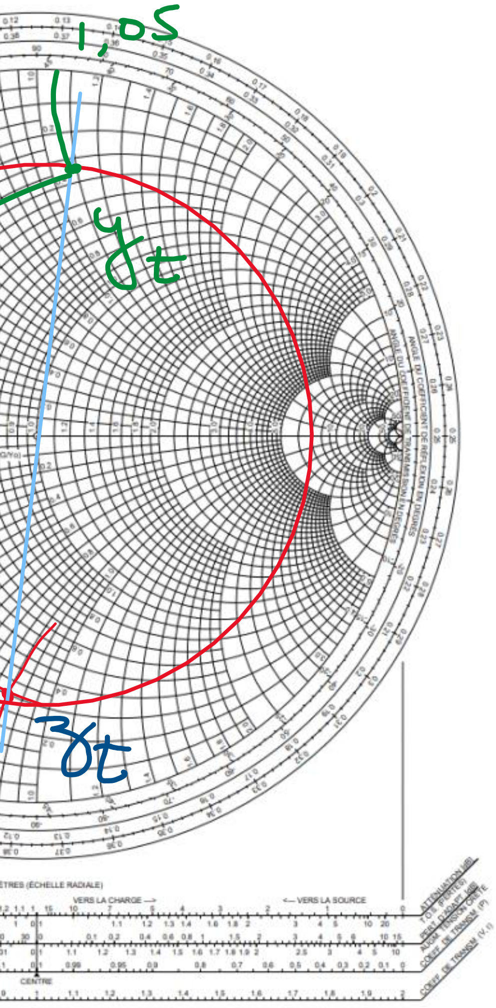
graph: $y_t = 0,37 + j1,05$

So $y_t = Y_t R_c$

So $R_{c0} = \sqrt{R(\ell_2) \times R_c} =$

ue de Smith

ICE OU ADMITTANCE NORMALISÉES



2) λ ? d, d' ?

$$\lambda = \frac{v}{F} = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_r \mu_r}\, F}$$

$= 15$ cm

Parallèle = ADMITTANCE

$48\,\Omega$

So $Y_t = \dfrac{y_t}{R_c} = 0{,}0076 + j\,0{,}02085$

and $\rho = 0{,}71$.

---

1 Communication link of an optical fiber

We send a wavelength $\lambda = 850$ nm using a multimode optical fiber. The constructor notice an attenuation of 3,0 dB/km for this wavelength. Knowing that the laser sender is emitting a power Pe of 0,4 W and the length line is 20 Km, deduce the sensibility of the receiver.

* La sensibilité d'un récepteur est la puissance minimale qu'il est capable de capter. Pour qu'une liaison fonctionne, il faut que la puissance reçue soit supérieure à cette sensibilité !
* Soit A_{lin}, l'affaiblissement linéaire. Par définition $A_{lin} = \frac{P_e}{P_r}$ avec A_{lin} sans dimension, P_e puissance émise et P_r puissance reçue. P_e et P_r doivent être de même dimension.
* En échelle logarithmique, il vient

  $A_{dB} = 10 \log A_{lin} = 10 \log P_e - 10 \log P_r$ (même unité)

  - Si P_e en W et P_r en W $\Rightarrow A_{dB} = P_{e\,dBW} - P_{r\,dBW}$
  - Si P_e en mW et P_r en mW $\Rightarrow A_{dB} = P_{e\,dBm} - P_{r\,dBm}$
  - Si P_e en µW et P_r en µW $\Rightarrow A_{dB} = P_{e\,dB\mu} - P_{r\,dB\mu}$

$$P_e \xrightarrow{A_{dB}} P_r$$

$$P_{r\,dB} = P_{e\,dB} - A_{dB}$$

$$P_{e\,dB} = 10 \log(0{,}4) = -4 \text{ dB}$$

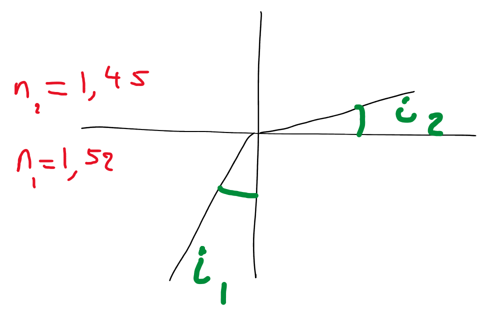
$$A_{dB} = A_{th} \times \ell = 3{,}0 \times 20 = 60 \text{ dB}$$

So $P_r\,dB = -64$ dB

2 Fibre optique à saut d'indice

Soit une fibre à saut d'indice, caractérisée par un cœur de dia
n1=1,52. La une gaine a un indice n2=1,45

1) Déterminer l'angle limite de réfraction iL



$n_1 \sin$

Sin

At

S

So

(=)

$i_1 =$

amètre a= 100µm et d'indice

$i_1 = n_2 \sin i_2$

$i_1 = \frac{n_2}{n_1} \sin i_2$

the limit, $i_2 = \frac{\pi}{2}$

$n\left(\frac{\pi}{2}\right) = 1$

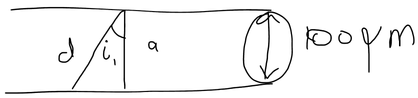
$\sin i_1 = \frac{n_2}{n_1}$

$i_1 = \sin^{-1}\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$

72,5

2) Pour une réflexion totale avec l'angle entier le plus proche de iL, calculer la distance parcourue entre deux réflexions

$73°$



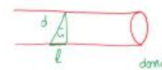
$\cos(i_1) = \frac{a}{d}$

$\Leftrightarrow d = \frac{a}{\cos(i_1)}$

$= \frac{100}{\cos(73°)}$

$= 342\,\mu m$

3) En déduire pour une fibre optique reliant Paris
longue parcourue par la lumière dans la fibre et so
la plus grande de temps de parcours sur cette fibr



$\sin(i_1) =$

donc $D = \frac{L}{\sin(i_1)} =$

$v = \frac{c}{n_1} = \frac{3.10^8}{1,52} m/s = \frac{3.10^5}{1,52} km$

$v = \frac{D}{t_{max}} \Rightarrow t_{max} = \frac{D}{v} = \frac{Dn_1}{c} =$

donc $\boxed{t_{max} = 37,1\ ms}$

$v = \frac{L}{t_{min}} \Rightarrow t_{min} = \frac{L}{v} = \frac{Ln_1}{c}$

donc $\boxed{t_{min} = 35,5\ ms}$ $\boxed{\Delta t = t}$

Sur tout le c

$\Leftrightarrow D =$

$V = \frac{c}{n_1} = \frac{3 \times 10^8}{1,52}$

$t_{Max} = \frac{D}{V} = \frac{73}{2\times}$

$t_{min} = \frac{L}{V} = \frac{700}{2\times 10}$

$\Delta t = 3{,}66 \times 10^{-2}$

a New-York (L= 7000km), la distance la plus
n temps de parcours. Calculer la différence
e.

$\frac{\ell}{d} = \frac{L}{D}$

$\frac{7000}{\sin(73°)}$ km ≃ 7320 km

n/s

$\frac{7320 \times 1{,}52}{3.10^5}$ s ≃ 0,0371 s

$= \frac{7000 \times 1{,}52}{3.10^5}$ s ≃ 0,0355 s

$\boxed{_{max} - t_{min} = 1{,}6\,ms}$

able, $\sin(i_1) = \frac{L}{D}$

$\frac{L}{\sin(i_1)} = \frac{7000}{\sin(73°)} = 7320km$

$\leq 2 \times 10^8 m/s$

20×10^3 ... 10^8 $= 3{,}66 \times 10^{-7} s$

0×10^3 ... 0^8 $= 3{,}5 \times 10^{-7} s$

$3{,}5 \times 10^{-2} = 1{,}6 \times 10^{-3} S$