

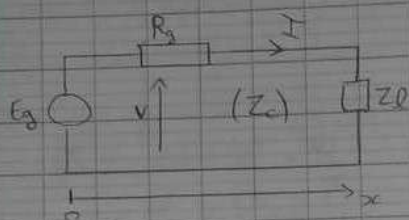
C2
1/2

03.02.12

Chap II: Propagation guidée en régime transitoire

car impulsions

I. Intro



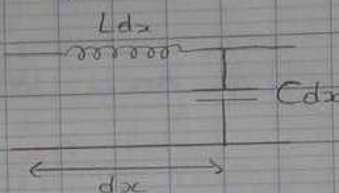
La période/fréq. λ plus en régime transitoire. $\Rightarrow$ de signal périodique.

Cas de ligne sans perte pas de résistance, ni de conductance.

$Z_0 = R_g$
 $Z_0 = R_c$

$$dV = -L \frac{dI}{dt} dx$$

$$dI = -C \frac{dV}{dt} dx$$



On va utiliser les transformées de Laplace. Les dérivées partielles seront remplacées par l'opérateur: p .

$$dV = -L p I dx$$

$$dI = -C p V dx$$

On obtient:

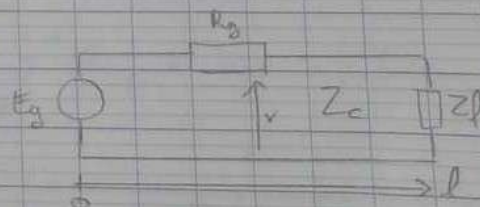
$$\frac{d^2 V}{dx^2} = LC p^2 V$$

$$U_{\text{ou}} V \Rightarrow \begin{cases} V(x, p) = A e^{-kx} + B e^{kx} \\ I(x, p) = \frac{1}{Z_0} (A e^{-kx} - B e^{kx}) \end{cases}$$

Avec $Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$
 $k = p \sqrt{LC}$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} U(x, p) = U^+(x, p) + U^-(x, p) \\ I(x, p) = I^+(x, p) - I^-(x, p) \end{cases}$$

$$\frac{U^+(x, p)}{I^+(x, p)} = \frac{U^-(x, p)}{I^-(x, p)} = Z_0 (= R_c)$$



Signification des termes A et B:

$$U^+(0, p) = A$$

$$U^+(x, p) = A e^{-kx}$$

$$U^-(0, p) = B$$

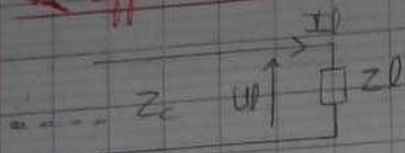
$$U^-(x, p) = B e^{kx}$$

Par ailleurs: $U^-(l, p) = B e^{kl}$
 $U^+(l, p) = U^+(0, p) e^{-kl}$

$$\Rightarrow U(x, p) = U^+(0, p) e^{-kx} + U^-(l, p) e^{-k(l-x)}$$

faible atténuation

II Effet d'une charge



$$\frac{U_l}{I_l} = Z_c$$

$$\frac{U_l^+}{I_l^+} = Z_c$$

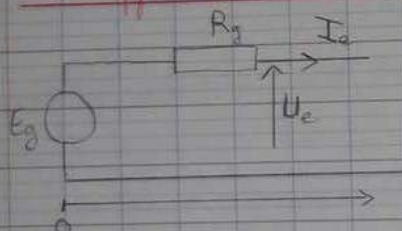
$$\frac{U_l}{I_l} = \frac{U_l^+ + U_l^-}{I_l^+ - I_l^-} = Z_l$$

$$\Leftrightarrow \frac{U_l^+ + U_l^-}{I_l^+ - I_l^-} = \frac{Z_l}{Z_c}$$

Ce qui donne: $\frac{U_l^-}{U_l^+} = \frac{Z_l - Z_c}{Z_l + Z_c}$

$$\Gamma_l = \frac{Z_l - Z_c}{Z_l + Z_c}$$

III Effet de la source



I_c = intensité d'excitation

$$U_c = E - R_g I_c \Leftrightarrow U_c^+ + U_c^- = E - R_g (I_c^+ - I_c^-)$$

$$U_c^+ + U_c^- = E - \frac{R_g}{R_c} (U_c^+ - U_c^-)$$

$$U_c^+ = \frac{R_c}{R_c + R_g} E + \frac{R_g - R_c}{R_g + R_c} U_c^-$$

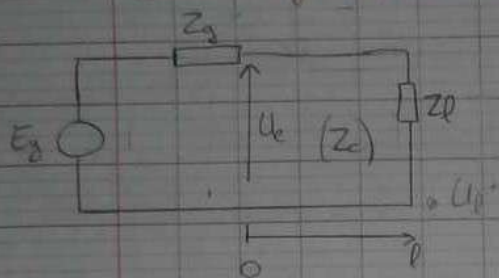
On pose: $\Gamma_c = \frac{R_g - R_c}{R_g + R_c}$

coeff de réflexion à la source

$$U_c^+ = \frac{R_c}{R_c + R_g} E + \Gamma_c U_c^-$$

(pont diviseur de tension)

IV Ligne placée entre source et charge



$$\begin{cases} U_l^- = \Gamma_e U_l^+ \\ U_l^+ = U_l^+ e^{-\gamma l} \\ U_l^- = U_l^- e^{-\gamma l} \end{cases}$$

$$\Gamma_e U_l^- = \Gamma_e U_l^- e^{-\gamma l} = \Gamma_e \Gamma_l U_l^+ e^{-\gamma l} = \Gamma_e \Gamma_l e^{-2\gamma l} U_l^+$$

$$\text{D'où } \begin{cases} U_l^+ = \frac{Z_c}{Z_g + Z_c} E \cdot \frac{1}{1 - \Gamma_e \Gamma_l e^{-2\gamma l}} & U_l^+ = \frac{Z_c}{Z_g + Z_c} E \cdot \frac{e^{-\gamma l}}{1 - \Gamma_e \Gamma_l e^{-2\gamma l}} \\ U_l^- = \frac{Z_c}{Z_g + Z_c} E \cdot \frac{\Gamma_l e^{-\gamma l}}{1 - \Gamma_e \Gamma_l e^{-2\gamma l}} & U_l^- = \frac{Z_c}{Z_g + Z_c} E \cdot \frac{\Gamma_l e^{-\gamma l}}{1 - \Gamma_e \Gamma_l e^{-2\gamma l}} \end{cases}$$

$$\frac{1}{1-a} = 1 + a + a^2 + a^3 + \dots \Rightarrow \frac{1}{1 - \Gamma_e \Gamma_l e^{-2\gamma l}} = 1 + \Gamma_e \Gamma_l e^{-2\gamma l} + (\Gamma_e \Gamma_l e^{-2\gamma l})^2 + \dots$$

$$\text{D'où : } U_l^+ = \frac{Z_c}{Z_g + Z_c} E \cdot (1 + \Gamma_e \Gamma_l e^{-2\gamma l} + (\Gamma_e \Gamma_l e^{-2\gamma l})^2 + \dots)$$

$$U_l^+ = \frac{Z_c}{Z_g + Z_c} E \quad \text{onde motrice (onde incidente qui sort du générateur).}$$

Cette onde se propage jusqu'à l'extrémité de la ligne : $U_l^+ = U_l^+ e^{-\gamma l}$

Elle se réfléchit en U_l^- car multipliée par Γ_l : $U_l^- = \Gamma_l U_l^+$

U_l^- se propage en U_l^- , multipliée par $e^{-\gamma l}$: $U_l^- = U_l^- e^{-\gamma l}$

$\Rightarrow$ et ainsi de suite.

Exemple : Source adaptée

Si source adaptée, coeff de réflexion nul : $\Gamma_e = \frac{Z_g - Z_c}{Z_g + Z_c} = 0 \Rightarrow Z_g = Z_c$

$$\text{D'où } \begin{cases} U_l^+ = \frac{E}{2} & U_l^- = \frac{E}{2} \Gamma_l e^{-\gamma l} \\ U_l^+ = \frac{E}{2} e^{-\gamma l} & U_l^- = \frac{E}{2} \Gamma_l e^{-2\gamma l} \end{cases}$$

$\Rightarrow$ l'onde ensuite est absorbée

La tension varie atténuée

Exemple charge adaptée

$$\Gamma_L = 0 \Rightarrow Z_L = Z_0$$

$$U_L^+ = \frac{Z_0}{Z_0 + Z_g} E$$

$$U_L^+ = \frac{Z_0}{Z_0 + Z_g} E e^{-kL}$$

$$U_L^- = 0$$

→ Il n'y a pas de réflexion
C'est ce qu'on va chercher à obtenir

V. Lg en régime transitoire entre source et charges réactives

$$R = Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad k = p \sqrt{LC}$$

On introduit τ le tps de propagation de la Lg

$$Z_{ex} = Z_0 p L x$$

symbolique e^{st}

Nb sommes
en tps de propagation

Déjà :
$$U_L^+ = \frac{Z_0}{Z_g + Z_0} (e^{st} + \Gamma_L \Gamma_L e^{s(t-2\tau)} + \Gamma_L^2 \Gamma_L^2 e^{s(t-4\tau)} + \dots)$$

$$U_L^+ = \frac{Z_0}{Z_g + Z_0} (e^{s(t-\tau)} + \Gamma_L \Gamma_L e^{s(t-3\tau)} + (\Gamma_L \Gamma_L)^2 e^{s(t-5\tau)} + \dots)$$

$$U_L^- = \frac{Z_0}{Z_g + Z_0} \Gamma_L (e^{s(t-\tau)} + \Gamma_L \Gamma_L e^{s(t-3\tau)} + \dots)$$

$$U_L^- = \frac{Z_0}{Z_g + Z_0} \Gamma_L (e^{s(t-2\tau)} + \Gamma_L \Gamma_L e^{s(t-4\tau)} + \dots)$$

$$U_L(t) = \frac{Z_0}{Z_g + Z_0} (1 + \Gamma_L) (e^{s(t-\tau)} + \Gamma_L \Gamma_L e^{s(t-3\tau)} + \dots)$$

$$U_L(t) = \frac{Z_0}{Z_g + Z_0} e^{st} + \frac{Z_0}{Z_g + Z_0} (1 + \Gamma_L) \Gamma_L (e^{s(t-2\tau)} + \Gamma_L \Gamma_L e^{s(t-4\tau)} + \dots)$$

onde motrice

C2 Courant de t

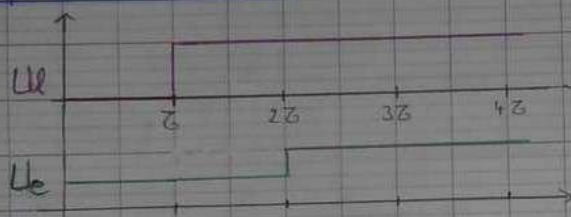
2/2

13-02-12 5. 1) Source adaptée et extrémité en circuit ouvert

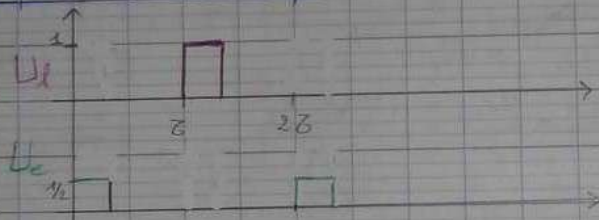
On a: $Z_0 \rightarrow \infty \Rightarrow \Gamma_0 = 1$
 $\Gamma_e = 0 \quad (Z_g = Z_0)$

D'où: $U_e(t) = \frac{1}{2} e(t) + \frac{1}{2} e(t-2Z_0)$ et $U_0(t) = e(t-Z_0)$

Réponse à un échelon



Réponse à une impulsion



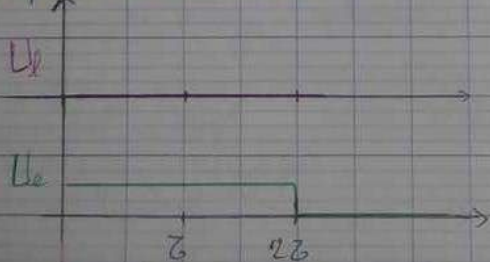
Si on constate 2x plus d'impulsion alors probablement circuit ouvert.

2) Extrémité en court-circuit

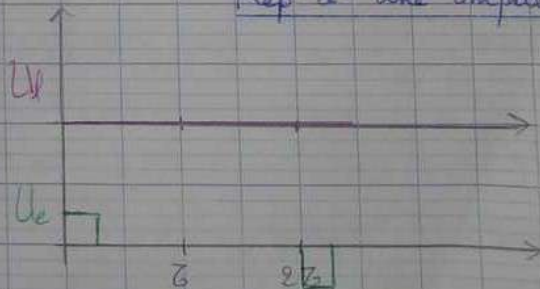
On a: $Z_0 = 0 \Rightarrow \Gamma_0 = -1$
 $\Gamma_e = 0 \quad (Z_g = Z_0)$

D'où $U_e(t) = \frac{1}{2} e(t) - \frac{1}{2} e(t-2Z_0)$ et $U_0(t) = 0$

Rép à un échelon



Rép à une impulsion



$\Rightarrow$ On peut produire une impulsion à partir d'un échelon

3) Source adaptée - Charge résistive

$$R_L = 3Z_c$$

$$\Gamma_0' = 1/2$$

$$\Gamma_c = 0$$

$$R_L'' = \frac{1}{3} Z_c$$

$$\Gamma_0'' = -1/2$$

$$\Gamma_c = 0$$

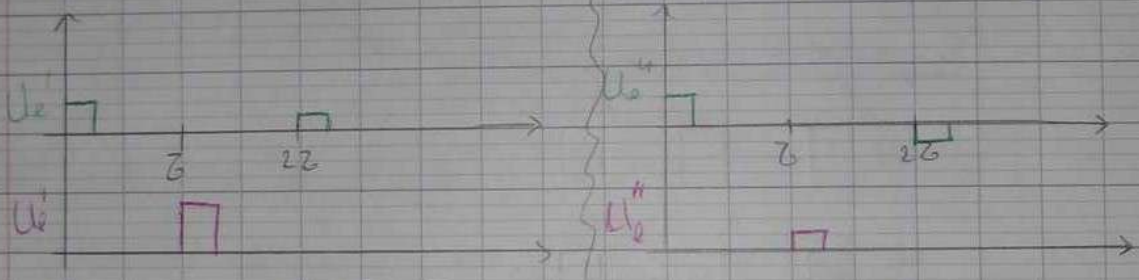
$$\begin{cases} U_0'(t) = \frac{1}{2} e(t) + \frac{1}{4} e(t-2Z) \\ U_0''(t) = \frac{3}{4} e(t-Z) \end{cases}$$

$$\begin{cases} U_0''(t) = \frac{1}{2} e(t) - \frac{1}{4} e(t-2Z) \\ U_0''(t) = \frac{1}{4} e(t-Z) \end{cases}$$

Echelon



Impulsion



VI Adaptation des lignes en régime transitoire

On va éviter d'avoir des elts réactifs.

Seul moyen : charge = R_c .