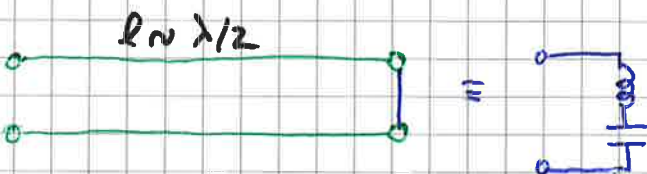
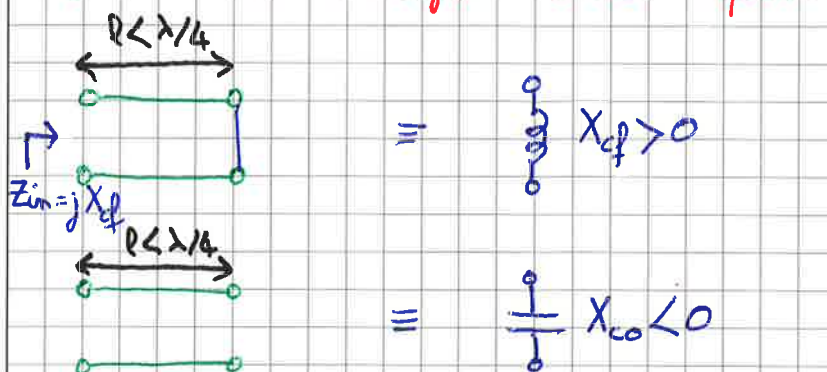




ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

C40 - Utilisation de lignes courtes ou fermées comme des composants réactifs



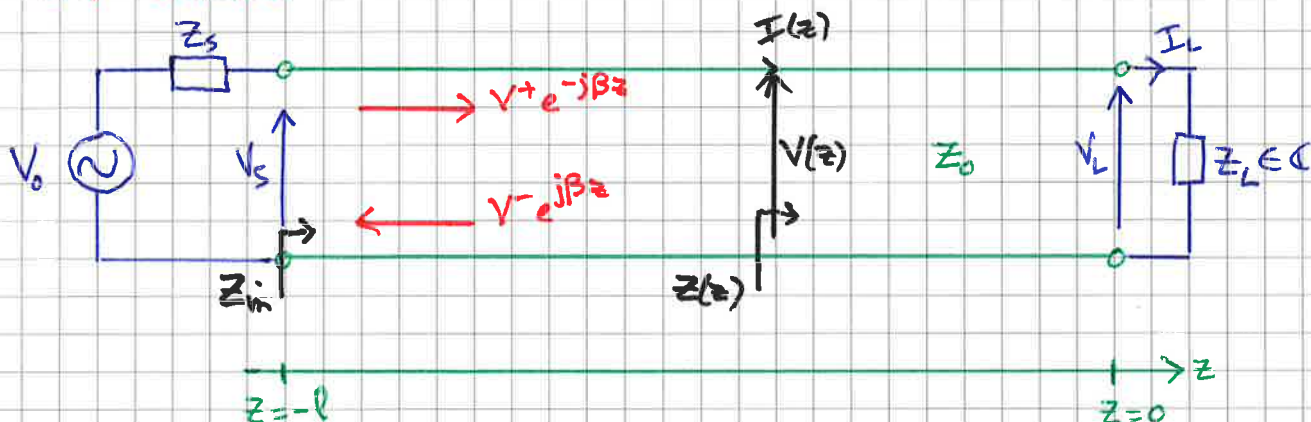


ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

c) Terminaisons arbitraires

(i) Coefficients de réflexion

(41) - Schéma



(42) - Formules et interprétation. On veut calculer $V(z)$ et $I(z)$ pour une charge $Z_L \in \mathbb{C}$ arbitraire. On rappelle que la solution générale s'écrit:

$$(I) \quad \begin{cases} V(z) = V^+ e^{-j\beta z} + V^- e^{j\beta z} \\ I(z) = \frac{1}{Z_0} [V^+ e^{-j\beta z} - V^- e^{j\beta z}] \end{cases} \quad \text{et} \quad Z(z) = Z_0 \frac{V^+ e^{-j\beta z} + V^- e^{j\beta z}}{V^+ e^{-j\beta z} - V^- e^{j\beta z}}$$

Pour déterminer $\frac{V^-}{V^+}$, on écrit la CL $Z(z=0) = Z_L$:

$$Z_L = Z_0 \frac{V^+ + V^-}{V^+ - V^-} = Z_0 \frac{1 + \frac{V^-}{V^+}}{1 - \frac{V^-}{V^+}}$$

$$\Rightarrow \frac{V^-}{V^+} \equiv r_L = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \in \mathbb{C}, \quad r_L = \rho e^{i\psi} \quad \text{définition du coefficient de réflexion de la charge}$$

r_L est le rapport des phases des tensions incidentes et réfléchies à $z=0$



* Γ_L est complexe, $\Gamma_L = \rho e^{j\psi}$, avec ψ = phase de réflexion et ρ = amplitude de réflexion, $0 \leq \rho \leq 1$.

* Pourquoi $0 \leq \rho \leq 1$? Car $|\Gamma|^2 = |\Gamma_L|^2 = \left| \frac{R_L - Z_0 + jX_L}{R_L + Z_0 + jX_L} \right|^2 = \frac{X_L^2 + (R_L - Z_0)^2}{X_L^2 + (R_L + Z_0)^2} \leq 1$

* Cas particuliers : $\Gamma_L = -1$ (cf), $\Gamma_L = +1$ (co), $\Gamma_L = 0$ ($Z_L = Z_0$)

Généralisation de Γ_L : On définit $\Gamma(z)$ comme le rapport des phases des tensions réfléchies et incidentes à z , $\forall z$:

$$(III) \quad \Gamma(z) = \frac{V^- e^{-j\beta z}}{V^+ e^{-j\beta z}} = \Gamma_L e^{j2\beta z} = \rho e^{j(\psi + 2\beta z)} \quad \text{définition du coefficient de réflexion de ligne}$$

On a alors les formules utiles :

$$(IV) \quad \begin{aligned} V(z) &= V^+ (e^{-j\beta z} + \Gamma_L e^{j\beta z}) = V^+ e^{-j\beta z} [1 + \Gamma(z)] \\ I(z) &= \frac{V^+}{Z_0} (e^{-j\beta z} - \Gamma_L e^{j\beta z}) = \frac{V^+}{Z_0} e^{-j\beta z} [1 - \Gamma(z)] \end{aligned} \quad \begin{array}{l} \text{lien entre} \\ V(z) \text{ et } I(z) \\ \text{ET} \\ \Gamma_L \text{ ou } \Gamma(z) \end{array}$$

$$\text{et } (V) \quad Z(z) = \frac{V(z)}{I(z)} = \frac{1 + \Gamma(z)}{1 - \Gamma(z)} Z_0 \quad \text{lien entre } Z(z) \text{ et } \Gamma(z)$$

les formules (I) à V sont très utiles donc très importantes !

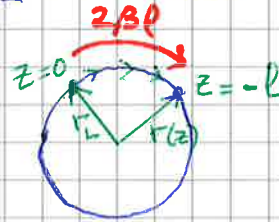
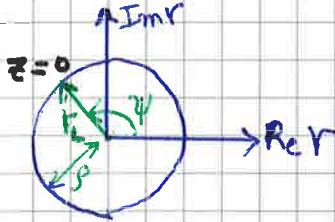
(vi) Rapport d'onde stationnaire



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

C43 - Rapport d'onde stationnaire

En $z=0$, $r(z) = r_L e^{j2\beta z} = r_L$. Comment évolue $r(z)$ pour $z < 0$?



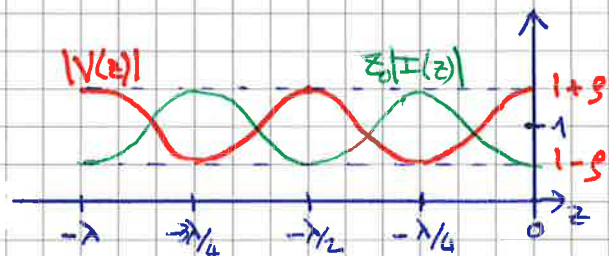
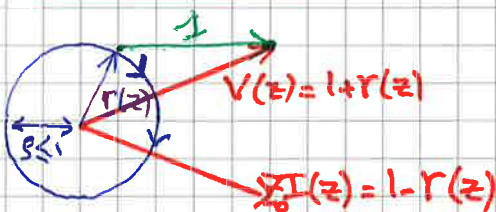
$r(z)$ tourne sur le cercle de rayon ρ dans le sens horaire à raison d'un tour toute les demi longueur d'onde

* 1 tour $\Rightarrow e^{j2\beta l} = 1 \Rightarrow 2\beta l = 2\pi = 2 \cdot \frac{2\pi}{\lambda} l = 2\pi \Rightarrow l = \frac{\lambda}{2}$

Comment évolue l'amplitude $|V(z)|$ et $|I(z)|$

$$\begin{cases} |V(z)| = |V^+| |1 + r(z)| \\ |I(z)| = Z_0^{-1} |V^+| |1 - r(z)| \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_{\max} = |V^+| (1 + \rho) \\ I_{\max} = |V^+| Z_0^{-1} (1 + \rho) \\ V_{\min} = |V^+| (1 - \rho) \\ I_{\min} = |V^+| Z_0^{-1} (1 - \rho) \end{cases}$$

ex: $r_L = \rho = 0.5$



* définition : Rapport d'onde stationnaire

$$S = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \frac{I_{\max}}{I_{\min}} = \frac{1 + \rho}{1 - \rho} \Leftrightarrow \rho = \frac{S - 1}{S + 1} \quad \text{ROS} \quad 1 \leq S \leq +\infty$$



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

C44 - Réseau d'antennes Yagi



a) La résistance équivalente vaut $\frac{50\Omega}{4} = 12.5\Omega$

$$\Rightarrow \Gamma_L = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{12.5 - 50}{12.5 + 50} = -0.6 = 0.6 e^{j\pi} \quad \rho = 0.6, \psi = \pi$$

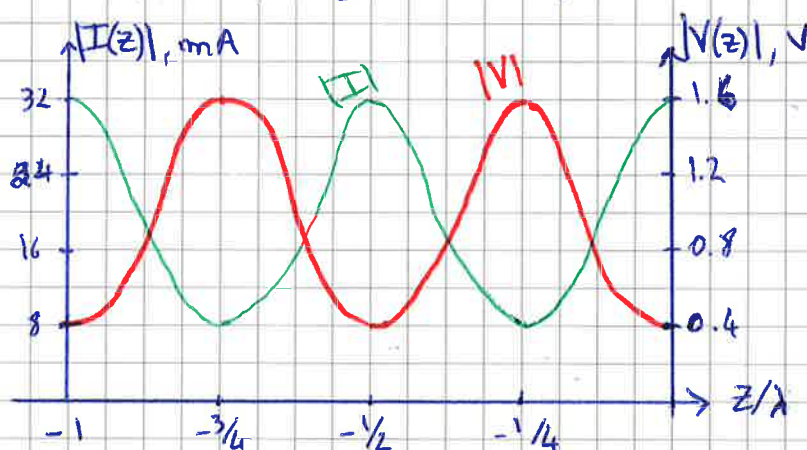
b) $V_{\max} = |V^+| (1 + \rho) = 1.6V$

$V_{\min} = 0.4V$

$I_{\max} = \frac{V^+}{Z_0} (1 + \rho) = 32 \text{ mA}$

$I_{\min} = \frac{V^+}{Z_0} (1 - \rho) = 8 \text{ mA}$

c) $|V| = |1 + \Gamma(z)| = |1 + \rho e^{j(\pi + 2\beta z)}|$



C45 - Antenne lame

A 225 MHz, le coefficient de réflexion de charge vaut

$$\Gamma_L = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{22.5 - j51 - 50}{22.5 - j51 + 50} \approx \frac{57.9 e^{-j118^\circ}}{88.6 e^{-j35.1^\circ}} \approx 0.654 e^{-j83.2^\circ}$$

$$S = \frac{1 + \rho}{1 - \rho} = \frac{1 + 0.654}{1 - 0.654} = 4.78 \quad \leftarrow \text{mauvais}$$

300 MHz : $\Gamma_L = 0.254 e^{-j122^\circ}$

$S = 1.68$

400 MHz : $\Gamma_L = 0.0588 e^{-j152^\circ}$

$S = 1.13$

$\leftarrow$ bon

} de même