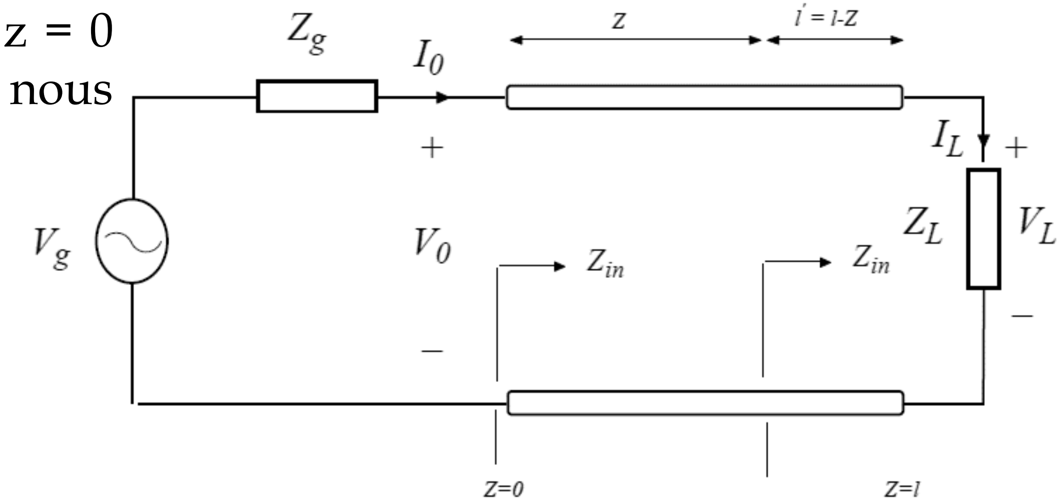
Plan du chapitre 2

1. L'impédance ramenée
2. Puissance transmise
3. Rapport d'onde stationnaire
4. Techniques d'adaptation de l'impédance
5. Abaque de Smith

Lignes sans perte : impédance ramenée d'un tronçon de ligne

la ligne de transmission s'étendre de z = 0 au générateur à z = L à la charge. nous avons besoin de V_0 et I_0.

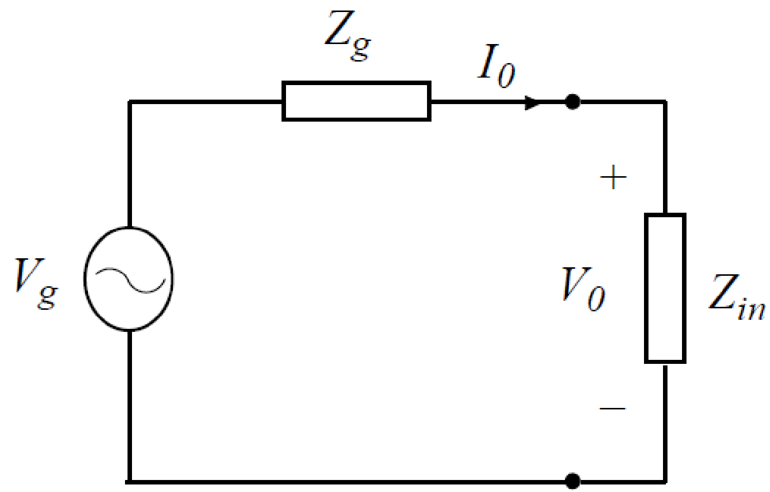
comme mentionné ci-dessus,



$$\begin{cases} V(\omega,x) = \left(V_0^+ e^{j\beta x} + V_0^- e^{-j\beta x}\right) \\ I(\omega,x) = \dfrac{1}{Z_c}\left(V_0^+ e^{j\beta x} - V_0^- e^{-j\beta x}\right) \end{cases}$$

Impédance au point d'abscisse x=0 :

$$Z(x=0) = Z_l = Z_c \frac{V_0^+ + V_0^-}{V_0^+ - V_0^-}$$



Impédance en un point d'abscisse x :

$$Z(x) = \frac{V(\omega,x)}{I(\omega,x)} = Z_c \frac{V_0^+ e^{j\beta x} + V_0^- e^{-j\beta x}}{V_0^+ e^{j\beta x} - V_0^- e^{-j\beta x}}$$

D'où :

$$Z_{in}(x) = Z_c \frac{Z_l + jZ_c \tan(\beta x)}{Z_c + jZ_l \tan(\beta x)}$$

Lignes sans perte : impédance ramenée d'un tronçon de ligne

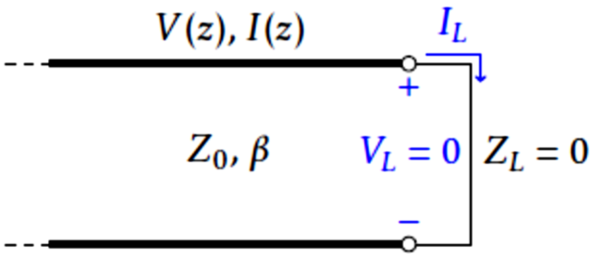
$$Z_{in}(x) = Z_c \frac{Z_l + jZ_c \tan(\beta x)}{Z_c + jZ_l \tan(\beta x)}$$

Cas spéciaux :

1) Une ligne :
   - charges;
   - circuit ouvert,
   - court-circuit,

2) longueur de ligne :
   - ligne de transmission quart d'onde $\lambda/4$
   - ligne de transmission demi-onde $\lambda/2$
   - Ligne de transmission infinie.

Lignes sans perte : impédance ramenée d'un tronçon de ligne

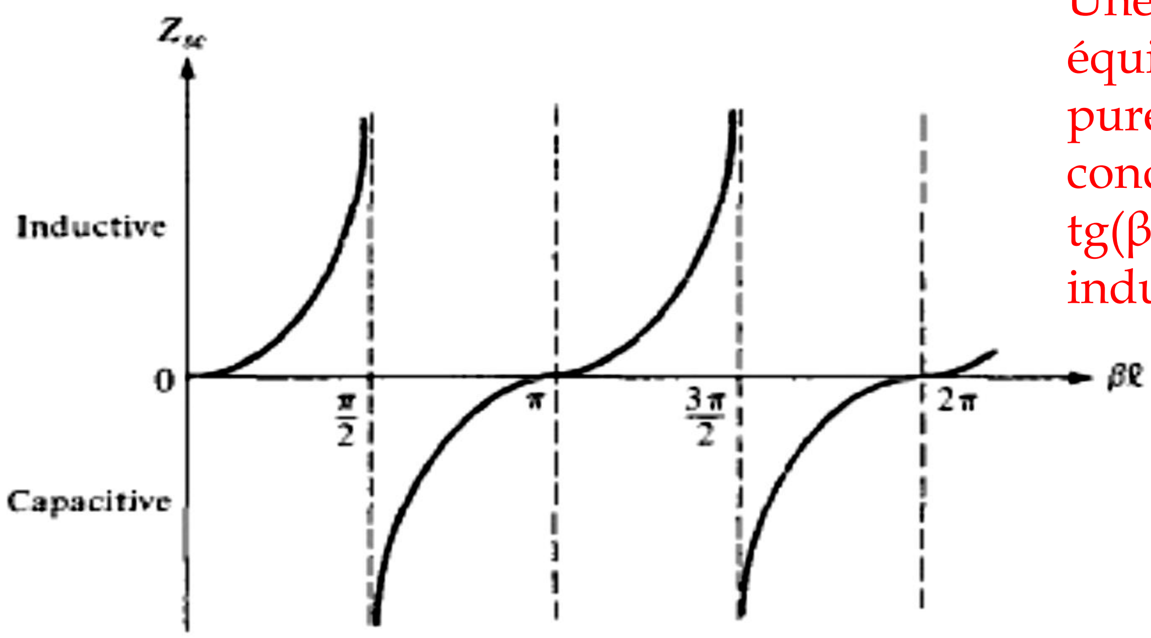


Cas spéciaux :

1. Ligne court-circuitée $Z_L = 0$

$$Z_{cc} = Z_{in}\big|_{Z_L=0} = jZ_c \tan(\beta x)$$

Cette impédance est une réactance pure, qui peut être capacitive ou inductive en fonction de la valeur de x.

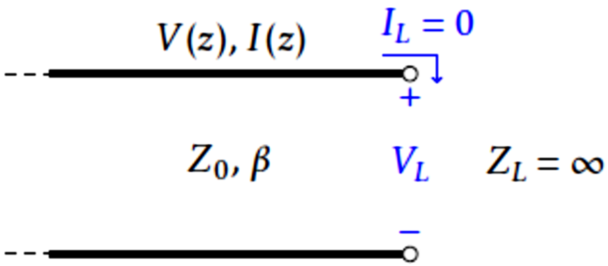


Une ligne court circuitée est donc équivalente à une impédance purement imaginaire, c'est-à-dire un condensateur aux endroits tel que tg(βx) est négative ou à une inductance quand tg(βx) est positive.

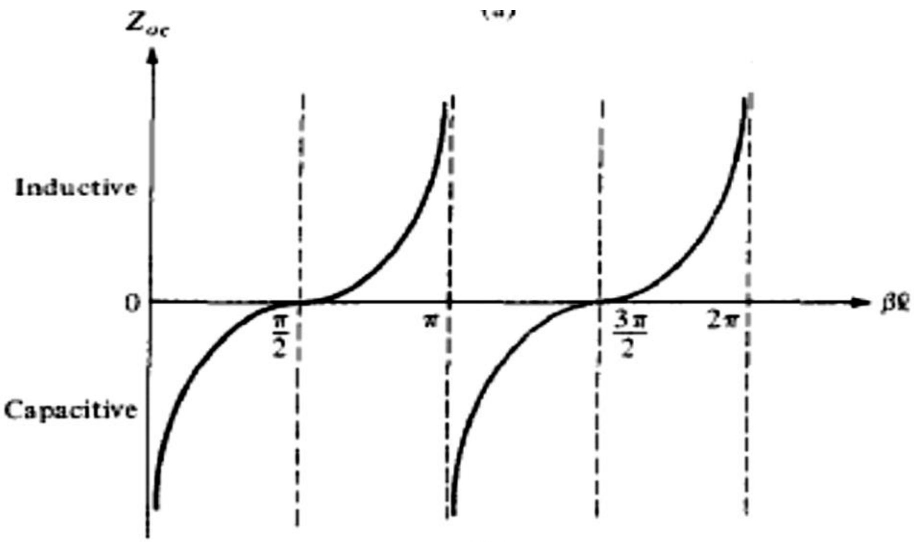
Lignes sans perte : impédance ramenée d'un tronçon de ligne

Cas spéciaux :

2. Ligne ouverte $Z_L = \infty$



$$Z_{co} = \lim_{Z_L \to \infty} Z_{in} = -j\,cotan(\beta x)$$



(b)

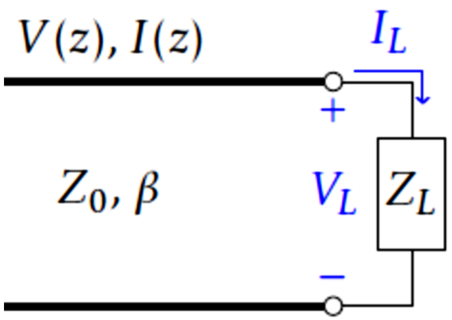
$$Z_{co}Z_{cc} = \left[-j\,cotan(\beta x)\right]\left[j\,tan(\beta x)\right] = Z_c^2$$

$$\frac{Z_{cc}}{Z_{co}} = \frac{\left[j\,tan(\beta x)\right]}{\left[-j\,cotan(\beta x)\right]} = -tan^2(\beta x)$$

Une ligne terminée par un circuit ouvert est donc équivalente à une impédance purement imaginaire, c'est à-dire un condensateur aux endroits tel que cotg(βx) est positive ou à une inductance quand cotg(βx) est négative.

Lignes sans perte : impédance ramenée d'un tronçon de ligne

Cas spéciaux :



3. Ligne chargée $Z_L = Z_c$

$$\Rightarrow \quad Z_{in} = Z_c$$

Dans ce cas on dit que la charge est adaptée à ligne

4. LT quart d'onde $\lambda/4$

$$Z_{in} = \frac{Z_c^2}{Z_L}$$

Ce type de ligne permet de transformer un court-circuit en circuit ouvert, ou vice versa. Ce type de ligne est aussi utilise pour l'adaptation d'impédance

5. LT demi onde $\lambda/2$

$$Z_{in} = Z_L$$

L'impédance de la ligne n'affecte pas l'impédance à l'entrée.

Lignes sans perte : ROS (Rapport d'onde stationnaire)

On observera les phénomènes suivants :

- une partie de l'énergie n'est plus absorbée par la charge :
    - ➢ on a une perte de la puissance transmise à la charge ;
- les tensions et les courants ne sont plus constants le long de la ligne :
    - ➢ on a des « ondes stationnaires », ce qui induit plus de pertes dans la ligne ;

Le rapport d'ondes stationnaires (ROS) exprime la qualité de l'adaptation d'une charge (antenne), à une ligne de transmission (coaxiale ou bifilaire).

Lignes sans perte : ROS (Rapport d'onde stationnaire)

La tension maximale/ minimale a lieu lorsque

$$V_{max} = V_0^+ \left(1 + |\Gamma|\right)$$

$$V_{min} = V_0^- \left(1 - |\Gamma|\right)$$

ce qui donne

$$ROS = \frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$$

- **Si la charge est adaptée à la ligne,**

$\boldsymbol{\Gamma = 0}$ $\Rightarrow$ $ROS = \dfrac{V_{max}}{V_{min}} = 1$

- **Si la charge n'est pas adaptée à la ligne,**

$\boldsymbol{\Gamma = 1}$ $\Rightarrow$ $ROS = \dfrac{V_{max}}{V_{min}} = \infty$

Lignes sans perte : Calcule de la puissance

On peut calculer la puissance moyenne transportée par la ligne de transmission :

$$P = \frac{1}{2} Re\left(V(z) I(z)^*\right)$$

$$= \frac{\left|V_0^+\right|^2}{2Z_c} Re\left(1 - \Gamma^* e^{-2j\beta z} + \Gamma e^{2j\beta z} - \left|\Gamma\right|^2\right)$$

$$\Rightarrow \quad P = \frac{\left|V_0^+\right|^2}{2Z_c}\left(1 - \left|\Gamma\right|^2\right)$$

Γ= 0 La puissance maximale est fournie à la charge $P_m = \frac{\left|V_0^+\right|^2}{2Z_c}$

Γ = 1 Aucune puissance n'est délivrée à la charge $P_m = 0$

Lignes sans perte :

Exemple

Une ligne de transmission sans pertes de longueur de 30 m et d'une impédance caractéristique Z_c=50 Ohm, fonctionnant à une fréquence de 2 Mhz et terminée par une charge Z_L=60+j40. trouver:

1. Le coefficient de réflexion;
2. La valeur de ROS;
3. L'impédance d'entrée.