

Chapitre II : Quadripôles électriques

OussamaTech Académie - 06.43.72.14.39 - Prof Oussama

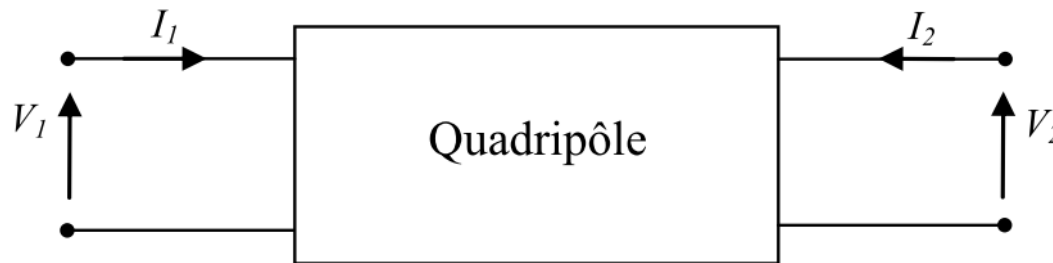
Plan du deuxième chapitre

1. Définition et représentation
2. Matrices représentatives des quadripôles
 - a. Matrice impédance $[Z]$

OussamaTech Académie - 06.43.72.14.39 - Prof Oussama
 - b. Matrice admittance $[Y]$
 - c. Matrice hybride $[h]$
 - d. Matrice de transfert $[T]$

1. Définition et représentation

Un quadripôle électrique est un circuit électrique complexe qui admet deux bornes d'entrées et deux bornes de sorties.



OussamaTech Académie - 06.43.72.14.39 - Prof Oussama

Les grandeurs électriques du quadripôle sont :

- les courants d'entrée I_1 et de sortie I_2 et les tensions d'entrée V_1 et de sortie V_2 ,
- les courants qui entrent dans le quadripôle sont par convention dans le sens positif.

2. Matrices représentatives des quadripôles

Dans le cas d'un quadripôle linéaire, les grandeurs d'entrée et de sortie peuvent être exprimées sous plusieurs formes selon les cas :

a- Matrice impédance [Z]

Les tensions sont exprimées en fonction des courants par l'intermédiaire des paramètres impédances.

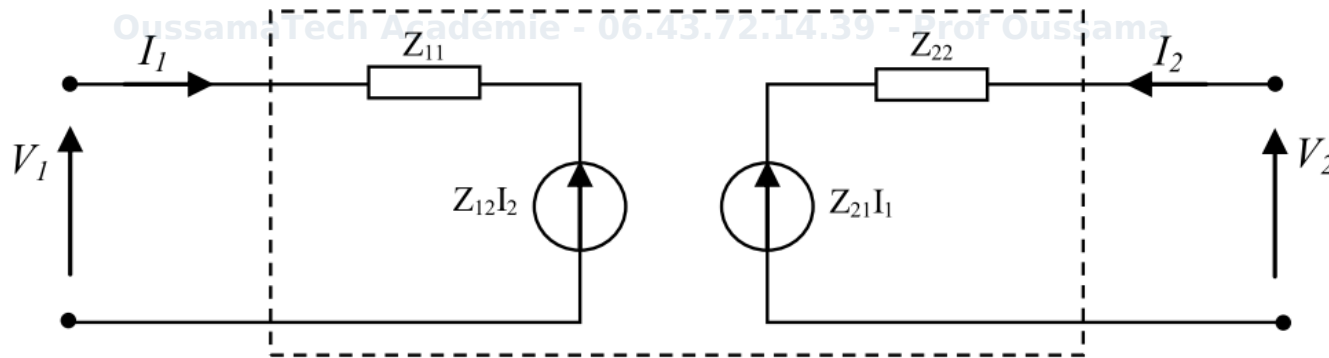


Schéma équivalent d'un quadripôle en paramètres impédances

Les équations caractéristiques de ce quadripôle peuvent se mettre sous la forme :

$$\begin{aligned} V_1 &= Z_{11}I_1 + Z_{12}I_2 \\ V_2 &= Z_{21}I_1 + Z_{22}I_2 \end{aligned}$$

ou encore sous forme matricielle :

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = [Z] \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

OussamaTech Académie - 06.43.72.14.39 - Prof Oussama

Les quatre paramètres Z_{ij} sont définis comme suit :

$Z_{11} = \left. \frac{V_1}{I_1} \right _{I_2=0}$	⇒	Impédance d'entrée en circuit ouvert (sortie à vide)
$Z_{12} = \left. \frac{V_1}{I_2} \right _{I_1=0}$	⇒	Impédance de transfert inverse en circuit ouvert
$Z_{21} = \left. \frac{V_2}{I_1} \right _{I_2=0}$	⇒	Impédance de transfert direct en circuit ouvert
$Z_{22} = \left. \frac{V_2}{I_2} \right _{I_1=0}$	⇒	Impédance de sortie en circuit ouvert

b- Matrice admittance [Y]

Les courants sont exprimés en fonction des tensions par l'intermédiaire des paramètres admittances.

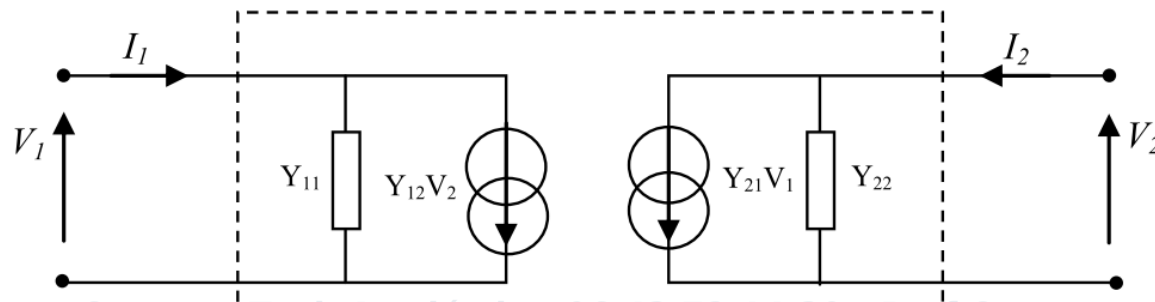


Schéma équivalent d'un quadripôle en paramètres admittances

Les équations caractéristiques de ce quadripôle peuvent se mettre sous la forme :

$$\begin{aligned} I_1 &= Y_{11}V_1 + Y_{12}V_2 \\ I_2 &= Y_{21}V_1 + Y_{22}V_2 \end{aligned}$$

ou encore sous forme matricielle :

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = [Y] \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix}$$

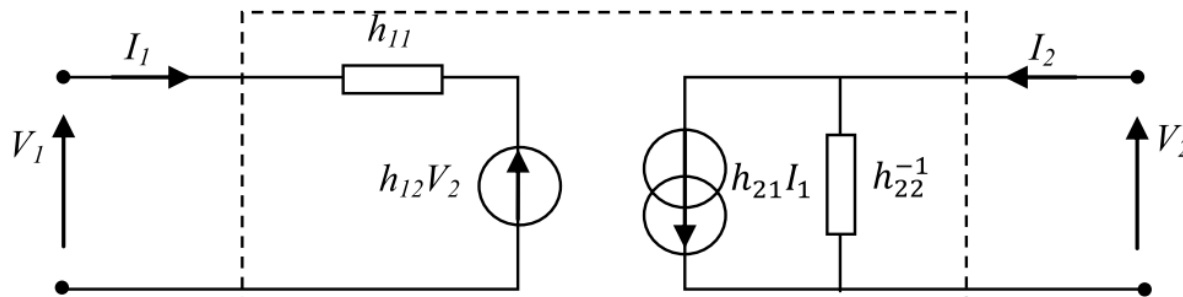
Les quatre paramètres Y_{ij} sont définis comme suit :

$Y_{11} = \frac{I_1}{V_1} \Big _{V_2=0}$	⇒	Admittance d'entrée
$Y_{12} = \frac{I_1}{V_2} \Big _{V_1=0}$	⇒	Admittance de transfert inverse
$Y_{21} = \frac{I_2}{V_1} \Big _{V_2=0}$	⇒	Admittance de transfert direct
$Y_{22} = \frac{I_2}{V_2} \Big _{V_1=0}$	⇒	Admittance de sortie

Remarque : La matrice $[Y]$ est l'inverse de la matrice $[Z]$.

c- Matrice hybride [h]

La tension d'entrée et le courant de sortie sont exprimés en fonction de la tension de sortie et du courant d'entrée.



OussamaTech Académie - 06.43.72.14.39 - Prof Oussama

Schéma équivalent d'un quadripôle en paramètres hybrides

Dans ce cas, nous exprimons V_1 et I_2 en fonction de I_1 et V_2 ce qui donne :

$$\begin{aligned} V_1 &= h_{11}I_1 + h_{12}V_2 \\ I_2 &= h_{21}I_1 + h_{22}V_2 \end{aligned}$$

ou encore sous forme matricielle :

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = [h] \begin{bmatrix} I_1 \\ V_2 \end{bmatrix}$$

h_{11} , h_{12} , h_{21} et h_{22} sont les paramètres hybrides de la matrice hybride $[h]$, avec:

$$h_{11} = \frac{V_1}{I_1} \Big|_{V_2=0} \Rightarrow \text{Impédance d'entrée}$$

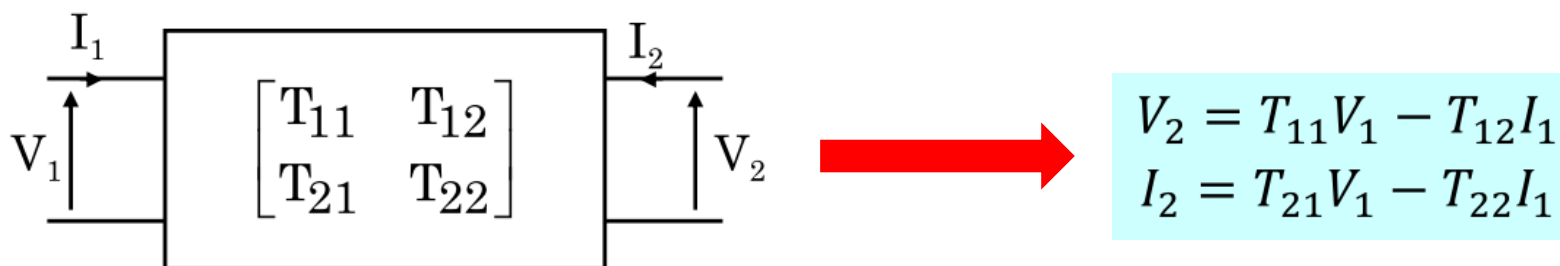
$$h_{12} = \frac{V_1}{V_2} \Big|_{I_1=0} \Rightarrow \text{Gain en tension inverse}$$

$$h_{21} = \frac{I_2}{I_1} \Big|_{V_2=0} \Rightarrow \text{Gain en courant}$$

$$h_{22} = \frac{I_2}{V_2} \Big|_{I_1=0} \Rightarrow \text{Admittance de sortie}$$

d- Matrice de transfert [T]

On exprime les grandeurs de sortie en fonction des grandeurs d'entrée :



ou encore sous forme matricielle :

$$\begin{bmatrix} V_2 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} \\ T_{21} & T_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ -I_1 \end{bmatrix} = [T] \begin{bmatrix} V_1 \\ -I_1 \end{bmatrix}$$

T_{11} est l'amplification en tension.

T_{22} est l'amplification en courant.

T_{12} est une impédance et T_{21} une admittance.