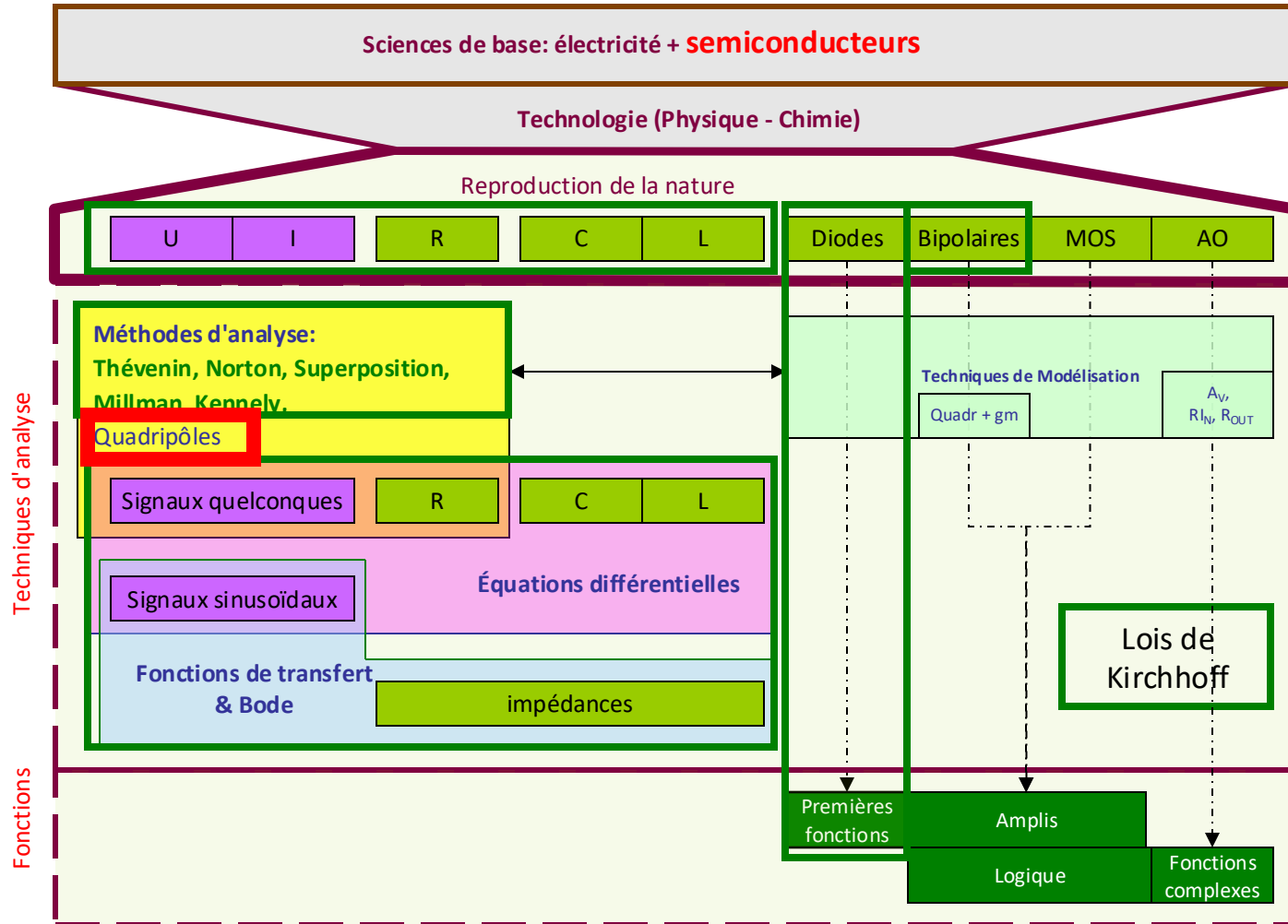
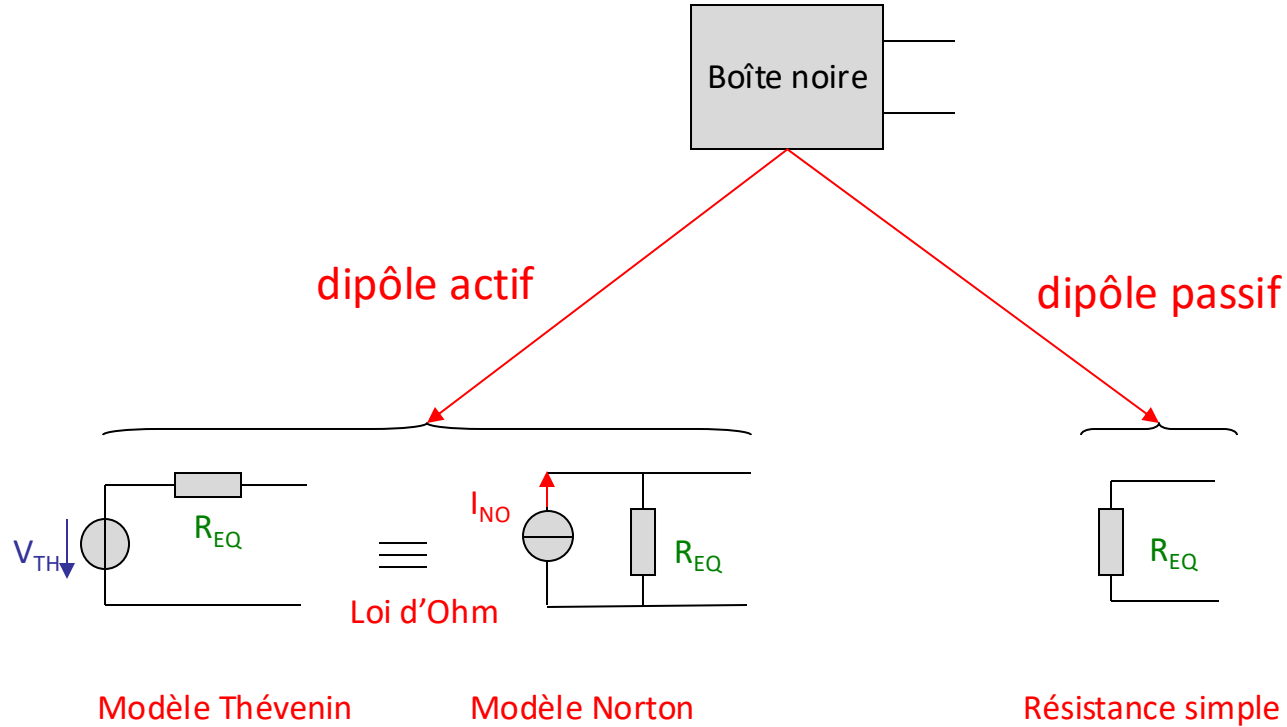


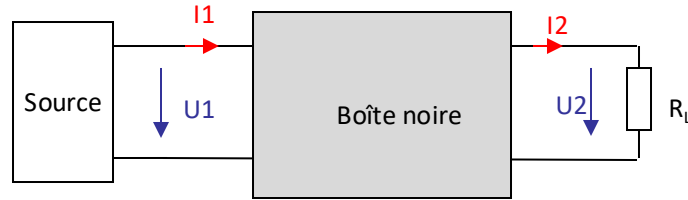
Relations entre les différentes notions



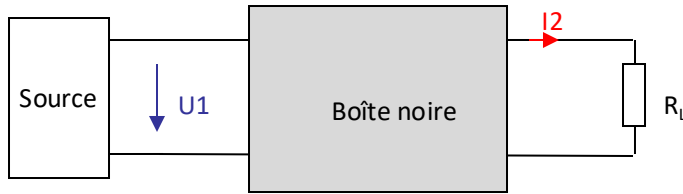
Rappel dipôle



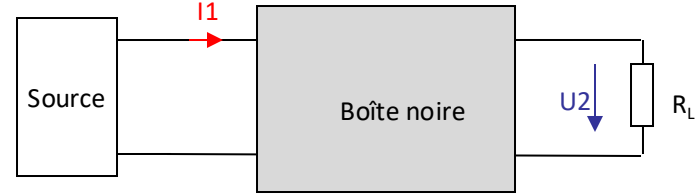
Reproduction du concept de boîte noire pour les quadripôles



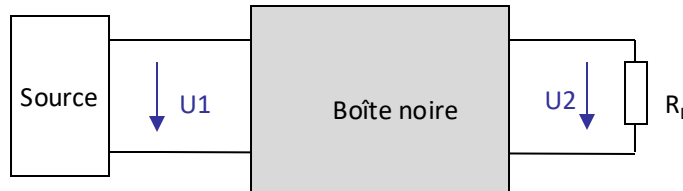
Généralement deux grandeurs nous suffisent (pour les modèles unilatéraux)



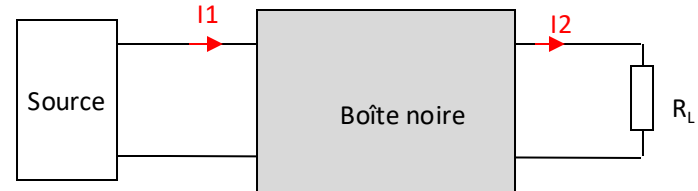
Montage à transadmittance



Montage à transimpédance

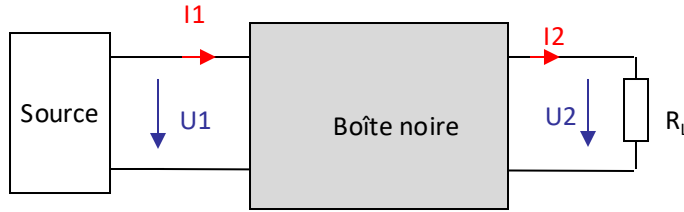


Gain en tension



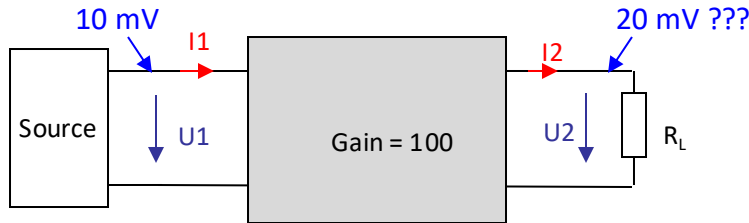
Gain en courant

Application des quadripôles

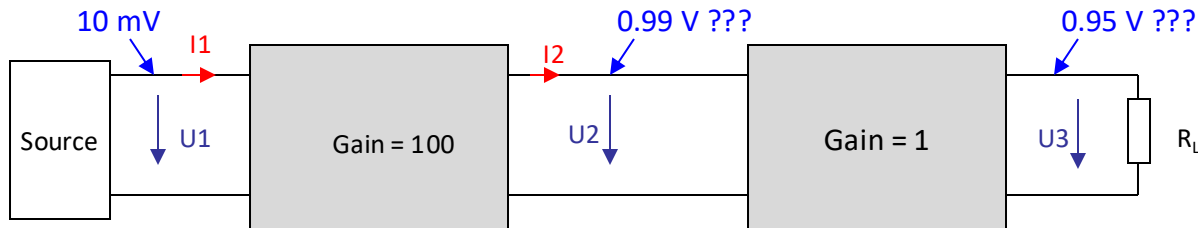


Deux problèmes:

- Sa fonction
- Son adaptation à un environnement donné

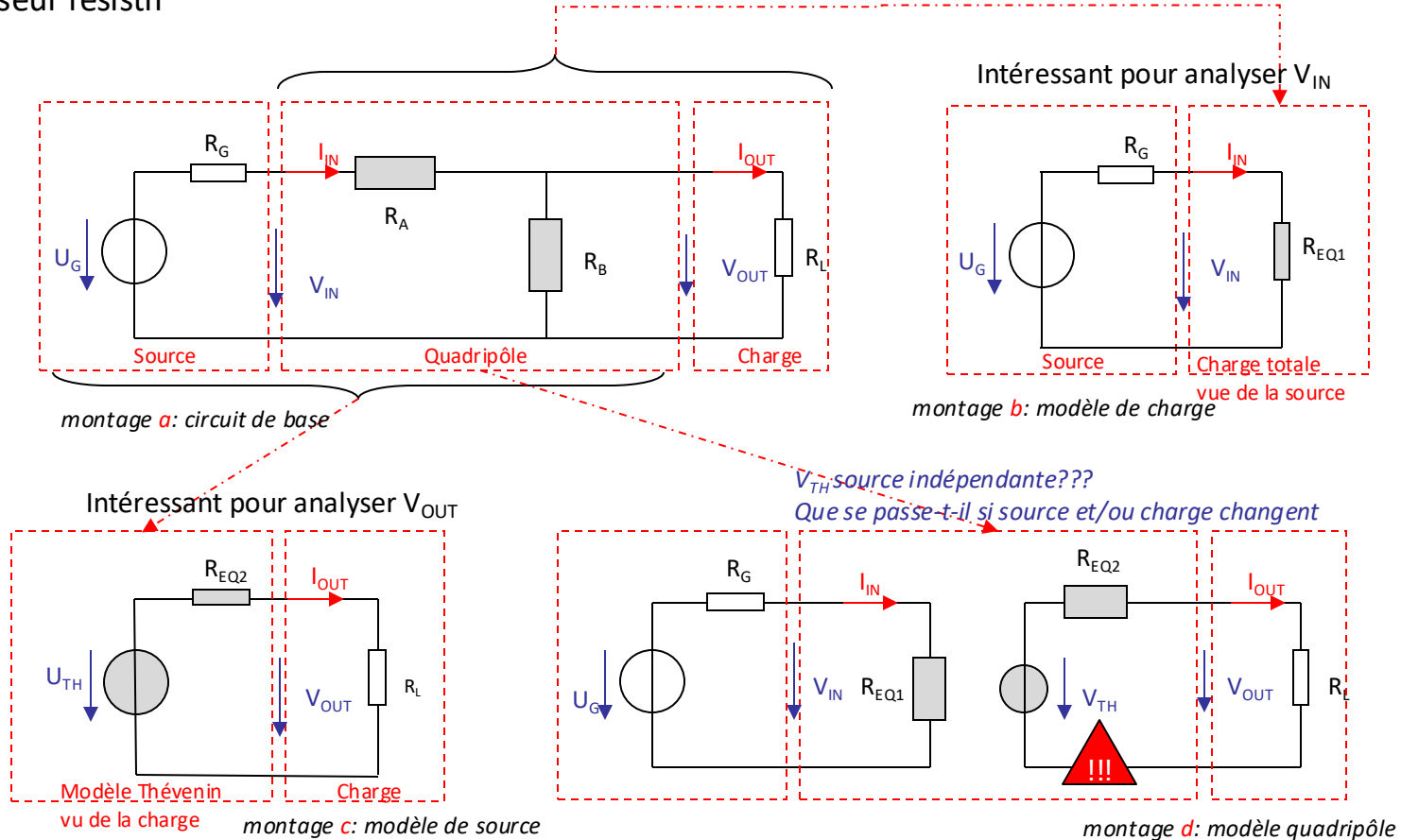


Gain annoncé = 100
Gain effectif = 2 ???

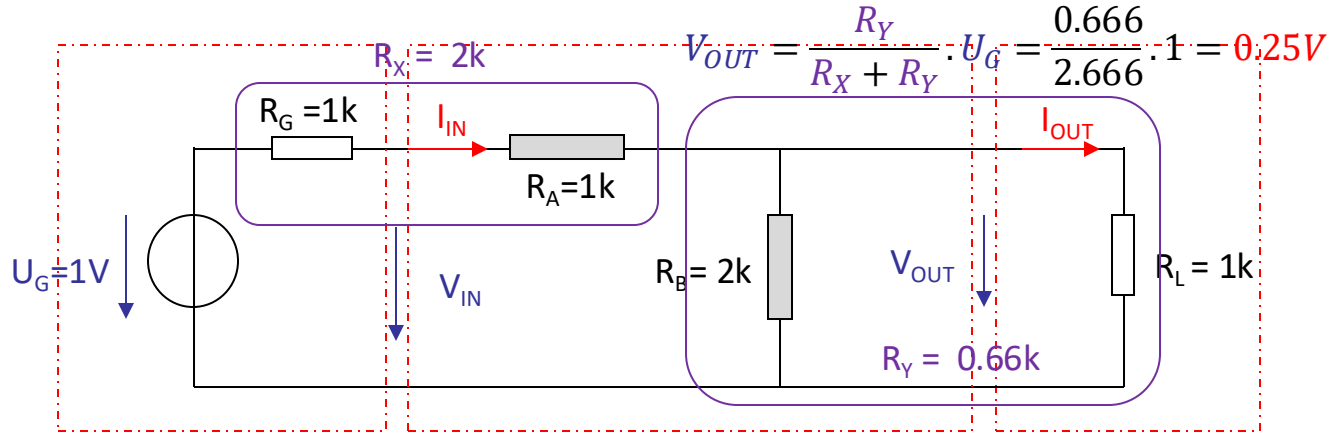


Première application [1]

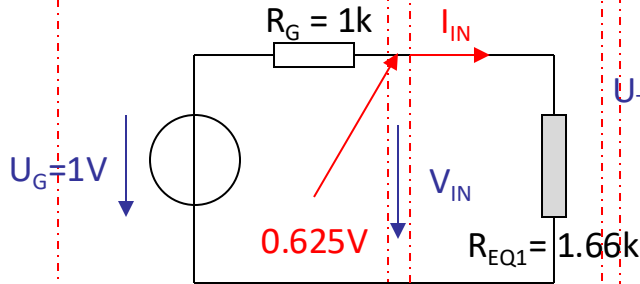
Le diviseur résistif



Première application [2] : Calculs

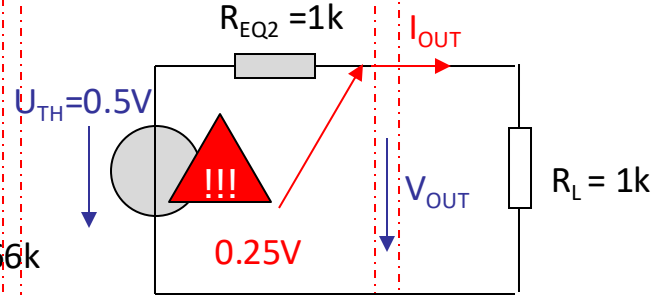


On est dépendant de la charge



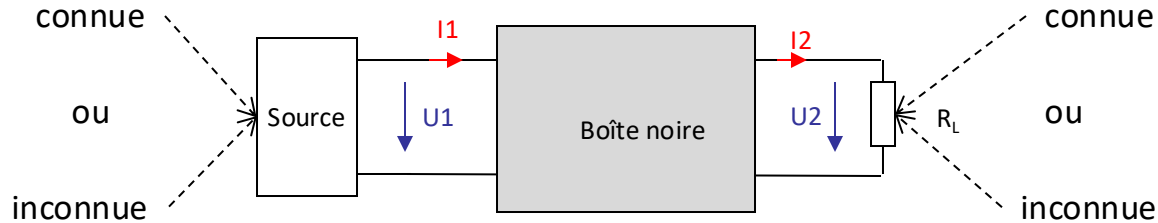
a

On est dépendant de la source



b

Les situations analysées



1. **Source et charge connues:** Pas besoin de modéliser (tout est figé)
2. **Source inconnue et charge connue:** Modéliser la boîte noire pour être indépendante de la source
3. **Source connue et charge inconnue :** Modéliser la boîte noire pour être indépendante de la charge
4. **Source et charge inconnues:** Modéliser la boîte noire pour être indépendante de la charge et de la source

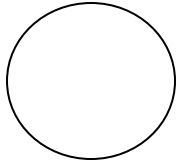
Attention :

- Les modèles proposés doivent permettre de calculer l'impact de la source et de la boîte noire sur une **charge uniquement** (différent si c'était une source).
- Quelle que soit la configuration, les **applications numériques pour la charge doivent être identiques**.
- Les localisations de la source et de la charge sont connues.

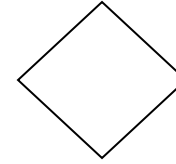
Cas général : On ne sait pas où sont localisées la source et la charge et on ne connaît pas leurs valeurs

Éléments complémentaires de modélisation

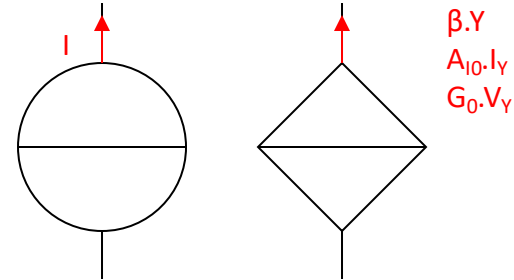
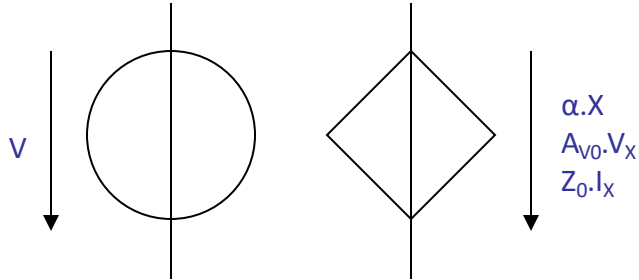
Source indépendant VS source dépendante



Source autonome
(indépendante)
Ex: le Soleil



Source **dépendante**
Ex: Un ruisseau qui s'écoule à la
suite de la fonte d'un glacier
soumis aux rayons du soleil

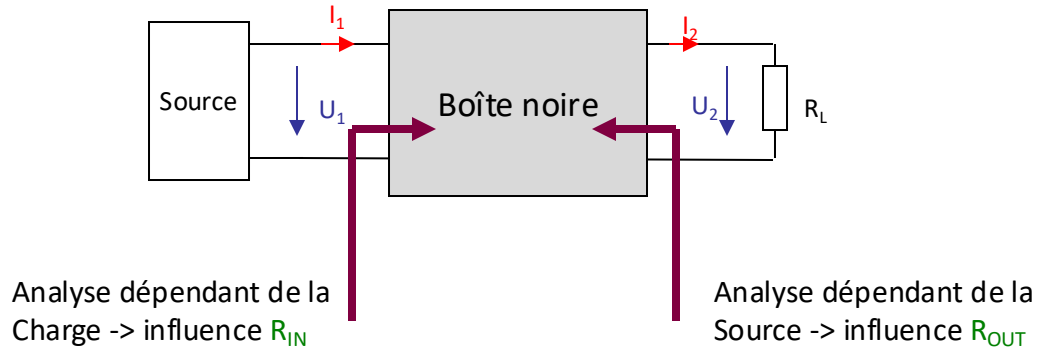
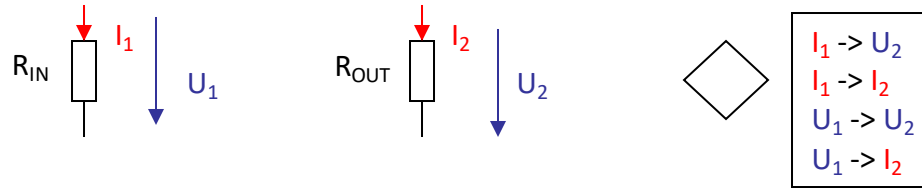


Influence de la source et de la charge

Vue de l'extérieur la boîte noire présente 4 valeurs (I_1 , U_1 , I_2 , U_2)

Il faut donc **trois relations** pour lier ces 4 valeurs.

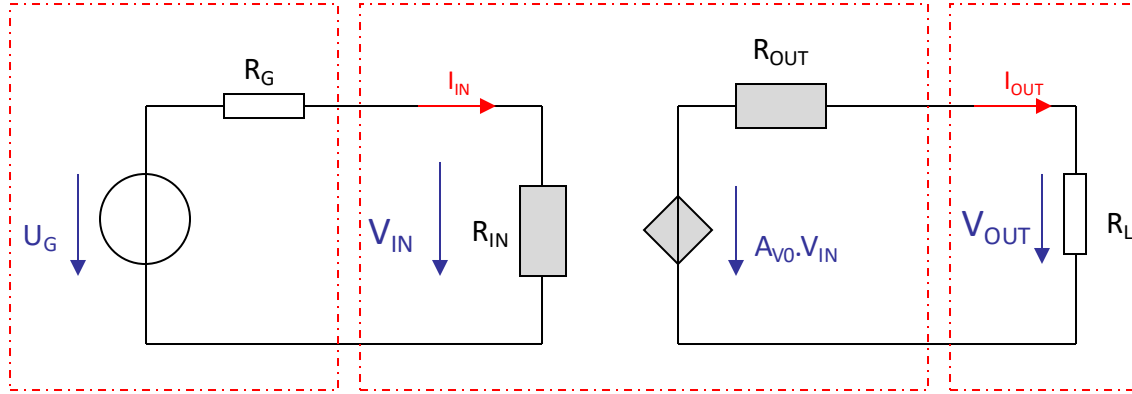
Ces trois relations peuvent être décrites à partir de 3 composants:



Choix souvent arbitraire.

Modélisation [1]

Gain en tension



Configuration idéale (rendement max.): $R_{IN} = \infty$, $R_{OUT} = 0$

Principe du **ohmmètre** qui remplace la source

Si la charge est connue

$$R_{IN} = \left. \frac{V_{IN}}{I_{IN}} \right|_{f(R_L)}$$

Si la source est connue

$$R_{IN} = \left. \frac{V_{IN}}{I_{IN}} \right|_{R_L = \infty}$$

Principe du **ohmmètre** qui remplace R_L

$$R_{OUT} = \left. \frac{V_{OUT}}{I_{OUT}} \right|_{V_{IN}=0}$$

$$R_{OUT} = \left. \frac{V_{OUT}}{I_{OUT}} \right|_{f(R_G), U_G=0}$$

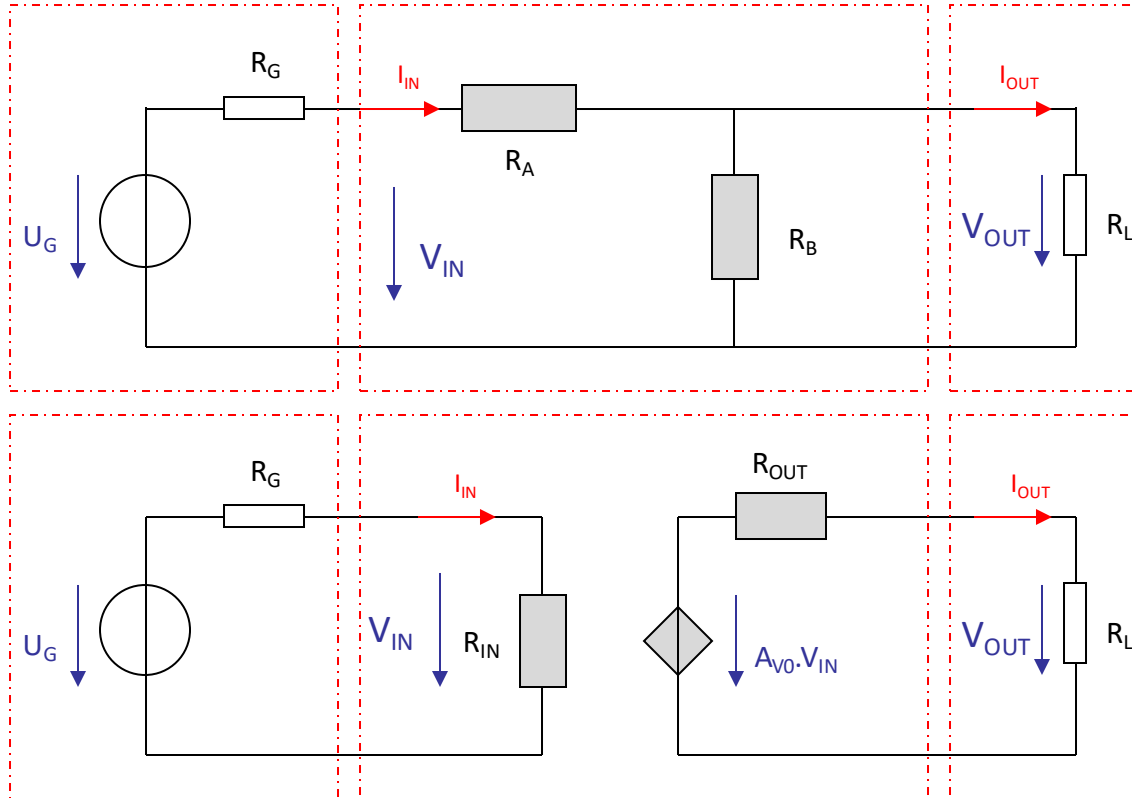
Gain nominal, éliminer R_L

$$A_{V0} = \left. \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right|_{I_{OUT}=0}$$

$$A_{V0} = \left. \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right|_{I_{OUT}=0}$$

Premier exemple

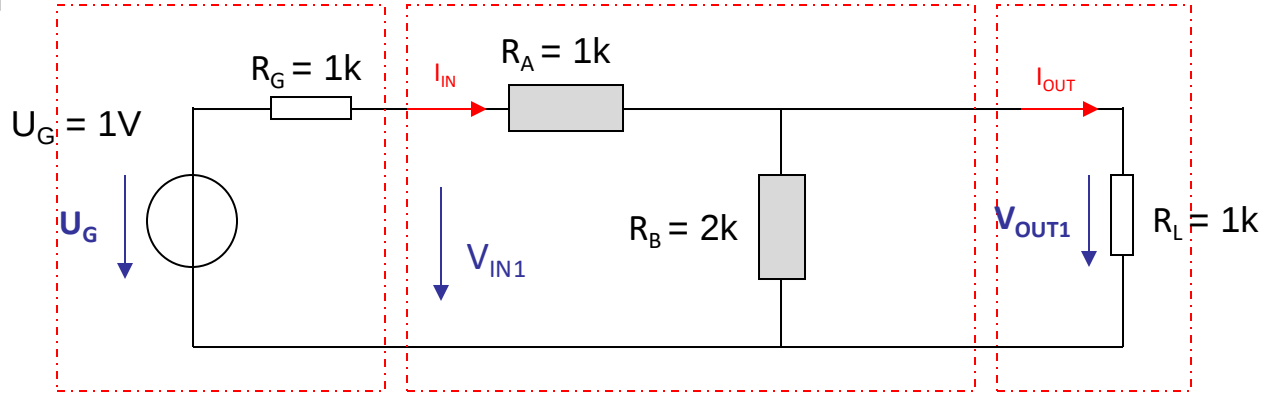
Le diviseur résistif



Deux visions possibles donnant les mêmes résultats

Premier exemple - développement [1]

Le diviseur résistif

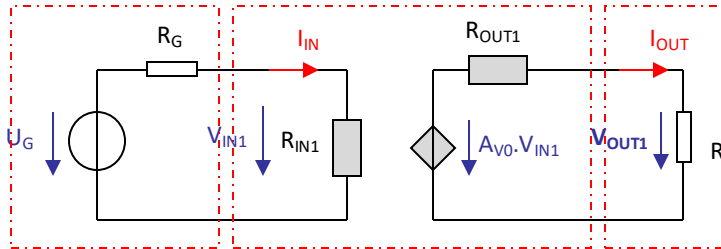


Modèle source inconnue, charge connue

$$R_{IN1} = R_A + (R_B \parallel R_L) = \frac{5}{3} k\Omega$$

$$R_{OUT1} = R_B \parallel R_A = \frac{2}{3} k\Omega$$

$$A_{V0} = \frac{R_B}{R_A + R_B} = \frac{2}{3}$$



$$V_{IN1} = U_G \frac{R_{IN1}}{R_{IN1} + R_G} = 1 * \frac{\frac{5}{3}}{\frac{5}{3} + 1} = \frac{5}{8} V$$

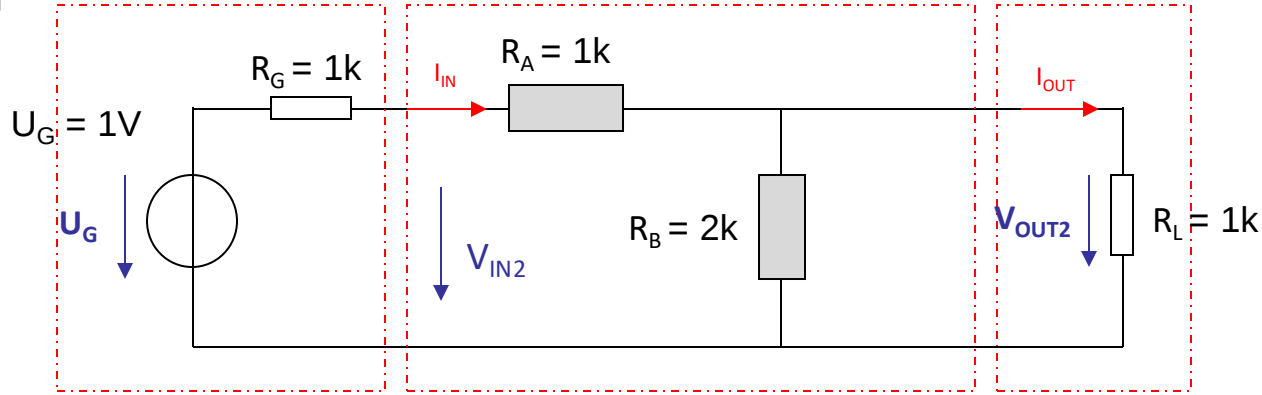
$$A_{V0} \cdot V_{IN1} = \frac{2}{3} * \frac{5}{8} = \frac{10}{24} V$$

$$V_{OUT1} = A_{V0} \cdot V_{IN1} \cdot \frac{R_L}{R_{OUT1} + R_L}$$

$$V_{OUT1} = \frac{10}{24} * \frac{1}{\frac{2}{3} + 1} = \frac{10}{24} * \frac{3}{5} = \mathbf{0.25V}$$

Premier exemple - développement [2]

Le diviseur résistif

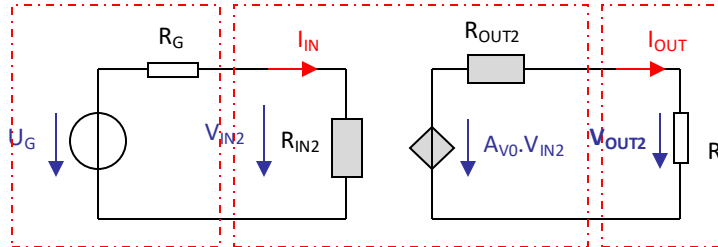


Modèle source connue, charge inconnue

$$R_{IN2} = R_A + R_B = 3 \text{ k}\Omega$$

$$R_{OUT2} = R_B \parallel (R_A + R_G) = 1 \text{ k}\Omega$$

$$A_{V0} = \frac{R_B}{R_A + R_B} = \frac{2}{3}$$



$$V_{IN2} = U_G \frac{R_{IN2}}{R_{IN2} + R_G} = 1 * \frac{3}{3 + 1} = \frac{3}{4} \text{ V}$$

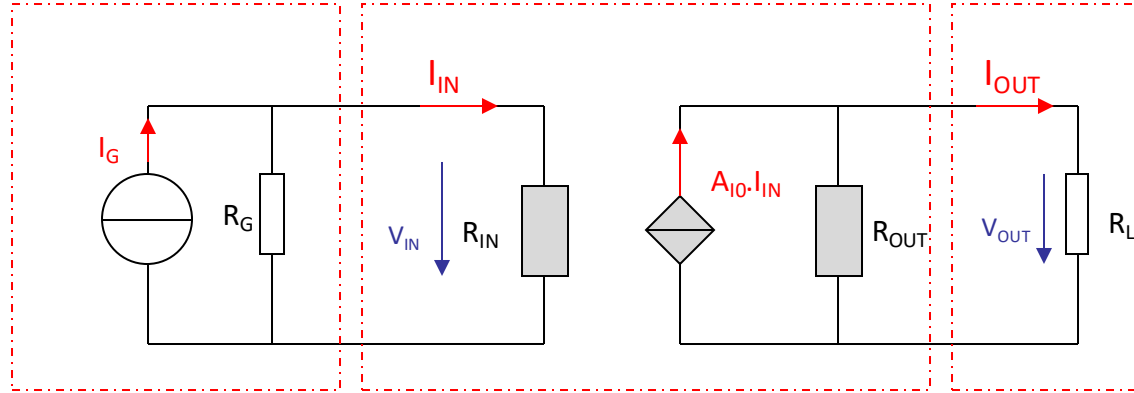
$$A_{V0} \cdot V_{IN2} = \frac{2}{3} * \frac{3}{4} = 0.5 \text{ V}$$

$$V_{OUT2} = A_{V0} \cdot V_{IN2} \cdot \frac{R_L}{R_{OUT2} + R_L}$$

$$V_{OUT2} = 0.5 * \frac{1}{1 + 1} = \mathbf{0.25V \text{ CQFD}}$$

Modélisation [2]

Gain en courant



Configuration idéale (rendement max.): $R_{IN} = 0$, $R_{OUT} = \infty$

Si la charge est connue

$$R_{IN} = \left. \frac{V_{IN}}{I_{IN}} \right|_{f(R_L)}$$

$$R_{OUT} = \left. \frac{V_{OUT}}{I_{OUT}} \right|_{I_{IN}=0}$$

$$A_{IO} = \left. \frac{I_{OUT}}{I_{IN}} \right|_{V_{OUT}=0}$$

Si la source est connue

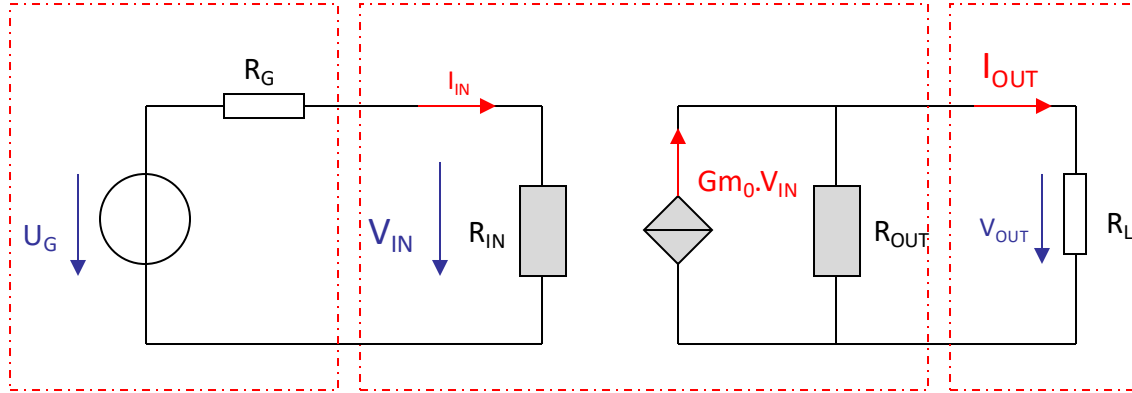
$$R_{IN} = \left. \frac{V_{IN}}{I_{IN}} \right|_{R_L=\infty}$$

$$R_{OUT} = \left. \frac{V_{OUT}}{I_{OUT}} \right|_{f(R_G), I_G=0}$$

$$A_{IO} = \left. \frac{I_{OUT}}{I_{IN}} \right|_{V_{OUT}=0}$$

Modélisation [3]

Transadmittance



Configuration idéale (rendement max.): $R_{IN} = \infty$, $R_{OUT} = \infty$

Si la charge est connue

$$R_{IN} = \left. \frac{V_{IN}}{I_{IN}} \right|_{f(R_L)}$$

$$R_{OUT} = \left. \frac{V_{OUT}}{I_{OUT}} \right|_{V_{IN}=0}$$

$$G_{m0} = \left. \frac{I_{OUT}}{V_{IN}} \right|_{V_{OUT}=0}$$

Si la source est connue

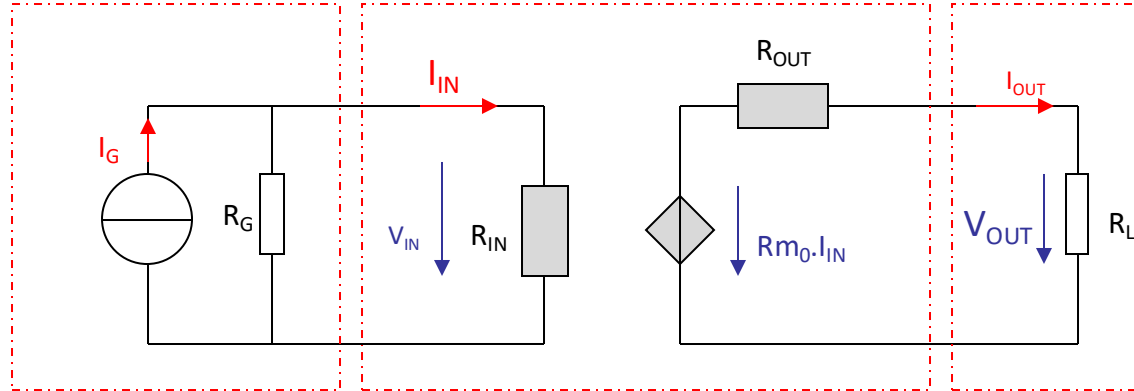
$$R_{IN} = \left. \frac{V_{IN}}{I_{IN}} \right|_{R_L=\infty}$$

$$R_{OUT} = \left. \frac{V_{OUT}}{I_{OUT}} \right|_{f(R_G), U_G=0}$$

$$G_{m0} = \left. \frac{I_{OUT}}{V_{IN}} \right|_{V_{OUT}=0}$$

Modélisation [4]

Transimpédance



Configuration idéale (rendement max.): $R_{IN} = 0$, $R_{OUT} = 0$

Si la charge est connue

$$R_{IN} = \left. \frac{V_{IN}}{I_{IN}} \right|_{f(R_L)}$$

$$R_{OUT} = \left. \frac{V_{OUT}}{I_{OUT}} \right|_{I_{IN}=0}$$

$$R_{m0} = \left. \frac{V_{OUT}}{I_{IN}} \right|_{I_{OUT}=0}$$

Si la source est connue

$$R_{IN} = \left. \frac{V_{IN}}{I_{IN}} \right|_{R_L=\infty}$$

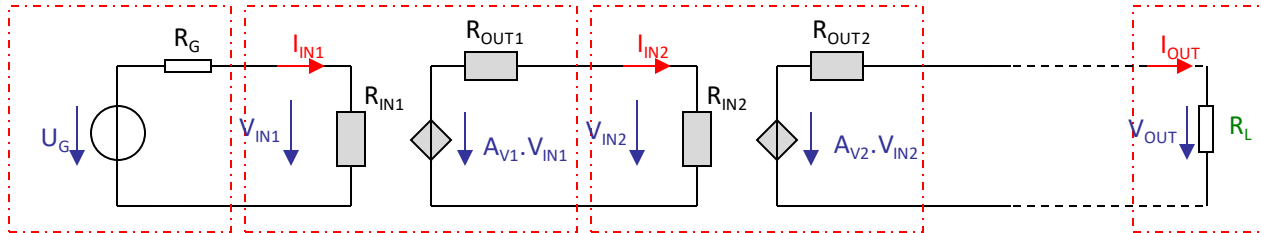
$$R_{OUT} = \left. \frac{V_{OUT}}{I_{OUT}} \right|_{f(R_G), I_G=0}$$

$$R_{m0} = \left. \frac{V_{OUT}}{I_{IN}} \right|_{I_{OUT}=0}$$

Objectifs

Mettre en cascade des blocs fonctionnels

- Complexité intrinsèque de chaque bloc
- Masse d'information à gérer



Créer des bibliothèques de fonctionnalités avec:

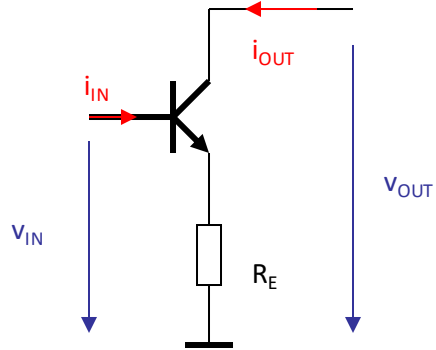
- R_{IN} , R_{OUT} , source
- Les expressions des trois paramètres

Amplis bilatéraux

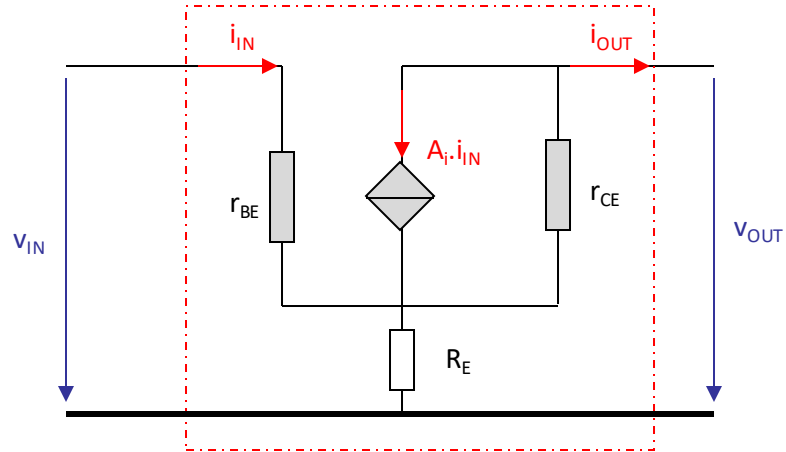
(voir cours sur les transistors)

Entrée et sortie s'influencent mutuellement

Exemple de circuit



Modèle associé au transistor

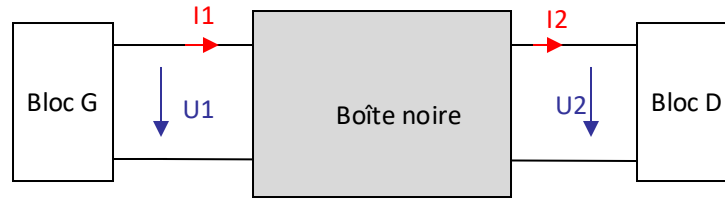


Transformation possible pour retrouver l'un des quatre modèles de base

Cas Général

Indépendance totale de l'environnement

Bloc G et Bloc D non spécifiés



Nous avons ici 16 configurations différentes:

Vue de Bloc G:

- une résistance et
- un élément de transformation (Gain en tension, gain en courant, transimpédance, transadmittance)

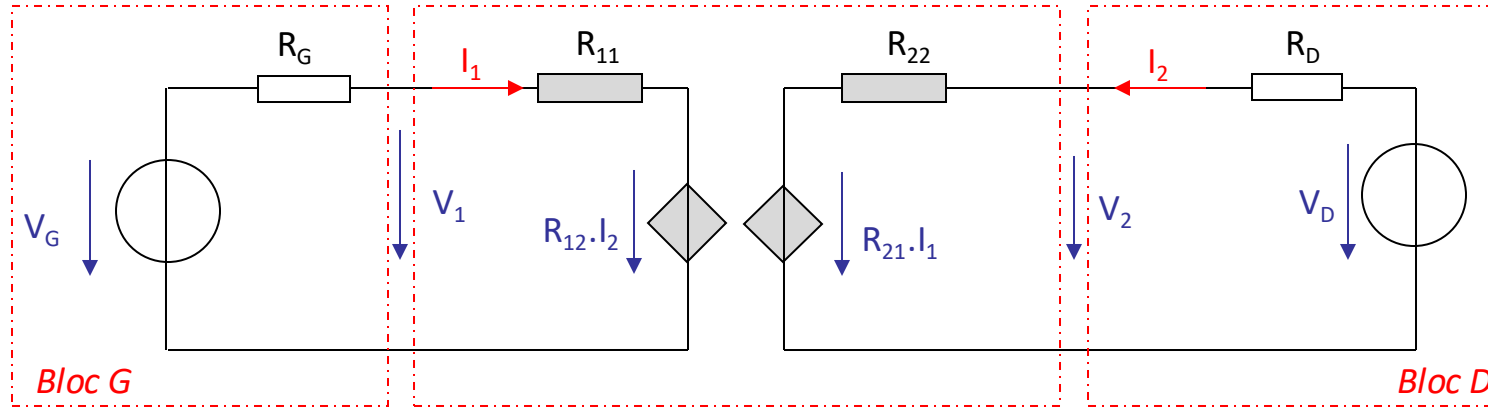
Vue du Bloc D:

- une résistance et
- un élément de transformation (Gain en tension, gain en courant, transimpédance, transadmittance)

Cas Général

Représentation matricielle du quadripôle

1 modèle parmi les 16 modèles possibles



L'analyse des branches V_1 et V_2 donne les relations suivantes

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

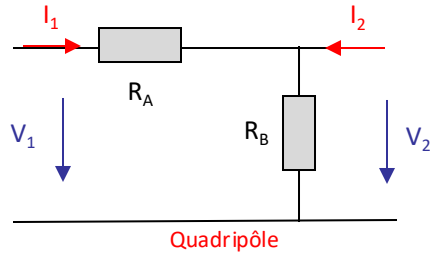
On peut représenter ces relations de manière matricielle

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} \\ R_{21} & R_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

La formulation des différentes résistances et transrésistances reste très intuitive

$$R_{11} = \left. \frac{V_1}{I_1} \right|_{I_2=0} \quad R_{12} = \left. \frac{V_1}{I_2} \right|_{I_1=0} \quad R_{21} = \left. \frac{V_2}{I_1} \right|_{I_2=0} \quad R_{22} = \left. \frac{V_2}{I_2} \right|_{I_1=0}$$

Exemple



Mise en équation

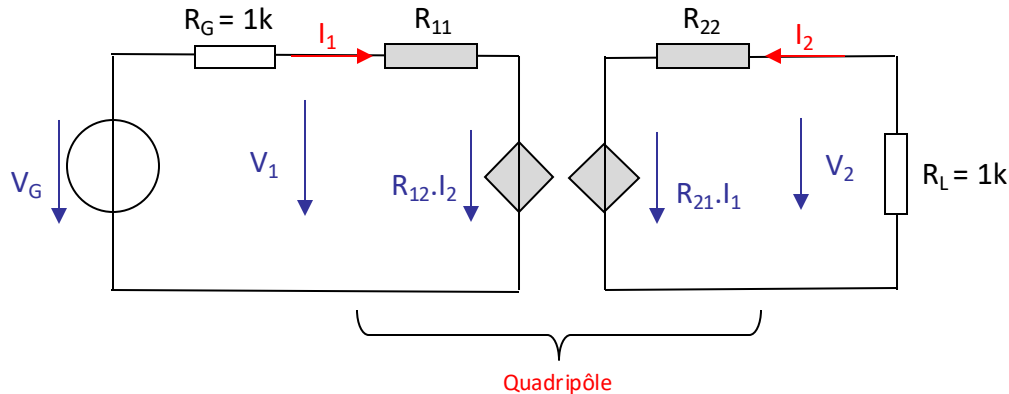
$$V_1 = R_{11} \cdot I_1 + R_{12} \cdot I_2$$

$$V_2 = R_{21} \cdot I_1 + R_{22} \cdot I_2$$

Calcul des résistances
et transrésistances

$$R_{11} = \left. \frac{V_1}{I_1} \right|_{I_2=0} = R_A + R_B = 3k\Omega, \quad R_{12} = \left. \frac{V_1}{I_2} \right|_{I_1=0} = R_B = 2k\Omega$$

$$R_{21} = \left. \frac{V_2}{I_1} \right|_{I_2=0} = R_B = 2k\Omega, \quad R_{22} = \left. \frac{V_2}{I_2} \right|_{I_1=0} = R_B = 2k\Omega$$



$$-(R_L + R_{22}) \cdot I_2 = R_{21} \cdot I_1$$

$$V_G - R_{12} \cdot I_2 = V_G - R_{12} \cdot \frac{R_{21}}{-(R_L + R_{22})} I_1 = (R_G + R_{11}) \cdot I_1$$

$$V_G = (R_G + R_{11}) \cdot I_1 - R_{12} \cdot \frac{R_{21}}{(R_L + R_{22})} I_1 = \frac{8 \cdot 10^3}{3} \cdot I_1$$

$$I_1 = \frac{3}{8 \cdot 10^3} \cdot V_G = 0.375 \text{ mA et } V_1 = V_G - R_G \cdot I_1 = \mathbf{0.625V}$$

$$I_2 = -\frac{R_{21}}{(R_L + R_{22})} I_1 = -0.25 \text{ mA et } V_2 = -R_L \cdot I_2 = \mathbf{0.25V}$$