



Chapitre 1

Notions de base en Electronique Analogique

Justine Philippe

JUNIA ISEN

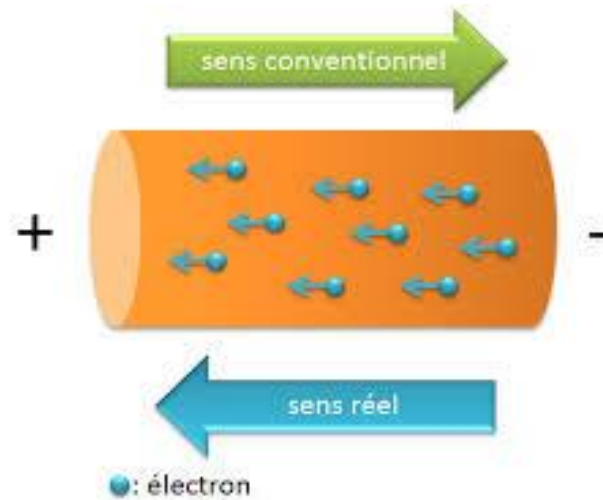
Sommaire

- Quelques définitions
- Loi d'Ohm, loi des nœuds, loi des mailles
- Sources de courant, sources de tension
- Equivalent Thévenin-Norton
- Théorème de superposition
- Théorème de Millman

Sommaire

- Quelques définitions
- Loi d'Ohm, loi des nœuds, loi des mailles
- Sources de courant, sources de tension
- Equivalent Thévenin-Norton
- Théorème de superposition
- Théorème de Millman

Le courant électrique



Définition :

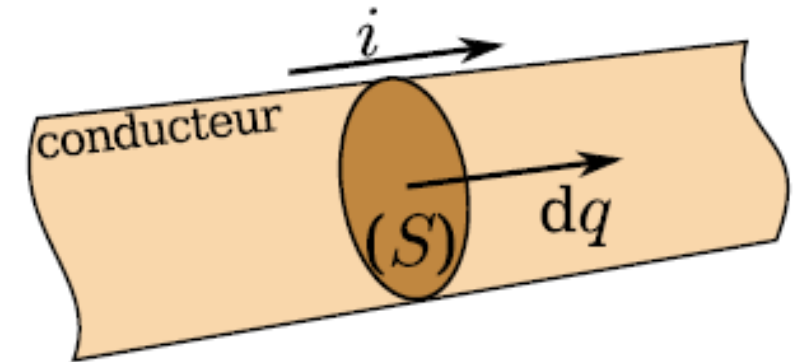
Le courant électrique est **un déplacement de charges électriques.**

Par convention, le sens du courant correspond à l'inverse du sens de déplacement des électrons.

Le courant électrique

Le courant électrique caractérise donc un déplacement d'une quantité de charge qui traverse une section S par unité de temps Δt .

L'intensité du courant électrique se mesure en Ampère (A).

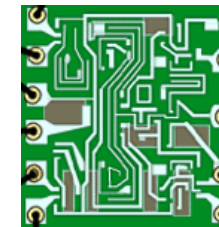


$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad (C/s) \text{ ou } (A)$$

Le courant électrique

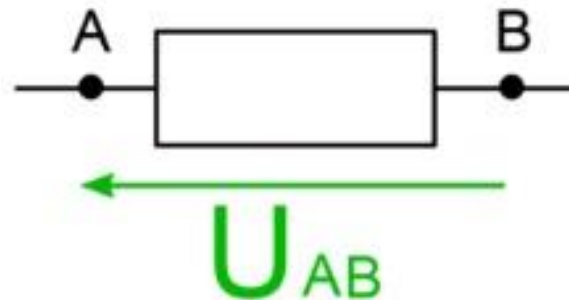
Quelques ordres de grandeurs :

- Fusibles pour les prises électriques : **16 A**
- Fusibles pour un four, un chauffage : **32 A**
- T.G.V. : **500 A** à 300 km/h, **1000 A** au démarrage
- Foudre : **1 kA** à **100 kA**
- Electronique : **mA**, **μ A**, **nA**, **pA**



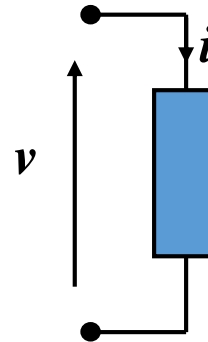
La tension électrique

- La tension est égale à la **différence de potentiel** entre deux pôles d'un dipôle. Elle est à l'origine de la circulation du courant électrique dans un dipôle. Elle se note U et son unité est le **volt (V)**.
- On note plus précisément U_{AB} la tension aux bornes du dipôle AB et on dirige la flèche de B vers A.



$$U_{AB} = V_A - V_B$$

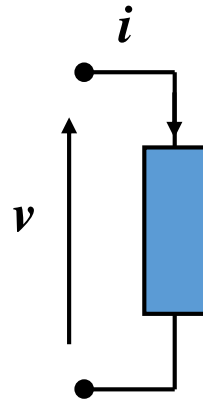
Le dipôle idéal



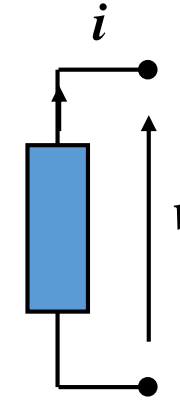
Propriétés:

- 2 terminaux
- Décrit une relation entre le courant i et la tension v
- Ne peut être subdivisé en autres éléments

Convention récepteur et générateur



Convention récepteur



Convention générateur

Permet de formaliser le sens positif du courant

Éléments d'un circuit

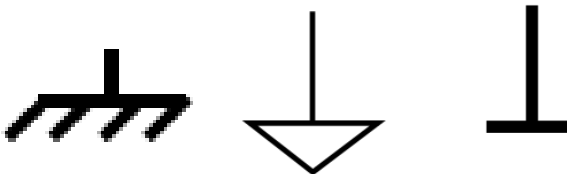
5 dipôles de base:

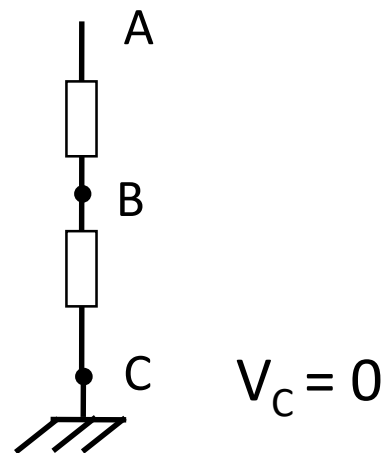
- Source de courant
 - Source de tension
- } Éléments actifs
Convention générateur
-
- Résistance
 - Inductance
 - Condensateur
- } Éléments passifs
Convention récepteur

La plupart des systèmes peuvent être modélisés par des sources et des éléments passifs

Éléments d'un circuit

La **masse** d'un circuit est un point de référence de potentiel nul.

Symboles : 



Ex. Si $V_B = 2$ Volts

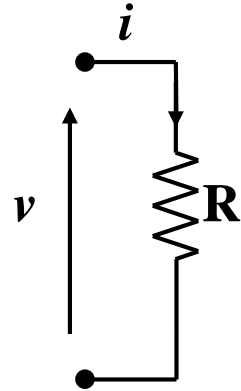
$U_{BC} = ?$

$$U_{BC} = V_B - V_C = V_B = 2 \text{ V}$$

Sommaire

- Quelques définitions
- Loi d'Ohm, loi des nœuds, loi des mailles
- Sources de courant, sources de tension
- Equivalent Thévenin-Norton
- Théorème de superposition
- Théorème de Millman

La loi d'Ohm



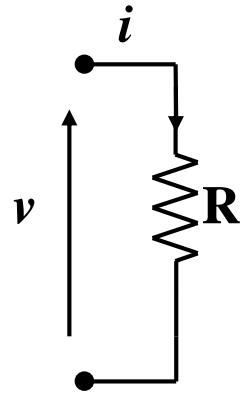
$$v = R \cdot i$$

Convention récepteur !

**Attention au sens du courant
ou de la tension**

- La résistance définit le rapport entre la différence de potentiel aux bornes du dipôle et le courant le traversant
- La résistance est donc exprimée en
 - Volts par Ampère \equiv Ohms (Ω)

Puissance dissipée par une résistance



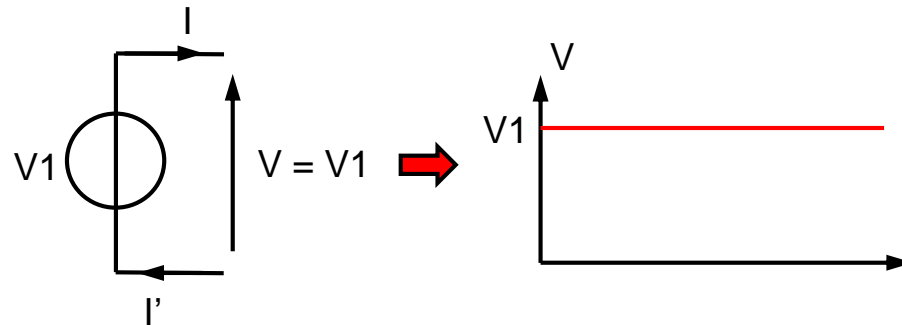
$$P = v \cdot i = R \cdot i^2$$

$$P = v \cdot i = \frac{v^2}{R}$$

- La résistance dissipe la puissance
- La puissance s'exprime en Watts (W)
 - Volts Ampères \equiv Watts

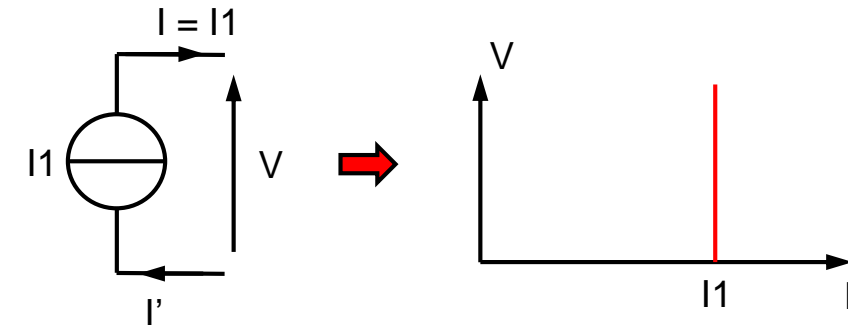
Sources de tension et de courant idéal

- Une **source de tension** idéale maintient une tension constante, quel que soit le courant la traversant



$I = |I'|$
 I peut être positif,
 négatif ou nul

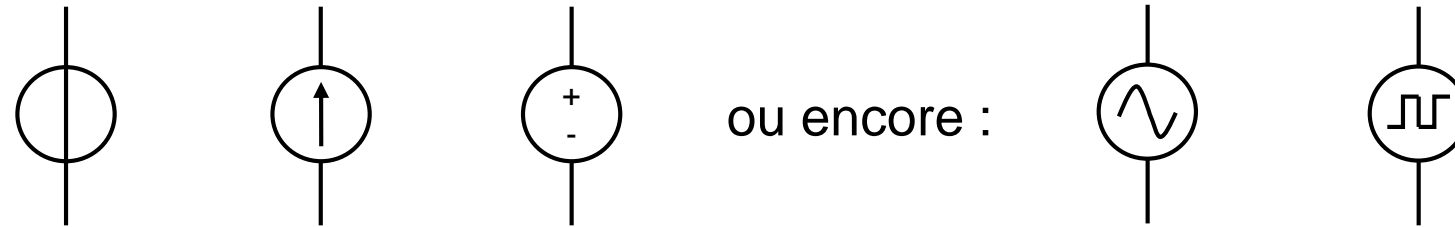
- Une **source de courant** idéale maintient un courant constant, quelle que soit la tension la traversant



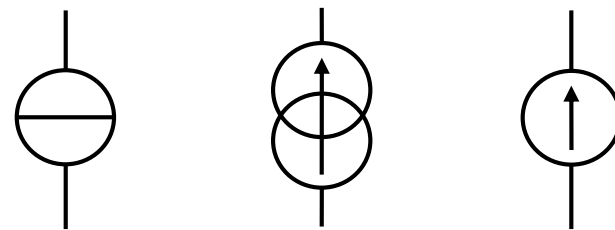
$I = |I'|$
 V peut être positif,
 négatif ou nul

Sources de tension et de courant idéal

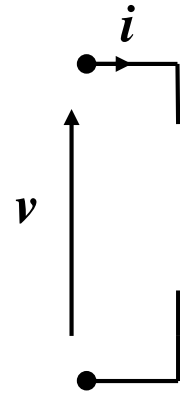
- Représentations schématiques d'une source de tension idéale :



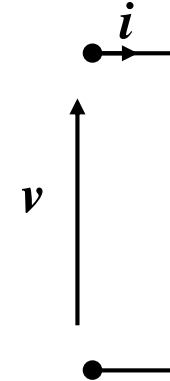
- Représentations schématiques d'une source de courant idéale :



Circuit ouvert et circuit fermé

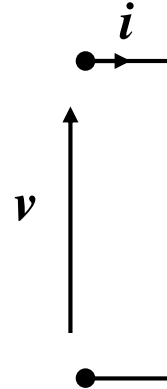


Circuit ouvert,
ou « coupe-circuit »



Circuit fermé,
ou « court-circuit »

Quelle est la tension aux bornes du circuit ouvert ?



1 - $v = 0 \text{ V}$

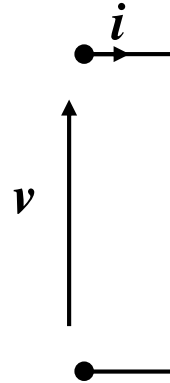
2 - $v = \infty$

3 - $v = 1 \text{ V}$

4 - v peut prendre n'importe quelle valeur

Quelle est la valeur de résistance d'un court-circuit ?

$$1 - R = 0 \, \Omega$$

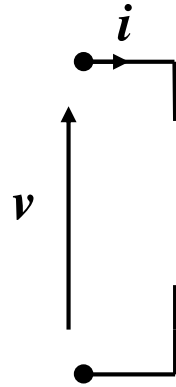


$$2 - R = \infty$$

$$3 - R = 1 \, \Omega$$

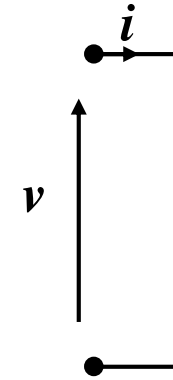
4 - R peut prendre n'importe quelle valeur

Circuit ouvert et circuit fermé



Circuit ouvert

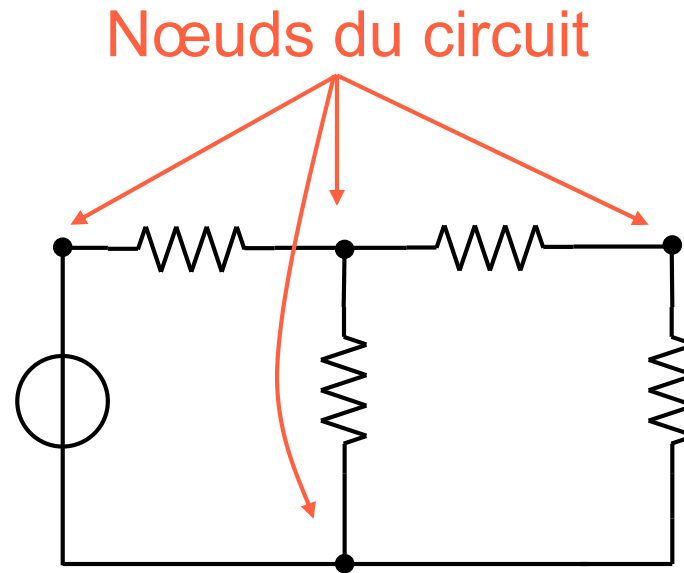
- $R = \infty$
- $i = 0$
- Une tension peut exister aux bornes



Circuit fermé

- $R = 0$
- $v = 0$
- Un courant peut circuler dans le « fil »

Nœuds d'un circuit



- Un nœud est un point qui connecte deux ou plusieurs éléments dans un circuit

Mailles dans un circuit

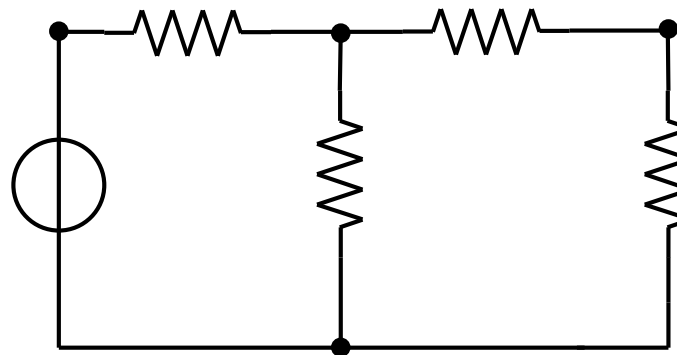
- Combien de mailles dans ce circuit ?

1 - 1

2 - 2

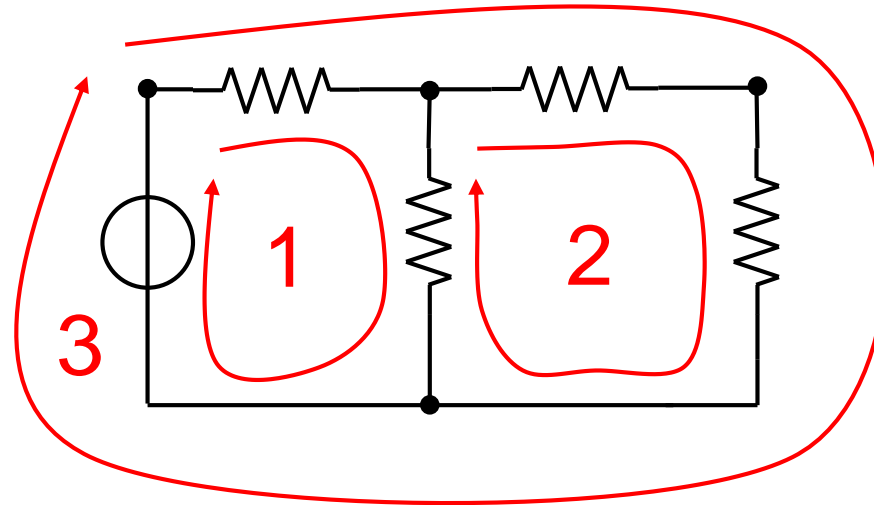
3 - 3

4 - 4



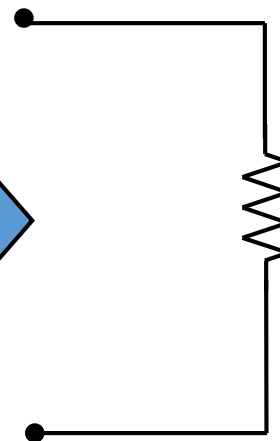
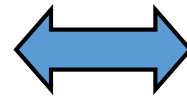
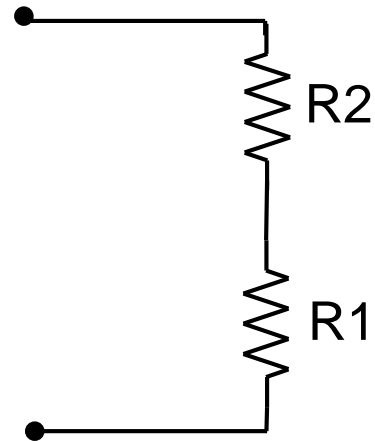
Mailles dans un circuit

- Combien de mailles dans ce circuit ?



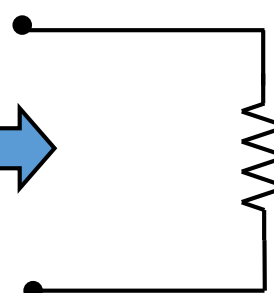
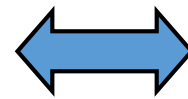
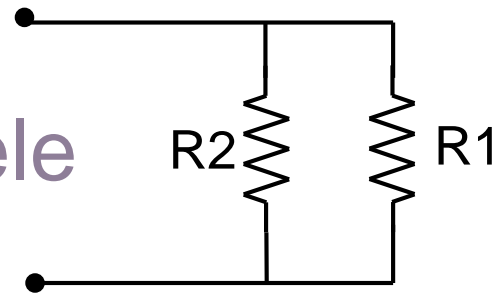
Association série - parallèle

Série



$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

Parallèle

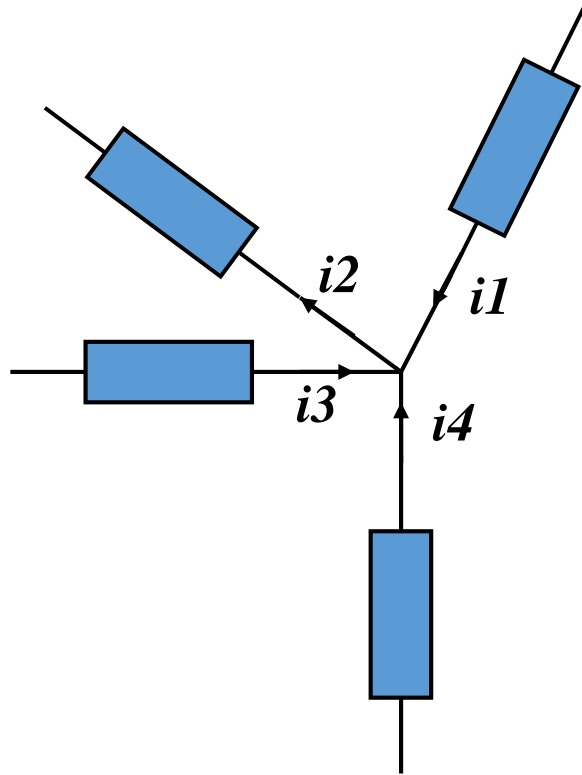


$$R_{eq} = R_1 \parallel R_2$$
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Lois de Kirchhoff

- Loi des nœuds (KCL)
 - Sur un nœud, la somme des courants est nulle
- Loi des mailles (KVL)
 - Dans une maille, la somme des tensions est nulle

Lois des nœuds

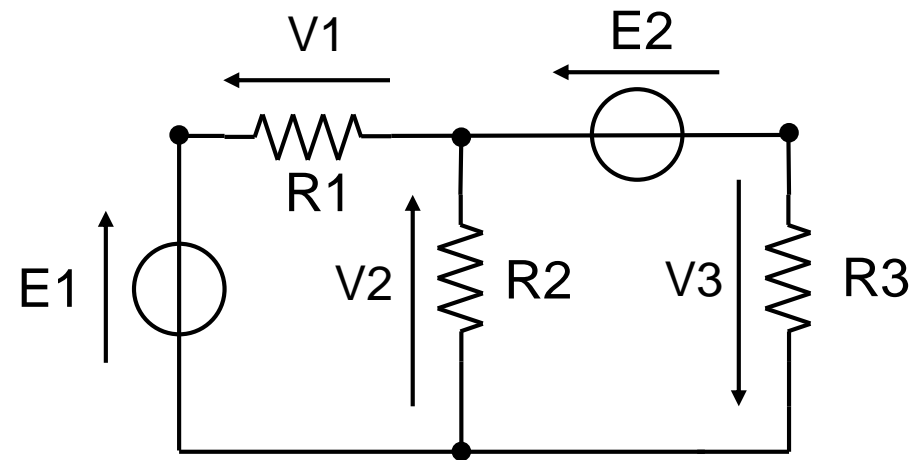


Relation:

$$i_1 - i_2 + i_3 + i_4 = 0$$

$$i_1 + i_3 + i_4 = i_2$$

Lois des mailles



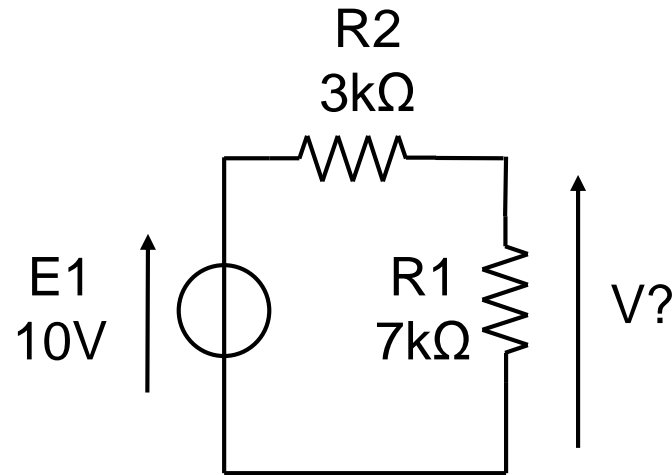
- Relations dans les trois mailles:

$$E_1 = V_1 + V_2$$

$$E_2 = V_2 + V_3$$

$$E_1 = V_1 + E_2 - V_3$$

Exemple : le diviseur de tension



$$1 - V = 10 \text{ V}$$

$$2 - V = 3,33 \text{ V}$$

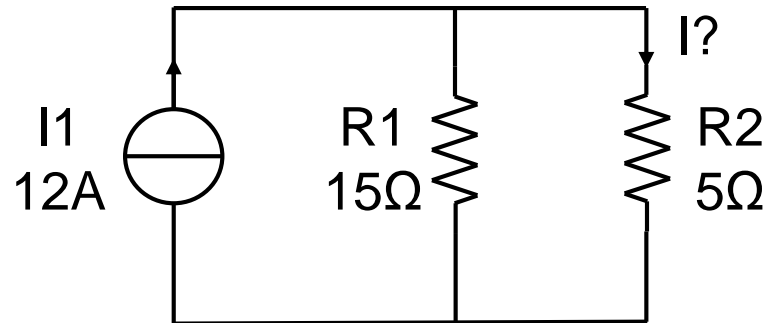
$$3 - V = 7 \text{ V}$$

$$4 - V = 3 \text{ V}$$

$$5 - V = 1,428 \text{ V}$$

$$6 - \text{Autre réponse}$$

Exercice



$$1 - I = 3 \text{ A}$$

$$2 - I = 9 \text{ A}$$

$$3 - I = 4 \text{ A}$$

$$4 - I = 2,4 \text{ A}$$

$$5 - I = 0 \text{ A}$$

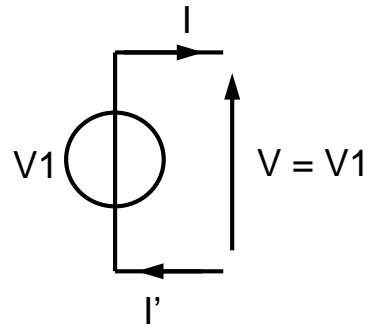
6 – Autre réponse

Sommaire

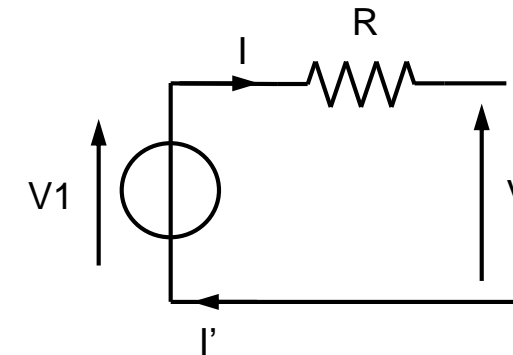
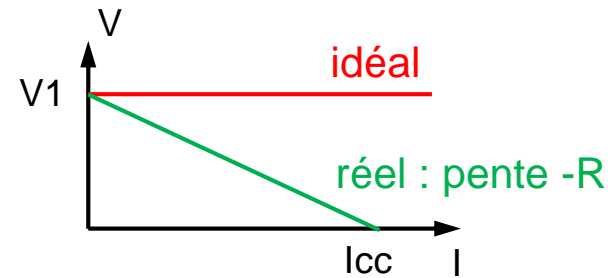
- Quelques définitions
- Loi d'Ohm, loi des nœuds, loi des mailles
- Sources de courant, sources de tension
- Equivalent Thévenin-Norton
- Théorème de superposition
- Théorème de Millman

Source de tension réelle

- Modèle du générateur de **Thévenin**



$I = |I'|$
 I peut être positif,
 négatif ou nul



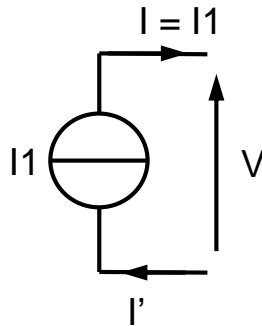
$V1$: tension à vide

I_{cc} : courant de court-circuit

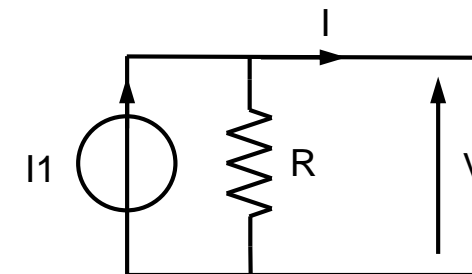
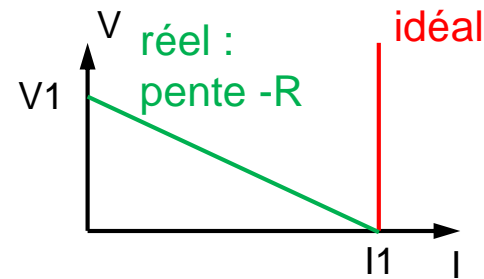
R : résistance interne
 (linéarisation)

Source de courant réelle

- Modèle du générateur de **Norton**



$I = |I'|$
 V peut être positif,
 négatif ou nul



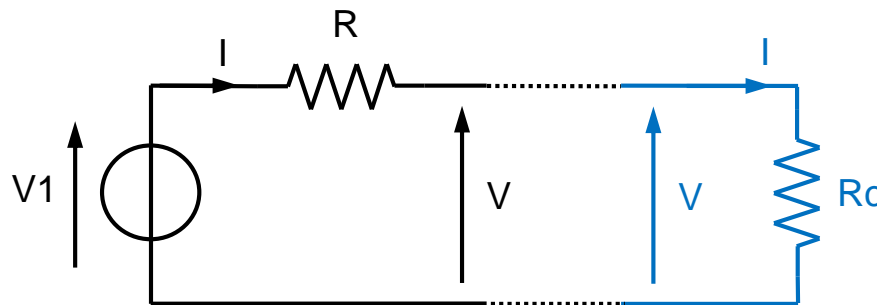
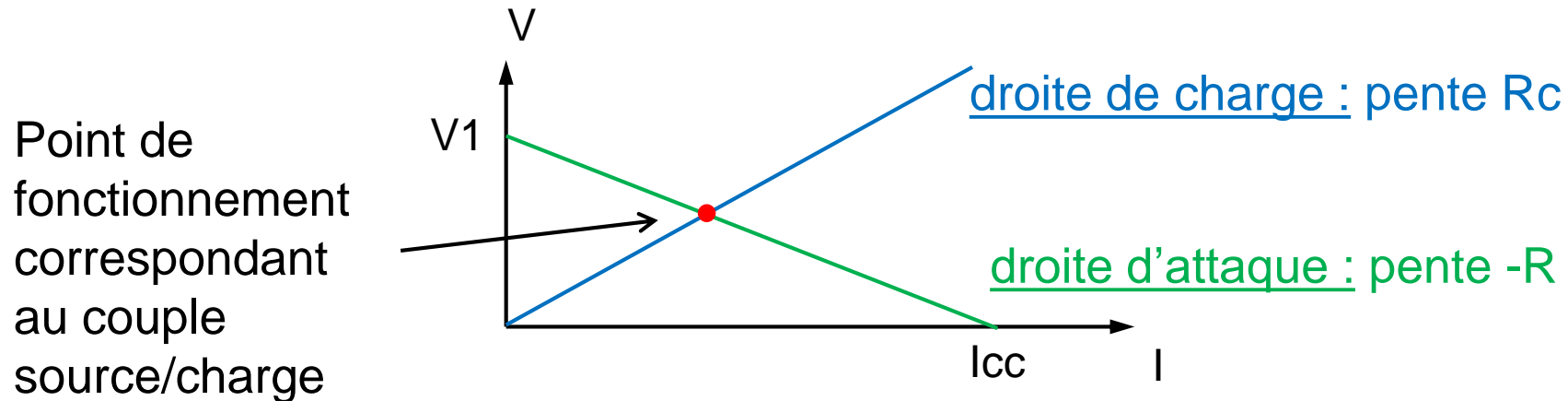
$V1$: tension à vide

I_{cc} : courant de court-circuit

R : résistance interne
 (linéarisation)

Influence de la charge

- Notion de point de fonctionnement :



$R_c \rightarrow 0$: court-circuit

$$V = 0$$

$$I = I_{cc}$$

$R_c \rightarrow \infty$: coupe-circuit

$$V = V_1$$

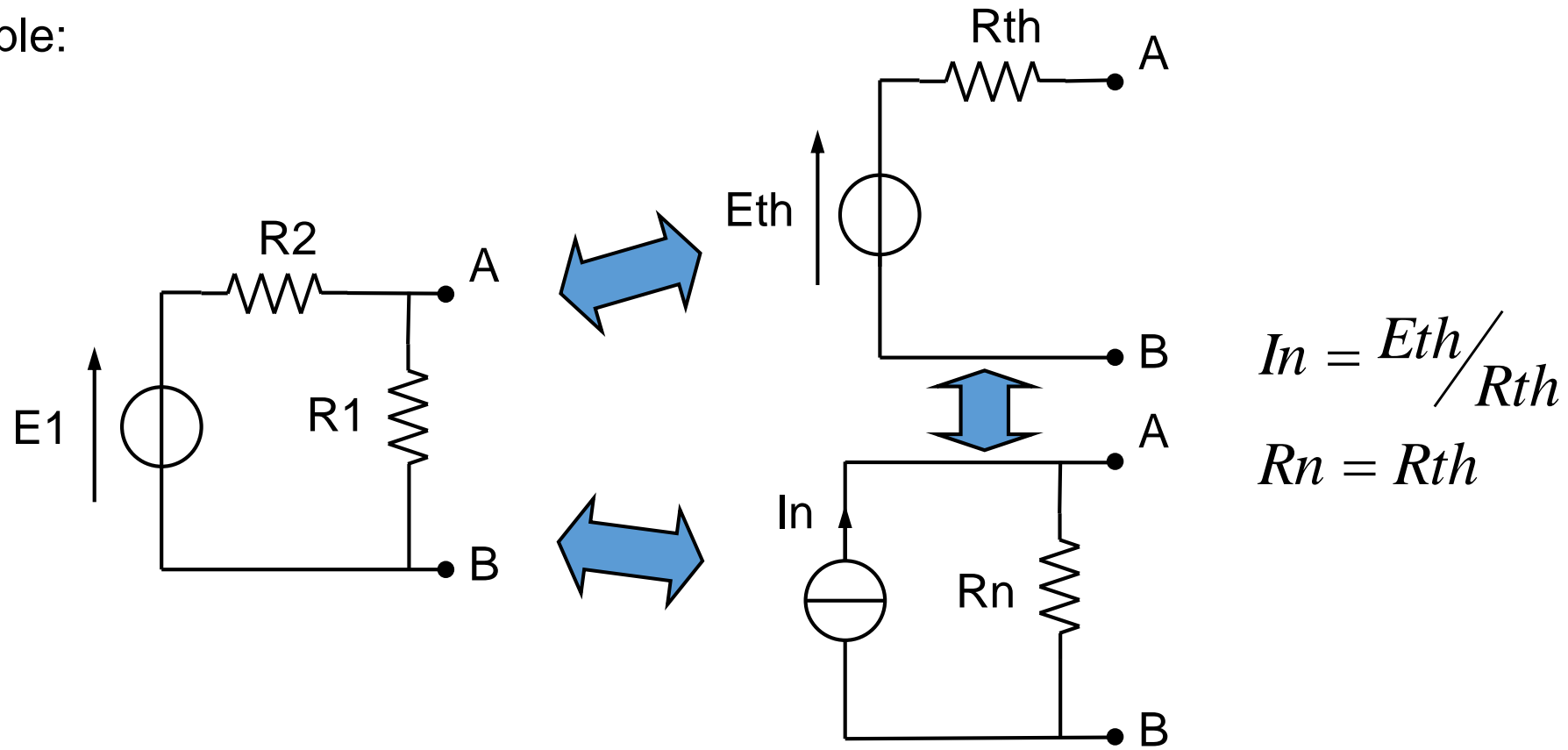
$$I = 0$$

Sommaire

- Quelques définitions
- Loi d'Ohm, loi des nœuds, loi des mailles
- Sources de courant, sources de tension
- **Equivalent Thévenin-Norton**
- Théorème de superposition
- Théorème de Millman

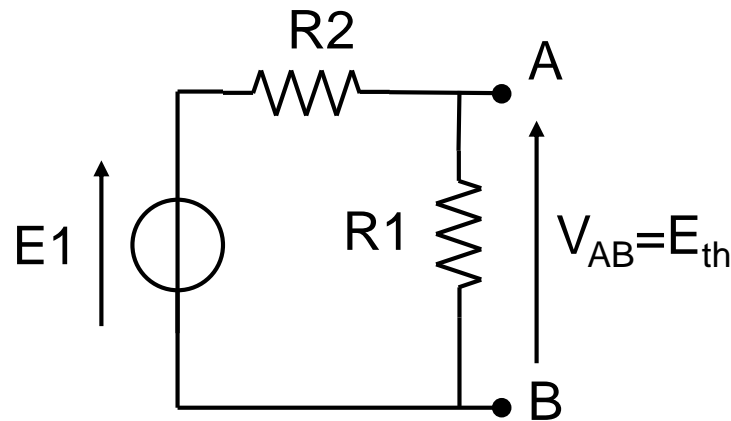
Modèle équivalent de Thévenin et Norton

- Tout circuit (ou partie de circuit) peut être mis sous la forme d'un générateur équivalent de Thévenin ou Norton
- Exemple:



Méthode pour déterminer un équivalent Thévenin

- Trouver E_{th} et R_{th}
 - $E_{th} \rightarrow$ tension à vide
 - $R_{th} \rightarrow$ Résistance équivalente
- E_{th} ?



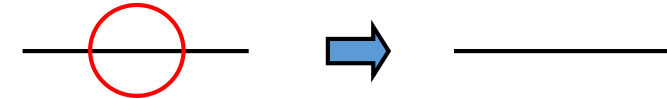
$$E_{th} = E_1 \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Méthode pour déterminer un équivalent Thévenin

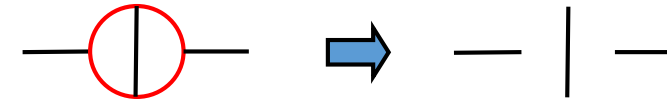
- R_{th}?

- On « éteint » toutes les sources (non commandées)

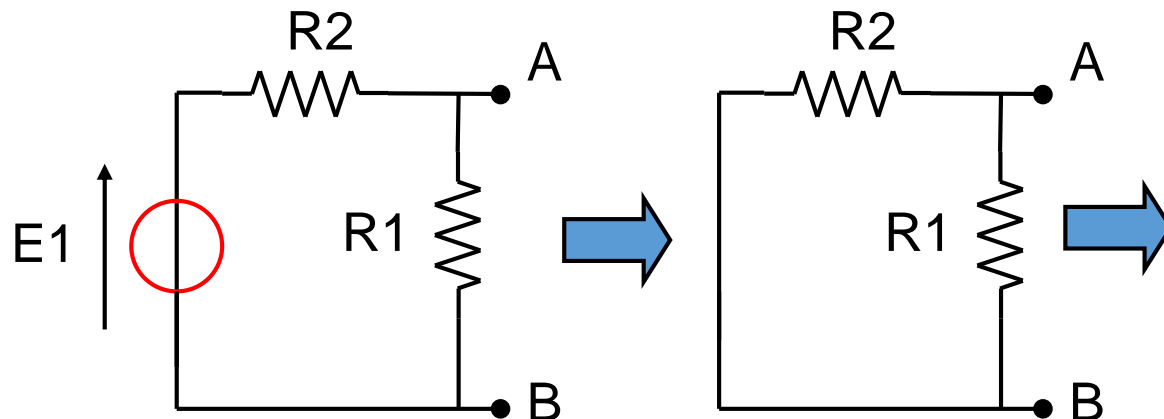
- Source de tension → circuit fermé



- Source de courant → circuit ouvert



- On déduit la résistance équivalente vue des nœuds A et B



Association en parallèle:

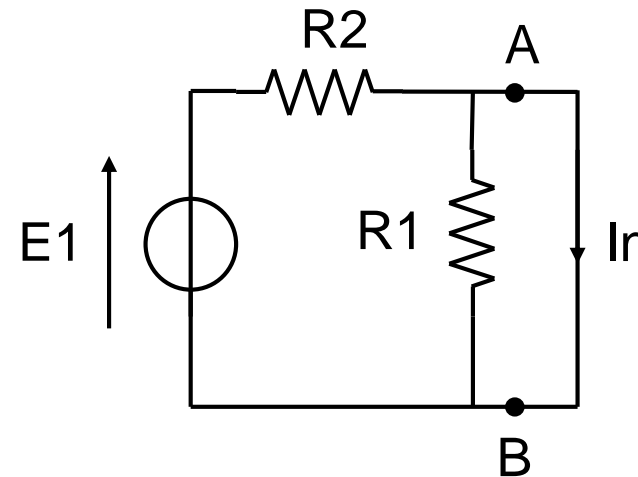
$$R_{th} = R_1 // R_2$$

$$R_{th} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Méthode pour déterminer un équivalent Norton

- Trouver I_n et R_n
 - $I_n \rightarrow$ courant de court-circuit
 - $R_n \rightarrow$ Résistance équivalente

- $I_n?$



$$I_n = \frac{E_1}{R_2}$$

- $R_n?$
 - Même méthode que précédemment

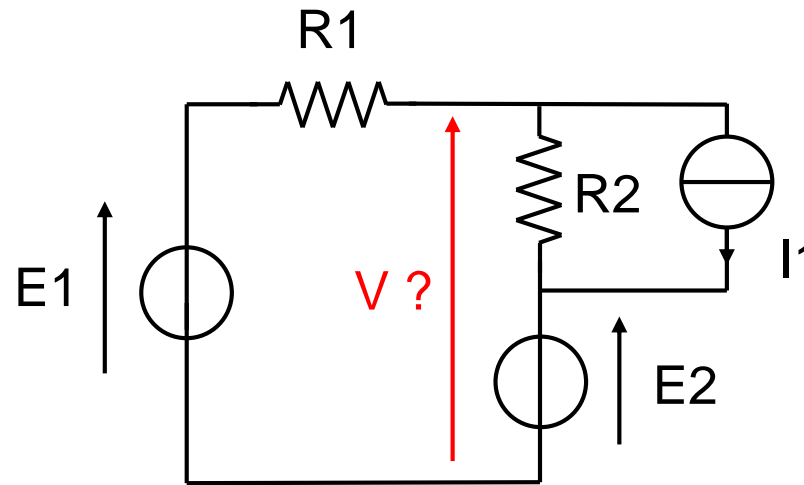
$$R_n = R_1 // R_2$$

Sommaire

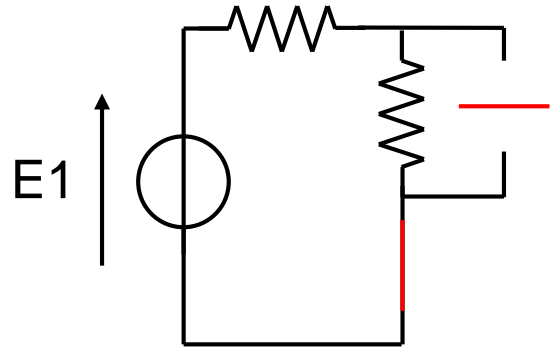
- Quelques définitions
- Loi d'Ohm, loi des nœuds, loi des mailles
- Sources de courant, sources de tension
- Equivalent Thévenin-Norton
- Théorème de superposition
- Théorème de Millman

Théorème de superposition

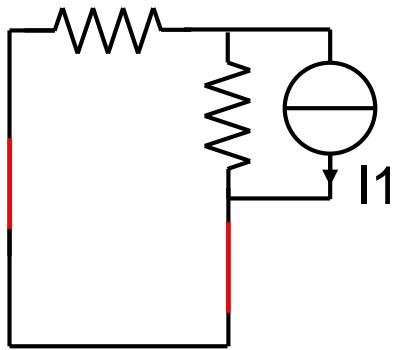
- Les sources doivent être indépendantes
- Les tension et les courants dans le circuit sont la somme de chaque contribution calculée en annulant toutes les sources sauf **une**



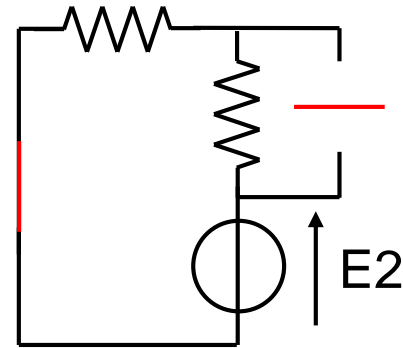
Théorème de superposition



$$V1 = E1.R2 / (R1+R2)$$



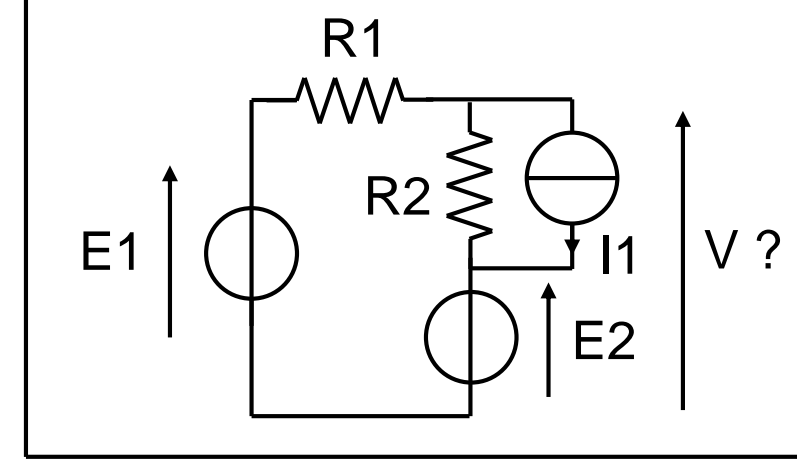
$$V3 = - I1.(R1//R2)$$



$$V2 = E2.R1 / (R1+R2)$$

$$V = V1 + V2 + V3$$

$$V = E1 \frac{R2}{R1 + R2} + E2 \frac{R1}{R1 + R2} - I1(R1//R2)$$

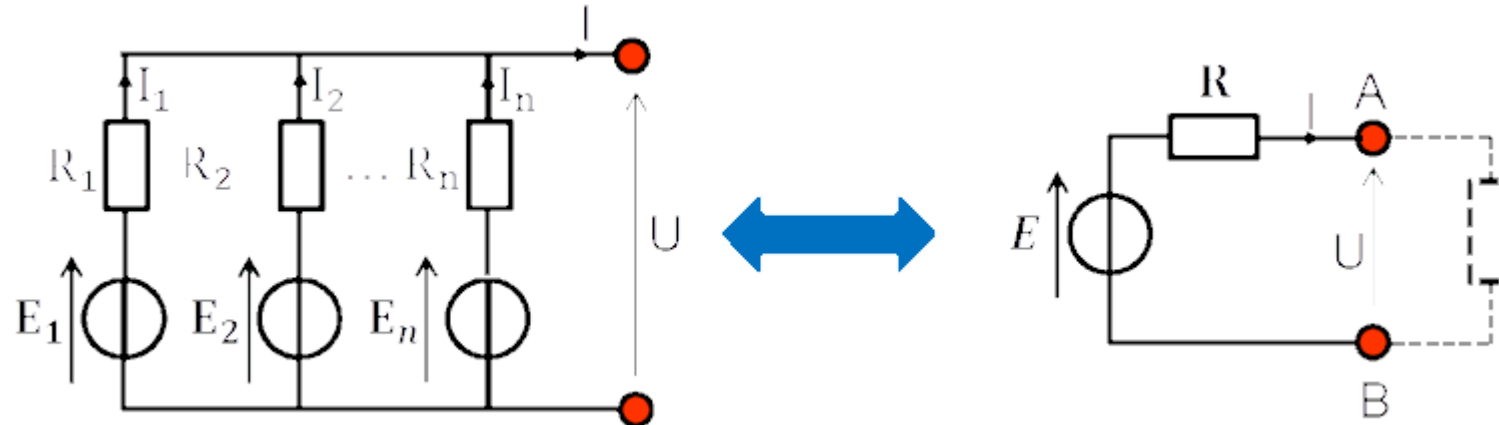


Sommaire

- Quelques définitions
- Loi d'Ohm, loi des nœuds, loi des mailles
- Sources de courant, sources de tension
- Equivalent Thévenin-Norton
- Théorème de superposition
- Théorème de Millman

Théorème de Millman

Théorème relatif aux générateurs de tension :

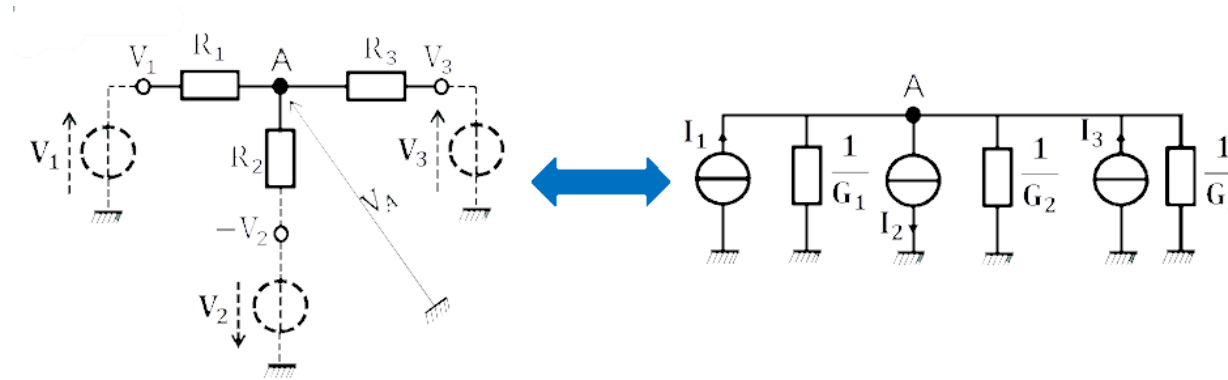


- Les n générateurs de tension en parallèle, de résistance interne R_k et de f.e.m. E_k peuvent être remplacés par un unique générateur de tension :
 - De résistance interne : $R = \frac{1}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{R_k}}$
 - De force électromotrice : $E = R \sum_{k=1}^n \frac{E_k}{R_k}$

Théorème de Millman

Théorème relatif au potentiel d'un point :

- Le théorème de Millman est l'écriture de la loi des nœuds sous la forme de potentiels :



- Au nœud A, on peut écrire à partir du modèle de Norton :

$$V_A G_{eq} = I_1 - I_2 + I_3 \quad \text{avec} \quad G_{eq} = G_1 + G_2 + G_3 ; \quad G_k = \frac{1}{R_k} ; \quad I_k = \frac{V_k}{R_k}$$

$$\text{D'où : } V_A = \frac{\frac{V_1}{R_1} - \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} \Rightarrow \boxed{V_{noeud} = \frac{\sum_{k=1}^n \frac{V_k}{R_k}}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{R_k}}}$$

Récapitulatif (à savoir)

- Outils pour analyser les circuits
 - Loi d'Ohm
 - Loi des mailles, loi des nœuds
 - Théorème de superposition
 - Théorème de Millman
- Equivalences Thévenin – Norton
 - Savoir déterminer l'équivalent de tout circuit



Fin du Chapitre 1

JUNIA ISEN