

Chapitre 1:

Notions de base en électronique analogique

Justine Philippe

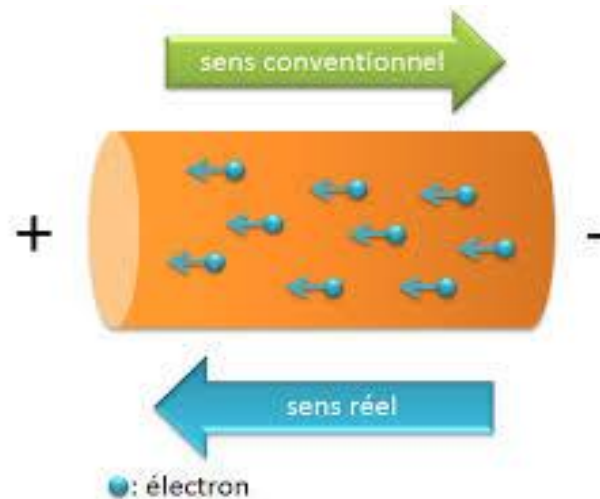
Sommaire

- ❑ 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 :

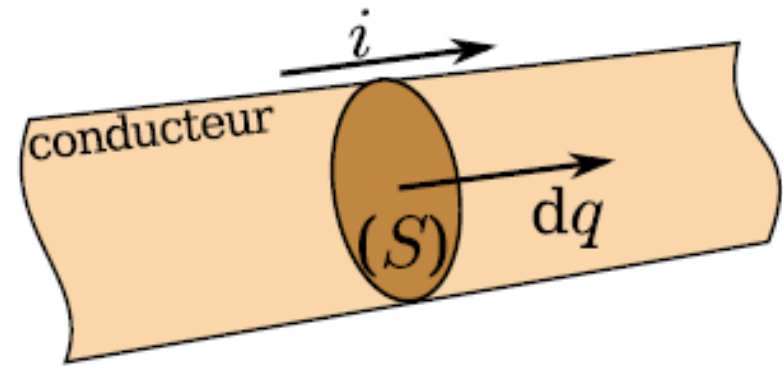
Le courant électrique est **un déplacement de charges électriques.**

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).

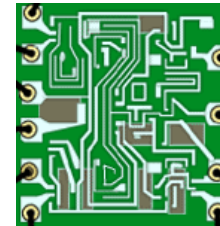


$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad (C/s) \text{ ou } (A)$$

Le courant électrique

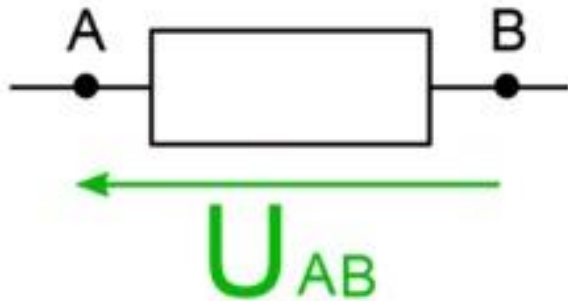
Quelques ordres de grandeurs :

- ❑ 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**



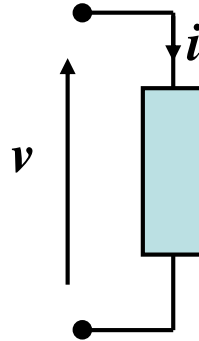
La tension électrique

- ❑ 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.



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

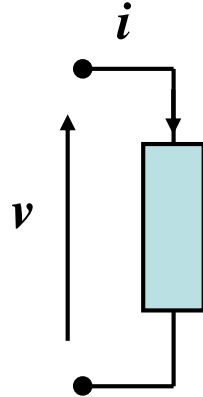
Le dipôle idéal



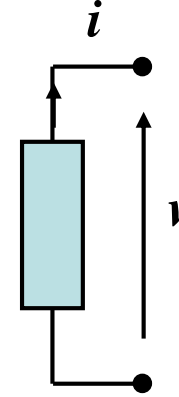
Propriétés:

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

Conventions 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

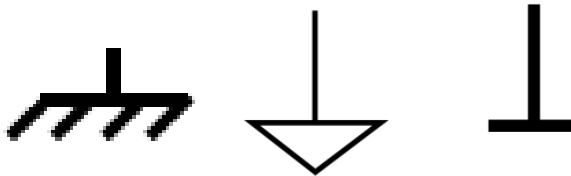
- ❑ Résistance
- ❑ Inductance
- ❑ Condensateur

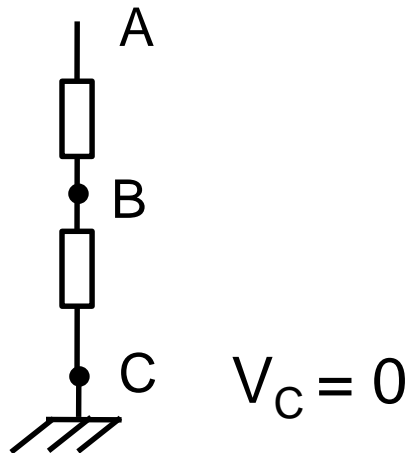
} Éléments passifs
Convention récepteur

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 : 



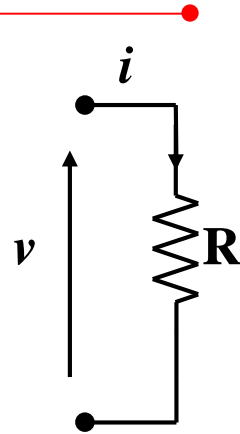
Ex. Si $V_B = 2$ Volts
 $U_{BC} = ?$

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

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



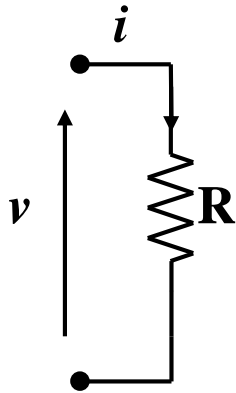
$$v = R \cdot i$$

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 absorbée par une résistance



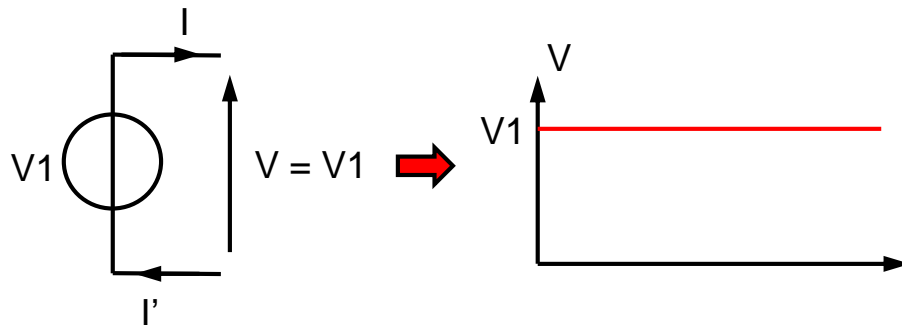
$$P = v \cdot i = R \cdot i^2$$

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

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

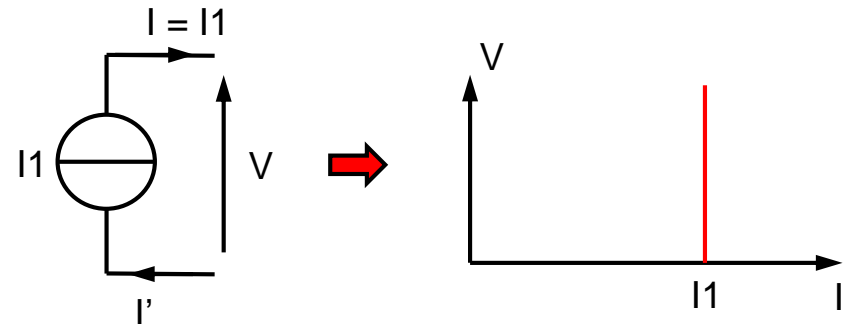
Source de tension et de courant idéales (1/2)

- 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



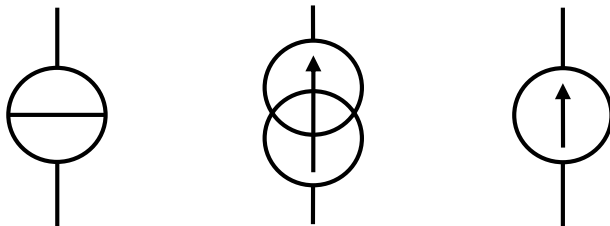
$I = |I'|$
 V peut être positif,
 négatif ou nul

Source de tension et de courant idéales (2/2)

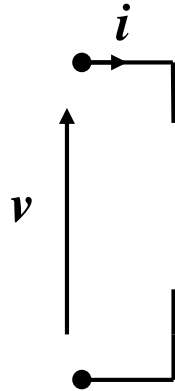
- Représentations schématiques d'une source de tension idéale :



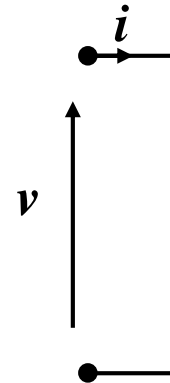
- Représentations schématiques d'une source de courant idéale :



Circuit ouvert et circuit fermé

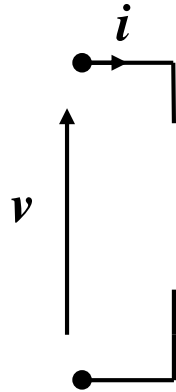


Circuit ouvert,
ou « coupe-circuit »



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

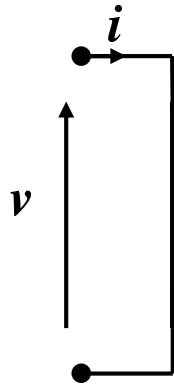
Quelle est la valeur de résistance d'un court-circuit ?

1 - $R = 0 \Omega$

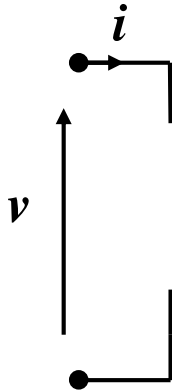
2 - $R = \infty$

3 - $R = 1 \Omega$

4 - R peut prendre n'importe quelle valeur

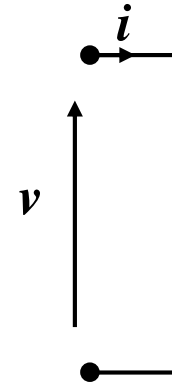


Circuit ouvert et circuit fermé



Circuit ouvert

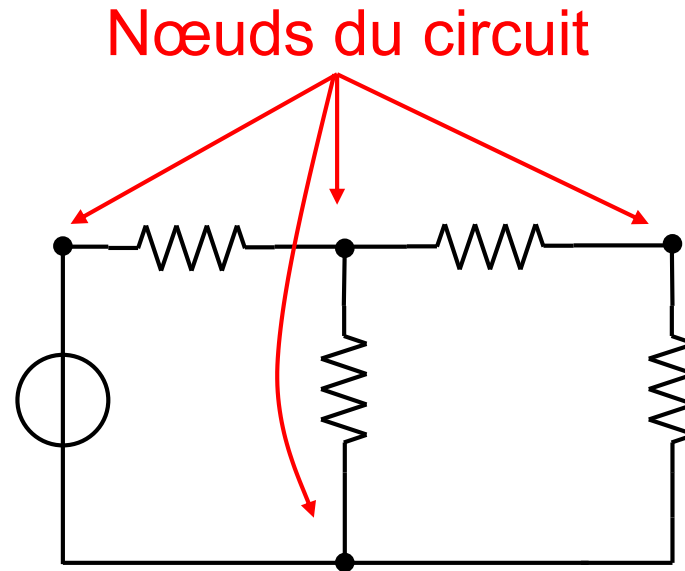
- ☐ $R =$
- ☐ $i =$
- ☐ Une tension peut exister aux bornes



Circuit fermé

- ☐ $R =$
- ☐ $V =$
- ☐ 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

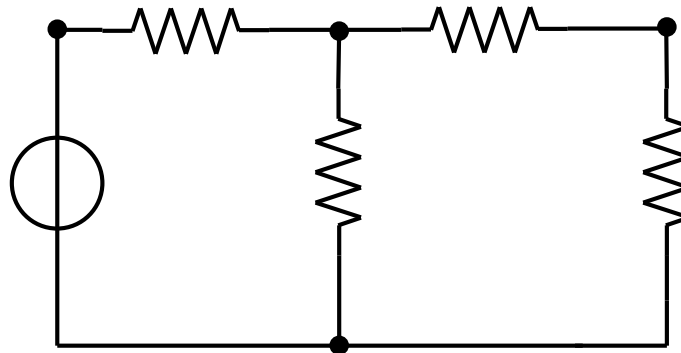
❑ Combien de mailles dans ce circuit?

1 - 1

2 - 2

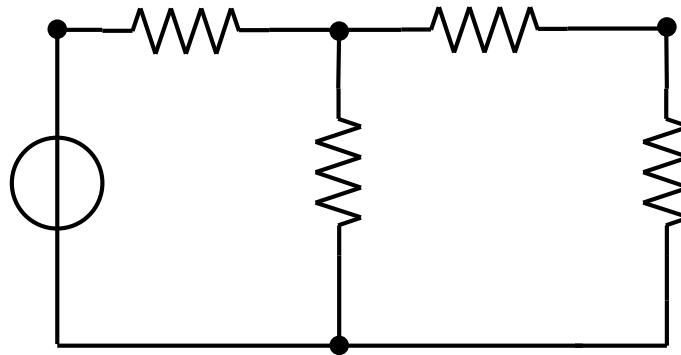
3 - 3

4 - 4



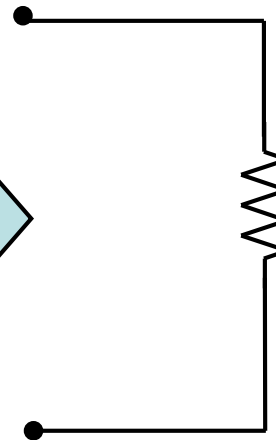
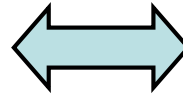
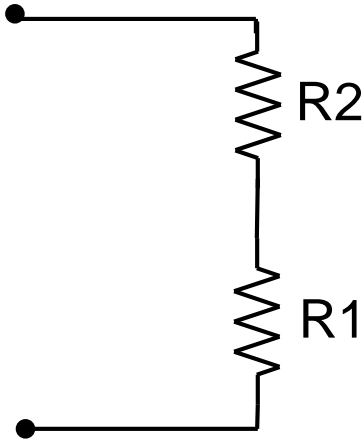
Mailles dans un circuit

❑ Combien de mailles dans ce circuit?



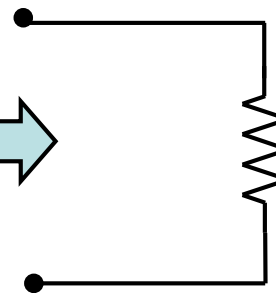
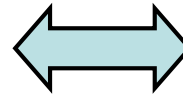
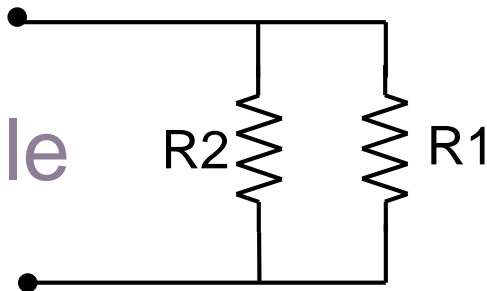
Association série - parallèle

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

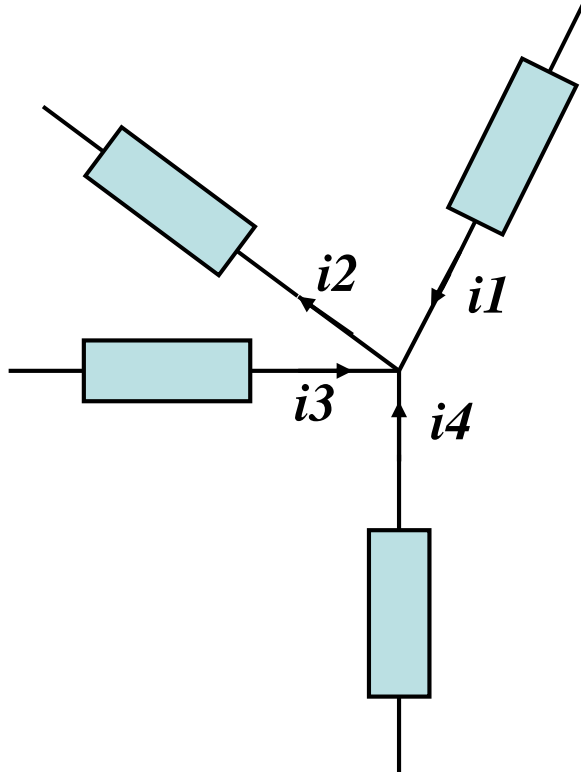
❑ Loi des nœuds (KCL)

- Sur un nœud, la somme des courants est nulle

❑ Loi des mailles (KVL)

- Dans une maille, la somme des tensions est nulle

Loi des nœuds

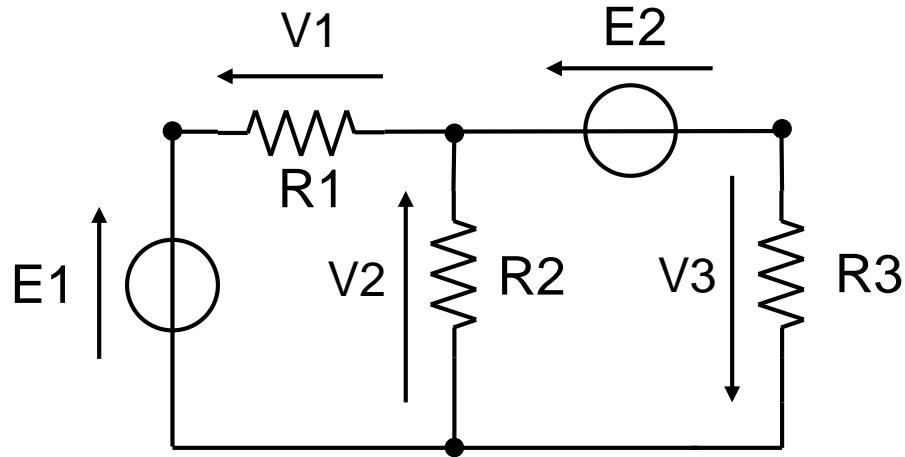


Relation:

$$\dot{i}_1 - \dot{i}_2 + \dot{i}_3 + \dot{i}_4 = 0$$

$$\dot{i}_1 + \dot{i}_3 + \dot{i}_4 = \dot{i}_2$$

Loi des mailles



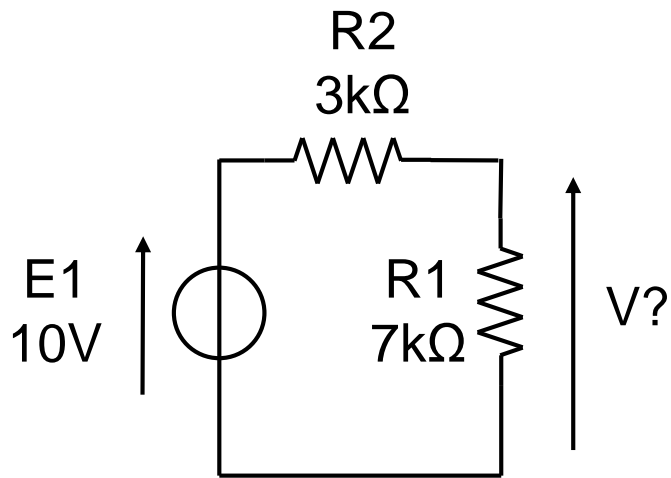
□ Relations dans les trois mailles:

$$E_1 = V_1 + V_2$$

$$E_2 = V_2 + V_3$$

$$E_1 = V_1 + E_2 - V_3$$

Exemple: le diviseur de tension



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

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

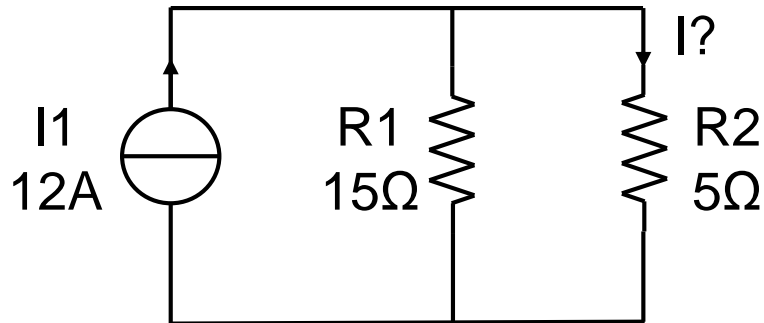
$$3 - V = 7 \text{ V}$$

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

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

6 – Autre réponse

Exercice



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

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

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

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

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

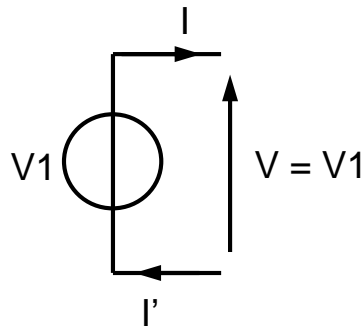
6 – Autre réponse

Sommaire

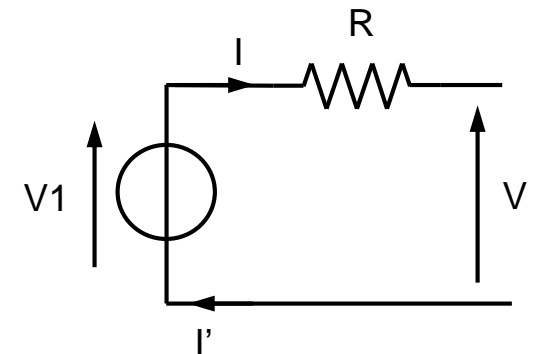
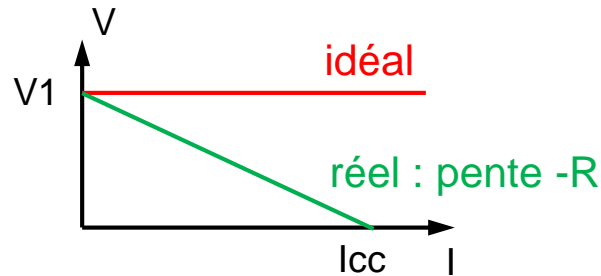
- ❑ Quelques définitions
- ❑ Loi d'Ohm, loi des nœuds, loi des mailles
- ❑ Sources de courant, sources de tension
- ❑ Equivalent Thévenin-Norton
- ❑ Théorème de superposition
- ❑ Théorème de Millman

Source de tension réelle

□ Modèle du générateur de Thévenin



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



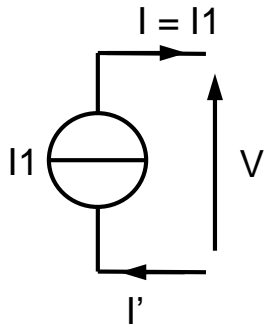
$V1$: tension à vide

I_{cc} : courant de court-circuit

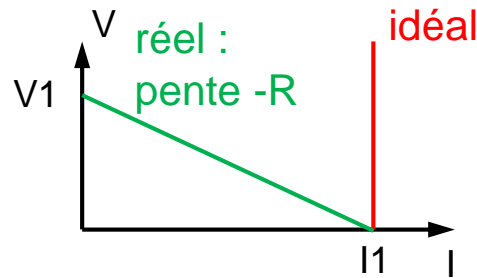
R : résistance interne
 (linéarisation)

Source de courant réelle

□ Modèle du générateur de Norton



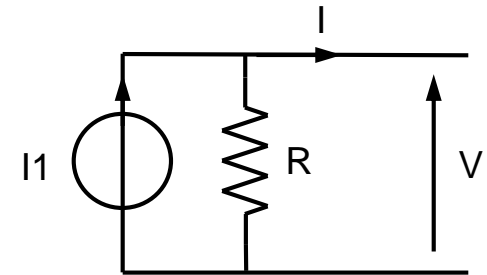
$I = |I'|$
 V peut être positif,
 négatif ou nul



$V1$: tension à vide

I_{cc} : courant de court-circuit

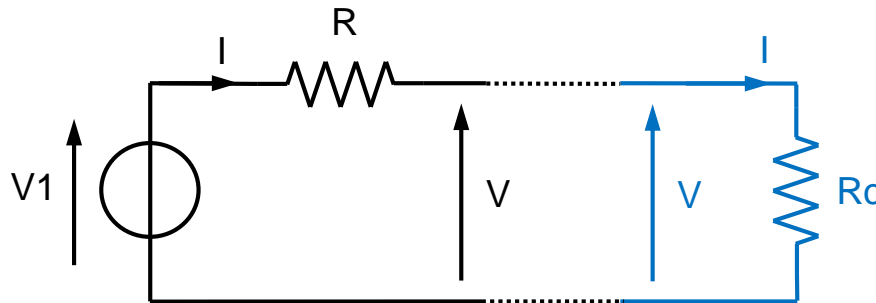
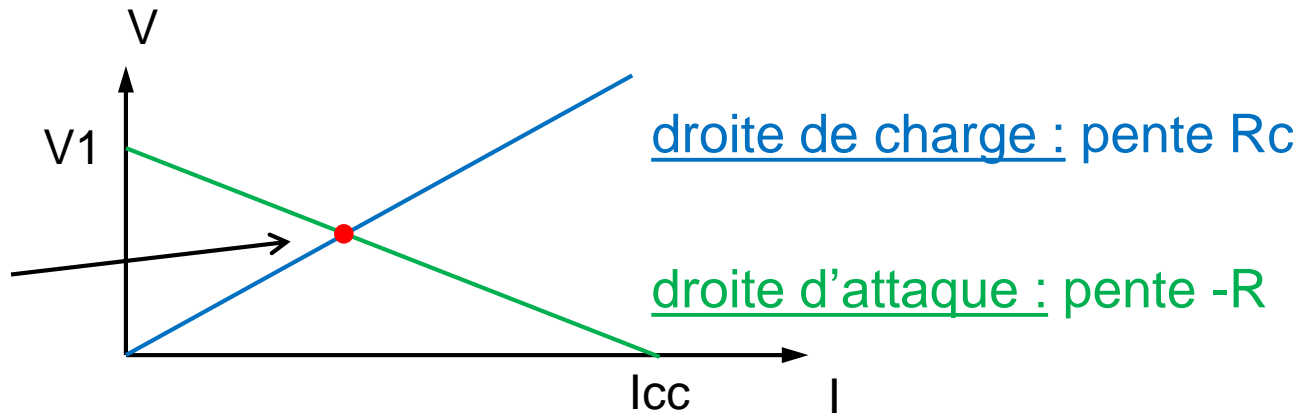
R : résistance interne
 (linéarisation)



Influence de la charge

□ Notion de point de fonctionnement :

Point de fonctionnement correspondant au couple source/charge



$R_c \rightarrow 0$: court-circuit
 $V = 0$
 $I = I_{cc}$

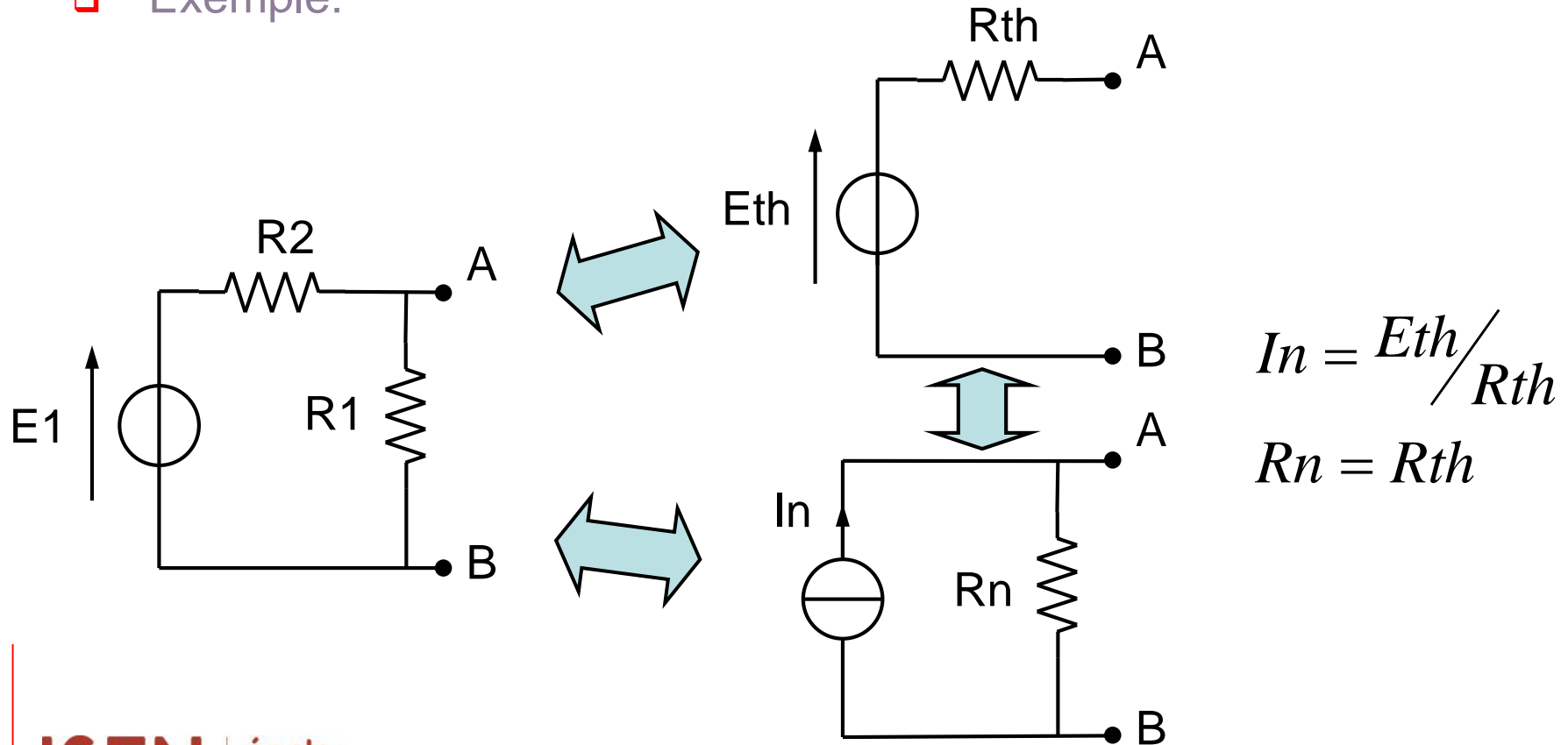
$R_c \rightarrow \infty$: coupe-circuit
 $V = V_1$
 $I = 0$

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

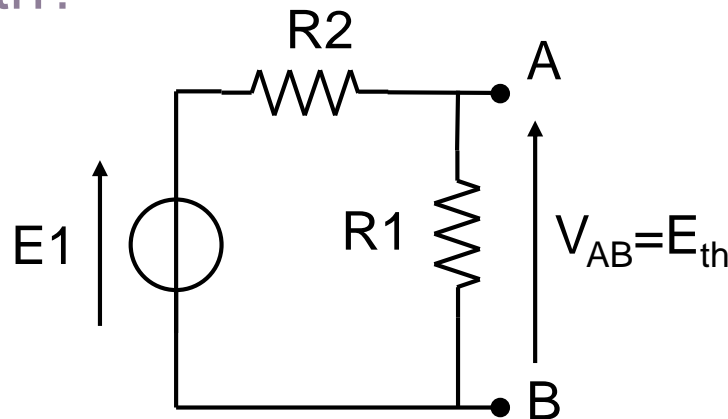
- Tout circuit (ou partie de circuit) peut être mis sous la forme d'un générateur équivalent de Thévenin ou Norton
- Exemple:



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} ?



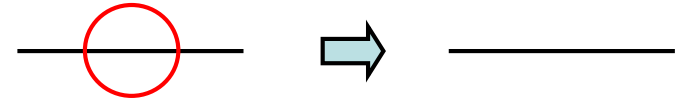
$$E_{th} = E_1 \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Méthode pour déterminer un équivalent Thévenin

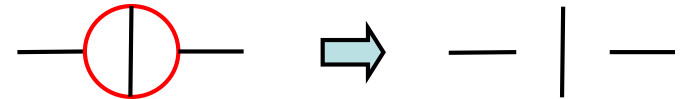
□ Rth?

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

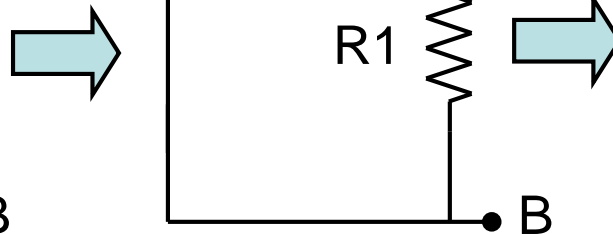
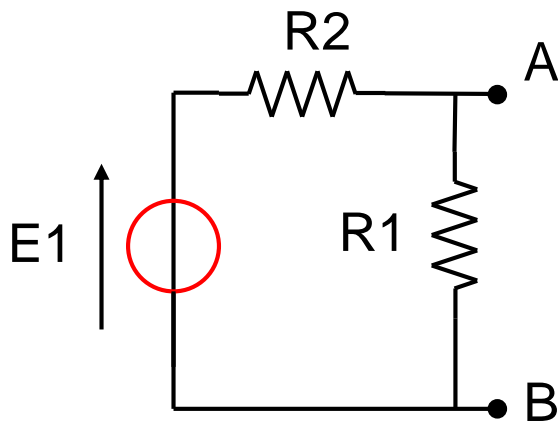
- Source de tension → circuit fermé



- Source de courant → circuit ouvert



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



Association en parallèle:

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

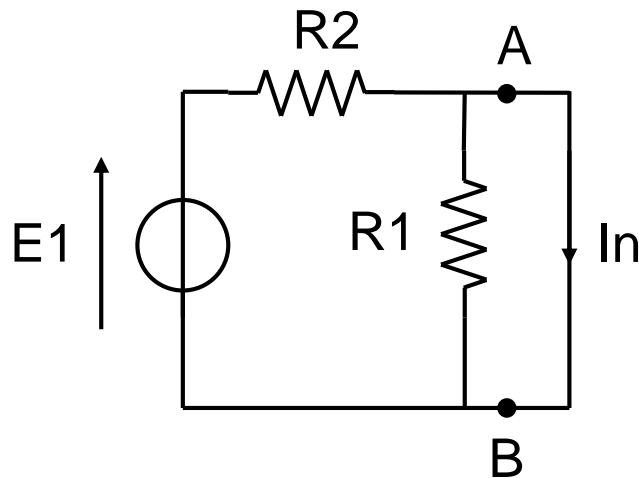
$$R_{th} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

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

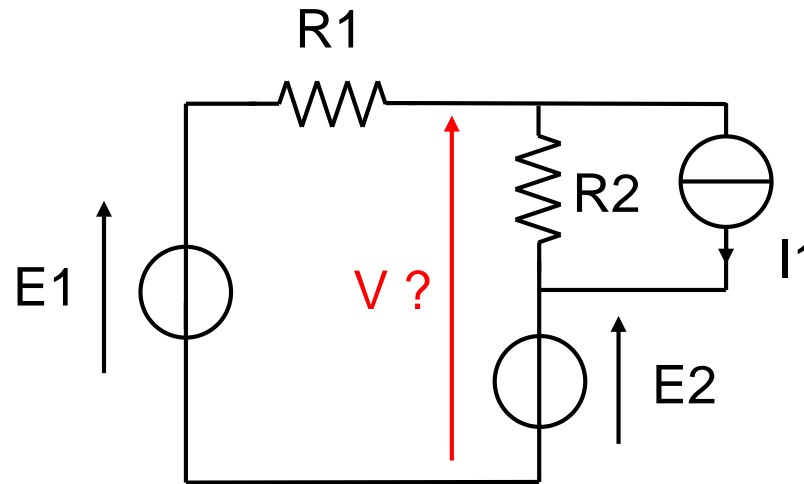
$$R_n = R_1 // R_2$$

Sommaire

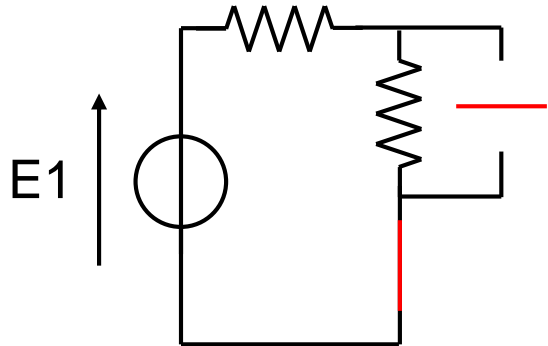
- ❑ Quelques définitions
- ❑ Loi d'Ohm, loi des nœuds, loi des mailles
- ❑ Sources de courant, sources de tension
- ❑ Equivalent Thévenin-Norton
- ❑ Théorème de superposition
- ❑ Théorème de Millman

Théorème de superposition

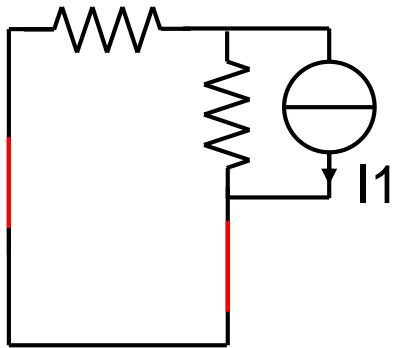
- ❑ Les sources doivent être indépendantes
- ❑ Les tension et les courants dans le circuit sont la somme de chaque contribution calculée en annulant toutes les sources sauf **une**



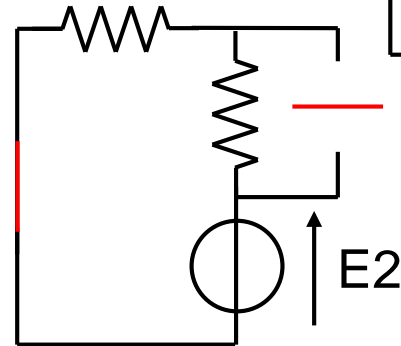
Théorème de superposition



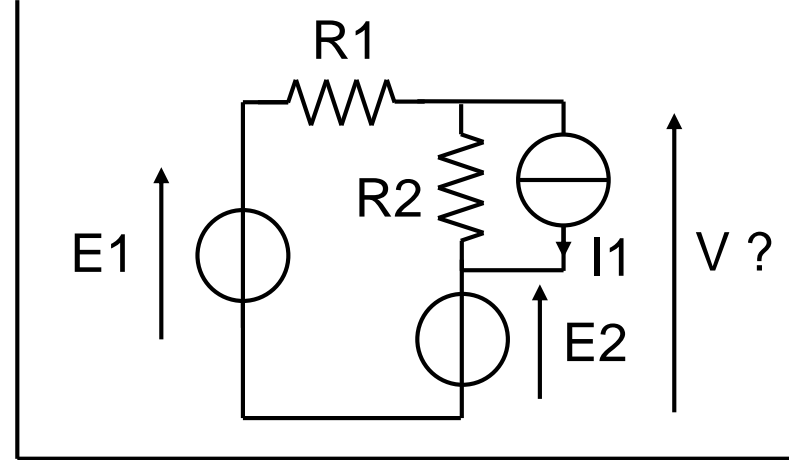
$$V1 = E1.R2 / (R1+R2)$$



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



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



$$V = V1 + V2 + V3$$

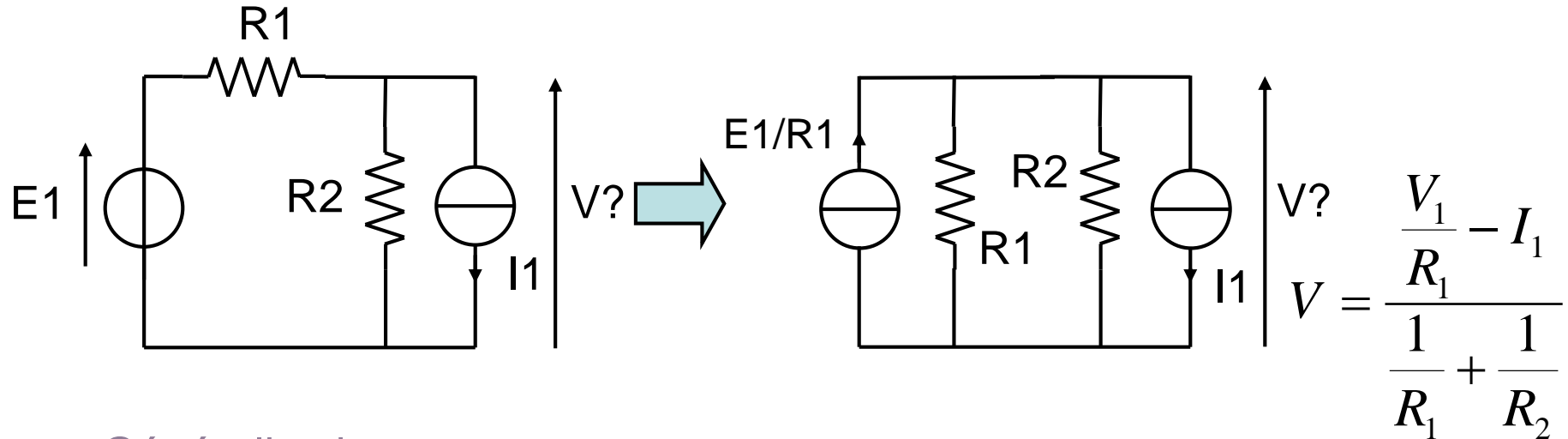
$$V = E1 \frac{R2}{R1 + R2} + E2 \frac{R1}{R1 + R2} - I1(R1//R2)$$

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

- Synthèse de la loi d'Ohm et de l'équivalence Thévenin-Norton



- Généralisation

$$V = R_{eq} \cdot \sum \pm I = \frac{\sum \pm I}{\sum G}$$

G est la conductance, exprimée en $\text{Ohm}^{-1} \equiv \text{Siemens (S)}$

$$G = 1/R$$

Récapitulatif (A 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