

Prof. Abdelhamid BENCHAYA

Director of Advanced Electronics Laboratory

Head of Clean room

Department of Electronics

Faculty of Technology

University of Batna 2

Rue Chahid Boukhrouf Mohamed El Hadi

05000 Batna , Algeria

e-mail:

a.benhaya@univ-batna2.dz

benhaya_abdelhamid@yahoo.fr

Tel:+213 (0)7 73 87 37 84

CHAPITRE INTRODUCTIF

Généralités

CHAPITRE INTRODUCTIF

GÉNÉRALITÉS

Définition

Une grandeur est une caractéristique physique, chimique ou biologique qui est mesurée ou repérée. Celle-ci peut être de nature scalaire ou vectorielle.

- Exemples de grandeurs scalaires

Longueur ℓ , Masse m , température T , pression p

- Exemple de grandeurs vectorielles

vitesse linéaire \vec{v}


force \vec{F}

champ électrique \vec{E}


N.B.: Certaines grandeurs scalaires peuvent être tensorielle.
Exemple: Conductivité σ , constante diélectrique ϵ .




Grandeurs de base et dérivées



Grandeurs et Unités de base



Grandeur physique	Unité de base	Symbole de l'unité	Dimension de base
Longueur	mètre	m	L
Masse	kilogramme	kg	M
Temps	seconde	s	T
Courant électrique	ampère	A	I
Température thermodynamique	kelvin	K	Θ
Quantité de matière	mole	mol	N
Intensité lumineuse	candela	cd	J



 Système MKSA

Grandeurs	Expression de base	Equation aux dimensions	Unités
Longueur	l	L	m (mètre)
Surface	l^2	L^2	m^2
Volume	l^3	L^3	m^3
Temps	t	T	s (seconde)
Vitesse	$V = l/t$	LT^{-1}	$m \cdot s^{-1}$
Accélération	$\gamma = V/t$	LT^{-2}	$m \cdot s^{-2}$
Masse	m	M	kg (kilogramme)
Force	$F = m\gamma$	MLT^{-2}	N (Newton)
Energie	$W = Fl$	ML^2T^{-2}	J (Joule)
Puissance	$P = W/t$	ML^2T^{-3}	W (Watt)
Pression	$p = F/S$	$ML^{-1}T^{-2}$	$N \cdot m^{-2}$ (Pascal)
Fréquence	$\nu = 1/T$	T^{-1}	s^{-1} (Hertz)
Intensité	i	I	A (Ampère)
Charge électrique	$Q = It$	IT	C (Coulomb)
Champ électrique	$E = F/Q$	$MLT^{-3}I^{-1}$	$V \cdot m^{-1}$
Potentiel	$U = W/Q$	$ML^2T^{-3}I^{-1}$	V (Volt)
Résistance	$R = U/I$	$ML^2T^{-3}I^{-2}$	Ω (Ohm)
Capacité	$C = Q/U$	$M^{-1}L^{-2}T^4I^2$	F (Farad)
Champ magnétique	$H = I/l$	IL^{-1}	$A \cdot m^{-1}$
Induction magnétique	$B = F/Il$	$MT^{-2}I^{-1}$	T (Tesla)

Grandeurs électriques

Symbole de la grandeur	Nom de la grandeur	Nom de l'unité de mesure	Symbole de l'unité de mesure	Décomposition de l'unité de mesure dans le système international
U	tension	volt	V	$\text{kg.m}^2.\text{A}^{-1}.\text{s}^{-3}$
I	courant	ampère	A	A
P	puissance	watt	W	$\text{kg.m}^2.\text{s}^{-3}$
E	énergie	joule	J	$\text{kg.m}^2.\text{s}^{-2}$
R	résistance	ohm	Ω	$\text{kg.m}^2.\text{A}^{-2}.\text{s}^{-3}$
G	conductance	siemens	S	$\text{kg}^{-1}.\text{m}^{-2}.\text{A}^2.\text{s}^3$
X	réactance	ohm	Ω	$\text{kg.m}^2.\text{A}^{-2}.\text{s}^{-3}$
B	susceptance	siemens	S	$\text{kg}^{-1}.\text{m}^{-2}.\text{A}^2.\text{s}^3$
Z	impédance	ohm	Ω	$\text{kg.m}^2.\text{A}^{-2}.\text{s}^{-3}$
Y	admittance	siemens	S	$\text{kg}^{-1}.\text{m}^{-2}.\text{A}^2.\text{s}^3$
t	temps	seconde	s	s
T	période	seconde	s	s
f	fréquence	hertz	Hz	s^{-1}
ω	pulsation	radian par seconde	rad.s^{-1}	s^{-1}
φ	phase à l'origine	radian	rad	sans unité
φ u/i	déphasage	radian	rad	sans unité
ρ	résistivité	ohm mètre	$\Omega.\text{m}$	$\text{kg.m}^3.\text{A}^{-2}.\text{s}^{-3}$
γ	conductivité	siemens par mètre	S.m^{-1}	$\text{kg}^{-1}.\text{m}^{-3}.\text{A}^2.\text{s}^3$
C	capacité	farad	F	$\text{kg}^{-1}.\text{m}^{-2}.\text{A}^2.\text{s}^4$
L	inductance	henry	H	$\text{kg.m}^2.\text{A}^{-2}.\text{s}^{-2}$
Q	quantité d'électricité	coulomb	C	A.s
Φ	flux magnétique	weber	Wb	$\text{kg.m}^2.\text{A}^{-1}.\text{s}^{-2}$

$$\text{Admittance : } Y_0 = \frac{1}{Z_0}$$

$$\text{Impédance normalisée : } z = \frac{Z}{Z_0}$$

$$\text{Admittance normalisée : } y = \frac{Y}{Y_0}$$

$$\text{Impédance complexe : } Z = R + jX$$

$$\text{Admittance complexe : } Y = G + jB$$

G: Conductance
($\text{S} = \Omega^{-1}$)

B: Susceptance
($\text{S} = \Omega^{-1}$)



MULTIPLES ET SOUS-MULTIPLES

Multiples			Submultiples		
Factor	Prefix		Factor	Prefix	
	Name	Symbol		Name	Symbol
10^1	deca	da	10^{-1}	deci	d
10^2	hecto	h	10^{-2}	centi	c
10^3	kilo	k	10^{-3}	milli	m
10^6	mega	M	10^{-6}	micro	μ
10^9	giga	G	10^{-9}	nano	n
10^{12}	tera	T	10^{-12}	pico	p
10^{15}	peta	P	10^{-15}	femto	f
10^{18}	exa	E	10^{-18}	atto	a
10^{21}	zetta	Z	10^{-21}	zepto	z
10^{24}	yotta	Y	10^{-24}	yocto	y





CHAPITRE INTRODUCTIF

Circuits électriques

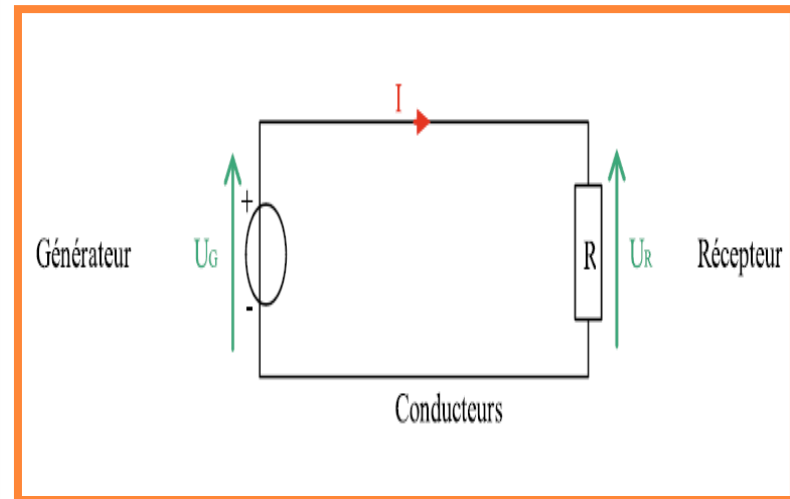
NOTIONS DE BASE

CIRCUIT ÉLECTRIQUE

Définition

Un circuit électrique est composé de **générateurs** et de **récepteurs** reliés entre eux **par** des **conducteurs (fils)**

Plus simple circuit



N.B.: Le courant circule de la borne positive vers la borne négative (sens conventionnel)

NOTIONS DE BASE

GÉNÉRATEUR ET RÉCEPTEUR ÉLECTRIQUES

Générateur électrique:

C'est un appareil qui transforme de l'énergie sous une forme donnée en énergie électrique.

Exemples:

Batterie, Panneau solaire, Groupe électrogène, ...
etc.

Récepteur Electrique

C'est un appareil d'utilisation qui consomme de l'énergie électrique avec ou sans dissipation de chaleur.

Exemples:

Lampe, Résistance, moteur, Téléviseur, ...
etc.



NOTIONS DE BASE

CONDUCTEURS ÉLECTRIQUES

Conducteurs électriques

Les conducteurs sont des matériaux qui permettent le passage du courant électrique.

Les conducteurs relient les générateurs aux récepteurs.

- Exemple : Câbles électriques.



NOTIONS DE BASE

GRANDEURS ÉLECTRIQUES

Les grandeurs électriques les plus utilisées sont:

- Tension électrique de symbole U et d'unité (V);
- Intensité électrique de symbole I et d'unité (A);
- Résistance électrique de symbole R et d'unité (Ω);
- Puissance électrique de symbole P et d'unité (W);
- Energie électrique de symbole E et d'unité (J)

N.B1.: On utilise aussi l'unité Wh pour l'énergie électrique, $P(W)$ et $t(h) \Rightarrow E(Wh)$.

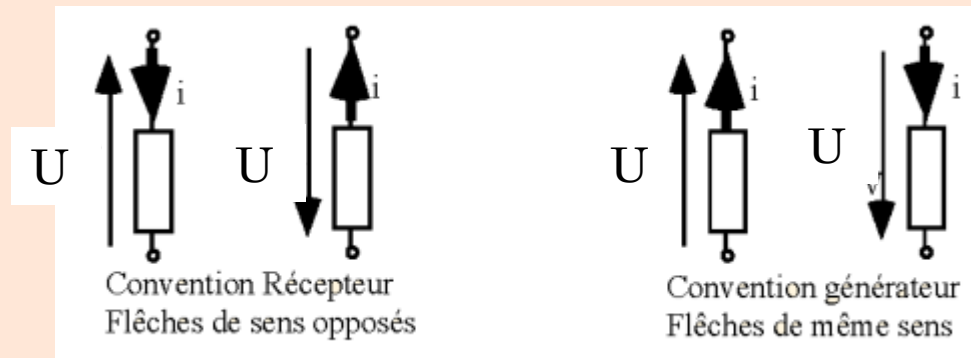
N.B2.: Pour un conducteur cylindrique de résistivité ρ , de longueur L et de section S, sa résistance est donnée par : $R = \rho(L/S)$



NOTIONS DE BASE

NOTION DE CONVENTION GÉNÉRATEUR OU RÉCEPTEUR

Selon les sens relatifs des flèches de U et i que l'on adopte pour un dipôle, on dira que l'on a adopté la convention récepteur ou la convention générateur.



Dans un **générateur**, puisque le courant y circule dans le sens des potentiels croissants, les **flèches des tension** et **courant** seront **dirigées dans le même sens**.

Dans un **récepteur**, le courant le traverse dans le sens des potentiels décroissants, **U et i auront des sens opposés**. Donc, quand l'on prend des flèches de U et i de sens opposés, on dit qu'on adopte une convention récepteur.



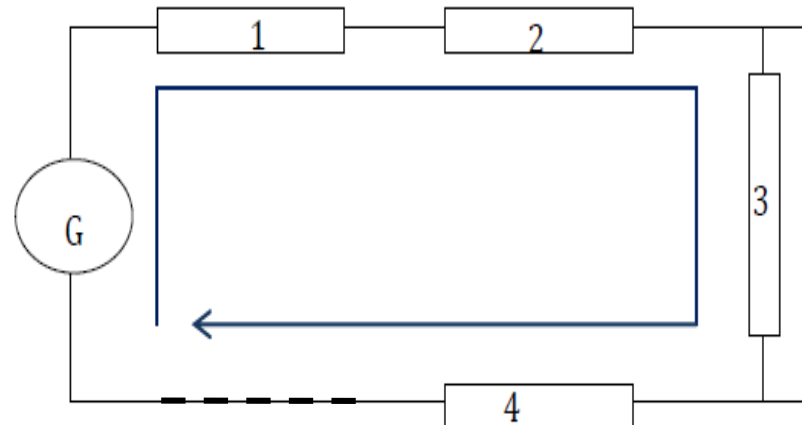
NOTIONS DE BASE

CIRCUIT SÉRIE

Quand les récepteurs sont associés en série, alors les caractéristiques du circuit sont les suivantes:

$$I = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n$$

$$U_G = U_{R1} + U_{R2} + \dots + U_{Rn}$$



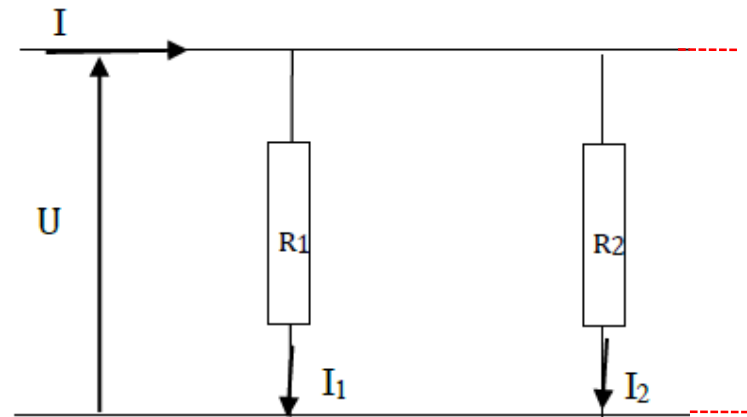
NOTIONS DE BASE

CIRCUIT PARALLÈLE

Quand les récepteurs sont associés en parallèle, alors les caractéristiques du circuit sont les suivantes:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

$$U = U_{R1} = U_{R2} = \dots = U_{Rn}$$

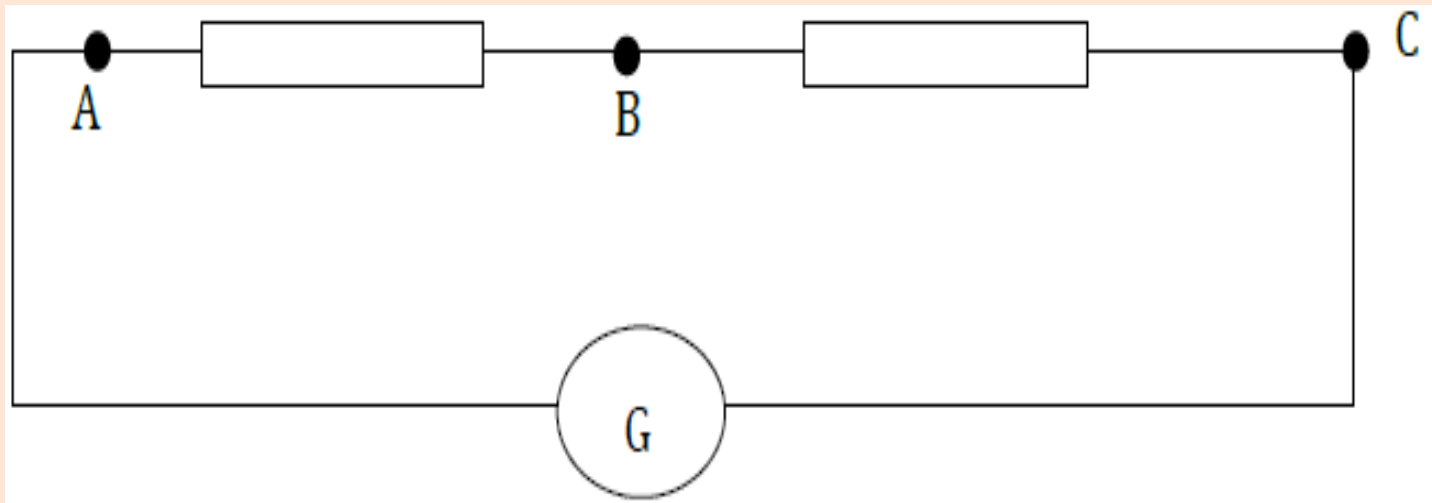


NOTIONS DE BASE

LOI D'ADDITIVITÉ DES TENSIONS

Dans un montage en série, on a:

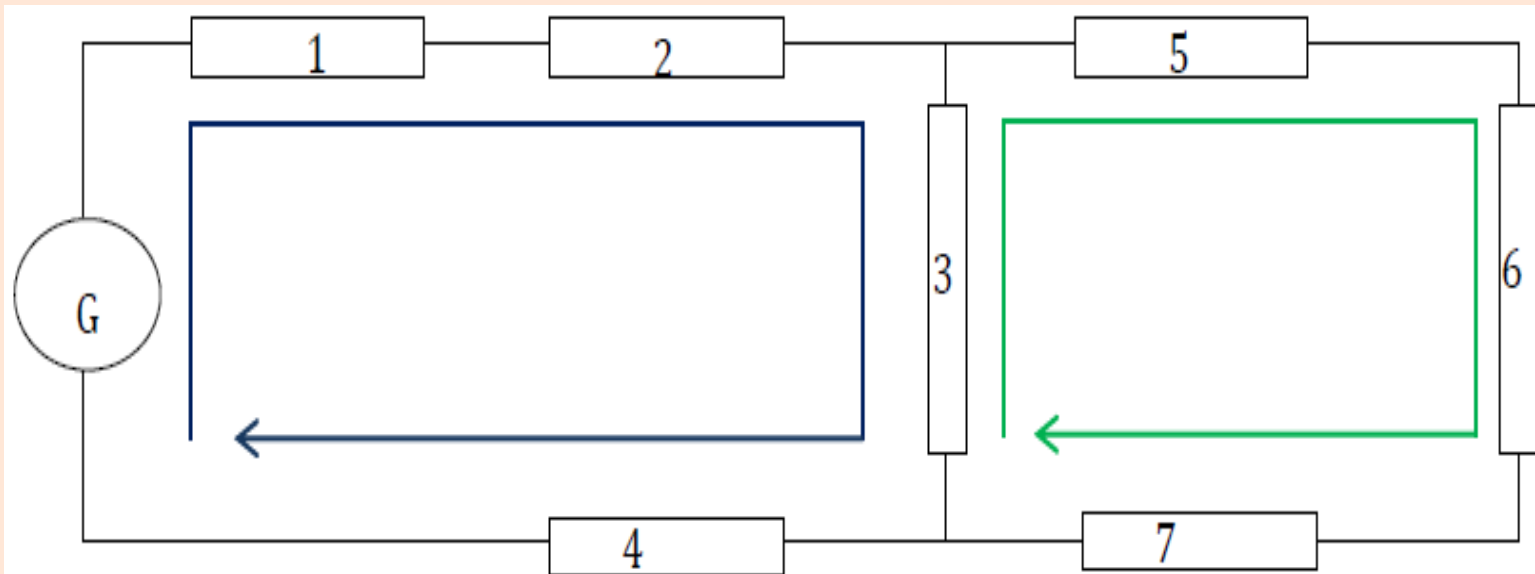
$$U_{AC} = U_{AB} + U_{BC}$$



NOTIONS DE BASE

LOI DES MAILLES

Dans une même maille, la somme des tensions est nulle.



$$U_G + U_1 + U_2 + U_3 + U_4 = 0$$

$$U_3 + U_5 + U_6 + U_7 = 0$$

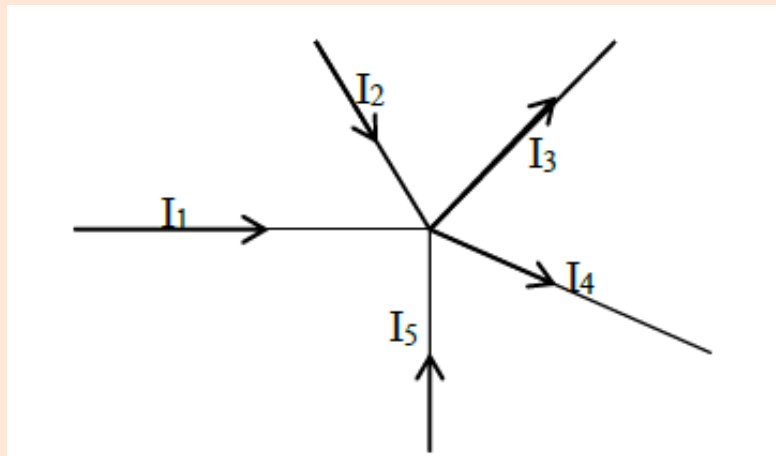


NOTIONS DE BASE

LOI DE NŒUDS

Sur un nœud, où il ne peut pas y avoir que des intensités entrantes ou sortantes, *la somme algébrique des intensités des courants qui entrent par un nœud est égale à la somme algébrique des intensités des courants qui en sortent*.

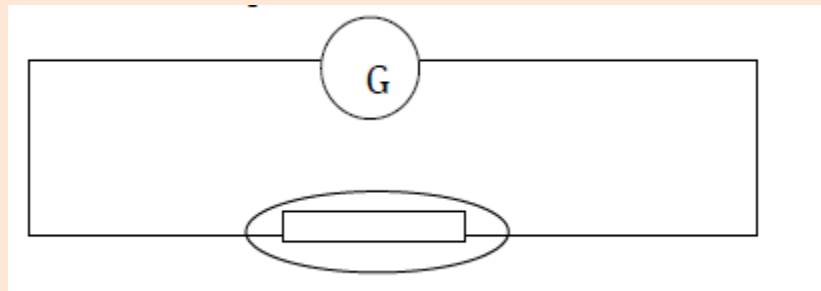
$$I_1 + I_2 + I_5 = I_3 + I_4$$



NOTIONS DE BASE

LOI D'OHM EN CONVENTION RÉCEPTEUR

Un **récepteur** est un dipôle qui **ne produit pas de courant**.



$$U = RI$$

$$I = GU$$

- U = tension aux bornes du dipôle (Volt)
- R = Résistance du dipôle (Ohm)
- $G = 1/R$, Conducteur du dipôle (Siemens)
- I = Intensité (Ampères)

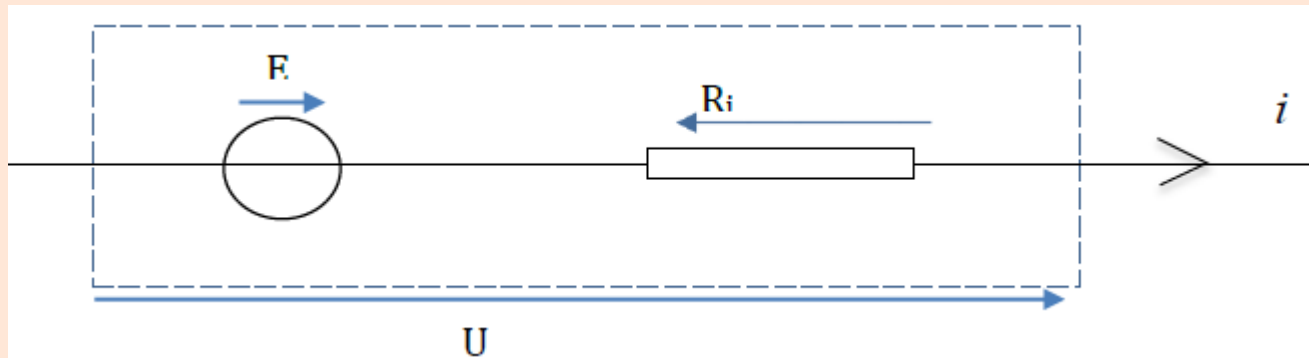


NOTIONS DE BASE

LOI D'OHM EN CONVENTION GÉNÉRATEUR

Un générateur est constitué d'un générateur idéal et d'une résistance interne.

- $U = E - R_i I$
- E = Force électromotrice du générateur (Volts)
- R_i = Valeur de la résistance interne (Ω)



NOTIONS DE BASE

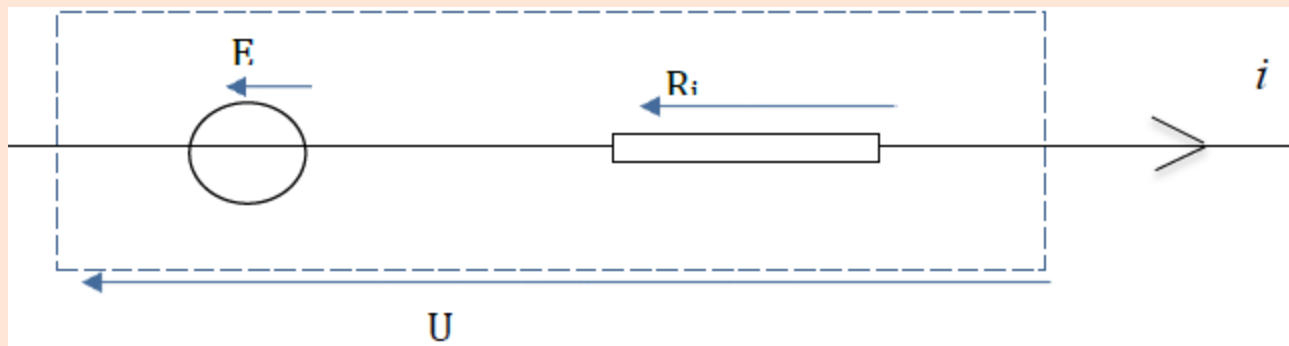
LOI D'OHM SUR LES MOTEURS

Un moteur réel est constitué d'un moteur idéal et d'une résistance interne.

$$U = E + R_i I$$

E = Force contre-électromotrice du moteur (Volts)

R_i = Valeur de la résistance interne (Ω)

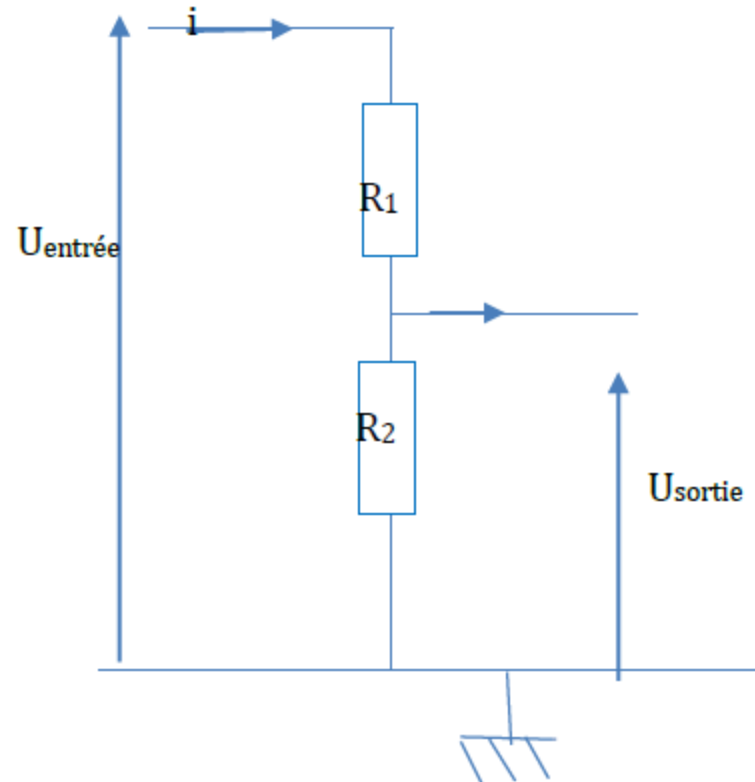


NOTIONS DE BASE

PONT DIVISEUR DE TENSION

Pont diviseur de tension

$$U_{\text{sortie}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times U_{\text{entrée}}$$



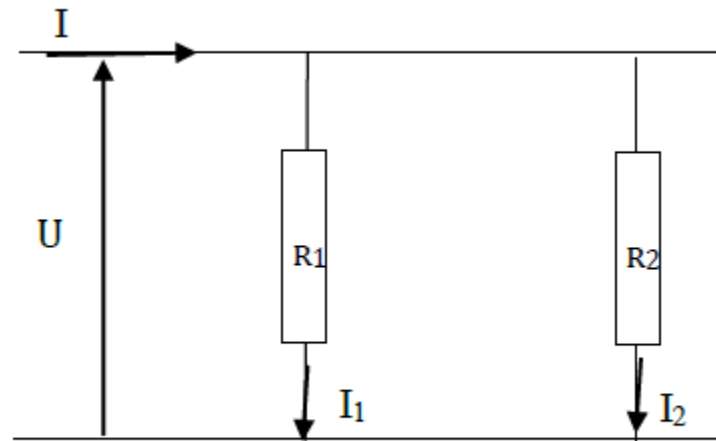
NOTIONS DE BASE

PONT DIVISEUR DE COURANT

Pont diviseur de courant

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times I$$

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times I$$



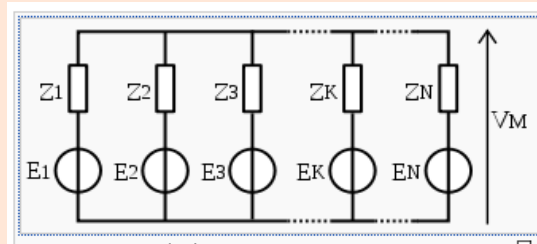
NOTIONS DE BASE

THÉORÈME DE MILLMAN

Le **théorème de Millman** est une forme particulière de la loi des nœuds exprimée en termes de potentiel.

Dans un réseau électrique de branches en parallèle, comprenant chacune un générateur de tension parfait en série avec un élément linéaire, la tension aux bornes des branches est donnée par:

$$V_M = \frac{\sum_{k=1}^N E_k \cdot Y_k}{\sum_{k=1}^N Y_k} = \frac{\sum_{k=1}^N \frac{E_k}{Z_k}}{\sum_{k=1}^N \frac{1}{Z_k}}$$



Dans le cas particulier d'un réseau électrique composé de résistances :

$$V_M = \frac{\sum_{k=1}^N E_k \cdot G_k}{\sum_{k=1}^N G_k} = \frac{\sum_{k=1}^N \frac{E_k}{R_k}}{\sum_{k=1}^N \frac{1}{R_k}}$$

On peut aussi le généraliser avec des générateurs de courants

$$V_M = \frac{\sum_{k=1}^N E_k \cdot G_k + \sum_{k=1}^P I g_k}{\sum_{k=1}^N G_k} = \frac{\sum_{k=1}^N \frac{E_k}{R_k} + \sum_{k=1}^P I g_k}{\sum_{k=1}^N \frac{1}{R_k}}$$

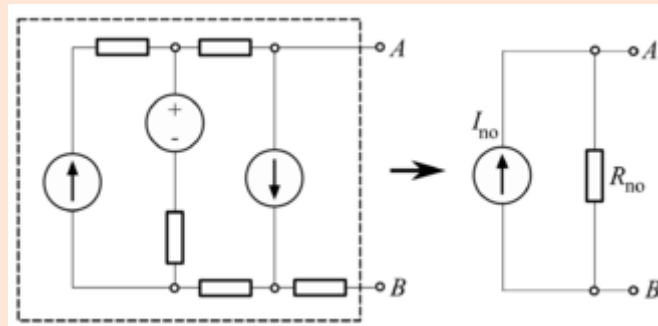


NOTIONS DE BASE

THÉORÈME DE NORTON

Le **Théorème de Norton** pour les réseaux électriques établit que tout circuit linéaire est équivalent à une source de courant idéale I , en parallèle avec une simple résistance R .

- le **courant de Norton** est le courant entre les bornes de la charge lorsque celle-ci est court-circuitée, d'où $I_c = I$ (court-circuit) ;
- la **résistance de Norton** est celle mesurée entre les bornes de la charge lorsque toutes les sources sont rendues inactives, en court-circuitant les sources de tension et en débranchant les sources de courant.

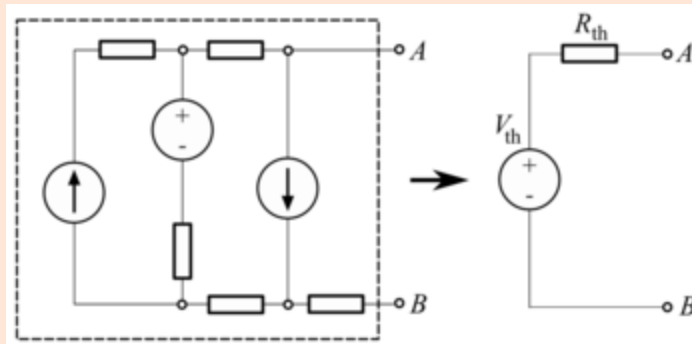


NOTIONS DE BASE

THÉORÈME DE THEVENIN

Un réseau électrique linéaire vu de deux points est équivalent à un générateur de tension parfait en série avec une résistance.

- La tension de Thévenin V_{Th} est la tension calculée ou mesurée, entre les bornes A et B lorsque la charge est déconnectée (tension à vide).
- La résistance de Thévenin R_{Th} est la résistance calculée, ou mesurée, entre les bornes A et B lorsque la charge est déconnectée et que les sources sont éteintes (les sources de tension indépendantes sont remplacées par un court circuit et les sources de courant indépendantes par un circuit ouvert).



NOTIONS DE BASE

CONVERSION ENTRE UN CIRCUIT DE THÉVENIN ET DE NORTON

On passe directement **d'un circuit de Thévenin** à un **circuit de Norton** et **inversement**, à l'aide des formules suivantes:

- De Thévenin à Norton;

$$R_N = R_{Th}, I_N = V_{Th} / R_{Th}$$

- De Norton à Thévenin;

$$R_{Th} = R_N, V_{th} = I_N R_N$$

