TOUT EN FICHES

Gilles Duménil

L'ESSENTIEL DE

PHYSIQUE APPLIQUÉE

BTS, LICENCE, IUT

DUNOD

Graphisme de la couverture : Pierre-André Gualino
Illustrations de couverture : shutterstock_1027451707

© Dunod, 2012, 2021
11, rue Paul Bert 92240 Malakoff
www.dunod.com
ISBN 978-2-10-082797-8

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).
Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Avant-propos

Je dédie cet ouvrage à ma mère sans laquelle rien n'aurait été possible...

Cet ouvrage aborde l'ensemble des thèmes de la physique et de l'électricité appliquée enseignés dans les sections post-baccalauréat. Il est composé de rappels sur les bases de l'électricité et de thèmes tels que les fonctions de l'électronique analogique, le traitement numérique du signal, les convertisseurs de puissance et les machines électriques.

Il est destiné à l'ensemble des étudiants des sections de BTS, DUT et des deux premières années de licence (cursus LMD) qui intègrent dans leur enseignement général des notions de physique et électricité appliquée.

Cet ouvrage se présente en 30 fiches abordant chacune un thème précis. Chaque fiche est composée d'une synthèse de cours et d'exercices d'application dont la solution détaillée est appuyée par des conseils méthodologiques de résolution.

Il constitue l'outil idéal pour des révisions efficaces en vue d'un contrôle et de l'examen.

Gilles Dumenil

Table des matières

Partie 1 Lois générales des circuits électriques

Fiche 1	Circuits électriques linéaires	1
Fiche 2	Lois et théorèmes généraux en courant continu	8
Fiche 3	Étude des signaux périodiques	12
Fiche 4	Circuits en régime sinusoïdal	17
Fiche 5	Régime transitoire	22

Partie 2 Fonctions de l'électronique analogique

Fiche 6	Filtres passifs	26
Fiche 7	Amplificateur opérationnel	33
Fiche 8	Amplification de différence Amplificateur d'instrumentation	39
Fiche 9	Les comparateurs à amplificateur opérationnel	43
Fiche 10	Systèmes bouclés	47

Partie 3 Traitement numérique du signal

Fiche 11	CNA et CAN	53
Fiche 12	Discrétisation Transformée en z	57
Fiche 13	Filtrage numérique	61

Partie 4 Puissances en régime sinusoïdal

Fiche 14 Puissances en régime sinusoïdal 67
Fiche 15 Systèmes triphasés équilibrés 71
Fiche 16 Relèvement du facteur de puissance 77

Partie 5 Convertisseurs d'énergie statiques

Fiche 17 Le transformateur 79
Fiche 18 Redressement monophasé non commandé 85
Fiche 19 Redressement monophasé commandé 92
Fiche 20 Pont tout thyristors 98
Fiche 21 Le gradateur 104
Fiche 22 Le hacheur 110
Fiche 23 Onduleur de tension monophasé 116
Fiche 24 Stratégies de commande des onduleurs 122

Partie 6 Convertisseurs d'énergie tournants

Fiche 25 Le moteur à courant continu 128
Fiche 26 Le moteur synchrone 134
Fiche 27 L'alternateur triphasé 140
Fiche 28 Le moteur asynchrone 144
Fiche 29 Variation de vitesse du moteur asynchrone 150
Fiche 30 Moteur pas à pas 156

Index 160

Circuits électriques linéaires

Fiche 1

1. Définition

Le courant électrique résulte d'un ***déplacement de particules*** portant une charge électrique. Dans les métaux, ces porteurs sont des ***électrons***, c'est-à-dire des particules élémentaires portant une charge négative.

- Le passage du courant électrique entre deux points A et B n'est possible que s'il existe entre ces deux points une différence de potentiel, appelée ***tension électrique***. Un ***potentiel*** est une tension prise par rapport à un potentiel de référence (la masse : $V_M = 0$). Si V_A et V_B sont respectivement les potentiels des points A et B, alors :

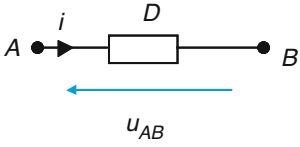
$$u_{AB} = V_A - V_B$$

- L'intensité du courant électrique s'exprime en ampères (A) et une tension s'exprime en volts (V). On peut donc écrire : $u_{AB} = k \cdot i + U_0$

Avec :

– U_0 : tension aux bornes du dipôle si $i = 0$ (à vide) ;

– k : coefficient réel homogène à une résistance (Ω).



REMARQUE

Il existe deux conventions :

– la convention récepteur : la flèche tension est opposée à la flèche courant ;

– la convention générateur : la flèche tension et la flèche courant sont dans le même sens.

Un ***circuit électrique*** est dit ***linéaire*** lorsqu'il est constitué de ***dipôles passifs et/ou actifs linéaires***, c'est-à-dire par des dipôles caractérisés par une relation ***linéaire*** entre le courant i et la tension u_{AB} aux bornes du dipôle.

2. Dipôles passifs linéaires élémentaires

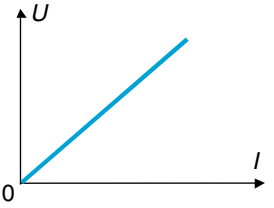
Dipôles résistifs

La caractéristique de $U = f(I)$ montre que U est proportionnelle à I.

Loi d'**Ohm** : $U = R \cdot I$

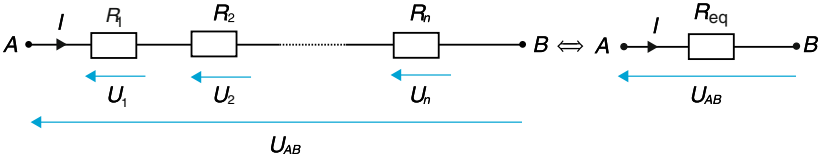
U : Volts (V), I : Ampères (A), R : Ohms (Ω).

La ***conductance*** est définie par : $\boxed{G = \frac{1}{R}}$ et s'exprime en Siemens (S).

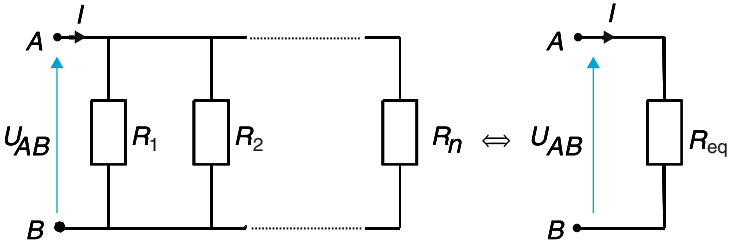


Le groupement de plusieurs résistances peut se ramener à une seule résistance appelée résistance équivalente en suivant les règles d'association série et parallèle.

La résistance équivalente d'un ensemble de résistances en série est égale à la somme des résistances : $\boxed{R_{eq} = R_1 + R_2 + ... + R_n}$

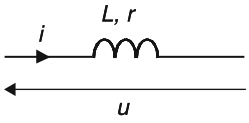


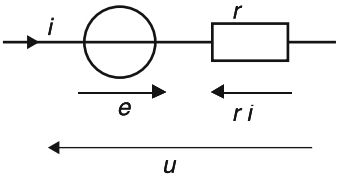
L'inverse de la résistance équivalente d'un ensemble de résistances en parallèle est égal à la somme des inverses des résistances : $\boxed{\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + ... + \frac{1}{R_n}}$



Dipôles inductifs

Une bobine réelle est constituée d'une inductance pure L en série avec une résistance r (résistance interne correspondant à la résistance du fil et responsable de pertes par effet Joule $P = r \cdot I^2$).





Loi de Lenz : $e = -\dfrac{d\Phi_T}{dt}$ (Φ_t : **flux total**).

Cas particulier du flux auto-induit

$\Phi_P = L \cdot i$ (flux propre à une bobine), d'où : $e = -L\dfrac{di}{dt}$.

e : force électromotrice auto-induite qui s'oppose à la cause qui lui donne naissance.

L : inductance en Henry (H).

Donc $\boxed{u = r \cdot i - e = r \cdot i + L\dfrac{di}{dt}}$

– si la bobine est parfaite : $r = 0\ \Omega$ et $\boxed{u = L\dfrac{di}{dt}}$

– si la bobine est alimentée en régime continu $i = I = \text{Cte}$, alors :

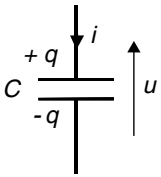
$u = 0$, si elle est parfaite (court-circuit).

$u = rI$, si elle ne l'est pas (avec $r = \rho\dfrac{L}{S}$, ρ résistivité en $\Omega \cdot m$).

Dipôles capacitifs

Pour un condensateur la relation entre l'ensemble des charges électriques q et la tension à ses bornes est : $q = C \cdot u$

C : capacité du condensateur en Farads (F).



Or $i = dq/dt$ donc $\boxed{i = C\dfrac{du}{dt}}$

Cas particulier du régime continu

Si $u = U = \text{Cte}$, alors $i = 0$ et le condensateur est équivalent à un circuit ouvert.

La capacité équivalente d'un ensemble de condensateurs en parallèle est égale à la somme des capacités de ces condensateurs. $C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + ... + C_n$

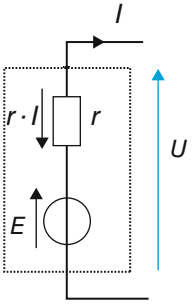
3. Dipôles actifs linéaires élémentaires

Générateurs de tension

REMARQUE
Par convention pour les dipôles actifs, on utilise la convention générateur ; U et I sont dans le même sens.

Relation pour un générateur de tension linéaire :

$$\boxed{U = E - r \cdot I}$$



E : f.é.m. à vide (pour $I = 0$).

r : résistance interne du dipôle actif.

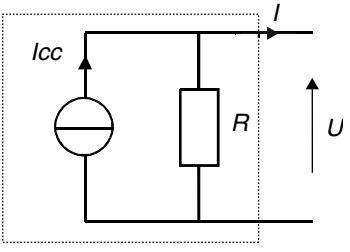
Générateur de tension parfait :

$r = 0\ \Omega$ et $U = E =$ Cte quelle que soit la valeur de I.

Générateur de courant

Relation pour un générateur de courant linéaire :

$$\boxed{I = I_{cc} - \frac{U}{R}}$$



I_{cc} : courant de court-circuit (pour $U = 0$).

R : résistance interne.

Générateur de courant parfait :

$R = \infty$ et $I = I_{cc} =$ Cte quelle que soit la valeur de U.