



Luc Lasne

# Exercices et problèmes d'électrotechnique

Notions de base, réseaux  
et machines électriques

2<sup>e</sup> édition

STS  
IUT  
Licence  
Écoles d'ingénieurs

DUNOD

ECT 53

053306

(4)

Luc Lasne



# Exercices et problèmes d'électrotechnique

Notions de base, réseaux  
et machines électriques



2<sup>e</sup> édition

DUNOD

# Table des matières

## AVANT PROPOS

V

## CHAPITRE 1 • CIRCUITS MONOPHASÉS ET TRIPHASÉS, PUISSANCES ÉLECTRIQUES

1

### 1.1 Synthèse de cours n° 1 : Circuits monophasés et puissances électriques, cas particulier du régime sinusoïdal

1

#### 1.1.1 Lois de base et conventions des circuits électriques

1

#### 1.1.2 Récepteurs électriques linéaires

2

#### 1.1.3 Régime continu et régimes variables

3

#### 1.1.4 Valeurs caractéristiques des régimes périodiques quelconques

4

#### 1.1.5 Le régime sinusoïdal et sa représentation complexe

5

#### 1.1.6 Les puissances électriques

9

### 1.2 Série d'exercices n° 1 : Circuits monophasés et puissances électriques

12

#### 1.2.1 Énoncés

12

#### 1.2.2 Correction des exercices

15

### 1.3 Synthèse de cours n° 2 : Systèmes triphasés

20

#### 1.3.1 Système triphasé : les bases

20

#### 1.3.2 Puissances en triphasé

24

#### 1.3.3 Schéma équivalent monophasé d'un système équilibré

25

### 1.4 Série d'exercices n° 2 : Circuits triphasés

25

#### 1.4.1 Énoncés

25

#### 1.4.2 Correction des exercices

30

1.5	Problème n° 1 : Charges monophasées et triphasées	39
1.5.1	Énoncé	39
1.5.2	Correction détaillée	42
1.6	Problème n° 2 : Systèmes triphasés déséquilibrés	48
1.6.1	Énoncé	48
1.6.2	Correction détaillée	51
1.7	Problème n° 3 : Sujet de synthèse Calcul complexe, Circuits monophasés et triphasés	58
1.7.1	Énoncé	58
1.7.2	Correction détaillée	62
<b>CHAPITRE 2 • CIRCUITS MAGNÉTIQUES ET TRANSFORMATEURS</b>		71
2.1	Synthèse de cours n° 3 : Circuits magnétiques et transformateurs	71
2.1.1	Circuits magnétiques en électrotechnique	71
2.1.2	Circuits magnétiques en régime alternatif sinusoïdal	74
2.1.3	Transformateurs	76
2.1.4	Transformateurs triphasés	79
2.2	Série d'exercices n° 3 : Circuits magnétiques et transformateurs	81
2.2.1	Énoncés	81
2.2.2	Correction des exercices	86
2.3	Problème n° 4 : Caractérisation et utilisation de transformateur industriel, mise en parallèle de transformateurs	94
2.3.1	Énoncé	94
2.3.2	Correction détaillée	98
2.4	Problème n° 5 : Modélisation d'un tronçon de réseau, conclusions sur la nécessité d'interconnexion des réseaux	106
2.4.1	Énoncé	106
2.4.2	Correction détaillée	109
2.5	Problème n° 6 : Sujet de synthèse, Magnétisme, circuits triphasés et adaptation d'impédances	118
2.5.1	Énoncé	118
2.5.2	Correction détaillée	120
<b>CHAPITRE 3 • CHARGES NON LINÉAIRES, HARMONIQUES DE COURANTS ET RÉGIMES TRANSITOIRES</b>		127
3.1	Synthèse de cours n° 4 : Charges non linéaires, harmoniques de courants et régimes transitoires	127
3.1.1	Charges non linéaires et puissances en régime déformé	127
3.1.2	Décomposition du courant en série de Fourier, notion d'harmoniques de courant	128
3.1.3	Les régimes transitoires en électrotechnique	130
3.2	Série d'exercices n° 4 : Grandeurs non sinusoïdales et régimes transitoires	133
3.2.1	Énoncés	133

3.2.2	Correction des exercices	136
3.3	Problème n° 7 : Charges non-linéaires, propagation et conséquences des courants non sinusoïdaux	144
3.3.1	Énoncé	144
3.3.2	Correction détaillée	147
<b>CHAPITRE 4 • MACHINES À COURANT CONTINU</b>		157
4.1	Synthèse de cours n° 5 : Machines à courant continu	157
4.1.1	Principe et constitution de la machine à courant continu	157
4.1.2	Schémas équivalents de la machine, fonctionnements en moteur et en génératrice	158
4.1.3	Montages série et parallèle (shunt)	160
4.2	Série d'exercices n° 5 : Machines à courant continu	161
4.2.1	Énoncés	161
4.2.2	Correction des exercices	166
4.3	Problème n° 8 : Choix et caractérisation d'une machine à courant continu pour une utilisation embarquée	173
4.3.1	Énoncé	173
4.3.2	Correction détaillée	177
4.4	Problème n° 9 : Machine à courant continu : réversibilité et régimes transitoires	182
4.4.1	Énoncé	182
4.4.2	Correction détaillée	185
<b>CHAPITRE 5 • MACHINES SYNCHRONES</b>		193
5.1	Synthèse de cours n° 6 : Champs tournants et Machines synchrones	193
5.1.1	Notion de champ tournant	193
5.1.2	Machines synchrones	196
5.1.3	Fonctionnements moteur et alternateur, écoulement des puissances et rendement	198
5.1.4	Alternateur couplé à un réseau	199
5.2	Série d'exercices n° 6 : Machines synchrones et alternateurs	200
5.2.1	Énoncés	200
5.2.2	Correction des exercices	205
5.3	Problème n° 10 : Étude d'un alternateur / moteur de centrale hydroélectrique	213
5.3.1	Énoncé	213
5.3.2	Correction détaillée	216
5.4	Problème n° 11 : Alternateur raccordé au réseau, compensateur synchrone	222
5.4.1	Énoncé	222
5.4.2	Correction détaillée	225

CHAPITRE 6 • MACHINES ASYNCHRONES	235
6.1 Synthèse de cours n° 7 : Moteurs asynchrones	235
6.1.1 Principe du moteur asynchrone et glissement	235
6.1.2 Construction du schéma équivalent monophasé du moteur asynchrone	236
6.1.3 Écoulement des puissances et rendement	237
6.1.4 Expression des puissances et des couples sous tension et fréquence constantes	238
6.2 Série d'exercices n° 7 : Machines asynchrones et alternateurs	240
6.2.1 Énoncés	240
6.2.2 Correction des exercices	243
6.3 Problème n° 12 : Motorisation asynchrone	251
6.2.1 Énoncé	251
6.2.2 Correction détaillée	254
6.4 Problème n° 13 : Synthèse sur les principaux moteurs électriques en traction	259
6.4.1 Énoncé	259
6.4.2 Correction détaillée	262
<b>BIBLIOGRAPHIE ET LIENS</b>	267

Luc Lasne

## Exercices et problèmes d'électrotechnique

### Notions de base, réseaux et machines électriques

**Cet ouvrage s'adresse** aux étudiants des STS, IUT, IUP, Licence (de la 1<sup>re</sup> à la 3<sup>e</sup> année) sciences de l'ingénieur, CAPES-CAPET (Masters métiers de l'enseignement) ainsi qu'aux élèves d'écoles d'ingénieurs. Il propose des exercices et des problèmes corrigés d'électrotechnique sur l'ensemble des notions à connaître sur la manipulation des circuits et des puissances électriques.

Des circuits monophasés et triphasés en alternatif sinusoïdal jusqu'aux moteurs électriques vus sous différents angles, en passant par l'étude des transformateurs, des régimes transitoires, des grandeurs non sinusoïdales et harmoniques, le lecteur sera sûr de balayer l'ensemble du programme à travers un travail personnel efficace.

Dans chaque chapitre :

- une synthèse du cours présente les notions incontournables ;
- une série d'exercices permet de s'entraîner et d'acquérir les méthodes de résolution ;
- un ou plusieurs problèmes permettent à l'étudiant d'approfondir ses connaissances.

Les solutions relatives à chaque problème sont particulièrement détaillées et insistent sur les notions à maîtriser ainsi que sur les méthodes de calcul propres à l'électrotechnique.

Dans cette deuxième édition, une partie des exercices a été renouvelée et de nouveaux problèmes ont été ajoutés.

Cet ouvrage complète le cours *Électrotechnique* de Luc Lasne dans la même collection.



2<sup>e</sup> édition

**Luc Lasne**

est professeur agrégé à l'université de Bordeaux I et ancien élève de l'École normale supérieure de Cachan.



9 782100 556250

6699763

ISBN 978-2-10-055625-0

