

**REPUBLIQUE LIBANAISE**

**MINISTERE DE L'EDUCATION ET DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR**



المديرية العامة للتعليم المهني والتقني  
General Directorate of Vocational  
and Technical Education

**PROGRAMME  
DU DIPLOME DE  
TECHNICIEN SUPERIEUR  
1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> année**

**Spécialité**

**« Electricité »**

**2014-2015**

# TS ELECTRICITE

	MATIERE	1 <sup>ère</sup> année		2 <sup>ème</sup> année	
		Durée (périodes)	Page	Durée (périodes)	Page
<b>Matières Générales</b>	1 <sup>ère</sup> langue étrangère FR / EN	60	4/13	-	-
	2 <sup>ème</sup> langue étrangère FR / EN	60	9/20	-	-
	Droit	30	26	-	-
	Mathématiques	120	28	90	74
	Physique	60	33	-	-
	Organisation industrielle	-	-	30	78
	Gestion et finance	-	-	30	82
	<b>TOTAL</b>	<b>330</b>		<b>150</b>	
<b>Matières Théoriques</b>	Electricité : Electrostatique et magnétisme	90	36	-	-
	Circuits électriques	90	40	-	-
	Machines électriques	120	45	120	86
	Sécurité et protection	30	50	-	-
	Servomécanisme	-	-	90	91
	Réseaux électriques et protections	-	-	60	95
	Eclairage et installation électrique	-	-	60	100
	Automatisme Industriel	-	-	60	102
	Transport et distribution de l'énergie électrique	-	-	90	106
	Production de l'énergie électrique	-	-	60	111
	Electronique de puissance	-	-	60	115
	Microcontrôleur	-	-	60	118
	Electronique	90	53	-	-
	Circuits logiques	60	56	-	-
	<b>TOTAL</b>	<b>480</b>		<b>660</b>	
<b>Travaux Pratiques</b>	TP Electricité : Installations et Mesures	90	59	-	-
	TP Commande des machines électriques	90	61	-	-
	TP Machines électriques	-	-	120	120
	TP Bobinages des machines électriques	-	-	60	125
	TP Automation	-	-	120	127
	TP Schéma électrique assisté par ordinateur	60	62	-	-
	TP Electronique	60	64	-	-
	TP Circuits logiques	60	66	-	-
	TP Microcontrôleur	-	-	60	129
	TP Electronique de puissance	-	-	60	130
	TP Langage C++	60	70	-	-
	<b>TOTAL</b>	<b>420</b>		<b>420</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>1230</b>		<b>1230</b>	

**PROGRAMME DU DIPLOME DE  
TECHNICIEN SUPERIEUR  
1<sup>ère</sup> année**

**Spécialité  
ELECTRICITE**

# 1<sup>ère</sup> LANGUE: FRANÇAIS

## (60 PERIODES)

### DESCRIPTION DU METIER

L'apprenant comprend et produit les consignes. Il prend notes de façon efficace et rapide et représente l'information sous forme de schémas (abréviation, symboles, sigles...) il repère le plan du cours et en fait la synthèse.

Cet apprenant sera capable d'échanger oralement et de suivre une discussion avec le client. De même, il maîtrisera la rédaction des documents professionnels : rapport, compte-rendu, différents types de lettres administratives.

Pour solliciter un poste, il saura présenter un CV, rédiger une lettre de candidature et se préparer à un entretien d'embauche.

### COMPETENCES

- Comprendre et produire des consignes.
- Prendre des notes.
- Etablir un échange oral.
- Etablir un échange avec le client.
- Repérer et produire un plan.
- Présenter un C.V.
- Produire des lettres professionnelles.
- Rédiger une lettre de motivation (demande d'emploi).
- Se préparer à un entretien d'embauche.

### COURS 1 : COMPRENDRE ET PRODUIRE UNE CONSIGNE

(10 périodes)

#### CHAPITRE 1 ETUDE D'UNE CONSIGNE COMPLEXE

##### Objectif

- Repérer les constituants d'une consigne complexe.

##### Contenu

- 1.1.1 Intonation et degré d'injonction (conseil, demande, ordre ...)
- 1.1.2 Marques des structures interrogatives à l'oral et à l'écrit.
- 1.1.3 Adverbes de modalisation (jamais, rarement, parfois, quelquefois, surtout, toujours, sûrement, certainement, sans doute,...)
- 1.1.4 Modes et temps verbaux (infinitif, impératif, futur, indicatif).
- 1.1.5 Structures syntaxiques : nominales, infinitives
- 1.1.6 Choix des personnes de l'énonciation
- 1.1.7 Formes verbales impersonnelles : formes pronominales et passive, proposition participiale (passe et présent).
- 1.1.8 Verbes de modalité : pouvoir, vouloir, savoir et devoir

## **CHAPITRE 2**

### **PRODUIRE DES CONSIGNES A PARTIR D'UNE TACHE CONCRETE**

#### **Objectif**

- Utiliser les notions du chapitre 1 pour produire une consigne

#### **Contenu**

- 1.2.1 Analyse d'une consigne ambiguë.
- 1.2.2 Reformulation d'une consigne ambiguë.
- 1.2.3 Production d'une consigne claire.

## **COURS 2 : PRENDRE DES NOTES**

(10 périodes)

### **OBJECTIFS**

Au terme de ce cours l'apprenant devrait être capable de :

- Distinguer les étapes d'un discours.
- Eliminer les éléments non-essentiels.
- Lire des notes.
- Reconstituer les notes en texte.

## **CHAPITRE 1**

### **LES ETAPES D'UN DISCOURS**

#### **Objectif**

- Ecouter un discours, en éliminer les éléments non essentiels et en distinguer les étapes.

#### **Contenu**

- 2.1.1 Relation plan / exposé oral.
- 2.1.2 Relation exposé oral / Icônes / image fixe ou mobile.
- 2.1.3 Relation exposé oral / démonstration / gestuelle.

## **CHAPITRE 2**

### **LES NOTES**

#### **Objectifs**

- Prendre des notes.
- Lire les notes.
- Reconstruire les notes en texte.

#### **Contenu**

- 2.2.1 Synthèses d'abréviation.
- 2.2.2 Synthèses d'une phrase en un mot-clé.
- 2.2.3 Elision des mots grammaticaux inutiles (détermination, préposition, pronoms.)
- 2.2.4 Utilisation des symboles, des abréviations et des sigles.

## **COURS 3 : ETABLIR UN ECHANGE ORAL**

**(10 périodes)**

### **OBJECTIFS**

Au terme de ce cours l'apprenant devrait être capable de :

- Connaître et respecter les paramètres indispensables à toute communication orale (attention, écoute, disponibilité ...).
- Repérer le type d'argument.
- Restituer oralement un message écrit ou oral : choisir, ordonner et structurer les éléments de son propre message.
- Se fixer un ou des objectifs et le (ou les) exprimer oralement.
- reformuler un message oral en tenant compte du destinataire et respectant la situation de communication (sujet, destinataire, les objectifs fixés ...)

### **CHAPITRE 1** **LA COMMUNICATION ORALE : RECEPTION**

#### **Objectifs**

- Comprendre un message oral.
- Restituer un message oral.

#### **Contenu**

- 3.1.1 Schéma logique de l'intervention.
- 3.1.2 Intonation.
- 3.1.3 Pronoms toniques.
- 3.1.4 Lexique de l'exemple, de la comparaison (tel, ainsi que, comme).
- 3.1.5 Repérage des redondances dans un document.
- 3.1.6 Restitution d'un message.

### **CHAPITRE 2** **LA COMMUNICATION ORALE : EMISSION**

#### **Objectifs**

- Répondre à un message oral.
- Recentrer le sujet d'une discussion ou le thème d'un débat.
- Reformuler un message oral.

#### **Contenu**

- 3.2.1 Types d'actes de parole : les verbes d'énonciation (confirmer, réfuter, juger, conclure ...).
- 3.2.2 Lexique de la confirmation (d'ailleurs, en effet ...).
- 3.2.3 Lexique de la concession et de la réfutation (certes, bien sûr, mais, cependant).
- 3.2.4 Réponse argumentée à une demande.
- 3.2.5 Structures syntaxiques du discours indirect.
- 3.2.6 Compte-rendu oral d'un événement dans l'entreprise, d'une visite de site, d'une réunion.

## **COURS 4: REPERER UN PLAN**

(10 périodes)

### **OBJECTIFS**

Au terme de ce cours l'apprenant devrait être capable de :

- Dégager les thèmes et les sous-thèmes d'un exposé
- Repérer la structure de l'exposé.
- Dégager les liens logiques entre les différentes parties.
- Reformuler l'exposé sous forme de plan.

### **CHAPITRE 1**

#### **STRUCTURE DE L'EXPOSE : LE THEME ET LES SOUS - THEMES**

##### **Objectif**

- Repérer à partir de certains indices, le plan de l'exposé.

##### **Contenu**

- 4.1.1 Ponctuation
- 4.1.2 Paratexte (titre, sous-titre, encadré, notes illustrations et renvois)
- 4.1.3 Symboles, abréviations et sigles.

### **CHAPITRE 2**

#### **LIENS LOGIQUES ENTRE LES PARTIES**

##### **Objectif**

- Repérer les liens logiques entre les parties.

##### **Contenu**

- 4.2.1 Eléments lexicaux de cohésion.
- 4.2.2 Eléments grammaticaux de cohésion : (conjonction de coordination...)
- 4.2.3 Lexique approprié pour introduire, exprimer une hypothèse, présenter des données, démontrer, expliquer, exprimer une restriction ou une condition, annoncer un résultat, conclure.
- 4.2.4 Articulateurs logiques et chronologiques
- 4.2.5 Choix des structures nominales ou infinitives d'après le moment de l'exposé.

### **CHAPITRE 3**

#### **PASSAGE DE L'EXPOSE AU PLAN**

##### **Objectif**

- Reformuler l'exposé sous forme de plan

##### **Contenu**

- 4.3.1 Utiliser les notions des chapitres 1 et 2 pour faire des exercices d'application

## **COURS 5 : REDIGER DES DOCUMENTS ADMINISTRATIFS ET PROFESSIONNELS**

**(20 périodes)**

### **OBJECTIFS**

Au terme de ce cours, l'apprenant devrait être capable de :

- Présenter un C.V.
- Rédiger une lettre de motivation (demande d'emploi)
- Rédiger des lettres administratives et professionnelles.
- Rédiger un rapport, un compte-rendu.
- Se préparer à un entretien d'embauche.

### **CHAPITRE 1**

#### **REDACTION ADMINISTRATIVE ET PROFESSIONNELLE.**

##### **Objectifs**

- Présenter un C.V.
- Rédiger une lettre de motivation (demande d'emploi)
- Rédiger des lettres professionnelles : commande, demande de renseignements, demande de stage...
- Rédiger un rapport, un compte-rendu.
- Se préparer à un entretien d'embauche.

##### **Contenu**

- 5.1.1 Structure du C.V.
- 5.1.2 Structure de la lettre de motivation et de la lettre professionnelle.
- 5.1.3 Lexique : formules de politesse, de présentation....
- 5.1.4 Révision des verbes de modalité (avoir, l'intention de, décider de ...).
- 5.1.5 Mise en page d'une lettre (en-tête, marge, espaces...).
- 5.1.6 Notion de paragraphes.
- 5.1.7 Les quantificateurs partitifs : un peu de, beaucoup de, (ne pas confondre avec peu de, assez de, trop de) des, quelques, plusieurs, certains, pas du tout, en, une partie.
- 5.1.8 Les marqueurs spatiaux : devant, derrière, avant, après, gauche, droite, latéral, postérieur, inférieur, supérieur, côté, centre.
- 5.1.9 Lexique : vocabulaire approprié au type de lettre.
- 5.1.10 Mise en page et contenu d'un compte-rendu.
- 5.1.11 Mise en page et contenu d'un rapport.

**N.B.** : Le dernier objectif doit être reparté sur toute l'année.



## 2<sup>ème</sup> LANGUE ETRANGERE : FRANÇAIS (60 PERIODES)

### DESCRIPTION DU METIER

A la fin de ce cursus, l'apprenant devrait être capable de participer à une conversation : il saurait se présenter, prendre la parole et soutenir une conversation portant sur des sujets se rapportant à sa spécialisation comme la prise de congé. Il devrait alors comprendre, produire les consignes et les traduire quand il le faut. Finalement, il devrait consulter des documents de la spécialité.

### COMPETENCES

- Présenter, se présenter, prendre la parole.
- Comprendre et produire des consignes.
- Consulter des documents de la spécialité.

### COURS 1 : PRESENTER, SE PRESENTER, PRENDRE LA PAROLE

(25 périodes)

#### OBJECTIFS

Au terme de ce cours, l'apprenant devrait être capable de :

- Prendre contact.
- Etablir un échange de base.
- Soutenir une conversation.
- Prendre congé.

### CHAPITRE 1 PRISE DE CONTACT ET ECHANGE DE BASE

#### Objectifs

- Saluer.
- Se présenter.
- Etablir un échange de base.

#### Contenu

- 1.1.1 Destinataire : pronoms sujets et toniques, choix de la personne (tutoiement/ vouvoiement).
- 1.1.2 Lexique de la salutation adapté à la personne et à la situation.
- 1.1.3 Formules de prise de contact.
- 1.1.4 Structures interrogatives à l'oral.
- 1.1.5 Expressions ou structures d'interrogation (s'il vous plaît, pardon, excusez-moi...).
- 1.1.6 Conditionnel de politesse.
- 1.1.7 Présentatifs (c'est un, il est...).

## **CHAPITRE 2**

### **CONVERSATION**

#### **Objectifs**

- Entamer et soutenir une conversation.
- Echanger des points de vue (des opinions).

#### **Contenu**

- 1.2.1 Structures syntaxiques du discours direct.
- 1.2.2 Intonation.
- 1.2.3 Lexique de l'exemple, de la comparaison (tel, ainsi que, comme...).
- 1.2.4 Expressions d'ouverture, de fermeture et de changement d'orientation.
- 1.2.5 Pronoms toniques.
- 1.2.6 Expressions ou adverbes ou interjections de réflexion (bon, c'est-à-dire, est...).
- 1.2.7 Formules de demande d'explicitation (je n'ai pas compris, c'est-à-dire ? ...).
- 1.2.8 Lexique de l'accord / du désaccord.

## **CHAPITRE 3**

### **PRISE DE CONGE**

#### **Objectifs**

- Enoncer des hypothèses.
- Prendre congé.

#### **Contenu**

- 1.3.1 Lexique de l'énonciation (dire, rappeler, aborder...).
- 1.3.2 Lexique de l'appréciation (nul, médiocre, excellent) et du remerciement (merci, je vous en prie...).
- 1.3.3 Eléments d'information socioculturels (appellation, formules de politesse, tutoiement, vouvoiement...).
- 1.3.4 Lexiques de probabilité (adverbes d'affirmation, de négation, de doute: sans doute, certainement, peut-être, on ne sait jamais...).
- 1.3.5 Lexique et gestuelle de la prise de congé.
- 1.3.6 Les outils de l'hypothèse
  - 1.3.6.1 Modes et temps (subjectif, conditionnel, imparfait)
  - 1.3.6.2 Conjonctions (si, au cas où...)

## **COURS 2 : COMPRENDRE ET PRODUIRE DES CONSIGNES**

**(20 périodes)**

### **OBJECTIFS**

Au terme de ce cours, l'apprenant devrait être capable de :

- Comprendre l'objectif d'une consigne complexe.
- Expliciter une consigne.
- Reformuler des consignes, produire des consignes à partir d'une tâche concrète.
- Traduire un mode d'emploi, une tâche à accomplir.

## **CHAPITRE 1**

### **ETUDE DE CONSIGNES**

#### **Objectif**

- Repérer les constituants d'une consigne complexe.

#### **Contenu**

- 2.1.1 Intonation et degré d'injonction (conseil, demande, ordre).
- 2.1.2 Marques des structures interrogatives à l'oral et à l'écrit (est-ce que...).
  - 2.1.2.1 Structures interrogatives à l'oral et à l'écrit.
  - 2.1.2.2 Interrogation directe.
- 2.1.3 Adverbes de modalisation (jamais, rarement, parfois, surtout, toujours, sûrement, certainement, sans doute...)
- 2.1.4 .rofessionnellesLexique des tâches p

## **CHAPITRE 2**

### **PRODUCTION ET TRADUCTION DE CONSIGNE**

#### **Objectifs**

- Produire des consignes.
- Traduire des consignes.

#### **Contenu**

- 2.2.1 Modes et temps verbaux (infinitif... impératif... futur de l'indicatif...).
- 2.2.2 Structures syntaxiques nominales, infinitives, verbales.
- 2.2.3 Choix des personnes de l'énonciation.
- 2.2.4 Formes verbales impersonnelles : forme, pronominale de sens passif, proposition participiale (passé et présent).
- 2.2.5 Verbes de modalité (pouvoir, savoir, devoir...).
  - 2.2.5.1 Utiliser les notions du chapitre 1 pour produire des consignes.
  - 2.2.5.2 Thème et version de textes concernant la spécialisation.

## **COURS 3 : CONSULTER DES DOCUMENTS DE LA SPECIALITE**

**(15 périodes)**

### **OBJECTIFS**

Au terme de ce cours, l'apprenant devrait être capable de :

- Lire en faisant la relation entre le texte et l'illustration.
- Comprendre et utiliser les termes techniques.
- Faire une recherche ciblée d'information.

## **CHAPITRE 1**

### **LECTURE ET COMPREHENSION D'UN DOCUMENT**

#### **Objectifs**

- Associer texte et illustration.
- Utiliser les termes techniques.

#### **Contenu**

- 3.1.1 Mise en relief ou en schéma (espaces, tirets, retraits de ligne, graphismes et sigles).
- 3.1.2 Structures nominale, infinitive, impérative.

## **CHAPITRE 2**

### **RECHERCHE CIBLEE D'INFORMATION**

#### **Objectif**

- Faire une recherche ciblée d'information.

#### **Contenu**

- 3.2.1 Impersonnalisation de l'énonciation (« *il* » et « *on* » impersonnels).
- 3.2.2 Forme pronominale.
- 3.2.3 Les modalités, idées de pouvoir et de devoir.
- 3.2.4 L'expression de l'interdiction : forme négative, adjectifs (déconseillé, défendu, dangereux...).
- 3.2.5 La condition avec « *si* ».

# 1<sup>st</sup> LANGUAGE : ENGLISH

## (60 PERIODS)

---

### JOB DESCRIPTION

Learners will be able to understand and write instructions, to pick the outline of a passage and outline, to understand lexical terms related to the specialization, to consult technical documents and to use documents related to culture and art. They will be also able to analyze oral and written communication, negotiate with customers, clients, and suppliers. Professional learners will have the ability to deal with professional documents; such as writing reports and exchanging letters.

### COMPETENCES

- Understand and write instructions.
- Pick the outline from the passage and outline.
- Understand lexical terms related to specialization.
- Consult technical documents
- Use documents related to culture and art
- Written and oral professional writing
- Negotiate and sell
- Administrative and professional correspondence

### UNIT 1: UNDERSTAND AND WRITE INSTRUCTIONS

(8 periods)

#### OBJECTIVES

- By the end of this unit, learners will be able understand their teachers instructions in order to interact with him/her and follow the strategies.

#### LESSON 1

#### **FIND POINTERS AND INDICATORS WHICH ARE HELPFUL IN UNDERSTANDING THE OBJECTIVE OF COMPLICATED INSTRUCTIONS**

##### **Objective**

- In the end of this lesson, learners will be able to understand the difficult instructions from the indications and the pointers, which are found in the text.

##### **Contents**

- 1.1.1 Intonation.
- 1.1.2 Context clue.
- 1.1.3 Pronouns.
- 1.1.4 Sentence structure (simple, compound, complex).
- 1.1.5 verbs (infinitive, imperative, and simple future).

## **LESSON 2**

### **FIND POTENTIAL AMBIGUOUS POINTS IN INSTRUCTIONS AND RESTRUCTURE THEM**

#### **Objective**

- In the end of this lesson, learners will be able to find and understand the ambiguous points and write them again.

#### **Contents**

- 1.2.1 Adverbs of frequency.
- 1.2.2 Tag questions.
- 1.2.3 Interrogative (wh-questions).
- 1.2.4 Lexicon related to authentic tasks.

## **LESSON 3**

### **WRITE INSTRUCTIONS BASED ON CONCRETE AND AUTHENTIC TASKS**

#### **Objective**

- The aim of this lesson is to help learners to apply and imitate what they have studied.

#### **Contents**

- 1.3.1 Direct/indirect speech.

## **UNIT 2: PICK OUT THE OUTLINE FROM THE PASSAGE AND OUT LINE** **(8 periods)**

### **OBJECTIVES**

- By the end of this unit, the learners will be able to pick out the topic, main sentences, supporting ideas. They will be also able to extract information from the text.

## **LESSON 1**

### **PICK OUT THE THEME AND THE STRUCTURE OF A STATEMENT**

#### **Objective**

- The learners will be able to conclude the moral lesson of the passage, and they will be able to pick out topic, main ideas and supporting sentences from the text too.

#### **Contents**

- 2.1.1 Titles, subtitles, headlines, illustrations and referrals.
- 2.1.2 Logical and chronological development of an essay. (Introducing hypothesis, presentation of a given data, demonstration, explanation, conditions, results and conclusion).

## **LESSON 2**

### **FIND THE LOGICAL LINKS BETWEEN DIFFERENT PARTS OF A TEXT**

#### **Objective**

- At the end of this lesson, learners will be able to use conjunctions and transitions to join parts together or to move from one idea to another, one paragraph to another or from one part to another.

#### **Contents**

- 2.2.1 Lexical cohesion (key words, key sentences).
- 2.2.2 Grammatical cohesion (conjunctions, transitions).

### **LESSON 3**

#### **REPRODUCE THE STATEMENT**

##### **Objective**

- The purpose of this lesson is to encourage learners to write summaries and to produce statements by using their own style in writing.

##### **Contents**

2.3.1 Participles (present-past).

### **UNIT 3: UNDERSTAND LEXICAL TERMS TO THE SPECIALIZATION**

**(8 periods)**

#### **OBJECTIVES**

- By the end of this unit, the learners will have memorize a large number of words that is associated with their specialization.

#### **LESSON 1**

#### **UNDERSTAND THE LEXTUAL MEANING OF A WORD, AND TO UNDERSTAND A WORD FROM ITS ORIGIN, SUFFIXES AND PREFIXES OR FROM ITS OPPOSITE MEANING**

##### **Objective**

- The objective of this lesson is to enrich the English language by acquiring more vocabulary.

##### **Content**

- 3.1.1 Key words.
- 3.1.2 Lexical terms used as replacement (stuff, thing).
- 3.1.3 Root words, prefixes and suffixes
- 3.1.4 Lexical cohesion

#### **LESSON 2**

#### **DIFFERENTIATE BETWEEN THE COMMON MEANING OF A WORD AND ITS SEVERAL SPECIFIC MEANINGS, AND USE THE SUITABLE TERM IN A PROFESSIONAL CONTEXT**

##### **Objective**

- The aim of this lesson is to help students understand what they read, and to drop the elements which are not necessary.

##### **Content**

- 3.2.1 Terminology (special words for special use of study).

### **UNIT 4: CONSULT TECHNICAL DOCUMENTS**

**(10 periods)**

#### **OBJECTIVE**

- By the end of this unit, learners will be able to seek information from different sources which are related to their specialization such as; specialized books, dictionaries or journals etc..

## **LESSON 1**

### **SELECT THE FIELD OF STUDY**

#### **Objective**

- At the end of this lesson, learners will be able to choose the field of their study.

#### **Contents**

- 4.1.1 Terminology used in different field of study.
- 4.1.2 Aberrations, pronunciation, compound nouns.
- 4.1.3 Hyponyms, hyperonyms.

## **LESSON 2**

### **COMBINE WORDS OF THE SAME FAMILY**

#### **Objective**

- In the end of this lesson, learners will be able to use words of the same category together.

#### **Contents**

- 4.2.1 Synonyms, antonyms.
- 4.2.2 Homonyms and genres
- 4.2.3 Determiners and quantifiers.

## **LESSON 3**

### **GLOBAL AND SELECTIVE READING**

#### **Objective**

- AT the end of this lesson, learners will be able to choose the suitable documents for their study, and to look for information needed in documents that are associated with their study.

#### **Contents**

- 4.3.1 Adverb formation (hard, fast, well, hardly).
- 4.3.2 Present participle
- 4.3.3 Negation.
- 4.3.4 Structure of a book (content, index, glossary, bibliography)

## **LESSON 4**

### **ANALYSE READING (ANALYTIC READING)**

#### **Objective**

- In the end of this lesson, learners will be able to study and find out the nature and the relationship between the parts of the passage.

#### **Contents**

- 4.4.1 Write situation (author, source, theme, date potential readers)

## **UNIT 5: USE DOCUMENT RELATED TO CULTURE AND ART**

**(6 periods)**

### **OBJECTIVES**

- By the end of this unit, learners will be able to use documents (books, journals, encyclopedia etc) that are associated with culture and art.



## **LESSON 1**

### **READ THE TEXT THOROUGHLY (IMPLICIT AND EXPLICIT)**

#### **Objectives**

- The objective of this lesson is to help students read the text very well and understand the ideas which are stated clearly and deduce the implied one.

#### **Contents**

- 5.1.1 Synonyms and symbolism (sky blue, red copper, olive green)
- 5.1.2 Inference (to deduce the explicit and the implicit)
- 5.1.3 Meanings
- 5.1.4 Redundant, contradictory and complementary information
- 5.1.5 Modal auxiliaries

## **UNIT 6: WRITTEN AND ORAL COMMUNICATION**

**(8 PERIODS)**

### **OBJECTIVES**

- By the end of this unit, learners will be able to converse others, write to them or receive letters from them

## **LESSON 1**

### **RECEIVE PEOPLE**

#### **Objective**

- At the end of this lesson, the learners will be able to receive people and attract them by using a polite style in conversing them

#### **Contents**

- 6.1.1 Formal language
- 6.1.2 Special expressions used in acceptance and confirmation (sure, certainly, absolutely)
- 6.1.3 Expression used in commercial correspondence
- 6.1.4 Titles (sir, madam, your Excellency)

## **LESSON 2**

### **COMMUNICATE BY PHONE AND EXCHANGE IDEAS**

#### **Objectives**

- In the end of this lesson, learners will be able to call others, receive calls, and exchange ideas (give his / her opinion, understand the others opinions)

#### **Contents**

- 6.2.1 Techniques of phone communication.
- 6.2.2 Polite refusal

## **LESSON 3**

### **WRITE A MEMORANDUM, ORGANIZE A LETTER, PUT THE IDEAS IN ORDER, AND FORMULATE ACCORDING TO THE NORMS**

#### **Objectives**

- At the end of this lesson, learners will have acquired the ability to write an organized professional letter according to the norms, and to use specific polite expressions

#### **Contents**

- 6.3.1 Letter layout (header, margin, space, and footer)
- 6.3.2 Expression used in commercial correspondence

- 6.3.3 Rhythm and emphatic punctuation
- 6.3.4 Spelling
- 6.3.5 Formal language
- 6.3.6 Polite refusal

## **UNIT 7: NEGOTIATE AND SELL**

**(6 PERIODS)**

### **OBJECTIVES**

- By the end of this unit, learners will be able to negotiate their clients, customers or suppliers in order to persuade them to buy their products

### **LESSON 1**

## **INCREASE THE VALUE OF OWNERS ENTERPRISE AND OF THE INTERLOCUTOR**

### **Objectives**

- By the end of this unit, learners will be able to confer with their customers to reach an agreement

### **Contents**

- 7.1.1 Comparative adjectives
- 7.1.2 Comparative adverbs
- 7.1.3 Conjunctions
- 7.1.4 Markers of concession (you're right)
- 7.1.5 Markers of restriction (despite of, in spite of)

### **LESSON 2**

## **UNDERSTAND AND ANALYZE AN AGREEMENT AND DEVELOP IT**

### **Objectives**

- In the end of this lesson, the learners will be able to understand, analyze and debate a discussion to be able to persuade

### **Contents**

- 7.2.1 Words expressing contrast (adverbs of contrast: even though, though)
- 7.2.2 Markers of numeration (firstly, secondly)
- 7.2.3 Conditionals (adverbial clauses of condition: provided, only if, whether or not)

### **LESSON 3**

## **OBJECT AND ANSWER BY GIVING COUNTER PROPOSITIONS**

### **Objective**

- In the end of this lesson, learners will be able to reject the others suggestions and give suggestions from his own.

### **Contents**

- 7.3.1 Expressions used as a result of negotiations (OK, all right, it's a deal etc)

### **LESSON 4**

## **MARK THE DEAL AND CONCLUDE THE DEAL**

### **Objectives**

- By the end of this lesson, learners will be able to reach an agreement with his / her customer and make a deal with.

## **UNIT 8: PROFESSIONAL AND ADMINISTRATIVE CORRESPONDENCE** **(6 PERIODS)**

### **Objective**

- By the end of this unit, learners will be able to exchange professional letters and reports

### **LESSON 1** **WRITE A C.V AND A MOTIVATING LETTER**

#### **Objective**

- In the end of this lesson, learner will be able to write a C.V and a letter to urge others make a deal with him / her

#### **Contents**

- 8.1.1 Structure of a C.V
- 8.1.2 Structure of a motivating letter

### **LESSON 2** **PROFESSIONAL CORRESPONDENCE**

#### **Objectives**

- At the end of this lesson, learners will be able to deal with and exchange professional letters

#### **Contents**

- 8.2.1 Same as lessons 1 and 2
- 8.2.2 Verbs expressing intention (intend, decide)

## 2<sup>ND</sup> LANGUAGE: ENGLISH

### (60 PERIODS)

---

### JOB DESCRIPTION

Learners will be able to understand and write instructions, pick the outline of a passage and outline, understand lexical terms related to the specialization, consult technical documents, use documents related to culture and art. They will be also able to analyze oral and written communication, negotiate with customers, clients, and suppliers. Processional learners will have the ability to deal with professional documents; such as writing reports and exchanging letters.

### COMPETENCES

- Understand and write instructions.
- Pick the outline from the passage and outline.
- Understand lexical terms related to specialization.
- Consult technical documents
- Use documents related to culture and art
- Written and oral professional writing
- Negotiate and sell
- Administrative and professional correspondence

### UNIT 1: UNDERSTAND AND WRITE INSTRUCTIONS

(8 periods)

### OBJECTIVES

- By the end of this unit, learners will be able understand their teachers instructions in order to interact with hind her and follow the strategies.

#### LESSON 1

### FIND POINTERS AND INDICATORS WHICH ARE HELPFUL IN UNDERSTANDING THE OBJECTIVE OF COMPLICATED INSTRUCTIONS

#### Objective

- In the end of this lesson, learners will be able to understand the difficult instructions from the indications and the pointers, which are found in the text.

#### Contents

- 1.1.1 Intonation.
- 1.1.2 Pronouns.
- 1.1.3 Sentence structure (simple, compound, complex).
- 1.1.4 Verbs (infinitive, imperative, and simple future).

## **LESSON 2**

### **FIND POTENTIAL AMBIGUOUS POINTS IN INSTRUCTIONS AND RESTRUCTURE THEM**

#### **Objective**

- In the end of this lesson, learners will be able to find and understand the ambiguous points and write them again.

#### **Contents**

- 1.2.1 Adverbs of frequency.
- 1.2.2 Tag questions.
- 1.2.3 Interrogative (wh-questions).

## **LESSON 3**

### **WRITE INSTRUCTIONS BASED ON CONCRETE AND AUTHENTIC TASKS**

#### **Objective**

- The aim of this lesson is to help learners to apply and imitate what they have studied.

#### **Contents**

- 1.3.1 Direct/indirect speech.

## **UNIT 2 : PICK OUT THE OUTLINE FROM THE PASSAGE AND OUT LINE** **(8 periods)**

### **OBJECTIVES**

- By the end of this unit, the learners will be able to pick out the topic, main sentences, supporting ideas. They will be also able to extract information from the text.

## **LESSON 1**

### **FIND THE LOGICAL LINKS BETWEEN DIFFERENT PARTS OF A TEXT**

#### **Objective**

- At the end of this lesson, learners will be able to use conjunctions and transitions to join parts together or to move from one idea to another, one paragraph to another or from one part to another.

#### **Contents**

- 2.2.1 Grammatical cohesion (conjunctions, transitions).

## **LESSON 2**

### **REPRODUCE THE STATEMENT**

#### **Objective**

- The purpose of this lesson is to encourage learners to write summaries and to produce statements by using their own style in writing.

#### **Contents**

- 2.3.1 Participles (present-past).

## **UNIT 3: UNDERSTAND LEXICAL TERMS TO THE SPECIALIZATION**

**(8 periods)**

### **OBJECTIVES**

- By the end of this unit, the learners will have memorize a large number of words that is associated with their specialization.

### **LESSON 1**

#### **UNDERSTAND THE LEXTUAL MEANING OF A WORD, AND TO UNDERSTAND A WORD FROM ITS ORIGIN, SUFFIXES AND PREFIXES OR FROM ITS OPPOSITE MEANING**

##### **Objective**

- The objective of this lesson is to enrich the English language by acquiring more vocabulary.

##### **Content**

- 3.1.1 Key words.
- 3.1.2 Root words, prefixes and suffixes
- 3.1.3 Lexical cohesion

## **UNIT 4 : CONSULT TECHNICAL DOCUMENTS**

**(10 periods)**

### **OBJECTIVE**

- By the end of this unit, learners will be able to seek information from different sources which are related to their specialization such as; specialized books, dictionaries or journals etc..

### **LESSON 1**

#### **SELECT THE FIELD OF STUDY**

##### **Objective**

- At the end of this lesson, learners will be able to choose the field of their study.

##### **Contents**

- 4.1. Aberrations, pronunciation, compound nouns.

### **LESSON 2**

#### **COMBINE WORDS OF THE SAME FAMILY**

##### **Objective**

- In the end of this lesson, learners will be able to use words of the same category together.

##### **Contents**

- 4.2. Synonyms, antonyms.

## **LESSON 3**

### **GLOBAL AND SELECTIVE READING**

#### **Objective**

- At the end of this lesson, learners will be able to choose the suitable documents for their study, and to look for information needed in documents that are associated with their study.

#### **Contents**

- 4.3.1 Adverb formation (hard, fast, well, hardly).
- 4.3.2 Present participle

## **UNIT 5 : USE DOCUMENT RELATED TO CULTURE AND ART**

**(6 periods)**

### **OBJECTIVES**

- By the end of this unit, learners will be able to use documents (books, journals, encyclopedia etc) that are associated with culture and art.

## **LESSON 1**

### **READ THE TEXT THOROUGHLY (IMPLICIT AND EXPLICIT)**

#### **Objectives**

- The objective of this lesson is to help students read the text very well and understand the ideas which are stated clearly and deduce the implied one.

#### **Contents**

- 5.1.1 synonyms and symbolism (sky blue, red copper, olive green)
- 5.1.2 Meanings
- 5.1.3 Modal auxiliaries

## **UNIT 6 : WRITTEN AND ORAL COMMUNICATION**

**(8 PERIODS)**

### **OBJECTIVES**

- By the end of this unit, learners will be able to converse others, write to them or receive letters from them

## **LESSON 1**

### **RECEIVE PEOPLE**

#### **Objective**

- At the end of this lesson, the learners will be able to receive people and attract them by using a polite style in conversing them

#### **Contents**

- 6.1.1 Formal language
- 6.1.2 Special expressions used in acceptance and confirmation (sure, certainly, absolutely)

## **LESSON 2**

### **COMMUNICATE BY PHONE AND EXCHANGE IDEAS**

#### **Objectives**

- In the end of this lesson, learners will be able to call others, receive calls, and exchange ideas (give his / her opinion, understand the others opinions)

#### **Contents**

- 6.2.1 Techniques of phone communication.
- 6.2.2 polite refusal

## **UNIT 7 : NEGOTIATE AND SELL**

**(6 PERIODS)**

### **OBJECTIVES**

- By the end of this unit, learners will be able to negotiate their clients, customers or suppliers in order to persuade them to buy their products

### **LESSON 1**

#### **INCREASE THE VALUE OF OWNERS ENTERPRISE AND OF THE INTERLOCUTOR**

#### **Objectives**

- By the end of this unit, learners will be able to confer with their customers to reach an agreement

#### **Contents**

- 7.1.1 Comparative adjectives
- 7.1.2 Comparative adverbs
- 7.1.3 Conjunctions

### **LESSON 2**

#### **UNDERSTAND AND ANALYZE AN AGREEMENT AND DEVELOP IT**

#### **Objectives**

- In the end of this lesson, the learners will be able to understand, analyze and debate a discussion to be able to persuade

#### **Contents**

- 7.2.1 Words expressing contrast (adverbs of contrast: even though, though)
- 7.2.2 Markers of numeration (firstly, secondly)

### **LESSON 3**

#### **OBJECT AND ANSWER BY GIVING COUNTER PROPOSITIONS**

#### **Objective**

- In the end of this lesson, learners will be able to reject the others suggestions and give suggestions from his own.

#### **Contents**

- 7.3.1 Expressions used as a result of negotiations (OK, all right, it's a deal etc)



## **UNIT 8 : PROFESSIONAL AND ADMINISTRATIVE CORRESPONDENCE**

**(6 PERIODS)**

### **OBJECTIVE**

- By the end of this unit, learners will be able to exchange professional letters and reports

### **LESSON 1**

#### **WRITE A C.V AND A MOTIVATING LETTER**

#### **Objective**

- In the end of this lesson, learner will be able to write a C.V and a letter to urge others make a deal with him / her

#### **Contents**

- 8.1.1 Structure of a C.V
- 8.1.2 Structure of a motivating letter

# DROIT

(30 PERIODES)

## ماهيّة قانون العمل :

1-1: تعريف قانون العمل

2-1: نطاق تطبيق قانون العمل

1-2: تعريفه

2-2:

3-2: أطرافه

4-2: موجبات طرفيه

5-2: أنواعه

6-2: الأسباب المشتركة لإنهاء جميع أنواع عقود العمل الفرديّة

7-2: أسباب إنتهاء عقود العمل المحددة المدة

8-2: أسباب إنتهاء عقود العمل غير المحددة المدة

9-2: الفرق بين عقد العمل المحدد المدة وعقد العمل غير المحدد المدة

1-3:

1-1-3:

2-1-3: شروط تشغيل الأجراء ساعات إضافية

3-1-3: الراحة اليوميّة

4-1-3: الراحة الأسبوعيّة

2-3:

1-2-3:

2-2-3: إجازات الأعياد

3-2-3: (تعريفها، شروطها، مدتها، مفاعيلها)

4-2-3: الإجازة السنويّة أو العاديّة (تعريفها، شروطها، مدتها، مفاعيلها)

5-2-3: الإجازة المرضيّة (تعريفها، شروطها، مدتها، مفاعيلها)

1-4: تعريفه

2-4: مضمونه

## مجالس العمل التحكيمية :

1-5: تعريفها

2-5: إنشأؤها (تأليفها)

3-5: إختصاصاتها

4-5: القواعد والأصول المتبعة أمامها

1-6: تعريف النقابة

2-6:

3-6:

- \_\_\_\_\_:
- 1-7: تعريف إضراب الأجراء
- 2-7: تعريف إضراب الأجراء القانوني
- 3-7: الشروط الواجب توافرها لإعتبار إضراب الأجراء إضراباً قانونياً

**عقود العمل الجماعية والوساطة والتحكيم**

- 1-8: عقود العمل الجماعية
- 1-1-8: تعريف عقد العمل الجماعي
- 2-1-8:
- 3-1-8:
- 4-1-8: الفرق بين عقد العمل الفردي وعقد العمل الجماعي
- 2-8: الوساطة والتحكيم
- 1-2-8: (تعريفها، أصولها أو إجراءاتها، إنهاؤها، آثارها أو نتائجها)
- 2-2-8: التحكيم (تعريفه، أصوله أو إجراءاته، إنهاؤه، آثاره أو نتائجه)
- 3-2-8: الفرق بين الوساطة والتحكيم

\_\_\_\_\_:

1-1: تعريف الصندوق الوطني للضمان الإجتماعي

2-1:

**الفروع التي يشملها الضمان**

1-2:

- 1-1-2: تعريف ضمان المرض والأمومة
- 2-1-2: الحالات التي يشملها فرع ضمان المرض والأمومة
- 3-1-2: الأشخاص الذين يشملهم فرع ضمان المرض والأ
- 4-1-2: تقديمات فرع ضمان المرض والأمومة
- 5-1-2: العناية الطبية (الأشخاص الذين يستفيدون منها، تقديماتها، مقدار مساهمة الصندوق والأشخاص المضمونين فيها)
- 6-1-2: الإشتراكات المتوجبة بالنسبة للمؤسسات غير الحرفية
- 2-2: فرع ضمان طواريء العمل والأمراض المهنية (تعريفه، حالاته)
- 3-2: فرع التقديمات العائلية والتعليمية (التعويضات العائلية)
- 1-3-2: تعريف التعويض العائلي
- 2-3-2: الأشخاص الذين تتوجب عنهم التقديمات (التعويضات)
- 3-3-2: الأشخاص الذين تدفع لهم التقديمات (التعويضات)
- 4-3-2: قيمة التعويضات وطريقة دفعها
- 5-3-2: الإشتراكات المتوجبة بالنسبة للمؤسسات غير الحرفية
- 4-2: فرع نظام تعويض نهاية الخدمة
- 1-4-2: تعريف تعويض نهاية الخدمة
- 2-4-2: حالات إستحقاق تعويض نهاية الخدمة ( )
- 3-4-2: الإشتراكات المتوجبة بالنسبة للمؤسسات غير الحرفية
- 4-4-2: الفرق بين تعويض نهاية الخدمة الكامل وتعويض نهاية الخدمة المخفض.

# MATHEMATIQUES

(120 PERIODES)

Le programme de mathématiques de la première année du T.S. (section étudiants titulaires du baccalauréat académique) comporte les modules suivants : Analyse, algèbre linéaire, géométrie analytique et vectorielle.

## OBJECTIFS GENERAUX

L'enseignement de mathématiques doit:

Fournir aux étudiants les outils mathématiques nécessaires à l'ensemble des disciplines techniques.

Développer des capacités de raisonnement méthodique et de synthèse.

Développer la capacité de construction des modèles mathématiques relatifs à des cas pratiques.

Fournir aux étudiants une formation permettant le traitement des données et des résultats expérimentaux.

## MODULE 1 : ALGEBRE LINEAIRE

### CHAPITRE 1 NOMBRES COMPLEXES

#### Objectifs

Au terme de ce chapitre, l'étudiant devrait être capable de :

- Identifier les nombres complexes.
- Exploiter les propriétés des nombres complexes dans des problèmes géométriques et physiques.
- Appliquer la théorie des nombres complexes en électronique.

#### Contenu

##### 2.1.1 Nombres complexes

2.1.1.1 Définition et propriétés des nombres complexes

2.1.1.2 Forme algébrique, trigonométrique et exponentielle des nombres complexes

2.1.1.3 Interprétation géométrique des opérations définies dans le système des nombres complexes

2.1.1.4 Racines énième de l'unité. Formules de Moivre et d'Euler

### CHAPITRE 2 MATRICE ET DETERMINANTS

#### Objectifs

Au terme de ce chapitre, l'étudiant devrait être capable de:

- Appliquer les méthodes du calcul matriciel.
- Utiliser les déterminants pour calculer l'inverse d'une matrice.
- Appliquer les transformations élémentaires pour calculer l'inverse d'une matrice.
- Utiliser les propriétés des matrices orthogonales dans le plan et dans l'espace.
- Appliquer la diagonalisation des matrices carrées.

#### Contenu

##### 2.2.1 Matrice d'ordre ( $n \times m$ )

2.2.1.1 Définition

2.2.1.2 Opérations définies sur l'ensemble de matrices: Somme de deux matrices de même ordre; opposée d'une matrice; multiplication d'une matrice par un nombre; matrice transposée d'une matrice; produit de deux matrices d'ordre ( $n \times m$ ) et ( $m \times p$ )

2.2.1.3 Propriétés des opérations définies sur l'ensemble de matrices

##### 2.2.2 Matrice carrée

2.2.2.1 Matrices régulières et singulières

- 2.2.2.2 Déterminant d'une matrice carrée
- 2.2.2.3 Règles de calcul des déterminants
- 2.2.2.4 Propriétés des déterminants
- 2.2.2.5 Règles de calcul de l'inverse d'une matrice carrée. Règle des transformations élémentaires
- 2.2.2.6 Diagonalisation des matrices carrées
- 2.2.3 Applications
  - 2.2.3.1 Etude des matrices orthogonales d'ordre (2x2) et (3x3)
  - 2.2.3.2 Méthode de Gauss de résolution des systèmes d'équations linéaires

## **MODULE 2 : ANALYSE**

### **CHAPITRE 1** **FONCTIONS TRANSCENDANTES USUELLES**

#### **Objectifs**

Au terme de ce chapitre, l'étudiant devrait être capable de :

- Appliquer les propriétés des fonctions trigonométriques et trigonométriques inverses
- Utiliser les propriétés des fonctions logarithmiques.
- Utiliser les propriétés des fonctions exponentielles.
- Utiliser la fonction puissance  $y = x^\alpha$ ,  $\alpha \in \mathbb{R}$ ,  $x > 0$ .
- Appliquer les propriétés des fonctions hyperboliques et hyperboliques inverses

#### **Contenu**

- 1.1.1 Fonctions trigonométriques
- 1.1.2 Fonctions inverses des fonctions trigonométriques. Propriétés et représentation graphique
- 1.1.3 Fonction logarithme népérien
- 1.1.4 Propriétés de la fonction logarithme népérien
- 1.1.5 Limites de la fonction logarithme népérien
- 1.1.6 Etude et représentation graphique de la fonction  $y = \text{Log } x$
- 1.1.7 Application à l'intégration des fractions rationnelles simples
- 1.1.8 Etude et représentation graphique de la fonction  $y = \log_a x$
- 1.1.9 Formule de changement de base. Logarithme décimal
- 1.1.10 Fonction exponentielle népérienne ( $y = e^x$ )
- 1.1.11 Propriétés de la fonction exponentielle népérienne
- 1.1.12 Limites de la fonction exponentielle népérienne
- 1.1.13 Etude et représentation graphique de la fonction  $y = e^x$
- 1.1.14 Etude et représentation graphique de la fonction  $y = a^x$
- 1.1.15 Fonction puissance ( $y = x^\alpha$ ,  $\alpha \in \mathbb{R}$ ,  $x > 0$ )
- 1.1.16 Etude de la croissance comparée
- 1.1.17 Propriétés (formules remarquables) et représentation graphique des fonctions hyperboliques:  $\text{sh } x$ ,  $\text{ch } x$ ,  $\text{tgh } x$ ,  $\text{ctgh } x$
- 1.1.18 Etude et représentation graphique des fonctions hyperboliques inverses:  $\text{sh}^{-1} x$ ,  $\text{ch}^{-1} x$ ,  $\text{tgh}^{-1} x$ ,  $\text{ctgh}^{-1} x$

### **CHAPITRE 2** **INTEGRALES DES FONCTIONS D'UNE SEULE VARIABLE**

#### **Objectifs**

Au terme de ce chapitre, l'étudiant devrait être capable de :

- Intégrer une fonction d'une seule variable.
- Utiliser les intégrales définies et indéfinies.
- Exploiter la pratique d'approximation des intégrales définies.
- Utiliser les intégrales définies dans les applications géométriques et physiques.

## Contenu

- 1.3.1 Intégrale indéfinie
  - 1.3.1.1 Définition et propriétés
  - 1.3.1.2 Méthodes d'intégration (par parties et par changement de variable)
  - 1.3.1.3 Intégrales indéfinies des certaines fonctions élémentaires : fractions rationnelles; fractions rationnelles de sinus et cosinus trigonométriques ou hyperboliques; certains types simples des fonctions irrationnelles (Racine carrée de  $ax^2 + bx + c$ , avec  $b^2 - 4ac < 0$ ); transcendentes usuelles
- 1.3.2 Intégrale définie (de Riemann)
  - 1.3.2.1 Définition, sens géométrique, somme intégrale
  - 1.3.2.2 Conditions d'intégrabilité et propriétés générales de l'intégrale définie
  - 1.3.2.3 Règles d'approximation de l'intégrale définie
  - 1.3.2.4 Formule de Newton-Leibniz d'intégration
  - 1.3.2.5 Inégalité entre les intégrales définies. Inégalité de Schwartz
  - 1.3.2.6 Théorème de la moyenne
  - 1.3.2.7 Changement de variable
- 1.3.3 Applications géométriques et physiques de l'intégrale définie
  - 1.3.3.1 Calcul des aires planes et calcul des volumes de révolution
  - 1.3.3.2 Calcul des aires des corps de révolution
  - 1.3.3.3 Calcul des longueurs des arcs des courbes planes
  - 1.3.3.4 Calcul des moments d'inertie et calcul des coordonnées des centres de masse
  - 1.3.3.5 Calcul de la pression hydrostatique....
- 1.3.4 Notion d'intégrale impropre. Tests de convergence

## **CHAPITRE 3**

### **EQUATIONS DIFFERENTIELLES**

## Objectifs

Au terme de ce chapitre, l'étudiant devrait être capable de :

- Appliquer la technique des équations différentielles.
- Utiliser les équations différentielles pour modéliser des problèmes concrets.
- Appliquer les méthodes de résolution approchée des équations différentielles.
- Utiliser les méthodes du calcul symbolique de Laplace pour résoudre des équations différentielles ordinaires.
- Utiliser la technique des séries pour résoudre des équations différentielles ordinaires.

## Contenu

- 1.4.1 Equations différentielles du premier ordre
  - 1.4.1.1 Equations homogènes du premier ordre
  - 1.4.1.2 Equations se ramenant aux équations homogènes
  - 1.4.1.3 Equations linéaires du premier ordre : équations de Bernoulli
  - 1.4.1.4 Equations aux différentielles totales. Equations se ramenant aux équations aux différentielles totales. Facteur intégrant
  - 1.4.1.5 Equation de Clairaut et équation de Lagrange
  - 1.4.1.6 Solution approchée des équations différentielles du premier ordre (méthode d'Euler)
  - 1.4.1.7 Applications :
- 1.4.2 Equations différentielles d'ordre supérieur
  - 1.4.2.1 Equations linéaires homogènes. Propriétés des solutions
  - 1.4.2.2 Equations linéaires homogènes d'ordre  $n$  à coefficients constants
  - 1.4.2.3 Equations linéaires non homogènes d'ordre  $n$  à coefficients constants
  - 1.4.2.4 Equations linéaires non homogènes d'ordre  $n$
  - 1.4.2.5 Equation de Bessel. Application des séries à la résolution des équations différentielles.

## **CHAPITRE 4**

### **FONCTIONS NUMERIQUES DE PLUSIEURS VARIABLES**

#### **Objectifs**

Au terme de ce chapitre, l'étudiant devrait être capable de :

- Appliquer les propriétés des dérivées partielles et utiliser les théorèmes de dérivation dans le cas des fonctions multi-variables
- Exploiter la pratique de la dérivation pour l'étude des courbes planes et des surfaces dans l'espace données sous forme implicite
- Exploiter la pratique de la différentiation et de la dérivation pour le calcul approché

#### **Contenu**

- 1.4.1 Définitions des fonctions de deux et de trois variables
- 1.4.2 Domaines dans  $\mathbb{R}^2$  et  $\mathbb{R}^3$ . Domaines ouverts et fermés. Lignes et surfaces de niveau
- 1.4.3 Limites des fonctions de deux et de trois variables. Propriétés (indépendance de la limite de la manière de tendance du point courant vers le point limite)
- 1.4.4 Continuité des fonctions de deux et de trois variables en un point et dans un domaine. Continuité des fonctions composées
- 1.4.5 Propriétés des fonctions continues en un point (somme de deux fonctions continues, produit d'une fonction continue par un scalaire, produit et quotient de deux fonctions continues)
- 1.4.6 Propriétés des fonctions continues dans un domaine fermé (Théorème des valeurs intermédiaires)
- 1.4.7 Dérivées partielles d'une fonction de deux ou trois variables. Sens physique et géométrique. Règles de calcul
- 1.4.8 Dérivées partielles d'ordre supérieur d'une fonction de deux ou trois variables
- 1.4.9 Extremums des fonctions multi-variables ( $n = 2, 3$ ). Conditions analytiques
- 1.4.10 Intégration des formes différentielles totales
- 1.4.11 Applications :
  - 1.4.11.1 Equations des droites: tangente et normale en un point d'une courbe plane donnée implicitement par une relation de la forme  $f(x, y) = 0$
  - 1.4.11.2 Equation du plan tangent et de la droite normale en un point d'une surface donnée implicitement par une relation de la forme  $f(x, y, z) = 0$
  - 1.4.11.3 Calcul approché et calcul des extremums

## **MODULE 3 : GEOMETRIE ANALYTIQUE ET VECTORIELLE**

### **CHAPITRE 1**

#### **COURBES PLANES EN COORDONNEES CARTESIENNES ET POLAIRES**

#### **Objectifs**

Au terme de ce chapitre, l'étudiant devrait être capable de :

- Appliquer le calcul différentiel pour l'étude et la représentation graphique des courbes données en coordonnées cartésiennes sous la forme :  $y = f(x)$
- Appliquer le calcul différentiel pour l'étude et la représentation graphique des courbes données en coordonnées paramétriques et en particulier, polaires, sous la forme :  $\rho = \rho(\theta)$

#### **Contenu**

- 3.1.1 Forme :  $y = y(x)$ 
  - 3.1.1.1 Repère cartésien
  - 3.1.1.2 Etude de la concavité en un point d'une fonction deux fois dérivable. Points d'inflexion.
- 3.1.2 Etude et représentation graphique des courbes données en coordonnées polaires sous la forme :  $\rho = \rho(\theta)$ 
  - 3.1.2.1 Définitions des coordonnées polaires.
  - 3.1.2.2 Changement de coordonnées. Repère cartésien associé.
  - 3.1.2.3 Equations de quelques courbes simples.

3.1.2.4 Tangente en un point à une courbe définie en coordonnées polaires par la relation :

$$\rho = \rho(\theta)$$

3.1.2.5 Points d'inflexion; Branches infinies; Points doubles; Points multiples

3.1.3 Courbes données sous forme paramétrique : Circonférence; ellipse; hyperbole; conchoïde; astroïde; cycloïde...

## **CHAPITRE 2**

# **LES OPERATEURS DIFFERENTIELS DANS LES CHAMPS SCALAIRES ET VECTORIELS**

### **Objectifs**

Au terme de ce chapitre, l'étudiant devrait être capable de :

- Utiliser l'opérateur hamiltonien et les opérateurs différentiels: grad, div, rot.
- Utiliser la dérivée directionnelle.

### **Contenu**

3.4.1 Définition d'un champ scalaire (dans le plan et dans l'espace)

3.4.1.1 Lignes et surfaces de niveau

3.4.2 Définition d'un champ vectoriel (dans le plan et dans l'espace)

3.4.2.1 Champ vectoriel uniforme

3.4.3 Opérateur hamiltonien nabla  $\nabla$

3.4.3.1 Le gradient d'un champ scalaire  $U(x, y, z)$  : grad  $U$ , flux d'un vecteur.

3.4.3.2 La divergence d'un champ vectoriel : div  $F$

3.4.3.3 Le rotationnel d'un champ vectoriel : rot  $F$

3.4.3.4 Propriétés de grad, div et rot

3.4.3.5 Laplacien  $\Delta$

3.4.4 Dérivée directionnelle d'un champ scalaire. Propriétés

3.4.5 Applications : Les opérateurs grad, div, rot et  $\Delta$  en coordonnées polaires, cylindriques, et sphériques.



# PHYSIQUE

(60 PERIODES)

## OBJECTIFS GENERAUX

- Expériences de démonstration (liste non limitative)
- Etude du mouvement accéléré  
Expérience sur : chute libre, plan incliné, mesure de la force d'inertie.  
Etude du mouvement circulaire - dynamique de corps en rotation :
- Mesures de l'accélération centripète, centrifugation, détermination du mouvement d'inertie.
- Etude du mouvement mixte : Mouvements dans un système comprenant des solides en rotation et en translation : expérience sur la machine d'Atwood.
- Etude des lois de la conservation : Expériences sur : conservation de la quantité du mouvement choc ; élastique, choc non élastique, conservation du moment cinétique d'un système isolé déformable.

## CONTENU

### CHAPITRE 1

#### LES GRANDEURS PHYSIQUES : UNITES, DIMENSIONS, MESURES

- 1.1 Nature des grandeurs physiques
- 1.2 Les systèmes d'unités :
  - Unités fondamentales
  - Unités dérivées
  - Conversion d'unités
- 1.3 Equations aux dimensions :
  - Homogénéité des formules
  - Analyse dimensionnelle
- 1.4 Les ordres de grandeurs (dimension, temps, énergie...)
- 1.5 Mesures, étalons et erreurs :
  - 5.1 Incertitude absolue
  - 5.2 Incertitude relative
  - 5.3 Calcul d'erreurs relatives.

### CHAPITRE 2

#### LES MOUVEMENTS

- 2.1 Systèmes des coordonnées, degré de liberté. Repères : cartésien, polaire, cylindrique, sphérique, changement de repère. Référentiel.
- 2.2 Cinématique du point matériel. Mouvement à une dimension, vitesse (moyenne et instantanée), accélération (moyenne et instantanée), interprétation graphique, mouvement uniforme, uniformément varié, applications.  
Mouvement à deux dimensions; vitesse, accélération, mouvement des projectiles.  
Mouvement circulaire; variable angulaire, vitesse et accélération angulaires  
Mouvement à accélération centrale : applications.
- 2.3 Mouvement relatif : mouvement d'entraînement, dérivation dans un mouvement relatif, transformation des vecteurs, vitesse et accélération, accélération complémentaire, mouvement composé.

## **CHAPITRE 3**

### **DYNAMIQUE DU POINT.FORCE**

- 3.1 Les forces. Les interactions, champs de forces, exemples.
- 3.2 Principes de dynamique :
  - Principe d'inertie
  - Principes fondamentaux de la dynamique
  - Principe d'action et de réaction.
- 3.3 Applications :
  - Chute libre, tir dans le vide, tir dans l'air, mouvement à force centrale, mouvement hélicoïdal, équation du mouvement d'un système de masse variable, mouvement d'un point lié à une courbe opo à une surface (point mobile sans frottement sur une sphère).
- 3.4 Equilibre d'un point matériel; conditions d'équilibre, équilibre statique, stabilité, équilibre dynamique
- 3.5 Etat dynamique d'un point matériel; grandeurs vectorielles :
  - Quantité du mouvement; définition, expression, unité
  - Moment cinétique; définition, expression, unité.

## **CHAPITRE 4**

### **DYNAMIQUE DES SOLIDES INDEFORMABLES**

- 4.1 Mouvement d'un solide; mouvement linéaire, mouvement du entre de gravité, mouvement autour d'un axe, vitesse et accélération d'un point, d'un solide; vitesse et accélération linéaires, angulaires.
- 4.2 Moment d'inertie : définition, calcul du moment d'inertie, distribution linéaire, superficielle, volumique, théorème d'hygens.
- 4.3 Etude du mouvement d'un solide indéformable :
  - Forces appliquées à un solide; forces intérieure, extérieure, force de contact, frottement
  - Moment cinétique
  - Principe fondamental de la dynamique des solides
  - Appliqué à un solide en mouvement de translation
  - Appliqué à un solide en mouvement de rotation.

## **CHAPITRE 5**

### **TRAVAIL, PUISSANCE ET ENERGIE**

- 5.1 Travail, déplacement d'un vecteur force, travail d'une force, travail de la somme des forces, unités :
  - Travail dans un mouvement de translation
  - Expression du travail dans un mouvement de rotation.
- 5.2 Puissance :
  - Puissance instantanée, moyenne, unité
  - Expression de puissance en mouvement de translation, de rotation (en fonction de : force, vitesse)
- 5.3 Energie cinétique :
  - Expression de l'énergie cinétique
  - Energie cinétique et travail; théorème de l'énergie cinétique
  - Energie cinétique en mouvement de translation, de rotation.

- 5.4 Energie potentielle :
  - 5.4.1 Champ et potentiel, force dérivant d'un potentiel, force ne dérivant pas d'un potentiel, forces appliquées et forces conservatives
    - 5.4.1.1 Energie potentielle, expression, variation de l'énergie potentielle, énergie potentielle gravitationnelle
    - 5.4.1.2 Applications
- 5.4 Energie mécanique : expression, conservation, et non conservation de l'énergie mécanique, les forces dissipatives, forces de frottement.

## **CHAPITRE 6**

### **LES LOIS DE LA CONSERVATION**

- 6.1 Conservation d'une quantité de mouvements :
  - 6.1.1 Impulsion d'une force appliquée à un solide
  - 6.1.2 Théorème de la quantité de mouvements, applications
  - 6.1.3 Conditions de la conservation d'une quantité de mouvements, mouvements de centre de masse, application; propulsion par réaction.
- 6.2 Conservation du moment cinétique :
  - 6.2.1 Impulsion appliquée à un solide en mouvement autour d'un axe, impulsion angulaire
  - 6.2.2 Théorème du moment cinétique, applications
  - 6.2.3 Conditions de conservation du moment cinétique, application à un système déformable
  - 6.2.4 Moment cinétique dans le mouvement autour du centre de gravité.
- 6.3 Conservation de l'énergie :
  - 6.3.1 Conditions de conservation de l'énergie cinétique
  - 6.3.2 Conservation de l'énergie mécanique totale
  - 6.3.3 Applications à la mécanique du solide, théorème des forces vives, énergie mécanique dans le champ des forces extérieures, conservation de l'énergie mécanique dans un système isolé.
  - 6.3.4 Applications aux problèmes des chocs et percussions ; choc sans frottement, choc élastique, choc inélastique, pendule balistique.

## **CHAPITRE 7**

### **MOUVEMENT HARMONIQUE ET OSCILLATIONS**

- 7.1 Définition, oscillation libre.
- 7.2 Oscillateur harmonique à une dimension, oscillateur à force centrale force attractive  $f = -Kx$ , un mouvement oscillatoire d'une masse attachée à un ressort, équation du mouvement, solution, période, conditions aux limites, amplitude, phase.
- 7.3 Cause d'amortissement d'un oscillateur, oscillateur amorti par frottement fluide; équation du mouvement, solution, pulsation, pseudo-période.
- 7.4 Régimes d'oscillations amorties ; conditions d'obtention d'un régime pseudo-périodique, d'un régime critique, d'un régime apériodique, amortissement optimal.
- 7.5 Aspect énergétique de l'amortissement, facteur de qualité, analogie électrique.
- 7.6 Oscillateur harmonique amorti à une dimension soumis à une force extérieure fonction sinusoïdale du temps, équation du mouvement, solution; régime transitoire et régime forcé (permanent)
- 7.7 Etude de la résonance; bande passante, acuité de résonance, aspect énergétique.
  - 7.7.1 Analogie électromagnétique, impédance d'un oscillateur, expression, relation, vitesse-impédance à la résonance, puissance transférée, puissance moyenne.

# **ELECTRICITE: ELECTROSTATIQUE ET MAGNETISME (90 PERIODES)**

## **OBJECTIVES**

A la fin de ce cours, l'étudiant doit être capable de :

- Comprendre les aspects physiques de l'électrostatique et la théorie du magnétisme.
- Appliquer les lois générales de l'électrostatique, calculer le champ électrique, le potentiel et l'énergie due à la distribution des charges.
- Calculer la capacité et l'énergie stockée pour différents types de condensateurs.

## **Contenu**

### **PARTIE I: Electrostatique**

#### **Chapitre 1**

#### **Loi de Coulomb**

**(8 périodes)**

- 1.1 Electrification, charge électrique
- 1.2 Propriétés de la charge
- 1.3 Généralités sur l'influence électrostatique
  - 2.3.1 Phénomène d'influence
  - 2.3.2 Electrification par influence
  - 2.3.3 Electrification par contact
- 1.4 Définir: Conducteur, Isolant et Semi-conducteur
- 1.5 Loi de Coulomb – Force électrique
  - 2.5.1 Résultante de plusieurs vecteurs
- 1.6 Système d'unités
- 1.7 Exercices

#### **Chapitre 2**

#### **Le champ électrostatique**

**(12 périodes)**

- 2.1 Le champ électrique - Définition
- 2.2 Lignes de champ et tube de champ
- 2.3 Calcul du champ électrique en:
  - 3.3.1 Point chargé
  - 3.3.2 Groupe de charges
- 2.4 Calcul du champ électrique créé par une distribution continue de charge
  - 2.4.1 Distribution linéique
    - 2.4.1.1 Champ créé par un fil rectiligne indéfini
    - 2.4.1.2 Champ d'un anneau circulaire
  - 2.4.2 Distribution surfacique
    - 2.4.2.1 Champ créé par un disque (0, R) indéfini
  - 2.4.3 Distribution volumique
- 2.5 Exercices

## **Chapitre 3**

### **Potentiel**

**(12 périodes)**

- 3.1 Circulation du champ électrique
- 3.2 Travail de la force électrostatique
- 3.3 Potentiel électrostatique
- 3.4 Relation entre **E** et **V**
  - 3.4.1 Linéaire
  - 3.4.2 Potentiel gradient
  - 3.4.3 En repère cartésien
  - 3.4.4 En repère cylindrique
- 3.5 Différent type de potentiel
  - 3.5.1 Potentiel dû à une charge
  - 3.5.2 Potentiel dû à un groupe de charges
  - 3.5.3 Potentiel dû à une distribution de charges
    - 3.5.3.1 Distribution linéique
    - 3.5.3.2 Distribution surfacique et distribution volumique
- 3.6 Dipôle électrique élémentaire
  - 3.6.1 Définition
  - 3.6.2 Potentiel et champ électrique dû à un dipôle
- 3.7 Ligne de champ et spectre électrique
- 3.8 Exercices

## **Chapitre 4**

### **Flux électrique et Théorème de Gauss**

**(6 périodes)**

- 4.1 Angle solide
- 4.2 Représentation vectorielle d'une surface
- 4.3 Expression de l'angle solide élémentaire
- 4.4 Angle solide d'une surface fermée
- 4.5 Théorème de Gauss
  - 5.5.1 Flux du champ électrique
  - 5.5.2 Flux d'un champ créé par une charge ponctuelle
  - 5.5.3 Flux sortant d'une surface fermée – Théorème de Gauss
- 4.6 Exercices

## **Chapitre 5**

### **Conducteurs en équilibre; coefficients d'influence**

**(6 périodes)**

- 5.1 Equilibre électrostatique dans un conducteur
  - 5.1.1 Définition d'un conducteur
  - 5.1.2 Propriété d'un conducteur à l'équilibre
  - 5.1.3 Condition d'équilibre d'un conducteur
- 5.2 Théorème des éléments correspondants
- 5.3 Influence partielle et influence totale
- 5.4 Capacité d'un conducteur isolé
- 5.5 Energie électrostatique
  - 5.5.1 Energie potentielle d'interaction de deux charges
  - 5.5.2 Energie potentielle d'interaction de "n" charges
  - 5.5.3 Energie des conducteurs en équilibre

## **Chapitre 6**

### **Condensateurs**

**(12 périodes)**

- 6.1 Capacité d'un condensateur
- 6.2 Exemples de calcul de capacité
  - 6.2.1 Calcul de la capacité d'une sphère isolée
  - 6.2.2 Capacité d'un fil conducteur cylindrique
  - 6.2.3 Condensateur plan, condensateur sphérique et condensateur cylindrique
- 6.3 Réalisation d'un condensateur
- 6.4 Association des condensateurs
- 6.5 Charge et décharge d'un condensateur
- 6.6 Energie électrostatique d'un condensateur
- 6.7 Force d'attraction à partir de la loi de Coulomb
- 6.8 Force d'attraction à partir de l'énergie
- 6.9 Exercices

## **PARTIE III: Magnétisme**

### **Chapitre 7**

#### **Le champ magnétique**

**(8 périodes)**

- 7.1 Notion de magnétisme
- 7.2 Le vecteur champ induction B
- 7.3 Force agissant sur une charge en mouvement
  - Loi de Laplace
    - 7.3.1 Cas des charges en mouvement
    - 7.3.2 Cas d'une ligne de courant – section constante
- 7.4 Déplacement d'une charge dans un champ B
- 7.5 Théorème de Maxwell – Travail magnétique
- 7.6 Flux magnétique
- 7.7 Travail élémentaire - Travail magnétique
- 7.8 Couple et moment magnétique
- 7.9 Règle de flux maximum
- 7.10 Calcul des forces magnétiques
- 7.11 Exercices

### **Chapitre 8**

#### **Champ magnétique produit par un courant ou par une charge mobile**

**(6 périodes)**

- 8.1 Champ magnétique d'un circuit élémentaire
- 8.2 Champ magnétique d'un courant – loi de Biot et Savart
- 8.3 Champ magnétique d'un fil rectiligne indéfini
- 8.4 Interaction entre deux fils conducteurs rectilignes et parallèles
- 8.5 Champ magnétique d'une spire circulaire en un point fixe
- 8.6 Champ magnétique d'une bobine longue ou d'un solénoïde
- 8.7 Le théorème d'Ampère
- 8.8 Exercices

## **Chapitre 9**

### **Force électromotrice induite**

**(8 périodes)**

- 9.1 Force électromotrice d'inductance magnétique
- 9.2 Loi de Faraday, Loi de Lenz
- 9.4 Coefficient de self induction
- 9.5 Energie emmagasinée dans une inductance
- 9.6 Induction due à un déplacement de translation
  - 9.6.1 Action d'un champ magnétique uniforme sur un conducteur rectiligne parcouru par un courant – Loi de Laplace
  - 9.6.2 Expression de la vitesse en fonction du temps
  - 9.6.3 Expression du courant
- 9.7 Induction due à un déplacement de rotation
  - 9.7.1 Equation du mouvement - Roue de Barlow
  - 9.7.2 Expression de la vitesse en fonction du temps
  - 9.7.3 Expression du courant
- 9.8 Exercices

## **Chapitre 10**

### **Inductance**

**(4 périodes)**

- 10.1 Inductance mutuelle de deux circuits
- 10.2 Inductance propre d'un circuit
- 10.3 Calcul du courant engendré par un Générateur dans un circuit à inductance
- 10.4 Energie magnétique stockée dans une inductance
- 10.5 Inductances en série
- 10.6 Exercices

## **Chapitre 11**

### **Ferromagnétisme**

**(8 périodes)**

- 11.1 Définition de la propriété ferromagnétique
- 11.2 Courbe de première aimantation
- 11.3 Température de Curie
- 11.4 Perméabilité magnétique
- 11.5 Hystérésis
- 11.6 Domaine d'aimantation spontanée
- 11.7 Mesure du champ magnétique terrestre
- 11.8 Circuit magnétique
- 11.9 Notion de force magnétomotrice
- 11.10 Réductance
  - 11.10.1 Relation entre reluctance et self inductance
  - 11.10.2 Association de réductances
- 11.11 Exemple de calcul d'un circuit magnétique
- 11.12 L'électro-aimant - Energie magnétique stockée – Force magnétique
- 11.13 Exercices

# **CIRCUITS ELECTRIQUES**

## **(90 PERIODES)**

A la fin de ce cours, l'étudiant doit être capable de :

- Expliquer les principes et les lois de base des circuits électriques.
- Interpréter la signification physique des lois relatives aux circuits électriques.
- Appliquer les méthodes d'analyse des circuits électriques pour déterminer les courants et les tensions, la phase et la puissance dans un réseau électrique.

### **CHAPITRE 1**

#### **ELEMENTS D'UN CIRCUIT ELECTRIQUE**

- 1.1 Le courant électrique
  - 1.1.1 Définition
  - 1.1.2 Expression du courant électrique
  - 1.1.3 Densité du courant
- 1.2 Résistance, Loi d'Ohm
  - 1.2.1 Conductivité et résistivité
  - 1.2.2 Résistance cas de section constante
  - 1.2.3 Influence de la température
- 1.3 Différence de potentiel, puissance et énergie fournie à un dipôle
- 1.4 Association des éléments d'un circuit
  - Association en série
  - Association en parallèle
- 1.5 Exercices.

### **CHAPITRE 2**

#### **CONFIGURATION D'UN CIRCUIT, LOI DE BASE**

- 2.1 Les circuits séries
  - Loi de Kirchhoff dans un circuit série
  - Le diviseur de tension résistif
- 2.2 Les circuits parallèles
  - Loi de Kirchhoff dans un circuit parallèle
  - Application: diviseur de courant
- 2.3 Les sources de tension
  - Définition
  - Caractéristique de charge
  - Association des sources de tension
    - Association série
    - Association parallèle
- 2.4 Les sources de courant
  - Définition
  - Caractéristique de charge
- 2.5 Les sources dépendantes
  - Définition
  - Exemples
- 2.6 Conversion des sources électriques
  - Conversion d'une source de tension en source de courant
  - Conversion d'une source de courant en source de tension



## **CHAPITRE 3**

### **METHODES D'ANALYSE DES CIRCUITS**

- 3.1 Notion de topologie des circuits
  - Définition des branches, nœuds, graphes, maille, maillon, arbre
- 3.2 Expressions matérielles des lois de Kirchhoff
  - Loi des nœuds
  - Loi des mailles
- 3.3 Méthodes de calcul de la réponse d'un circuit
  - Application directe des équations de Kirchhoff
  - Méthode des mailles

## **CHAPITRE 4**

### **PRINCIPES ET THEOREMES GENERAUX**

- 4.1 Circuits linéaires – Définition
- 4.2 Principe de superposition
  - Enoncé
  - Exemple
- 4.3 Règle de substitution
  - Enoncé
  - Exemple
- 4.4 Théorème de Thévenin
  - Enoncé
  - Exemple
- 4.5 Théorème de Norton
  - Enoncé
  - Exemple
- 4.6 Théorème de Maxwell ou loi de réciprocité
- 4.7 Théorème de Millman
  - Enoncé
  - Exemple
- 4.8 Théorème de Kennelly
  - Transformation triangle – étoile et étoile – triangle
  - Exemple
- 4.9 Transfert de puissance entre source et charge

## **CHAPITRE 5**

### **LES QUADRIPOLES**

- 5.1 Représentation d'un circuit par un quadripôle
- 5.2 Représentation classique des quadripôles
  - Paramètres admittance
  - Schéma équivalent
  - Mesure de  $Y_{ij}$
  - Exemple
  - Paramètres impédance
    - Schéma équivalent
    - Mesure de  $Z_{ij}$
    - Exemple
  - Paramètres de transfert
    - Schéma équivalent
    - Mesure des paramètres de transfert
    - Conditions de réciprocité

- Paramètres hybrides
  - Dimension des paramètres hybrides
  - Schéma équivalent
- 5.3 Impédance itérative d'un quadripôle
- 5.4 Quadripôle équivalent à un quadripôle donné
- 5.5 Associations
  - Association de quadripôles
  - Association en chaîne
  - Association en série
  - Association en parallèle
- 5.6 Application de la théorie des quadripôles

## **CHAPITRE 6**

### **RAPPEL MATHEMATIQUES**

- 6.1 Grandeur sinusoïdale
- 6.2 Valeur moyenne
  - Définition
  - Exemples
- 6.3 Valeur efficace
  - Définition
  - Exemples
- 6.4 Diagramme de Fresnel
  - Construction
  - Exemple
- 6.5 Nombres complexes
  - Définition
  - Forme cartésienne
  - Forme géométrique
  - Nombre complexe conjugué
  - Opération sur les nombres complexes
  - Relations utiles
  - Représentation des grandeurs par des nombres complexes
  - Exemples

## **CHAPITRE 7**

### **GENERALITES SUR LE COURANT ALTERNATIF MONOPHASE**

- 7.1 Courant et tension alternatifs sinusoïdaux
- 7.2 Notion de puissance
  - Définition
  - Convention de signe
  - Puissance moyenne et puissance fluctuante
  - Puissances active, réactive, apparente
  - Puissance complexe
  - Cas d'une résistance, d'une self, d'une capacité
- 7.3 Notion d'impédance et d'admittance
  - Généralisation de la loi d'Ohm
- 7.4 Facteur de puissance et amélioration du facteur de puissance
  - Définition
  - Inconvénients d'un mauvais  $\cos\varphi$
  - Amélioration du  $\cos\varphi$  par un condensateur

7.5 Théorème de Boucherot

7.6 Exemple d'application

## **CHAPITRE 8**

### **LES CIRCUITS EN COURANT ALTERNATIF**

8.1 Association d'impédance en série

8.2 Diviseur de tension

8.3 Circuit R, L, C série

- Impédance
- Résonance de courant
- Facteur de qualité

8.4 Circuit R, L, C parallèle

- Admittance
- Résonance de tension
- Facteur de qualité

8.5 Circuits de filtrage

- Définition
- Pôles et zéros d'une fonction de transfert
- Courbe du gain en fonction de  $\omega$ ; lieu de Bode
- Filtre passe-bas
- Filtre passe-haut
- Filtre passe-bande
- Circuit R, L, C – série; sortie sur C

8.6 Filtres à base de quadripôles symétriques

- Impédances de quadripôles symétriques
- Fréquence caractéristique
- Exemples d'application
- Filtre passe-bas
- Filtre passe-haut
- Filtre passe-bande
- Exemple de calcul d'un filtre

## **CHAPITRE 9**

### **SYSTEMES TRIPHASES**

9.1 Systèmes polyphasés

- Définition
- Fonctions

9.2 Systèmes triphasés

- Système direct
- Système inverse
- Système homo-polaire

9.3 Propriétés mathématiques des grandeurs d'un système équilibré

- La somme
- La différence – grandeur composée - conséquence

9.4 Couplage étoile ou triangle

- Générateur en couplage étoile
- Générateur en couplage triangle
- Récepteur en couplage étoile ou triangle
- Application

9.5 Calcul des puissances

9.6 Mesure des puissances

- Réseaux à 4 fils
- Réseaux à 3 fils: méthode des deux wattmètres

## **CHAPITRE 10**

### **RAPPEL MATHEMATIQUE – CALCUL SYMBOLIQUE – TRANSFORMATION DE LAPLACE**

#### 10.1 Transformée de Laplace

- Définition de la transformée de Laplace
- Transformée inverse de Laplace

#### 10.2 Propriétés de la transformation de Laplace

- Produit d'une fonction par une constante
- Superposition linéaire
- Dérivation
- Intégration
- Théorème du retard
- Translation de la variable  $p$

#### 10.3 Procédure de calcul de la réponse transitoire d'un circuit

## **CHAPITRE 11**

### **PHENOMENES TRANSITOIRES DANS LES CIRCUITS ELECTRIQUES LINEAIRES**

#### 11.1 Généralités sur les phénomènes transitoires

#### 11.2 Equation différentielle linéaire représentant un phénomène transitoire

- a- Equations de circuit comprenant des éléments résistifs et réactifs
- b- Composantes forcées et libres des courants et des tensions

#### 11.3 Etude des phénomènes transitoires par la méthode opérationnelle; transformation de Laplace

- a- Impédances opérationnelles des dipôles
- b- Fonction de transfert opérationnelle
- c- Applications :
  - Réponse d'un circuit RC
  - Réponse d'un circuit RL
  - Réponse d'un circuit RLC

# **MACHINES ELECTRIQUES**

## **(120 PERIODES)**

### **PARTIE I : THEORIE DU CIRCUIT MAGNETIQUE**

#### **OBJECTIFS**

Au terme de cette partie du cours, l'étudiant sera capable de :

- Définir le circuit magnétique en courant continu, et énumérer ses différents constituants.
- Déterminer la force magnétomotrice nécessaire à la production du flux magnétique.
- Définir la réluctance d'un circuit magnétique.

### **CHAPITRE 1**

#### **THEORIE DU CIRCUIT MAGNETIQUE EN C.C.**

**(8 PERIODES)**

##### 1.1 Définitions :

- 1.1.1 Champ magnétique, flux magnétique, l'induction électromagnétique.
- 1.1.2 Loi de Faraday, Loi de Lenz.
- 1.1.3 Circuit magnétique parfait
- 1.1.4 Circuit magnétique avec entrefer étroit
- 1.1.5 Circuit magnétique avec entrefer large

##### 1.2 Loi d'Hopkinson et force magnétomotrice

- 1.2.1 F.M.M. nécessaire à la production du flux
- 1.2.2 Réluctance d'un circuit magnétique

##### 1.3 F.M.M nécessaire à la production d'un flux.

##### 1.4 Problème fondamental du circuit magnétique

- 1.4.1 Lois de Kirchhoff appliquées aux circuits magnétiques
- 1.4.2 Circuits magnétiques en série et en parallèle

##### 1.5 Fuites magnétiques. Coefficient d'Hopkinson

##### 1.6 Problèmes d'applications

### **PARTIE II : MACHINES A COURANT CONTINU**

#### **OBJECTIFS**

Au terme de cette partie du cours, l'étudiant sera capable de :

- Décrire le principe de fonctionnement des génératrices à c.c. et justifier le choix du mode d'excitation.
- Etablir les équations électriques et mécaniques correspondantes à chaque type de machine à c.c.
- Déterminer et identifier les caractéristiques de chaque génératrice et de chaque type de moteur à c.c.
- Déterminer les différentes pertes et le rendement
- Exploiter les caractéristiques des moteurs à c.c.
- Décrire le principe et les techniques de démarrage des moteurs à c.c.
- Décrire le principe et les techniques de réglage de la vitesse des moteurs à c.c.

## **CHAPITRE 2**

### **GENERATRICES A COURANT CONTINU**

**(24 PERIODES)**

- 2.1 Définition. Principe de fonctionnement
- 2.2 Constitution
  - 2.2.1 Inducteur fixe
  - 2.2.2 Induit tournant
  - 2.2.3 Collecteur
  - 2.2.4 Balais
- 2.3 F.E.M. d'une dynamo bipolaire
- 2.4 Equation de la F.E.M. d'une génératrice
- 2.5 Classement des génératrices selon le mode d'excitation
- 2.6 Couple électromagnétique d'une génératrice
- 2.7 Classification des pertes : pertes principales, pertes supplémentaires
- 2.8 Pertes principales :
  - 2.8.1 Les pertes mécaniques
  - 2.8.2 Les pertes dans le fer
  - 2.8.3 Les pertes dans le cuivre
  - 2.8.4 Les pertes dans les contacts, balais - collecteur et balais bagues
- 2.9 Pertes totales - Bilan des puissances- Rendement.
- 2.10 Variation du rendement avec la charge et rendement maximal
- 2.11 Détermination du rendement (par la méthode des pertes séparées et par la méthode de la dynamo-frein)
- 2.12 Réaction d'induit. Définition
  - 2.12.1 Réaction magnétique transversale
  - 2.12.2 Distorsion du flux
  - 2.12.3 Affaiblissement du flux
  - 2.12.4 Affaiblissement de la F.E.M
  - 2.12.5 Remèdes. Enroulements de compensation
  - 2.12.6 Réaction magnétique longitudinale
- 2.13 Commutation. Définition
  - 2.13.1 F.E.M. dans une section en commutation
  - 2.13.2 Conséquences
  - 2.13.3 Remèdes. Pôles auxiliaires
- 2.14 Problèmes d'application

## **CHAPITRE 3**

### **CARACTERISTIQUES DES GENERATRICES A C.C.**

**(18 PERIODES)**

- 3.1 Génératrice à excitation séparée (indépendante)
  - 3.1.1 Caractéristique à vide
  - 3.1.2 Caractéristique en charge (externe)
  - 3.1.3 Caractéristique de réglage
  - 3.1.4 Chute de tension en charge
- 3.2 Génératrice à excitation shunt (en dérivation).
  - 3.2.1 Amorçage
  - 3.2.1 Caractéristique à vide
  - 3.2.2 Caractéristique en charge (externe)
  - 3.2.3 Caractéristique de réglage
  - 3.2.4 Point de fonctionnement à vide
  - 3.2.5 Compensation de la chute de tension en charge
- 3.3 Génératrice à excitation série

- 3.3.1 Amorçage
- 3.3.2 Caractéristique en charge
- 3.4 Génératrice à excitation compound à flux additif et à flux soustractif
  - 3.4.1 Caractéristique en charge
  - 3.4.2 Cas du flux additif
  - 3.4.3 Cas du flux soustractif
- 3.5 Problèmes d'applications

## **CHAPITRE 4**

### **MOTEURS A COURANT CONTINU**

**(18 PERIODES)**

- 4.1 Principe de la réversibilité des machines électriques
- 4.2 Marche en moteur - Rhéostat de démarrage
- 4.3 Classification des moteurs à c.c.
- 4.4 Equations de F.E.M. dans un moteur
- 4.5 Equations des couples d'un moteur
- 4.6 Equations de la vitesse
- 4.7 Démarrage des moteurs à c.c.
  - 4.7.1 Par rhéostat de démarrage (calcul du rhéostat)
  - 4.7.2 Par tension d'alimentation réduite
- 4.8 Pertes-Bilan des puissances
- 4.9 Rendement et Rendement maximal
- 4.10 Problèmes d'applications

## **CHAPITRE 5**

### **CARACTERISTIQUES DES MOTEURS A COURANT CONTINU**

**(20 PERIODES)**

- 5.1 Cas d'un moteur shunt:
  - 5.1.1 Caractéristique de vitesse
  - 5.1.2 Caractéristique de couple
  - 5.1.3 Caractéristique mécaniques
  - 5.1.4 Applications
- 5.2 Cas d'un moteur série:
  - 5.2.1 Caractéristique mécaniques
  - 5.2.2 Caractéristique de couple
  - 5.2.3 Caractéristique de vitesse
  - 5.2.4 Applications
- 5.3 Cas d'un moteur compound à flux additif et à flux soustractif
  - 5.3.1 Caractéristique mécaniques
  - 5.3.2 Caractéristique de couple
  - 5.3.3 Caractéristique de vitesse
- 5.6 Problèmes d'applications

## **PARTIE III : LES TRANSFORMATEURS STATIQUES**

Au terme de cette partie du cours, l'étudiant sera capable de :

- Identifier un circuit magnétique fonctionnant en courant alternatif
- Déterminer la force électromotrice induite dans une bobine alimentée en courant alternatif.
- Interpréter le circuit électrique équivalent à une bobine à noyau de fer en régime sinusoïdal.
- Calculer les éléments du circuit équivalent.
- Déterminer les pertes d'un circuit magnétique en courant alternatif
- Décrire les propriétés essentielles d'un transformateur
- Déterminer les forces magnétomotrices du transformateur
- Interpréter les diagrammes de fonctionnement du transformateur
- Déterminer la chute de tension du transformateur en charge
- Déterminer les pertes du transformateur.
- Exploiter le fonctionnement du transformateur pour un meilleur rendement.

### **CHAPITRE 6** **TRANSFORMATEUR MONOPHASE**

**(10 périodes)**

- 6.1 Définition - Alimentation en courant alternatif
- 6.2 Expression du flux
- 6.3 Influence de l'entrefer
- 6.4 F.E.M induite dans la bobine
- 6.5 Inductance non saturée
- 6.6 Pertes ferromagnétiques
  - 6.6.1 Pertes par hystérésis
  - 6.6.2 Pertes par courants de Foucault
- 6.7 Circuits couplés - Inductance propre et inductance mutuelle
- 6.8 Inductances de fuites magnétiques
- 6.9 Coefficient de Boucherot
- 6.10 Principe et constitution du transformateur statique
  - 6.10.1 Noyaux des bobines
  - 6.10.2 Culasse
  - 6.10.3 Enroulements
- 6.11 Equations du transformateur monophasé parfait
  - 6.11.1 Equation des forces magnétomotrices
  - 6.11.2 Diagramme des courants
  - 6.11.3 Diagramme des tensions
  - 6.11.4 Rapport de transformation
  - 6.11.5 Puissances au primaire et au secondaire
- 6.12 Transformateur réel
  - 6.12.1 Influence des grandeurs
    - 6.12.1.1 Résistance des enroulements
    - 6.12.1.2 Réductance du circuit magnétique
    - 6.12.1.3 Pertes dans le fer
    - 6.12.1.4 Fuites magnétiques
- 6.13 Diagramme général du transformateur
  - 6.13.1 Equation générale des tensions primaires et secondaires
  - 6.13.2 Diagramme vectoriel
  - 6.13.3 Circuit électrique équivalent
  - 6.13.4 Equation du transformateur dans la méthode symbolique
- 6.14 Application du théorème de Boucherot au transformateur
- 6.15 Problèmes d'applications



## **CHAPITRE 7**

### **CARACTERISTIQUES INDUSTRIELLES DE TRANSFORMATEUR**

**(22 périodes)**

- 7.1 Circuit équivalent à un transformateur
  - 7.1.1 Circuit électrique équivalent ramené au primaire
  - 7.1.2 Circuit électrique équivalent ramené au secondaire
  - 7.1.3 Résistance fictive représentant les pertes fer
  - 7.1.4 Inductance fictive représentant la puissance magnétisante à vide
- 7.2 Essais permettant de déterminer les éléments du circuit équivalent
  - 7.2.1 Essai à vide
  - 7.2.2 Essai en court circuit
- 7.3 Diagramme de Kapp
  - 7.3.1 Hypothèse de Kapp
  - 7.3.2 Constructions du diagramme de Kapp
  - 7.3.2 Equation de Kapp
- 7.4 Essai en charge
  - 7.4.1 Facteurs qui influent sur la chute de tension
    - 7.4.1.1 Facteur de construction (améliorer les fuites)
    - 7.4.1.2 Influence du facteur de puissance
- 7.5 Valeur approchée de la chute de tension
- 7.6 Réglage de la tension secondaire
- 7.7 Tension de court-circuit
  - 7.7.1 Tension de court circuit relative et normale
  - 7.7.2 Impédance en court- circuit
- 7.8 Relation entre les impédances côté primaire et côté secondaire
- 7.9 Relation entre les tensions relatives de court- circuit
- 7.10 Rapport du courant à vide au courant de pleine charge.
- 7.11 Pertes du transformateur
  - 7.11.1 Pertes à vide
  - 7.11.2 Pertes cuivre
  - 7.11.3 Essais pour déterminer les pertes
- 7.12 Rendement du transformateur
  - 7.12.1 Conditions pour un rendement maximal
- 7.13 Problèmes d'applications

# SECURITE ET PROTECTION

(30 PERIODES)

## OBJECTIFS

Au terme de ce cours, l'élève devrait être capable de:

- Utiliser les différents dispositifs de protection (appareils de coupure, prise de terre...) par rapport à l'action du courant sur le matériel et sur l'organisme humain.

### Chapitre 1

#### **Dangers du courant électrique**

(1 période)

- 1.1 L'intensité est la cause essentielle du danger
- 1.2 Les circonstances d'électrocution
  - 1.2.1 Par contact direct
  - 1.2.2 Par contact indirect

### Chapitre 2

#### **Régime du neutre**

(8 périodes)

- 2.1 Protection des personnes contre les chocs électriques
  - 2.1.1 Cas des contacts directs
  - 2.1.2 Cas des contacts indirects
- 2.2 Utilisation des différents régimes de neutre.
- 2.3 Identification d'un régime de neutre: Codification
- 2.4 Régime TT
  - 2.4.1 Schéma
  - 2.4.2 Conditions d'exploitation
  - 2.4.3 Avantages du régime TT
- 2.5 Régime TN
  - 2.5.1 Schéma TN
  - 2.5.2 Schéma combiné (TNC-TNS)
  - 2.5.3 Avantages du régime TN
- 2.6 Régime IT
  - 2.6.1 Schéma
  - 2.6.2 Rôle du C.P.I
  - 2.6.3 Conditions d'exploitation

### Chapitre 3

#### **Protections différentielles**

(4 périodes)

- 3.1 Dispositifs de protection à courant différentiel résiduel DDR.
  - 3.1.1 Différents dispositifs différentiels (DDR)
    - 3.1.1.1 Le disjoncteur différentiel
    - 3.1.1.2 L'interrupteur différentiel
    - 3.1.1.3 Le relais différentiel
  - 3.1.2 Caractéristiques des dispositifs différentiels
- 3.2 Disjoncteurs de type G et de type S
- 3.3 Constitution et fonctionnement d'un D.D.R.
  - 3.3.1 Constitution
  - 3.3.2 Fonctionnement
- 3.4 Sélectivité entre D.D.R.
  - 3.4.1 Sélectivité totale
  - 3.4.2 Sélectivité partielle

## **Chapitre 4**

### **Prise de terre**

(2 périodes)

- 4.1 Généralités
- 4.2 Réalisation d'une prise de terre
  - 4.2.1 Par ceinturage à fond de fouilles
  - 4.2.2 Par piquet de terre
  - 4.2.3 Par plaque mince ou grille en métal déployé
- 4.3 Valeur de la prise de terre
- 4.4 Qualités d'une prise de terre
  - 4.4.1 Ecoulement du courant de défaut dans le sol
  - 4.4.2 Résistivité du terrain
- 4.5 Tension de pas et tension de toucher
- 4.6 Principe de la mesure de terre

## **Chapitre 5**

### **Protection des matériels**

(2 périodes)

- 5.1 Les surintensités passagères
- 5.2 Les surintensités anormales
  - 5.2.1 Les surcharges
  - 5.2.2 Les courts-circuits
  - 5.2.3 Coupure sur court-circuit

## **Chapitre 6**

### **Les Fusibles**

(4 périodes)

- 6.1 Caractéristiques générales
  - 6.1.1 Caractéristiques de fonctionnement de type g
  - 6.1.2 Caractéristiques de fonctionnement de type a
- 6.2 Constitution
- 6.3 Fonctionnement
- 6.4 Incertitude de la zone de fusion
- 6.5 Caractéristiques de coupure des fusibles
- 6.6 Limitation du courant de court-circuit.
- 6.7 Contrainte thermique
- 6.8 Sélectivité

## **Chapitre 7**

### **Les Disjoncteurs**

(4 périodes)

- 7.1 Constitution
  - 7.1.1 Le système de détection
  - 7.1.2 Déclencheur thermique
  - 7.1.3 Déclencheur magnétique
- 7.2 Courbes de déclenchement B,C,D,Z,K et MA
- 7.3 Choix d'un disjoncteur
- 7.4 Détermination de ( $I_{cc}$ ).
  - 7.4.1 Détermination en un point d'une installation
  - 7.4.2 Caractéristiques électriques d'un disjoncteur
  - 7.4.3 Pouvoir de limitation d'un disjoncteur
  - 7.4.4 Sélectivité
  - 7.4.5 Filiation

## **Chapitre 8**

### **Les relais**

(1 périodes)

- 8.1 Relais thermiques
- 8.2 Relais électroniques

## **Chapitre 9**

### **Sécurité dans les installations**

**(4 périodes)**

- 9.1 Sécurité dans les installations domestiques
  - 9.1.1 Section des conducteurs de phase
  - 9.1.2 Positionnement des appareils
  - 9.1.3 Nombre minimal de circuits de chauffage
  - 9.1.4 Degré de protection des enveloppes BT
  - 9.1.5 Prescriptions particulières aux salles d'eau
- 9.2 Sécurité dans les installations industrielles
  - 9.2.1 Normalisation des tensions
    - 9.2.1.1 La très basse tension de sécurité TBTS
    - 9.2.1.2 La très basse tension de protection TBTP
    - 9.2.1.3 La très basse tension fonctionnelle TBTF
  - 9.2.2 Norme d'installation BT (NFC 15 – 100)

# ELECTRONIQUE

**(90 PERIODES)**

## OBJECTIFS

Au terme de ce cours l'étudiant sera capable de :

- Décrire le fonctionnement des composants électroniques de base et préciser leurs caractéristiques et leurs applications.
- Etudier divers types d'amplificateurs à base de transistors.
- Analyser des circuits à diodes et à transistors.
- Décrire le fonctionnement des Oscillateurs, générateurs, savoir leurs caractéristiques et leurs applications.
- Etudier divers types Dispositifs optoélectroniques à semi-conducteur.

## CONTENU

### Chapitre 1

#### **Les semi-conducteurs**

**(6 périodes)**

##### 1.1 Cristaux semi-conducteurs

- 1.1.1 Structure et propriétés
- 1.1.2 Conduction intrinsèque
- 1.1.3 Dopage (adjonction d'impuretés dans un semi- conducteur)
- 1.1.4 Conduction ex trinsèque

##### 1.2 Jonction p-n

- 1.2.1 Jonction pn sans tension extérieure
- 1.2.2 Jonction pn en polarisation directe (passante)
- 1.2.3 Jonction pn en polarisation inverse (bloquée)

### Chapitre 2

#### **Les diodes a jonctions et leurs applications**

**(12 périodes)**

##### 2.1 Les diodes à jonctions

- 2.1.1 Caractéristiques et propriétés
- 2.1.2 Caractéristiques essentielles (manuels de référence)
- 2.1.3 Différences entre les diodes au germanium et au silicium

##### 2.2 Applications des diodes à jonctions

- 2.2.1 Les diodes en tant que redresseurs (double et simple)
- 2.2.2 Les circuits à diodes (limiteur positif, limiteur négatif, doubleur de tension, ...)
- 2.2.3 Les diodes en tant que commutateurs
- 2.2.4 Exercices

### Chapitre 3

#### **Les diodes particulières**

**(5 périodes)**

- 3.1 Diodes Zener et leurs applications (en directe, en inverse, régulateur etc..)
- 3.2 Les varistances et leurs applications
- 3.3 notions sur les photodiodes

## **Chapitre 4**

### **Le transistor**

**(6 périodes)**

- 4.1 Transistors PNP et NPN : structure et fonctionnement
- 4.2 Montage en courant continu d'un transistor
- 4.3 Montages fondamentaux de transistors
- 4.4 Caractéristiques d'un transistor en montage émetteur commun
  - 4.4.1 Caractéristique d'entrée
  - 4.4.2 Caractéristique de sortie
  - 4.4.3 Caractéristique de commande
- 4.5 types de polarisation
- 4.6 Caractéristiques du transistor en fonction de la température

## **Chapitre 5**

### **Montages fondamentaux à transistor**

**(12 périodes)**

- 5.1 Réalisation des montages fondamentaux
  - 5.1.1 Le montage émetteur commun
  - 5.1.2 Le montage collecteur commun
  - 5.1.3 Le montage base commun
- 5.2 Caractéristiques distinctives et méthode de mesure pour les montages fondamentaux du transistor (AC et DC)
- 5.3 Comparaison des montages fondamentaux

## **Chapitre 6**

### **L'amplificateur opérationnel**

**(4 périodes)**

- 6.1 Symbole et caractéristiques des amplificateurs opérationnels
- 6.2 Structure d'un amplificateur opérationnel
- 6.3 Paramètres et courbes caractéristiques d'amplificateurs opérationnels
- 6.4 Valeurs limites

## **Chapitre 7**

### **Montage a amplificateurs opérationnels**

**(12 périodes)**

- 7.1 Montage de base
  - 7.1.1 Amplificateur inverseur
  - 7.1.2 Amplificateur non inverseur
  - 7.1.3 Suiveur
- 7.2 Montages caractéristiques utilisant les amplificateurs opérationnels
  - 7.2.1 Amplificateur de différence
  - 7.2.2 Sommateur
  - 7.2.3 Intégrateur
  - 7.2.4 Dérivateur
  - 7.2.5 Comparateur
  - 7.2.6 Commutateur analogique
  - 7.2.7 Trigger de Schmitt
  - 7.2.8 Multivibrateur astable

## **Chapitre 8**

### **Timer 555**

**(4 périodes)**

- 8.1 Structure interne et externe
- 8.2 Applications (Astable, Monostable,...)

## **Chapitre 9**

### **Principe de production d'oscillations sinusoïdales**

**(5 périodes)**

- 9.1 Conditions d'oscillations
  - 9.1.1 Condition d'amplitude
  - 9.1.2 Condition de phase
- 9.2 Oscillation et distorsions
- 9.3 Composants déterminant la fréquence
  - 9.3.1 Circuits LC
  - 9.3.2 Circuits RC

## **Chapitre 10**

### **Optoélectroniques**

**(9 périodes)**

- 10.1 Notions d'optoélectroniques et grandeurs relatives
- 10.2 Photo résistances
  - 10.2.1 Structure, fonctionnement, données
  - 10.2.2 Exemples d'applications
    - 10.2.2.1 Photométrie
    - 10.2.2.2 Commutateur crépusculaire
    - 10.2.2.3 Les photo résistances dans un montage en alternatif
- 10.3 Caractéristiques et données des photodiodes et exemples de montage avec des photodiodes
- 10.4 Les diodes électroluminescentes
- 10.5 Les photo-coupleurs

## **Chapitre 11**

### **Transistor à effet de champ**

**(3 périodes)**

- 11.1 Structure et symboles
- 11.2 Mode de fonctionnement
- 11.3 Caractéristiques
- 11.4 Valeurs limites

## **Chapitre 12**

### **Montage à transistor à effet de champ**

**(12 périodes)**

- 12.1 Principe de réglage du point de fonctionnement
- 12.2 Montage source commune
- 12.3 Le montage drain commun
- 12.4 Le montage grille commune
- 12.5 Comparaison des montages fondamentaux

# CIRCUITS LOGIQUES

(60 PERIODES)

## OBJECTIFS

Au terme de ce cours l'étudiant sera capable de :

- Définir les systèmes de numération
- Etudier, les fonctions logiques
- Représenter, simplifier et réaliser des circuits logiques combinatoires
- Présenter les divers composants de la logique séquentielle
- Réaliser des compteurs, des registres, et des circuits d'application
- Présenter et utiliser les mémoires.

## CONTENU

### CHAPITRE 1 SYSTEMES DE NUMERATION ET CODES

(6 Périodes)

- 1.1 Introduction : Différence entre grandeur analogique et une autre logique.
- 1.2 Systèmes décimal, binaire, octal et hexadécimal.
- 1.3 Conversion d'un système de numération vers un autre système.
- 1.4 Code BCD, Code Gray, Codes ASCII.

### CHAPITRE 2 FONCTIONS BOOLEENNES

(4 Périodes)

- 2.1 Constantes et variables booléennes
- 2.2 Propriétés de Boole et Théorèmes de Morgan.
- 2.3 Table de vérité.
- 2.4 Portes logiques : symboles et tables de vérité
  - 2.4.1 La porte Non (Not)
  - 2.4.2 La porte OU (OR)
  - 2.4.3 La porte Non - OU (NOR)
  - 2.4.4 La porte ET (AND)
  - 2.4.5 La porte Non - ET (NAND)
  - 2.4.6 La porte OU exclusif (XOR)
  - 2.4.7 La porte Non - OU exclusif (XNOR)

### Chapitre 3 Circuits Logiques combinatoires

(10 périodes)

- 3.1 Fonction logique (par expression logique ou par sa table de vérité).
- 3.2 Formes canoniques d'une fonction (première et deuxième formes).
- 3.3 Passage aux formes canoniques.
- 3.4 Simplification des circuits logiques.
  - 3.4.1 Simplification algébrique.
  - 3.4.2 Conception de circuits logiques combinatoires à l'aide des portes objets, des portes spécifiées et à l'aide des portes NAND seulement.
  - 3.4.3 Méthode de Karnaugh (Principe, simplification des expressions logiques a l'aide de cette méthode).



## **Chapitre 4**

### **Arithmétique binaire**

**(8 périodes)**

- 4.1 Addition et soustraction binaire.
  - 4.1.1 Opérations binaires.
  - 4.1.2 Circuits arithmétiques (Demi-additionneur, additionneur complet, demi-soustracteur, soustracteur complet et additionneur binaire parallèle).
- 4.2 Multiplication et division binaire.
- 4.3 Arithmétiques hexadécimales.

## **Chapitre 5**

### **Les codeurs et les décodeurs**

**(6 périodes)**

- 5.1 Les codeurs
  - 5.1.1 Définition
  - 5.1.2 Exemple d'un codeur (octal binaire, etc...)
  - 5.1.3 Codeur de priorité
- 5.2 Les décodeurs
  - 5.2.1 Définition
  - 5.2.2 Exemple d'un décodeur (binaire octal, et...)
  - 5.2.3 Notions sur les afficheurs sept segments
  - 5.2.4 Décodeur BCD-7 segments

## **Chapitre 6**

### **Les Multiplexeurs et les Démultiplexeurs**

**(6 périodes)**

- 6.1 Les Multiplexeurs
  - 6.1.1 Définition
  - 6.1.2 Exemple d'un multiplexeur
  - 6.1.3 Applications
- 6.2 Les Démultiplexeurs
  - 6.2.1 Définition
  - 6.2.2 Exemple d'un Démultiplexeur
  - 6.2.3 Applications

## **Chapitre 7**

### **Les Bascules**

**(6 périodes)**

- 7.1 Définition
- 7.2 Les bascules les synchrones et asynchrones :
  - 7.2.1. Bascules RS
  - 7.2.2. Bascules JK
  - 7.2.3. Bascules D
  - 7.2.4. Bascules Maître – esclave.

## **Chapitre 8**

### **Les Registres**

**(4 périodes)**

- 8.1 Définition d'un registre
- 8.2 Types de registres
- 8.3 Types de décalage
- 8.4 Circuits des registres

## **Chapitre 9**

### **Les compteurs binaires**

**(6 périodes)**

- 9.1 Définition d'un compteur
- 9.2 Compteurs synchrones et asynchrones
- 9.3 Principe
- 9.4 Compteur a cycle complet et a cycle incomplet
- 9.5 Exemples détails des compteurs
- 9.6 Applications : Compteur de fréquence

## **Chapitre 10**

### **Les mémoires**

**(4 périodes)**

- 10.1 Généralités et Définitions.
- 10.2 Mémoires de l'ordinateur.
- 10.3 Types des mémoires intégrés
  - 10.3.1 Mémoires mortes (ROM, PROM, EPROM et EEPROM)
  - 10.3.2 Mémoires vives (RAM, SRAM, DDRAM)
- 10.4 Applications.

# TP ELECTRICITE : INSTALLATIONS ET MESURES (90 PERIODES)

## PARTIE I: INSTALLATIONS ELECTRIQUES

### **Exercice 1.1 : Cours de technologie**

- 1.1.1 La sécurité dans les installations électriques
- 1.1.2 Conducteurs et câbles avec symboles

### **A : Installation normal**

**Exercice 2.2 :** Montage simple et double allumage

**Exercice 2.3 :** Montage double direction avec éclairage par luminescente montage tube fluorescente, triple direction en utilisant des lampes à vapeur de sodium, n directions utilisant des lampes à vapeur de mercure

**Exercice 2.4 :** Eclairage par le montage  
2.4.1 Télérupteur  
2.4.2 Minuterie

**Exercice 2.5:** Tableau annonciateur

**Exercice 2.6 :** Montage d'un accès d'un bureau.

**Exercice 2.7 :** Système anti vol et Système anti incendie

**Exercice 2.8 :** Comment gérer la production d'eau chaude pour une collective?  
Comment programmer l'arrosage à partir de deux pompes ?(interrupteurs horaire)

**Exercice 2.9 :** Comment réguler un chauffage en fonction des températures extérieures et intérieures?

**Exercice 2.10 :** Comment commander l'éclairage extérieur d'une maison par détection de mouvement ?

**Exercice 2.11:** Installation d'un Interphone, vidéophone (multi fils et à 2 fils)

**Exercice 2.12:** Montage d'un tableau de commande électrique  
2.9.1 Contrôle par compteurs d'énergie active et réactive - voltmètres, ampèremètres et interrupteurs  
2.9.2 Distribution et protection par disjoncteurs principaux auxiliaires et par fusibles

**Exercice 2.13 :** Comment commander l'éclairage d'une vitrine une fonction de la luminosité extérieure ?

**Exercice 2.14:** Comment commander la montée et la descente partielle ou totale, de stores, depuis plusieurs endroits ?

### **B: installation domotique (Home automation)**

**Exercice 2.15** Installer des différents circuits  
Paramétrer et configurer des scenarios

## **PARTIE II**

### **MESURES ELECTRIQUES**

#### **Exercice 1.1 : Choix et utilisation des appareils de mesures électriques**

- 1.1.1 Principes de fonctionnement, qualités et classe de précision.
- 1.1.2 Principaux symboles
- 1.1.3 Comment effectuer les lectures et les relevées.
- 1.1.4 Classification des erreurs
- 1.1.5 Calcul d'erreur sur les formules de bases (addition, soustraction, multiplication, division, racine carré et puissance)

#### **Exercice 1.2 : Mesures et réglage de tension**

- 1.2.1 Mesures de tension continues.
- 1.2.2 Réglage d'une tension continue par un potentiomètre
- 1.2.3 Calcul d'erreur

#### **Exercice 1.3 : Mesures et réglage de courant**

- 1.3.1 Mesures des courants dans un circuit simple
- 1.3.2 Mesures des courants dans un circuit en dérivation
- 1.3.3 Utilisation et branchement d'un transformateur de courant (TI).
- 1.3.4 Réglage du courant dans un circuit par rhéostat.
- 1.3.5 Calcul d'erreur

#### **Exercice 1.4 : Mesures des résistances**

- 1.4.1 Méthode volt- ampèremètre :
  - 1.4.1.1 Montage amont
  - 1.4.1.2 Montage aval
  - 1.4.1.3 Calcul d'erreur pour chaque montage.
- 1.4.2 Pont de Wheatstone

#### **Exercice 1.5 : Mesures des Inductances et des capacitances**

- 1.5.1 Pont de Joubert
- 1.5.2 Pont de Sautty

#### **Exercice 1.6 : Mesures des puissances**

- 1.6.1 D'un système monophasé
  - 1.6.1.1 Puissance apparente, puissance active et puissance réactive.
  - 1.6.1.4 Facteur de puissance
- 1.6.2 D'un circuit en courant continu
  - 1.6.2.1 Méthode volt-ampéremétrique
  - 1.6.2.2 Méthode directe par un wattmètre.

#### **Exercice 1.7 : Mesures de tensions et courants d'un système triphasé**

- 1.7.1 Système triphasé équilibré et déséquilibré monté en :
  - 1.7.1.1 Etoile avec neutre
  - 1.7.1.2 Etoile sans neutre
  - 1.7.1.3 Triangle
  - 1.7.1.4 Faire le diagramme vectoriel de chaque montage

#### **Exercice 1.8 : Mesures de puissances d'un système triphasé**

- 1.8.1 Actives par la méthode
  - 1.8.1.1 Du wattmètre
  - 1.8.1.2 De deux wattmètres
  - 1.8.1.3 De trois wattmètres
- 1.8.2 Réactives par la méthode
  - 1.8.2.1 Indirecte
  - 1.8.2.2 De deux wattmètres
  - 1.8.2.3 De trois wattmètres

## **TP: COMMANDE DES MACHINES ELECTRIQUES**

**(90 PERIODES)**

---

### **CONTENU**

**LES EXERCICES DOIVENT ETRE EXECUTES (PARTIE COMMANDE ET PARTIE PUISSANCE) SUIVANT LES NORMES INTERNATIONALES.**

1. Les contacteurs et les discontacteurs
  - 1.1 But
  - 1.2 Constitution
  - 1.3 Utilisation
  - 1.4 Principe de fonctionnement.
2. Commande d'un discontacteur simple d'une et de deux endroits différents.
3. Commande d'un discontacteur simple; marche normal et par à coups.
4. Groupe de secours EDL – Générateur.
5. Commande d'un discontacteur inverseur; marche normal et par à coups.
6. Démarrage doux d'un moteur asynchrone triphasé, 1 sens de marche.
7. Démarrage Y- $\Delta$  manuelle d'un moteur asynchrone triphasé, un sens de marche.
8. Démarrage Y- $\Delta$  automatique d'un moteur asynchrone triphasé, 2 sens de marche.
9. Commande d'un moteur asynchrone triphasé à 2 vitesses à enroulements séparés.
10. Commande d'un moteur asynchrone triphasé à 2 vitesses, couplage Dahlander.
11. Commande d'un moteur asynchrone triphasé à 3 vitesses.
12. Commande d'un moteur asynchrone monophasé, 1 et 2 sens de marche.
13. Démarrage par élimination des résistances statoriques d'un moteur asynchrone triphasé, 2 sens de marche.
14. Démarrage par élimination des résistances rotoriques d'un moteur asynchrone triphasé, 2 sens de marche.
15. Démarrage par autotransformateur d'un moteur asynchrone triphasé, 1 sens de marche.
16. Démarrage direct et freinage d'un moteur asynchrone triphasé par contre courant.
17. Démarrage direct et freinage d'un moteur asynchrone triphasé par injection du courant continu.
18. Démarrage/ralentissement par démarreur électronique (soft starter).
19. Démarrage par convertisseur de fréquence (varie).
20. Dispositif de protection contre la coupure d'une phase (relais de phase).

# TP : SCHEMA ELECTRIQUE ASSITE PAR ORDINATEUR (60 PERIODES)

## CONCEPTION ASSISTEE A L'ORDINATEUR (C.A.O)

### OBJECTIF

Utiliser les logiciels d'un système d'ordinateurs comme un outil dans le cadre des tâches d'un technicien Electronique.

#### Objectifs intermédiaires

- Utiliser un logiciel de dessin assisté par ordinateur pour réaliser un schéma simple à partir d'une librairie existante de composants.
- Utiliser un logiciel de traitement de simulation de circuit pour étudier les réactions des composants simples et des instruments de mesure.

#### Objectifs spécifiques

- Utiliser un logiciel de dessin pour réaliser des schémas électroniques à partir d'une librairie de composants.
- Connaître et appliquer les normes de base pour la présentation de schémas Electroniques.
- Utiliser un programme de DAO puis CAO pour réaliser un schéma structural et un schéma du circuit imprime simple.
- Choisir et insérer les différents appareils de mesure pour relever les caractéristiques des circuits.
- Régler les paramètres de simulation.
- Transférer les résultats dans les bonnes applications en ajustant leurs formats.

## CHAPITRE 1 GENERALITES

### Objectif

- L'objectif de ce chapitre est de réaliser une introduction Général a sur les différents genres de logiciels.

### Contenu

- 1.1 Différence entre DAO, CAO, CFAO, IAO.
- 1.2 Différence entre Logiciel de :
  - 1.2.1 Saisie de schémas.
  - 1.2.2 Simulation.
  - 1.2.3 Saisie de schémas et dessin de typons.
  - 1.2.4 Gerber, et PostScript.
  - 1.2.5 Bases de Données de composants.

## CHAPITRE 2 PROCESSUS DE REALISATION DES SCHEMAS D'INSTALLATIONS ELECTRIQUES

### Objectif

- L'objectif de ce chapitre est la réalisation du schéma d'installation électrique (schéma architectural et unifilaire) à partir des bases de données de l'architecte
- Dans cette partie il est préférable d'utiliser le programme AUTOCAD

### Contenu :

- 5.1 Présentation du programme
- 5.2 Plan architectural
- 5.3 Plan unifilaire.
- 5.4 Plan des tableaux électriques

## **CHAPITRE 3**

# **PROCESSUS DE REALISATION DES SCHEMAS DES TABLEAUX ELECTRIQUES INDUSTRIELLES**

### **Objectif**

- L'objectif de ce chapitre est la réalisation du schéma des tableaux électriques industrielles
- Dans cette partie il est préférable d'utiliser le programme AUTOCAD électriques

### **Contenu :**

6.1 dessiner des schémas des différents tableaux aux choix ou on peut se référer sur la liste des Systèmes des commandes des machines électriques

6.2 Rapport des matériels

## **METHODOLOGIE**

Ce cours est orienté vers la production de travaux réalisés avec le micro-ordinateur. Les séances de théorie se limiteront à présenter les grandes lignes des modules et les normes et standards plutôt que de présenter les manipulations des fonctions des logiciels. Celles-ci seront présentées à l'aide d'équipements de démonstration dans le laboratoire immédiatement avant que l'élève ne pratique lui-même.

Etant donné le développement de la formation en micro-informatique au secondaire, ce cours peut devenir une mise à niveau, mais aussi un lieu de "confrontation" s'expériences, voire d'habitudes.

L'apprentissage d'une fonction d'un logiciel s'effectue dans les séquences non nécessairement consécutives, ni linéaires pour tout le monde (dépendant de l'équipement) : De même par exemple, certaines fonctions de traitement de texte peuvent être revues appliquées après certaines notions de DAO. La pondération des modules représente le total des périodes consacrées à l'ensemble des fonctions d'un logiciel. L'acquisition des habiletés s'effectue en trois étapes. A chaque étape, on approfondit la connaissance des logiciels en utilisant de nouvelles fonctions.

L'accent est mis sur la production par l'étudiant de documents normalisés intégrant tous les éléments du domaine des TS électroniques. C'est dans ce cours que sont présentés les outils que l'étudiant utilisera dans tous les autres cours : présentation, rapports, tableaux, graphes schémas, dessins. L'objectif est de rendre l'étudiant adaptable à tous les logiciels similaires utilisés dans l'industrie.

# TP : ELECTRONIQUE

(60 PERIODES)

## OBJECTIFS

Dans la formation des techniciens, les travaux pratiques sont un exemple type de l'interpénétration des sciences et des techniques. En 1<sup>ère</sup> année, les TP permettent grâce à des essais et des mesures de vérifier les caractéristiques des composants et de parfaire expérimentalement les connaissances des lois scientifiques qui sont à la base de tous les systèmes industriels.

## CONTENU

### Partie 1: Introduction à l'électronique

(10 périodes)

Cette partie est consacrée pour faire une introduction à l'électronique en étudiant pratiquement les titres suivants :

1. Courant alternatif et courant continu
2. Instruments de laboratoire (Oscilloscope, Générateur, alimentation, multimètre, etc.)
3. Composants électroniques de base (Résistance, condensateur, bobine, etc.)

### Travail à faire

1. Description et caractéristiques
2. Montages pratiques pour le test

### Partie 2: Les semi-conducteurs

(20 périodes)

Cette partie est consacrée pour tester les différents types de semi-conducteurs:

1. Diodes à jonctions :
  - 1.1 Caractéristiques
  - 1.2 Redresseur
  - 1.3 Limiteur
  - 1.4 Doubleur
2. Diodes particulières
  - 2.1 Diodes Zener
    - 2.1.1 Caractéristiques
    - 2.1.2 Stabilisateur
3. Transistor bipolaire
  - 3.1 Caractéristiques
  - 3.2 Montages fondamentaux :
    - 3.2.1 Emetteur commun
    - 3.2.2 Collecteur commun
    - 3.2.3 Base commune
4. NTC, PTC, LDR etc.

**N.B :** Voir programme théorique

### Travail à faire

1. Description théorique des éléments
2. Montages pratiques pour le test



## **Partie 3 : L'amplificateur opérationnel**

**(20 périodes)**

Cette partie est consacrée pour étudier les différents montages à amplificateur opérationnel :

1. Caractéristiques d'un amplificateur opérationnel:
2. Circuits à amplificateur opérationnel :
  - 2.1 Inverseur
  - 2.2 Non- inverseur
  - 2.3 Soustracteur
  - 2.4 Additionneur
  - 2.5 Intégrateur
  - 2.6 Dérivateur
  - 2.7 Trigger de Schmitt
3. Timer 555
  - 3.1 Caractéristiques
  - 3.2. Multivibrateur à NE555

**N.B :** Voir programme théorique

### **Travail à faire**

1. Description
2. Montages pratiques pour le test

## **Partie 4 : Les Oscillateurs**

**(4 périodes)**

Cette partie est consacrée pour étudier les différents types des oscillateurs :

1. Générateur LC
2. Générateur RC

### **Travail à faire**

1. Description
2. Montages pratiques pour le test
3. Réalisation d'un oscillateur sinusoïdal par timer 555 et par amplificateur opérationnel.

**N.B :** Voir programme théorique

## **Partie 5 : Les composants optoélectroniques**

**(6 périodes)**

Cette partie est consacrée seulement pour étudier des composants optoélectroniques :

1. Photo résistance
2. Photo diode
4. Diode électroluminescente
5. Photo – coupleur

### **Travail à faire**

1. Description
2. Montages pratiques pour le test

**N.B :** Voir programme théorique

# TP : CIRCUITS LOGIQUES

## (60 PERIODES)

### OBJECTIFS

Au terme de cette série de T.P. l'élève sera capable de :

- Sélectionner, implanter et vérifier expérimentalement l'opération des divers circuits intégrés, de l'électronique numérique
- Réaliser et tester des circuits d'application sur :
  - \* Les portes logiques
  - \* Les codeurs et décodeurs
  - \* Les Multiplexeurs et Démultiplexeur
  - \* Les additionneurs, soustracteurs et U.A.L.
  - \* Les bascules
  - \* Les registres
  - \* Les compteurs
- Examiner des circuits contenant des mémoires.

### CONTENU

#### Chapitre 1 Initiation aux portes logiques

(6 Périodes)

##### Pré-requis :

Portes logiques : symboles et tables de vérité

- La porte OU (OR)
- La porte ET (AND)
- La porte Non (Not)
- La porte Non – OU (NOR)
- La porte Non -ET (NAND)
- La porte OU exclusive (XOR)
- La porte NON-OU exclusive (XNOR)

##### Travaux Pratiques :

##### *Applications sur la logique combinatoire :*

- 1.1 Test et identification des différents types de portes logiques.
- 1.2 Réalisation de circuits à portes logiques : simplification, implantation, utilisation des catalogues et data book des constructeurs, vérification de la table de vérité.

#### Chapitre 2 Application combinatoire

(10 Périodes)

##### Pré-requis

- Le demi-additionneur, l'additionneur complet et l'additionneur à plusieurs bits.
- Le demi-soustracteur, le soustracteur complet et soustracteur à plusieurs bits.
- L'unité arithmétique et logique. UAL 74181.

### Travaux pratiques :

- 2.1 Câbler et vérifier expérimentalement le circuit logique d'un demi-additionneur.
- 2.2 Câbler et vérifier expérimentalement le circuit logique d'un demi-soustracteur.
- 2.3 Câbler et vérifier expérimentalement le circuit logique d'un additionneur.
- 2.4 Câbler et vérifier expérimentalement le circuit logique d'un soustracteur.
- 2.5 Tester et vérifier expérimentalement la table de vérité du circuit 74181.

## Chapitre 3 Les codeurs et décodeurs

(8 Périodes)

### Pré-requis

- Les codes binaires (8 à 3 par exemple).
- Codeur de priorité.
- Les décodeurs (3 à 8 par exemple).
- L'afficheur à 7 segments.
- Les décodeurs BCD / 7 segments.

### Travaux pratiques :

- 3.1 Construire expérimentalement la table de vérité du circuit intégrés 74148 (codeur de priorité 8 à 3) "*Réalisation d'un clavier*".
- 3.2 Tester expérimentalement l'opération des décodeurs 7445 ou 74145.
- 3.3 Monter un circuit d'affichage comprenant les décodeurs 7448 ou 7447 avec l'afficheur correspondant (notion du collecteur ouvert pour le 7447).
- 3.4 Réaliser un circuit complet avec le 74148 et 7447 pour afficher quelques chiffres.

## Chapitre 4 Les Multiplexeurs et Démultiplexeurs

(8 Périodes)

### Pré-requis

- Les multiplexeurs : principe, table de vérité.
- Le circuit intégré 74151 ou équivalent CMOS.
- Le dé multiplexeurs : principe, table de vérité.
- Le circuit intégré 74155 ou équivalent.

### Travaux pratiques

- 4.1 Monter le circuit d'un multiplexeur 4 à 1 en utilisant les portes logiques.
- 4.2 Tester et vérifier expérimentalement la table de vérité du circuit 74151.
- 4.3 Monter le circuit d'un dé multiplexeur 1 à 4 en utilisant les portes logiques.
- 4.4 Tester et vérifier expérimentalement la table de vérité du circuit 74155.
- 4.5 Câbler et analyser un circuit utilisant les deux circuits intégrés 74151 et 74155 ensemble.

## **Chapitre 5** **Les Bascules**

**(6 Périodes)**

### **Pré-requis**

- Bascules RS, D, et JK
- Structure Maître-esclave
- Les circuits intégrés 7474 et 7476 (ou leurs équivalents)

### **Travaux pratiques**

- 5.1 Câbler, à l'aide des portes NAND, une bascule RS et construire expérimentalement sa table de vérité.
- 5.2 Tester expérimentalement les tables de vérité des bascules D et JK en utilisant le 7474 et 7476 puis le 74574.
- 5.3 Réaliser un diviseur de fréquence par 2 puis par 4 en utilisant les 7474 et 7476.

## **Chapitre 6** **Les compteurs**

**(8 Périodes)**

### **Pré-requis**

- Les compteurs binaires.
- Asynchrones complets et incomplets plusieurs bits.
- Synchrones complets et incomplets plusieurs bits.
- Compteurs réversibles.
- 7490 et 74193.

### **Travaux pratiques**

- 6.1 A l'aide de bascules JK, réaliser les montages des compteurs asynchrones et synchrones modulo 5, 6 et 8, monter le circuit, visualiser les sorties à travers des LEDs pour les faibles fréquences, puis à l'oscilloscope pour des fréquences élevées.
- 6.2 Les circuits 7490 et 74193.
- 6.3 Fiches signalétiques du constructeur.
- 6.4 Tester expérimentalement leurs fonctionnements.

## **Chapitre 7** **Les registres**

**(6 Périodes)**

### **Pré-requis**

- Types de registres à décalage
- Le circuit 7496.

### **Travaux pratiques**

- 7.1 Construire à l'aide de bascule JK un registre à décalage 4 bits. Connecter les sorties à des diodes LED. Vérifier la table de vérité expérimentalement. Dessiner le diagramme de temps.
- 7.2 Utiliser le circuit intégré 7496 pour câbler les quatre types de registres à décalage; connecter les sorties à cinq diodes LED; construire la table de vérité expérimentale.

## **Chapitre 8**

### **Les Mémoires**

**(8 Périodes)**

#### **Pré-requis**

- Les différents genres des mémoires
- La méthode de programmation d'une RAM 6164 puis d'une EPROM 2764

#### **Travaux pratiques**

- 8.1 Réalisation d'une application très simple pour programmer une RAM.
- 8.2 Réalisation d'un mini projet utilisant : un compteur, LED et RAM ou EPROM.

## **TP : LANGUAGE C++**

**(60 PERIODES)**

---

### **OBJECTIFS**

Au terme de ce cours, l'élève sera capable :

- De décrire la méthode de développement par raffinement successif.
- D'appréhender les concepts de l'analyse algorithmique.
- D'acquérir les concepts de la programmation en langage C en vue d'une utilisation dans le domaine de l'informatique appliquée

### **CHAPTER 1** **INITIATION TO ALGORITHM**

- 1.1 Definition and characteristics of an algorithm
- 1.2 Structure of an algorithm (by symbols or pseudo-code)
  - 1.1.2 Examples

### **CHAPTER 2** **AN OVERVIEW OF C++**

- 2.1 Definition of programming language
- 2.2 Compilation.
  - 2.2.1 Pre-processor.
  - 2.2.2 Program execution.
- 2.3 The form of a program.

### **CHAPTER 3** **C++: VARIABLES, CONSTANTS, OPERATORS, AND EXPRESSIONS**

- 3.1 Identifier names.
- 3.2 Data types.
  - 3.2.1 Types modifiers.
  - 3.2.2 Access modifiers.
- 3.3 Declaration of variables.
- 3.4 Local variables, formal parameters, global variables.
- 3.5 Assignment statements.
  - 3.5.1 Multiple assignments, type conversion in assignments, variable initializations.
- 3.6 Constants.
- 3.7 Operators.
  - 3.7.1 Arithmetic operators.
  - 3.7.2 Increment and decrement.
- 3.8 Expressions.
  - 3.8.1 Type conversion in expressions.
  - 3.8.2 Casts.

## **CHAPTER 4**

### **C++: PROGRAM CONTROL STATEMENTS**

- 4.1 If statement.
- 4.2 Switch.
- 4.3 Iteration statements (Loops).
  - 4.3.1 The for Loop.
  - 4.3.2 The while loop.
  - 4.3.3 Do-while.

## **CHAPTER 5**

### **THE INTEGRATED DEVELOPMENT ENVIRONMENT**

(Software: Visual C++ expression edition 2010 or others)

- 5.1 The four IDE windows.
- 5.2 The menu window.
- 5.3 Object inspector window.
- 5.4 Form window.
- 5.5 Code (Unit) window.
- 5.6 Using speed menus.
- 5.7 Using context - sensitive help.
- 5.8 Types of applications.
  - 5.8.1 Creating a console application.
  - 5.8.2 Creating a simple windows application.

## **CHAPTER 6**

### **FUNCTIONS**

- 6.1 The general form of a function.
- 6.2 The return statement.
- 6.3 Understanding the scope of a function.
- 6.4 Function arguments.
- 6.5 Argc and argv - arguments to main ( ).
- 6.6 Function prototypes.
- 6.7 Recursion.
  - 6.7.1 Definition (Base case and return case).
  - 6.7.2 Programming exercises.

## **CHAPTER 7**

### **ARRAYS**

- 7.1 Single-dimension arrays.
- 7.2 Passing single-dimension arrays to functions.
- 7.3 Two-dimensional arrays.
- 7.4 Array initialization.
- 7.5 Enumeration.
  - 7.5.1 Programming exercises.
- 7.6 Structure (records).
  - 7.6.1 Programming exercises.

## **CHAPTER 8**

### **SORTING ALGORITHMS**

- 8.1 Insertion (algorithm + program).
- 8.2 Selection (algorithm + program).
- 8.3 Bubble sort (algorithm + program).

## **CHAPTER 9**

### **POINTERS**

- 9.1 Definition of pointers
- 9.2 Pointer variables.
- 9.3 The pointer operators.
- 9.4 Pointer expressions.
  - 9.4.1 Pointer assignments.
  - 9.4.2 Pointer arithmetic.
  - 9.4.3 Pointer comparisons.

## **CHAPTER 10**

### **INPUT/OUTPUT**

- 10.1 Programming exercises.

## **CHAPTER 11**

### **FILES MANIPULATION**

- 11.1 Programming exercises.

## **CHAPTER 12**

### **INTRODUCTION TO OBJECT- ORIENTED PROGRAMMING**

- 12.1 Object-oriented terms.
  - 12.1.1 Information hiding.
  - 12.1.2 Inheritance
  - 12.2.3 Polymorphism
- 12.2 Class members
  - 12.2.1 Private- public
- 12.3 Programming exercises.



**PROGRAMME DU DIPLOME DE  
TECHNICIEN SUPERIEUR  
2<sup>ème</sup> année**

**Spécialité**

**Electricité**

# MATHEMATIQUES

(90 PERIODES)

Le programme de mathématiques de la deuxième année du T.S. comporte les modules suivants: Analyse, statistiques, et probabilités.

## OBJECTIFS GENERAUX

L'enseignement de mathématiques doit:

- Fournir aux étudiants les outils mathématiques nécessaires à l'ensemble des disciplines techniques.
- Développer des capacités de raisonnement méthodique et de synthèse
- Développer la capacité de construction des modèles mathématiques relatifs à des cas pratiques.
- Fournir aux étudiants une formation permettant le traitement des données et des résultats expérimentaux.

## CONTENU

### CHAPITRE 1

#### SERIES

##### Objectifs

Au terme de ce chapitre, l'étudiant devrait être capable de :

- Identifier une série.
- Utiliser les séries dans des problèmes concrets.
- Appliquer la méthode de développement en série entière et en série de Fourier trigonométrique.

##### Contenu

###### 1.1 Séries numériques

- 1.1.1 Définition. Somme d'une série. Convergence et divergence des séries numériques
- 1.1.2 Critère de Cauchy
- 1.1.3 Séries numériques à termes positifs. Tests de convergence de Cauchy, de D'Alembert, de comparaison. Test de comparaison avec les séries de la forme  $\sum (1/n)^\alpha$  (test de Riemann)
- 1.1.4 Séries numériques absolument convergentes
- 1.1.5 Tests de convergence des séries à termes quelconques. Extension de tests de Cauchy et de D'Alembert
- 1.1.6 Séries numériques alternées. Tests de Leibniz et de Dirichlet
- 1.1.7 Opérations sur les séries numériques

###### 1.2 Séries entières

- 1.2.1 Définition. Convergence et divergence des séries entières
- 1.2.2 Théorème d'Abel et intervalle de convergence
- 1.2.3 Opérations sur les séries entières
  - 1.2.3.1 Somme et produit de deux séries entières
  - 1.2.3.2 Série dérivée et dérivation terme à terme de la série entière
  - 1.2.3.3 Série primitive et intégration terme à terme de la série entière
- 1.2.4 Développement d'une fonction en série entière. Série de Taylor
- 1.2.5 Séries entières dans le domaine complexe. Cercle de convergence
- 1.2.6 Développement d'une fonction analytique à variable complexe en série entière. Série de Taylor dans le domaine complexe

###### 1.3 Séries de Fourier (trigonometriques)

- 1.3.1 Séries de Fourier sur  $[-\pi, \pi]$ 
  - 1.3.1.1 Coefficients de Fourier d'une fonction définie sur  $[-\pi, \pi]$
- 1.3.2 Séries de Fourier sur  $[-a, a]$

- 1.3 Séries de Fourier sur un intervalle quelconque
  - 1.3.1 Développement de fonctions paires et impaires
- 1.4 Convergence de la série de Fourier
- 1.5 Forme complexe de la série de Fourier

## **CHAPITRE 2**

### **TRANSFORMATIONS DE LAPLACE ET DE FOURIER**

#### **Objectif**

Au terme de ce chapitre, l'étudiant devrait être capable de:

- Utiliser les méthodes de transformation de Laplace pour résoudre des équations différentielles ordinaires.

#### **Contenu**

- 2.1 Intégrale de Fourier
- 2.2 Transformée de Fourier
- 2.3 Transformée de Laplace. Définition, propriétés, table des images (images des fonctions:  $e^{-\alpha t}$ ,  $\sin \alpha t$ ,  $\cos \alpha t$ ,  $\sinh \alpha t$ ,  $\cosh \alpha t$ ,  $\sin \beta t e^{-\alpha t}$ ,  $\cos \beta t e^{-\alpha t}$ )
- 2.4 Applications.
- 2.5 Equations différentielles de la théorie des circuits électriques
- 2.6 Equations différentielles de la théorie des oscillations

## **CHAPITRE 3**

### **INTEGRALES MULTIPLES**

#### **Objectifs**

Au terme de ce chapitre, l'étudiant devrait être capable de:

- Intégrer une fonction de deux ou de trois variables.
- Utiliser les intégrales doubles et triples pour résoudre des problèmes physiques et géométriques.
- Utiliser les sommes intégrales dans le calcul approché.

#### **Contenu**

- 3.1.1 Intégrales doubles
  - 3.1.1.1 Sommes intégrales et subdivisions d'un domaine fermé, borné et quarrable du plan
  - 3.1.1.2 Interprétation géométrique de l'intégrale double
  - 3.1.1.3 Conditions d'intégrabilité d'une fonction de deux variables dans un domaine fermé, borné et quarrable du plan
  - 3.1.1.4 Règles de calcul de l'intégrale double à l'aide des intégrales simples répétées (théorème de Fubini)
  - 3.1.1.5 Propriétés de l'intégrale double:
    - 3.1.1.5.1 Linéarité de l'intégrale double
    - 3.1.1.5.2 Intégrabilité sur la réunion de deux domaines disjoints
    - 3.1.1.5.3 Inégalités des intégrales doubles
    - 3.1.1.5.4 Théorème de la moyenne
  - 3.1.1.6 Changement des variables dans l'intégrale double. Sens géométrique du jacobien
    - 3.1.1.6.1 Intégrale double en coordonnées polaires
    - 3.1.1.6.2 Calcul approché de l'intégrale double
  - 3.1.1.7 Applications géométriques et physiques de l'intégrale double:
    - 3.1.1.7.1 Calcul des aires des domaines plans
    - 3.1.1.7.2 Calcul des volumes des domaines dans l'espace
    - 3.1.1.7.3 Calcul des aires des surfaces dans l'espace
    - 3.1.1.7.4 Calcul des masses et des coordonnées des centres de masse des figures planes
    - 3.1.1.7.5 Calcul des moments d'inertie des figures planes

### 3.1.8 Intégrales triples

- 3.1.8.1 Sommes intégrales et subdivisions d'un domaine fermé, borné et cubable de l'espace
- 3.1.8.2 Interprétation géométrique de l'intégrale triple.
- 3.1.8.3 Conditions d'intégrabilité d'une fonction de trois variables dans un domaine fermé, borné et cubable de l'espace
- 3.1.8.4 Règles de calcul de l'intégrale triple à l'aide des intégrales simples répétées (théorème de Fubini)
- 3.1.8.5 Propriétés de l'intégrale triple:
  - 3.1.8.5.1 Linéarité de l'intégrale triple
  - 3.1.8.5.2 Intégrabilité sur la réunion de deux domaines disjoints.
  - 3.1.8.5.3 Inégalités des intégrales triples
  - 3.1.8.5.4 Théorème de la moyenne
- 3.1.8.6 Changement des variables dans l'intégrale triple. Sens géométrique du jacobien
  - 3.1.8.6.1 Intégrale triple en coordonnées cylindriques et sphériques
- 3.1.8.7 Calcul approché de l'intégrale triple
- 3.1.8.8 Applications géométriques et physiques de l'intégrale triple
  - 3.1.8.8.1 Calcul des volumes des domaines dans l'espace
  - 3.1.8.8.2 Calcul des masses et des coordonnées des centres de masse des corps dans l'espace
  - 3.1.8.8.3 Calcul des moments d'inertie des corps dans l'espace

## **CHAPITRE 4**

# **INTEGRALES CURVILIGNES ET INTEGRALES DE SURFACE : ANALYSE VECTORIELLE**

### **Objectifs**

Au terme de ce chapitre, l'étudiant devrait être capable de:

- Utiliser les intégrales curvilignes et les intégrales de surface pour résoudre des problèmes physiques et géométriques.
- Appliquer : la formule de Green, la formule d'Ostrogradsky-Gauss et la formule de Stokes dans des problèmes concrets.

### **Contenu**

#### 4.1 Intégrales curvilignes

- 4.1.1 Intégrale d'une forme différentielle
  - 4.1.1.1 Définition, propriétés, et interprétation physique
  - 4.1.1.2 Méthodes de calcul de l'intégrale curviligne
  - 4.1.1.3 Cas d'une forme différentielle exacte
  - 4.1.1.4 Détermination du potentiel scalaire
  - 4.1.1.5 Facteurs intégrants
  - 4.1.1.6 Formule de Green. Application aux calculs des aires planes
  - 4.1.1.7 Conditions pour qu'une intégrale curviligne soit indépendante du trajet suivi

#### 4.2 Intégrales de surface

- 4.2.1 Définition, propriétés
- 4.2.2 Méthodes de calcul
- 4.2.3 Relation avec l'intégrale double
- 4.2.4 Application: Masse et centre de masse d'une surface matérielle de densité donnée

#### 4.3 Analyse vectorielle

- 4.3.1 Formule de Stokes. Forme vectorielle et interprétation physique
- 4.3.2 Formule de divergence (d'Ostrogradsky-Gauss). Interprétation physique. Champ solénoïdal (rotationnel)
- 4.3.3 Equation de Laplace

### Compétences spécifiques

- Intégrer une fonction de deux ou de trois variables.
- Calculer une intégrale curviligne.
- Calculer une intégrale de surface.
- Utiliser l'équation de Laplace.
- Etudier les séries numériques.
- Etudier les séries entières.
- Etudier les séries de Fourier.
- Intégrer des équations différentielles du premier ordre.
- Intégrer des équations différentielles d'ordre supérieur.
- Appliquer la transformation de Laplace.

## ORGANISATION INDUSTRIELLE

(30 PERIODES)

### الإدارة الصناعية

- 1-1 مقدمة عامة عن الثورة الصناعية ونتائجها.
- 2-1 لمحة تاريخية عن الإدارة الصناعية وتطورها.
- 1-2-1 آدم سميث ADAM SMITH
- 2-2-1 CHARLES BABBAGE
- 3-2-1 فريدريك تايلور FREDERICK TAYLOR
- 4-2-1 هنري جانت HENRY H GANT
- 5-2-1 فرانك و ليليان جيلبرت FRANK & LILIAN GILBERTHS
- 3-1 .
- 4-1 وظائف الإدارة الصناعية ( ) .
- 5-1 ميزات الإدارة الصناعية في الوقت الحاضر.
- 6-1 مبادئ التنظيم الصناعي.
- 7-1 .

### الصناعية

- 1-2 مفهوم الشركة الصناعية.
- 2-2 .
- 3-2 .
- 4-2 .
- 1-4-2 مفهومه.
- 2-4-2 أنواعه ( - - - ) .

### الحديث

- 1-3 .
- 1-1-3 تطور مفهوم الموقع.
- 2-1-3 عوامل اختيار الموقع.
- 3-1-3 اختيار الموقع في المدن الكبيرة (مزاياه - مساوئه).
- 4-1-3 اختيار الموقع في المدن الصغيرة أو الريف (مزاياه - مساوئه).
- 5-1-3 .
- 6-1-3 خطوات اختيار الموقع.
- 2-3 التخطيط الداخلي للمصنع LAY OUT
- 1-2-3 تعريف التخطيط الداخلي.
- 2-2-3 أهمية التخطيط الداخلي.
- 3-2-3 مجال التخطيط الداخلي.
- 4-2-3 مهام قسم التخطيط الداخلي.

- 5-2-3 أهداف ومزايا التخطيط الداخلي.
- 6-2-3 مظاهر التخطيط الداخلي الجيد.
- 7-2-3 مظاهر التخطيط الداخلي الرديء.
- 8-2-3 خطوات التخطيط الداخلي.

- 1-4 مفهوم العدد والآلات
- 2-4 استهلاك الآلة.
- 1-2-4 طريقة القسط الثابت.
- 2-2-4 طريقة القسط المتناقص. (مع أمثلة تطبيقية حسابية للطريقتين).

### صيانة

- 1-5 الهدف من عمليات الصيانة والإصلاح.
  - 2-5 وظائف قسم الصيانة.
  - 3-5 أنواع الصيانة.
  - 1-3-5 الصيانة الوقائية
  - 2-3-5 الصيانة العلاجية
  - 4-5
  - 5-5 تكاليف تعطل الآلات.
- .PREVENTIUE MAINTENANCE
- .REMEDIAL MAINTENANCE

### (المشتريات)

- 1-6 مفهوم وظيفة المشتريات.
- 2-6 وظائف إدارة المشتريات.
- 3-6 المعلومات الأساسية المطلوب توفرها لوظيفة المشتريات.
- 4-6 سياسات الشراء.

### تنظيم المخزن والرقابة على المخزون

- 1-7
  - 2-7
  - 1-2-7
  - 2-2-7
  - 3-2-7 مقارنة بين النظامين.
- FIXED ORDER SIZE SYSTEM
- FIXED ORDER INTERVAL SYSTEM

8-8 تدفق المواد في الشركات الصناعية.

1-1-8 مفهومها.

2-1-8 أهميتها.

3-1-8 مزايا التخطيط الجيد لعملية تدفق المواد.

4-1-8 مبادئ تخطيط عملية تدفق المواد.

2-8 نقل ومناولة المواد في الشركات الصناعية.

1-2-8 مفهومها.

2-2-8 أهميتها.

3-2-8 أهدافها.

### تصميم وتنميط الإنتاج

1-9 العوامل التي يتوقف عليها تصميم المنتج.

2-9 دورة التصميم.

1-2-9 مفهومها.

2-2-9 العوامل المؤثرة فيها.

3-9 مراحل تقديم المنتج للسوق.

4-9 التنميط.

5-9 التبسيط.

6-9 التنويع.

7-9 التصغير.

1-10 المفهوم العلمي للرقابة على الجودة.

2-10 .

1-2-10 مفهومها.

2-2-10 مزاياها.

3-10 المنظمة العالمية للتقييس (ISO)

INTERNATIONAL STANDARDS 4-10 المقاييس (المعايير) العالمية

1-4-10 تعريف المقاييس.

2-4-10 أسباب الحاجة إلى مقاييس عالمية.

3-4-10 أنواع المقاييس العالمية.

### التخطيط والرقابة

1-11 التخطيط الصناعي.

1-1-11 مفهوم التخطيط الصناعي.

2-1-11 مسؤولية التخطيط الصناعي.

3-1-11 مستويات التخطيط الصناعي.

4-1-11 أنواع قرارات التخطيط.



- 5-1-11 أهداف التخطيط الصناعي.
- 2-11 الرقابة الصناعية.
- 1-2-11 تعريف الرقابة الصناعية.
- 2-2-11 أهمية الرقابة الصناعية.
- 3-2-11 أسس الرقابة الصناعية.
- 4-2-11 مميزات وصفات الرقابة الجيدة.
- 5-2-11 .
- 3-11 التخطيط والرقابة على الإنتاج.
- 1-3-11 الهدف الرئيسي للتخطيط والرقابة على الإنتاج.
- 2-3-11 النشاطات التي تسبق عملية التصنيع.
- 4-11 التخطيط والرقابة على العمليات الإنتاجية.
- 1-4-11 النشاطات التي تسبق قرار البدء بالعملية الإنتاجية.
- 2-4-11 التخطيط التكميلي.

### المحافظة على سلامة العاملين والممتلكات

- 1-12 المحافظة على سلامة العاملين.
- 2-12 .

## GESTION ET FINANCE

(30 PÉRIODES)

### مقدمة عامة عن الإدارة والتنظيم :

#### علم الإدارة الحديثة ( )

- 1-1: تعريفه
- 2-1: مضمونه
- 3-1: أسسه ومبادئه
- 4-1: القيادة
- 1-4-1: تعريفها
- 2-4-1: العوامل التي تقوم عليها
- 3-4-1: أهم المهام التي يقوم بها المدير ( ) في الإدارة الحديثة
- 4-4-1: الشروط الواجب توفرها في المدير الكفؤ

#### التنظيم

- 1-2: تعريف التنظيم
- 2-2: مبادئ التنظيم
- 3-2: النظريات الكلاسيكية للتنظيم
- 1-3-2: خصائصها
- 2-3-2: (النظرية البيروقراطية) – ماكس فايبر
- 3-3-2: (نظرية الإدارة العلمية) – فريدريك تايلور
- 4-2: النظريات الحديثة للتنظيم
- 1-4-2: خصائصها
- 2-4-2: (نظرية العلاقات الإنسانية) – ألتون مايو
- 3-4-2: (نظرية التوازن التنظيمي) – شستر برنارد وهيربرت سايمون

### الدراسات اللازمة لإنشاء المشاريع :

#### اللازمة لإنشاء المشاريع

- 1-2: أهمية الدراسات اللازمة لإنشاء المشاريع
- 2-2: العوامل التي يجب التأكد منها قبل إقامة المشروع
- 3-2: أنواع الدراسات اللازمة لإنشاء المشاريع ومحتوياتها
- 1-3-2: مرحلة التعريف ومضمونها
- 2-3-2: المرحلة التمهيديّة ومضمونها
- 3-3-2: مرحلة التحليل والتقييم (دراسة الجدوى الإقتصادية) ومضمونها
- 1-3-3-2: تحليل السوق

- 2-3-3-2: التحليل الفني
- 3-3-3-2: التحليل المادي
- 4-3-3-2: التحليل الاجتماعي

### الإدارة المالية ومصادر تمويل المؤسسات

#### الإدارة المالية ومصادر تمويل المؤسسات

- 1-3: المالية
- 1-1-3: تعريفها
- 2-1-3: مهامها
- 2-3: مصادر تمويل المؤسسة
- 1-2-3: المصادر الداخلية (الرّساميل الخاصة)
- 1-1-2-3: الرّأسمال الأصلي أو حصص المساهمين
- 2-1-2-3: الإكتتاب العام بالأسهم
- 3-1-2-3: التمويل الذاتي
- 2-2-3: المصادر الخارجية (الرّساميل )
- 1-2-2-3:
- 2-2-2-3: التمويل الإستثماري
- 3-2-2-3: الإعتماد الجاري للموردين
- 4-2-2-3:
- 5-2-2-3: الإعتماد التأجيري ( )

### الإعلان والتسويق

- 1-1: تعريف
- 2-1: عناصر الإعلان الأساسية
- 3-1: أهمية الإعلان لتسويق الإنتاج
- 4-1:
- 5-1: أهداف الإعلان
- 6-1: المزيج الترويجي

#### التسويق

- 1-2: تعريف التسويق
- 2-2: أهمية التسويق
- 3-2: وظائف التسويق
- 4-2: أهداف التسويق
- 5-2: المزيج التسويقي
- 5-2: تعريفه
- 2-5-2: (4 P'S)

:

- 1-1: (الشخص الطبيعي)
  - 1-1-1: تعريف التاجر، تعريف التاجر
  - 2-1-1: الشروط الواجب توافرها في الشخص الطبيعي لاكتساب صفة التاجر
    - 1-2-1-1: التجارية
    - 2-2-1-1: إتخاذ التجارة مهنة له
  - 3-2-1-1: مزاولة التجارة باسمه الشخصي وحسابه الخاص
  - 4-2-1-1: إمتلاك الأهلية التجارية
  - 2-2: موجبات التّجار المهنيّة
  - 1-2-1: موجب القيد في السّجلّ التجاري
  - 2-2-1: موجب مسك الدّفاتر التجارية

## مالية

- 1-2: تعريف المؤسسة التجارية
- 2-2: عناصر المؤسسة التجارية
  - 1-2-2: العناصر المعنوية (غير المادية)
    - 1-1-2-2: الرئيسية ( )
    - (الإسم التجاري، الشعار، الزبائن، حق الإيجار، المركز أو الموقع التجاري)
    - 2-1-2-2: الثانوية (غير الدائمة) ( )
    - 3-1-2-2: المادية ( )
  - 3-2: الفرق بين المؤسسة التجارية والشركة التجارية

## الأسناد التجارية

- 1-3:
  - 1-1-3: تعريف سند السّحب
  - 2-1-3: (محتوياته الإلزامية)
  - 2-3: ( )
  - 1-2-3: تعريف السّند
  - 2-2-3: (محتوياته الإلزامية)
  - 3-3: الشيك
  - 1-3-3: تعريف الشيك
  - 2-3-3: شروط الشيك (محتوياته الإلزامية)
  - 4-3: الفرق بين سند السحب والسند لأمر
  - 5-3: الفرق بين سند السحب والشيك
  - 6-3: الفرق بين السند لأمر والشيك

1-4:

1-1-4: تعريفها

2-1-4: خصائصها

3-1-4: إدارتها

2-4: شركة التوصية البسيطة

1-2-4: تعريفها

2-2-4: خصائصها

3-4:

1-3-4: تعريفها

2-3-4: خصائصها

3-3-4: إدارتها

1-5: (المساهمة)

1-1-5: تعريفها

2-1-5: خصائصها

3-1-5: إدارتها

2-5: شركة التوصية بالأسهم

1-2-5: تعريفها

2-2-5: خصائصها

3-2-5: إدارتها

3-5: الفرق بين شركات الأشخاص وشركات الأموال

الشركة المحدودة المسؤولة:

1-6: تعريفها

2-6: طبيعتها القانونية

3-6: خصائصها

4-6: إدارتها

( : تمارين تطبيقية وأمثلة واقعية تعطى للطلاب مع كل درس من دروس القانون التجاري)

5-6: الأسباب العامة لحل جميع أنواع الشركات.

# MACHINES ELECTRIQUES

(120 PERIODES)

## PARTIE I : LES TRANSFORMATEURS STATIQUES

Au terme de cette partie du cours, l'étudiant sera capable de :

- Calculer les éléments du circuit équivalent d'un transformateur.
- Déterminer les pertes d'un circuit magnétique en courant alternatif
- Décrire les propriétés essentielles d'un transformateur
- Déterminer les forces magnétomotrices du transformateur
- Interpréter les diagrammes de fonctionnement du transformateur
- Déterminer la chute de tension du transformateur en charge
- Déterminer les pertes du transformateur.
- Identifier la mode de connexion d'un transformateur triphasé.
- Déterminer l'indice horaire.

### CHAPITRE 1

#### **RAPPELS SUR LE PROGRAMME DE LE 1<sup>ERE</sup> ANNEE SUR LES MACHINES EN C.C ET LE TRANSFORMATEUR MONOPHASE**

(16 PERIODES)

➤ RESOLUTIONS DES EXERCICES.

### CHAPITRE 2

#### **TRANSFORMATEURS TRIPHASES**

(24 PERIODES)

##### 2.1 Mode de connexion - Définition

###### 2.1.1 Constitution d'un transformateur triphasé

###### 2.1.2 Connexion étoile - étoile

###### 2.1.3 Connexion étoile - triangle

###### 2.1.4 Connexion étoile – zigzag

###### 2.1.5 Avantages et inconvénients du couplage zig-zag.

##### 2.2 Intérêt et utilisation de chaque mode de connexion

##### 2.3 Indice horaire

###### 2.3.1 Définition

###### 2.3.2 Grandeurs dont dépend l'indice horaire

###### 2.3.3 Détermination de l'indice horaire

##### 2.4 Essais permettant de déterminer les éléments du circuit équivalent

###### 2.4.1 Essai à vide

###### 2.4.2 Essai en court circuit

##### 2.5 Diagramme de Kapp

##### 2.6 Essai en charge

###### 2.6.1.1 Influence du courant secondaire $I_2$

###### 2.6.1.2 Influence du facteur de puissance

##### 2.7 Valeur approchée de la chute de tension

- 2.8 Réglage de la tension secondaire
- 2.9 Relation entre les impédances côté primaire et côté secondaire
- 2.10 Relation entre les tensions relatives de court-circuit
- 2.11 Rapport du courant à vide au courant de pleine charge.
- 2.12 Essais permettant de déterminer les pertes du transformateur (méthode de deux wattmètres)
  - 2.12.1 Essai à vide
  - 2.12.2 Essai en court circuit
- 2.13 Rendement du transformateur ; Conditions pour un rendement maximal
- 2.14 Couplage des transformateurs en parallèle
  - 2.14.1 Objet et définition
  - 2.14.2 Conditions concernant les caractéristiques
    - 2.14.2.1 Les F.E.M secondaires doivent avoir même module et même angle polaire
    - 2.14.2.2 Même indice horaire pour les transformateurs triphasés
- 2.15 Problèmes d'application

## **PARTIE II :**

### **LES MACHINES TOURNANTES A COURANT ALTERNATIF**

#### **OBJECTIFS :**

Au terme de cette partie du cours, l'étudiant doit être capable de :

- Interpréter et calculer la valeur du champ tournant
- Schématiser l'évolution du champ tournant dans l'espace
- Décrire les différentes parties d'un alternateur.
- Réaliser le réglage de la F.E.M. d'un alternateur.
- Interpréter le diagramme de fonctionnement d'un alternateur en charge
- Evaluer la chute de tension.
- Réaliser les essais d'un alternateur pour déterminer ses caractéristiques
- Interpréter les diagrammes de fonctionnement d'un moteur synchrone
- Interpréter le fonctionnement d'un moteur asynchrone
- Représenter un moteur asynchrone par son circuit équivalent
- Réaliser les essais d'un moteur asynchrone pour déterminer ses caractéristiques.

## **CHAPITRE 3** **MACHINE SYNCHRONE**

### **PARTIE A : ALTERNATEUR**

**(30 PERIODES)**

- 3.1 Principe et fonctionnement
  - 3.1.1 Création des champs tournants bipolaires par des courants monophasé, diphasés, triphasé
  - 3.1.2 Théorème de Leblanc
  - 3.1.3 Champ tournant d'un stator triphasé
- 3.2 Constitution
  - 3.2.1 Rotor à pôles saillants
  - 3.2.2 Rotor à pôles lisses
  - 3.2.3 Stator triphasé
- 3.3 Définition d'une période, Fréquence:  $f = p.n$
- 3.4 Calcul de la F.E.M. théorique
- 3.5 Calcul de la F.E.M. réelle
  - 3.5.1 Facteur de bobinage
    - 3.5.1.1 Cas d'un alternateur monophasé
    - 3.5.1.2 Cas d'un alternateur triphasé
- 3.6 Facteur de forme

- 3.7 Expansion globale de la F.E.M. coefficient de Kapp
- 3.8 Degré géométrique et degré électrique
- 3.9 Caractéristique à vide
- 3.10 Caractéristique en charge
- 3.11 Réaction d'induit
  - 3.11.1 Le courant  $I$  est en phase avec la f.é.m.  $E$
  - 3.11.2 Le courant  $I$  est déphasé de  $\pi/2$  radian en arrière
  - 3.11.3 Le courant  $I$  est déphasé de  $\pi/2$  radian en avance
  - 3.11.4 Le courant  $I$  est déphasé d'un angle compris entre 0 et  $\pi/2$  rad en arrière (cas général)
- 3.12 Chute de tension - Définition
- 3.13 Diagramme de Behn Eschenburg
  - 3.13.1 Fonctionnement en charge
  - 3.13.2 F.E.M. en charge
- 3.14 Facteurs dont dépend la chute de tension
  - 3.14.1 Facteur de puissance du récepteur
  - 3.14.2 Courant débité
- 3.15 Détermination de la réluctance  $L$  de Behn Eschenburg
  - 3.15.1 Essai à vide
  - 3.15.2 Essai en court - circuit
  - 3.15.3 Variation de  $L$  en fonction du courant d'excitation
  - 3.15.4 Essai en débit inductif
- 3.16 Réglage de la F.E.M.
  - 3.16.1 Excitation par dynamo excitatrice
  - 3.16.2 Excitation statique
- 3.17 Rendement d'un alternateur
- 3.18 Couplage des alternateurs en parallèle
  - 3.18.1 Conditions électriques
  - 3.18.2 Manœuvres de couplage
- 3.19 Problèmes d'application

## **PARTIE B : Moteur synchrone**

**(8 périodes)**

- 3.20 Principe de fonctionnement
- 3.21 Equation de fonctionnement du moteur synchrone
- 3.22 Diagramme bipolaire simplifié
  - 3.22.1 Puissance totale développée
- 3.23 Fonctionnement à excitation constante et puissance variable
- 3.24 Fonction à puissance constante et excitation variable
  - 3.24.1 Courbes en V. de Mordey
- 3.25 Propriétés du moteur synchrone
  - 3.25.1 Avantages
  - 3.25.2 Inconvénients
- 3.26 Utilisations du moteur synchrone



## **CHAPITRE 4**

### **MACHINE ASYNCHRONE**

**(30 PÉRIODES)**

#### **PARTIE A : MOTEURS ASYNCHRONES TRIPHASE**

- 4.1 Constitution
  - 4.1.1 Stator
  - 4.1.2 Rotor
    - 4.1.2.1 Rotor bobiné en court -circuit (Rotor à bagues)
    - 4.1.2.2 Rotor à cage
- 4.2 Fonctionnement à vide
  - 4.2.1 Principe de fonctionnement (stator triphasé)
  - 4.2.2 Courant absorbé à vide
  - 4.2.3 F.E.M. induite par phase du stator
  - 4.2.4 Glissement ( $g$ )
  - 4.2.5 F.E.M. entre bagues à l'arrêt du rotor
- 4.3 Fonctionnement en charge
  - 4.3.1 Stator triphasé - Rotor bobiné en court circuit
  - 4.3.2 Flux du stator - flux du rotor
  - 4.3.3 F.E.M. du rotor et courant rotorique
  - 4.3.4 Le flux maximal dans l'entrefer est constant pour une tension statorique constante
  - 4.3.5 Equation des forces magnétomotrices du stator et du rotor
- 4.4 Circuit électrique équivalent
  - 4.4.1 Equation des tensions au stator et au rotor
  - 4.4.2 Une machine asynchrone est équivalente à un transformateur dont le secondaire alimenterait une charge de  $(R_2/g)$
- 4.5 Essai en court circuit
- 4.6 Puissance perdue dans le rotor
- 4.7 Pertes stator
  - 4.7.1 Pertes magnétiques et pertes mécaniques
  - 4.7.2 Pertes Joule
- 4.8 Bilan des puissances
  - 4.8.1 Puissance transmise au rotor
  - 4.8.2 Pertes du rotor
  - 4.8.3 Rendement du rotor, Rendement global.
- 4.9 Fonctionnement analytique
  - 4.9.1 F.E.M et courant rotorique en charge
  - 4.9.2 Etude du couple électromagnétique
    - 4.9.2.1 Couple développé
    - 4.9.2.2 Couple au démarrage, Couple maximal.
    - 4.9.2.4 Caractéristique mécanique  $C = f(g)$
- 4.10 Propriétés fondamentales relatives au couple et au glissement
- 4.11 Diagramme du cercle
  - 4.11.1 Diagramme du cercle pour le rotor
  - 4.11.2 Diagramme du cercle pour le stator
  - 4.11.3 Exploitation des diagrammes
- 4.12 Essais permettant la construction du diagramme de cercle
- 4.13 Mesures des pertes constantes
  - 4.13.1 Séparation des pertes fer et des pertes mécaniques
- 4.14 Réglage de la vitesse des moteurs asynchrone :
  - 4.14.1 Action sur le glissement : Par résistances rotorique.
  - 4.14.2 Action sur la fréquence : Par convertisseur de fréquence (à fréquence variable)
  - 4.14.3 Action sur le nombre de pôles du stator : Par couplage Dahlander,  
Par stator à deux enroulements séparés.
- 4.14 Problèmes d'application

## **PARTIE B: MOTEUR ASYNCHRONE MONOPHASE**

- 4.15 Constitution et principe de fonctionnement
- 4.16 Artifices de démarrage
- 4.17 Propriétés particulières
- 4.18 Problèmes d'application

## **CHAPITRE 8** **MACHINES SPECIALES**

**(12 périodes)**

- 7.1 Moteur Pas à Pas
  - 7.1.1 Structure d'un actionneur pas à pas.
  - 7.1.2 Etude de l'élément moteur.
  - 7.1.3 Cas du stator à circuit magnétique multiple.
  - 7.1.4 Etude de l'alimentation et étude de la commande.
  - 7.1.5 Etude du fonctionnement dynamique de l'ensemble.
  - 7.1.6 Domaines de fonctionnement.
- 7.3 Moteur universel (moteur série monophasé)
  - 7.3.1 Principe
  - 7.3.2 Propriétés
- 7.4 Moteur linéaire à induction
  - 7.4.1 Principe
  - 7.4.2 Propriétés

# **SERVOMECHANISME**

**(90 PERIODES)**

## **OBJECTIFS GENERAUX**

Au terme de ce cours, l'élève devrait être capable de:

- Définir les grandeurs fondamentales, les sorties aux entrées typiques, erreur statique et temps de réponse.
- Expliquer le principe de l'asservissement: affichage, asservissement, utilisation, rôle du gain et du matériel utilisé.
- Définir les fonctions de transfert, schéma bloc et diagrammes fonctionnels.
- Expliquer le principe, le rôle, et la fonction des différents capteurs, détecteurs d'écart, réseaux correcteurs et amplificateurs.
- Utiliser les transformations de Laplace.
- Etablir les fonctions de transfert des systèmes du premier, du second ordre, et par suite d'ordre  $n$ , et tracer leurs lieux de transfert dans le plan de Nyquist et dans le plan de Bode.
- Utiliser les lieux de transfert pour étudier la stabilité et la précision des systèmes asservis.

## **CHAPITRE 1** **GENERALITES**

**(8 périodes)**

- 1.1 Définition des systèmes asservis -exemples
- 1.2 Classification des systèmes asservis : boucle ouverte et boucle fermée
- 1.3 Caractéristiques de la boucle ouverte
- 1.4 Caractéristiques de la boucle fermée
- 1.5 Exemples de la boucle ouverte et de la boucle fermée dans un système asservi
- 1.6 Avantages et inconvénients de la boucle ouverte d'un système asservi
- 1.7 Représentation d'un système asservi
- 1.8 Terminologie d'un système asservi
- 1.9 Transducteur

## **CHAPITRE 2** **FONCTION DE TRANSFERT DES SYSTEMES ASSERVIS**

**(10 périodes)**

- 2.1 Définition
- 2.2 Propriété de la fonction de transfert
- 2.3 Fonction de transfert élémentaire
- 2.4 Diagramme fonctionnel (bloc, jonction, sommation, comparateur)
- 2.5 Manipulation des schémas blocs
- 2.6 Graphe de fluence de signaux – règle de Mason
- 2.7 Boucles ouvertes
  - 2.7.1 Fonction de transfert d'un système linéaire d'ordre  $n$
- 2.8 Boucles fermées
  - 2.8.1 Fonction de transfert, retour unitaire et retour non unitaire.
- 2.9 Exercices d'applications

## **CHAPITRE 3**

### **TRANSFORMATION DE LAPLACE**

**(14 périodes)**

- 3.1 Définitions et propriétés
- 3.2 Représentations de quelques fonctions
  - 3.2.1 Fonction de Dirac
  - 3.2.2 Fonction échelon unité  $u(t)$
  - 3.2.3 Fonction rampe
  - 3.2.4 Fonction  $t^n$
- 3.3 Tableau des transformées usuelles
- 3.4 Transformée d'une fonction périodique
- 3.5 Transformée de  $f(at)$ ,  $f(t - \tau)$
- 3.6 Dérivation: application au cas des conditions initiales nulles
- 3.7 La transformée inverse de Laplace
  - 3.7.1 Décomposition en éléments simples
  - 3.7.2 Détermination des inverses par utilisation du développement en élément simple
- 3.8 Théorème de la valeur initiale et de la valeur finale
- 3.9 Application de la transformation de Laplace à la résolution d'équations différentielles linéaires à coefficient constants.
- 3.10 Exercices d'applications

## **CHAPITRE 4**

### **SYSTEMES DU PREMIER ORDRE**

**(10 périodes)**

- 4.1 Définition et exemples: circuit R-C
- 4.2 Analyse temporelle
  - 4.2.1 Réponse à une impulsion de Dirac  $e(t) = \delta(t)$
  - 4.2.2 Réponse à un échelon de position  $e(t) = u(t)$
  - 4.2.3 Réponse en vitesse à une entrée d'un signal de rampe  $e(t) = a.t u(t)$
- 4.3 Circuit R, L série en régime transitoire.
- 4.4 Circuit R, C série en régime transitoire.
- 4.5 Réponse à une entrée harmonique: courbes d'amplitude et d'argument en fonction de la fréquence (régime définitif ou permanent).
- 4.6 Réponse à une entrée quelconque: pulsation réduite, lieu de transfert en coordonnées polaires ou lien de Nyquist.
- 4.7 Utilisation du lieu de Nyquist.
- 4.8 Exercices d'applications.

## **CHAPITRE 5**

### **REPRESENTATIONS GRAPHIQUES ET LIEUX DE TRANSFERT**

**(14 périodes)**

- 5.1 Lieux de Bode
  - 5.1.1 Coordonnées logarithmiques – définition et propriété (décibel, octave)
  - 5.1.2 Diagramme asymptotique et réel de gains
  - 5.1.3 Diagramme asymptotique et réel de phases
- 5.2 Lieu de Nyquist

## **CHAPITRE 6**

### **STABILITE DES SYSTEMES ASSERVIS**

**(8 périodes)**

- 6.1 Définition de la stabilité: stabilité interne et stabilité externe
  - 6.1.1 Condition générale de stabilité.
- 6.2 Critère de stabilité
  - 6.2.1 Critère algébriques – critère de Routh – Hurwitz.
- 6.3 Utilisation pratique du critère de Nyquist: règle de Revers (comparaison du lieu de Nyquist de la chaîne totale en boucle ouverte au point critique -1)
- 6.4 Stabilité d'un système asservi dans le plan de Bode.
- 6.5 Stabilité pratique: marge de gain, marge de phase et facteur de résonance.
- 6.6 Critère graphiques de stabilité.
- 6.7 Exercices d'applications.

## **CHAPITRE 7**

### **SYSTEMES DU SECOND ORDRE**

**(10 périodes)**

- 7.1 Définition et exemples électriques (circuit R, L, C)
  - 7.1.2 Définition de paramètres (gain statique, fréquence propre non amortie, fréquence de résonance, rapport d'amortissement, coefficient exponentielle d'amortissement, et constante de temps).
- 7.2 Analyse temporelle
  - 7.2.1 Réponse impulsionnelle.
  - 7.2.2 Réponse indicielle.
  - 7.2.3 Erreur de position.
  - 7.2.4 Erreur de traînage.
- 7.3 Réponse à une entrée harmonique: courbes de réponse, lieu de Nyquist.
- 7.4 Réponse à une entrée quelconque: pulsation réduite, fonction de transfert en fonction des paramètres mesurables (gain statique, coefficient d'amortissement et fréquences propres), lieu de Nyquist.
- 7.5 Exercices d'applications

## **CHAPITRE 8**

### **COMPENSATION DES SYSTEMES ASSERVIS**

**(6 périodes)**

- 8.1 Principe de compensation
- 8.2 Compensation d'un système asservi dans le plan de Bode
- 8.3 Compensation par avance de phase
- 8.4 Compensation par variation du gain
- 8.5 Exemples de compensation
- 8.6 Exercices d'applications

## **CHAPITRE 9**

### **RESEAUX CORRECTEURS**

**(10 périodes)**

- 9.1 Définition et propriétés
- 9.2 Fonctions de transfert, courbes d'amplitudes et de phases, bandes passantes des:
  - 9.2.1 Circuits passe-haut ou à avance de phase
  - 9.2.2 Circuits passe-bas ou à retard de phase
  - 9.2.3 Circuits coupe-bande ou à retard-avance de phase
  - 9.2.4 Circuits passe-bande ou à avance-retard de phase

- 9.3 Choix d'un réseau correcteur
- 9.4 Exercices d'applications
- 9.5 Régulation de la vitesse d'un moteur à courant continu, à excitation indépendante, commandé par la tension induite à l'aide d'un redresseur triphasé:
  - 9.5.1 Schéma et principe de fonctionnement: affichage et asservissement
  - 9.5.2 Linéarité des organes du schéma: amplificateur différentiel, redresseur, génératrice tachymétrique, filtre R-C...
- 9.6 Compensation de l'erreur statique par la tension image courant
- 9.7 Compensation par variation du gain dynamique: stabilité et précision
- 9.8 Compensation du régime transitoire de la vitesse régulée par une tension de décharge d'amplitude proportionnelle au couple résistant
- 9.9 Exercices d'applications

# RESEAUX ELECTRIQUES ET PROTECTIONS

## (60 PERIODES)

### OBJECTIFS GENERAUX

Au terme de ce cours, l'élève devrait être capable de:

- Interpréter les fonctions périodiques non sinusoïdales.
- Réduire le schéma du réseau à sa plus simple expression.
- Calculer les courants de court-circuit en n'importe quel point du réseau et en déduire la puissance de court-circuit.
- Décomposer les systèmes triphasés déséquilibrés en leurs composantes symétriques.
- Utiliser les composantes symétriques pour résoudre les systèmes triphasés déséquilibrés.
- Déterminer le système de protection adéquat en tout point du réseau
- Mesurer les composantes symétriques de tensions et de courants sur un réseau déséquilibré.

### CONTENU

#### PARTIE I : REGIMES PERIODIQUES NON SINUSOIDAUX

### OBJECTIFS

Au terme de cette partie, l'élève devrait être capable de:

- Décomposer une fonction périodique non sinusoïdale en plusieurs fonctions sinusoïdales.
- Déterminer la valeur moyenne et la valeur efficace des fonctions périodiques.
- Déterminer les harmoniques produits par un élément du réseau non linéaire.
- Etudier le phénomène de "ferro-résonance" qui peut se produire sur les réseaux.
- Résoudre les circuits soumis aux tensions périodiques non sinusoïdales.

#### CHAPITRE 1 FONCTIONS PERIODIQUES NON SINUSOIDALES

(10 périodes)

- 1.1 Définition - Exemples
- 1.2 Valeur efficace et valeur moyenne
- 1.3 Somme et produits des fonctions périodiques
- 1.4 Série de Fourier: Décomposition des fonctions périodiques non sinusoïdales.
- 1.5 Fonctions périodiques redressées
- 1.6 Production d'harmoniques de tension ou de courant par les éléments non linéaires
- 1.7 Résolution des circuits soumis aux tensions périodiques non sinusoïdales
- 1.8 Exercices d'applications

#### CHAPITRE 2 FERRO-RESONNANCE

(4 périodes)

- 2.1 Définition - Explication du phénomène
  - 2.1.1 Conditions
  - 2.1.2 Conséquences
- 2.2 Ferro-résonance série sur les réseaux
- 2.3 Ferro-résonance parallèle sur les réseaux
- 2.4 Exercices d'application

## **PARITE II : SYSTEMES TRIPHASES DESEQUILIBRES**

### **OBJECTIFS**

Au terme de cette partie, l'élève devrait être capable de:

- Décomposer un système triphasé déséquilibré en ses composantes symétriques.
- Déterminer les composantes symétriques de tension ou de courants.
- Calculer les composantes symétriques des tensions composées.
- Mesurer les composantes symétriques sur un réseau.
- Calculer les systèmes triphasés déséquilibrés en étoiles et en triangle.

### **CHAPITRE 3 UTILISATION DES COMPOSANTES SYMETRIQUES**

**(4 périodes)**

- 3.1 Définition des composantes symétriques
  - 3.1.1 Système direct
  - 3.1.2 Système inverse
  - 3.1.3 Système homopolaire
- 3.2 Définition et propriété de l'opérateur "a"
- 3.3 Expressions des composantes symétriques
- 3.4 Construction des composantes symétriques
- 3.5 Réalité physique des composantes symétriques
- 3.6 Exercices d'applications.

## **PARTIE III : TRANSFORMATION DES IMPÉDANCES DES ELEMENTS D'UN RÉSEAU**

### **OBJECTIFS**

Au terme de cette partie, l'élève devrait être capable de:

- Déterminer les impédances des éléments d'un réseau.
- Réduire ces impédances en fonction de la tension.
- Déterminer l'impédance globale équivalente d'un réseau.
- Calculer les courants de court-circuit symétrique en tout point du réseau.
- Limiter les courants de court-circuit équilibrés.
- Définir et déterminer les réactances directes, inverses, et homopolaires des machines et des lignes.

### **CHAPITRE 4 EXPRESSION DES IMPEDANCES EN POURCENT**

**(12 périodes)**

- 4.1 Définition
- 4.2 Valeur de l'impédance en pour-cent
- 4.3 Transformation des impédances en fonction de la tension
- 4.4 Relations entre impédances d'un même transformateur
- 4.5 Causes – nature – effets des courants de court-circuit
- 4.6 Calcul des courants de court-circuit triphasé et symétrique
- 4.7 Impédance équivalente à un réseau de transport.
- 4.8 Puissance de court-circuit: application aux réseaux M.T et B.T pour la détermination des courant de court-circuit
- 4.9 Limitation de courant de court-circuit – différents moyens utilisés.
- 4.10 Problèmes d'applications



## **CHAPITRE 5**

### **SYSTEMES TRIPHASES DESEQUILIBRES**

**(8 périodes)**

- 5.1 Décomposition d'un système triphasé déséquilibré en ses composantes symétriques
  - 5.1.1 Méthode graphique
  - 5.1.2 Méthode par calcul symbolique
- 5.2 Composantes symétriques des tensions composées
- 5.3 Réseaux triphasés déséquilibrés:
  - 5.3.1 Montage triangle. Calcul des courants
  - 5.3.2 Montage étoile sans neutre
  - 5.3.3 Montage étoile avec neutre
  - 5.3.4 Déplacement du point neutre
- 5.4 Exercices d'applications.

## **CHAPITRE 6**

### **MESURE DES COMPOSANTES SYMETRIQUES**

**(2 périodes)**

- 6.1 Mesure des composantes: directe, inverse, et homopolaire de courants.
- 6.2 Mesure des composantes: directe, inverse et homopolaire de tensions.

## **PARTIE IV : UTILISATION DES COMPOSANTES SYMÉTRIQUES POUR LE CALCUL DES COURANTS DE COURT-CIRCUIT**

### **OBJECTIFS**

Au terme de cette partie, l'élève devrait être capable de:

- Estimer les conséquences des défauts sur les réseaux électriques
- Enumérer les différents défauts et leurs causes
- Calculer les courants de court-circuit en tout point du réseau
- Utiliser les composantes symétriques pour déterminer les courants de court-circuit déséquilibrés
- Appliquer les différents moyens utilisés pour limiter les courants de court-circuit déséquilibrés
- Savoir limiter les courants de défaut à la terre.

## **CHAPITRE 7**

### **DEFAUTS ET COURANT DE COURT-CIRCUIT**

**(2 périodes)**

- 7.1 Caractère des défauts
  - 7.1.1 Défauts momentanés
  - 7.1.2 Défauts permanents
- 7.2 Conséquences des défauts
  - 7.2.1 Echauffement
  - 7.2.2 Destruction provoquée par l'arc
  - 7.2.3 Explosion des disjoncteurs
  - 7.2.4 Efforts électrodynamiques
  - 7.2.5 Perturbation dans les lignes de télécommunication
  - 7.2.6 Chute de tension

## **CHAPITRE 8**

### **METHODE DE CALCUL DES COURANTS DE COURT-CIRCUIT**

**(4 périodes)**

- 8.1 Court-circuit aux bornes d'un alternateur
- 8.2 Court-circuit sur une ligne raccordée à un alternateur
- 8.3 Court-circuit sur un réseau d'interconnexion
- 8.4 Court-circuit dans un réseau autonome bouclé
- 8.5 Calcul de la chute de tension produite sur les jeux de barres, dans tous les cas

## **CHAPITRE 9**

### **COURANTS DE COURT-CIRCUIT DESEQUILIBRES**

**(6 périodes)**

- 9.1 Principe de superposition pour l'utilisation des composantes symétriques
- 9.2 Court-circuit franc entre phase et neutre
- 9.3 Court-circuit résistant entre phase et neutre
- 9.4 Court-circuit franc, ou résistant, entre deux phases
- 9.5 Court-circuit franc, ou résistant, entre deux phases et neutre
- 9.6 Calcul des courants et tensions dans chaque cas. Diagrammes vectoriels
- 9.7 Défaut monophasé dans les réseaux M.T. ayant leur neutre isolé, ou relié à la terre
- 9.8 Limitation des courants de court-circuit
  - 9.8.1 Différents moyens utilisés
  - 9.8.2 Mise à la terre du neutre à travers une résistance
  - 9.8.3 Mise à la terre du neutre au moyen d'une bobine à point neutre
- 9.9 Domaine d'utilisation de chaque cas

## **PARTIE V: PROTECTION DES RÉSEAUX**

### **OBJECTIFS**

Au terme de cette partie, l'élève devrait être capable de:

- Procéder à la protection des réseaux B.T. par coupe-circuit et par disjoncteur adéquats
- Réaliser la protection des réseaux H.T.
- Réaliser la protection des postes H.T/B.T.
- Réaliser une mise à la terre correcte du neutre, et des masses métalliques

## **CHAPITRE 10**

### **PROTECTIONS**

**(4 périodes)**

- 10.1 Protection des réseaux B.T par coupe-circuit
  - 10.1.1 Différents types de fusibles
  - 10.1.2 Caractéristiques
- 10.2 Protection des réseaux B.T par disjoncteur
  - 10.2.1 Choix du calibre
  - 10.2.2 Comparaison entre la protection par disjoncteur ou la protection par coupe-circuit
- 10.3 Protection des réseaux H.T.
- 10.4 Protection des postes H.T/B.T

## **CHAPITRE 11**

### **DISPOSITIONS PREVENTIVES CONTRE LES SURTENSIONS**

**(4 périodes)**

- 11.1 Mise à la terre du neutre
- 11.2 Mise à la terre des pylônes
- 11.3 Câbles de garde sur les lignes H.T.
- 11.4 Parafoudre à résistance variable
- 11.5 Spire de choc
- 11.6 Eclateur d'onde
- 11.7 Eclateur à cornes

# **ECLAIRAGE ET INSTALLATION ELECTRIQUE (60 PERIODES)**

---

## **OBJECTIFS**

Au terme de ce cours, l'élève devrait être capable de:

- Situer les différentes installations électriques, domestiques, commerciales et industrielles afin de pouvoir réunir les normes et les textes réglementaires qui les concernent.
- Justifier le choix de la section des conducteurs et des câbles en fonction de la puissance installée.
- Justifier les différents modes d'éclairage, les caractéristiques des luminaires et des différentes sources lumineuses, l'utilisation de chaque type conforme aux normes et règlements en vigueur.

## **CONTENU**

### **CHAPITRE 1 ECLAIRAGE ELECTRIQUE**

- 1.1 Lois générales - Grandeurs physiques
- 1.2 Lumière: théorie et décomposition
- 1.3 Théorie des ondulacions, théorie corpusculaire
- 1.4 Grandeurs photométriques: intensité lumineuse, flux lumineux, éclairement. Loi de l'inverse du carré de la distance.
- 1.5 Courbes de répartition des intensités lumineuses, (courbes photométriques).

### **CHAPITRE 2 SOURCES LUMINEUSES**

- 2.1. Lampe à incandescence. Caractéristiques, courbe, efficacité lumineuse
- 2.2. Lampe à halogène
- 2.3. Lampe à arc - Principe - Caractéristiques - Utilisation
- 2.4. Lampe à vapeur de sodium
- 2.5. Lampe à vapeur de mercure: Principe, caractéristiques, courbes, efficacité lumineuse
- 2.6. Lampes fluorescentes: principe, constitution, starter, température de couleur, spectre lumineux, efficacité lumineuse, allumage différé, allumage instantané

### **CHAPITRE 3 SECTION DES CONDUCTEURS**

- 3.1 Détermination du courant d'emploi
- 3.2 Facteur de simultanéité, facteur d'utilisation
- 3.3 Prévision d'extension
- 3.4 Echauffement des conducteurs
- 3.5 Détermination de la section des conducteurs
- 3.6 Courant d'emploi et courant admissible
- 3.7 Courant admissible dans les conducteurs et câbles
- 3.8 Facteurs de correction
- 3.9 Groupement des conducteurs et câbles
- 3.10 Détermination de la chute de tension
- 3.11 Détermination des courants de court-circuit

## **CHAPITRE 4**

### **PROJET D'ÉCLAIRAGE DES ESPACES CLOS**

- 4.1 Caractéristiques du local, utilisation du local
- 4.2 Caractéristiques des lampes, facteur de dépréciation
- 4.3 Détermination de l'éclairement (tableaux normalisés)
- 4.4 Eclairage des espaces clos et couverts
- 4.5 Eclairage localisé, direct, indirect
- 4.6 Indice du local, facteur de réflexion des murs et plafonds, calcul du flux lumineux à adopter
- 4.7 Choix et implantation des sources lumineuses
- 4.8 Projets d'éclairage d'appartement, d'immeuble, de magasin, d'atelier, etc..
- 4.9 Calcul de la puissance installée

## **CHAPITRE 5**

### **ÉCLAIRAGE DES ESPACES DÉCOUVERTS**

- 5.1 Calcul de l'éclairement dû à une seule source dans un espace découvert
- 5.2 Loi fondamentale, loi du cosinus
- 5.3 Loi de l'inverse du carré de la distance
- 5.4 Influence de l'intensité lumineuse
- 5.5 Eclairage dû à deux sources, graphe isolux
- 5.6 Courbe photométrique donnant l'uniformité d'éclairement dans un espace découvert
- 5.7 Projets d'éclairage d'une rue et des espaces découverts
- 5.8 Principe de base, méthode du rapport R., hauteur du feu, espacement
- 5.9 Puissance du feu, éclairement moyen de la chaussée
- 5.10 Facteur d'utilisation du luminaire, facteur de vieillissement
- 5.11 Choix de la lampe
- 5.12 Vérification et indice de confort

## **CHAPITRE 6**

### **PUISSANCE INSTALLÉE**

- 6.1 Détermination de la puissance installée
- 6.2 Détermination de la puissance du transformateur d'alimentation HT/BT
- 6.3 Détermination du courant de court-circuit en un point du réseau
- 6.4 Pouvoir de coupure des disjoncteurs
- 6.5 Réseau "Normal-Secours"
- 6.6 Schéma de fonctionnement

# AUTOMATISME INDUSTRIELLE

(60 PERIODES)

## OBJECTIFS GENERAUX

Au terme de ce cours, l'élève devrait être capable de :

- Analyser un système automatique simple.
- Réaliser, à partir d'un cahier des charges sur GRAFCET de spécifications fonctionnelles et techniques.
- Implanter, en utilisant un langage de programmation, un GRAFCET sur un automate programmable industriel.

## CONTENU

### PARTIE I : CHAPITRE TECHNOLOGIES DE SYSTEMES AUTOMATISES

#### CHAPITRE 1 AUTOMATES PROGRAMMABLES

- 1.1 Définition.
- 1.2 Structure.
  - 1.2.1 Partie commande.
  - 1.2.2 Partie opérative.
- 1.3 Interfaces.
- 1.4 Unité centrale.
- 1.5 Fonctionnement.
- 1.6 Les constituants de dialogues.
  - 1.6.1 Dialogue de conduite.
  - 1.6.2 Dialogue de réglage.
  - 1.6.3 Dialogue de dépannage.

#### CHAPITRE 2 LES CAPTEURS

- 2.1 Les capteurs tout ou rien.
- 2.2 Les capteurs du système automatisé.
  - 2.2.1 L'interrupteur de position électromécanique à contact TQR.
  - 2.2.2 La cellule photo électrique.
- 2.3 Autres types de capteurs.
  - 2.3.1 Les interrupteurs à lame souple (I.L.S.).
  - 2.3.2 Les interrupteurs de proximité inductifs (DPI).

#### CHAPITRE 3 LES PREACTIONNEURS

- 3.1 Les contacteurs électromagnétiques.
- 3.2 Les distributeurs pneumatiques.
  - 3.2.1 Distributeurs 5/2 monostable.
  - 3.2.2 Distributeurs 4/2.
  - 3.2.3 Distributeurs 3/2.

## **CHAPITRE 4**

### **LES ACTIONNEURS**

- 4.1 Les moteurs asynchrones monophasés et triphasés.
- 4.2 Les vérins pneumatiques (simple et double effet).
- 4.3 Les moteurs à courant continu.
- 4.4 Le moteur pas à pas.
- 4.5 Les vérins spécialisés.
  - 4.5.1 Vérins à double tige.
  - 4.5.2 Vérins rotatifs.
  - 4.5.3 Vérins anti rotation.

## **PARTIE 2 : GRAFCET**

### **CHAPITRE 5**

#### **LES SYSTEMES AUTOMATISES DE PRODUCTION (SAP)**

- 5.1 Définition d'un système automatisé de production.
  - 5.1.1 Aspect système.
  - 5.1.2 Structure d'un SAP.
  - 5.1.3 La partie opérative.
  - 5.1.4 La partie commande.
  - 5.1.5 Fonctionnalités de la partie commande.
  - 5.1.6 Frontière Partie commande – Partie opérative.
- 5.2 Le GRAFCET
  - 5.2.1 Niveau global.
  - 5.2.2 Niveau procédé.
  - 5.2.3 Niveau commande.
  - 5.2.4 Différents niveaux de spécifications
    - 5.2.4.1 Fonctionnelles.
    - 5.2.4.2 Opérationnelles.
    - 5.2.4.3 Technologiques

### **CHAPITRE 6 : ELEMENTS ET STRUCTURES DE BASE DU GRAFCET**

- 6.1 Le GRAFCET
- 6.2 Les éléments graphiques de bases du GRAFCET.
  - 6.2.1 Les étapes.
    - 6.2.1.1 Les étapes initiales.
    - 6.2.1.2 Les liaisons d'entrées ou de sortie d'une étape.
    - 6.2.1.3 Les actions associées à une étape.
  - 6.2.2 Les transitions.
    - 6.2.2.1 Transition validée par une seule étape.
    - 6.2.2.2 Transition validée par plusieurs étapes.
    - 6.2.2.3 Les réceptives associées aux transitions.
  - 6.2.3 Les liaisons orientées.
- 6.3 Les règles.
  - 6.3.1 Règles de syntaxe.
  - 6.3.2 Règles d'évolution.
- 6.4 Les évolutions entre les étapes.
  - 6.4.1 Evolution d'une étape à une autre.
    - 6.4.1.1 Transition non validée.
    - 6.4.1.2 Transition validée.
    - 6.4.1.3 Transition franchissable.
    - 6.4.1.4 Transition franchie.

- 6.4.2 Evolution entre plusieurs étapes.
  - 6.4.2.1 Transition non-validée.
  - 6.4.2.2 Transition validée.
  - 6.4.2.3 Transition franchissable.
  - 6.4.2.4 Transition franchie.
- 6.5 Applications :
  - 6.5.1 Perçage automatique avec ou sans déburrage.
  - 6.5.2 Station de pompage automatisée.
  - 6.5.3 Système de traitement de surface automatisé.

## **CHAPITRE 7**

### **ELEMENTS ET STRUCTURES DE BASE DU GRAFCET.**

- 7.1 Les structures de base.
  - 7.1.1 Séquence.
  - 7.1.2 Sélection de séquence.
  - 7.1.3 Saut d'étapes et reprises de séquence.
- 7.2 Parallélisme interprété / Parallélisme structural.
- 7.3 Structures particulières.
  - 7.3.1 Activation ou désactivation de séquence en une ou plusieurs fois.
  - 7.3.2 Aiguillage après activations simultanées de plusieurs séquences.
  - 7.3.3 Séquences alternées.
  - 7.3.4 Séquences exclusives.
  - 7.3.5 Accumulation (activation successive des étapes).
  - 7.3.6 Génération (activation simultanée des étapes).
  - 7.3.7 Information mémorisée.
- 7.4 Extensions des représentations.
  - 7.4.1 Etapes et transitions sources ou puits.
    - 7.4.1.1 Etapes sources.
    - 7.4.1.2 Etapes puits.
    - 7.4.1.3 Transitions sources.
    - 7.4.1.4 Transition puits.
    - 7.4.1.5 Exemple d'utilisation d'étapes sources et puits.
  - 7.4.2 Macro étapes.
    - 7.4.2.1 Définition.
    - 7.4.2.2 Décompositions en tâches.
    - 7.4.2.3 Exemple d'utilisation de macro-étape.
- 7.5 Applications

## **CHAPITRE 8**

### **LE GRAFCET (COMPLEMENTS)**

- 8.1 Affectations des entrées.
  - 8.1.1 Variable à niveau.
  - 8.1.2 Notation de changement d'état logique de variable.
- 8.2 Affectations des sorties.
  - 8.2.1 Situation d'un GRAFCET.
    - 8.2.1.1 Définition.
    - 8.2.1.2 Stabilité d'une situation.
    - 8.2.1.3 Influences sur les sorties.
  - 8.2.2 Interprétation des sorties.
    - 8.2.2.1 Action maintenue.
    - 8.2.2.2 Action mémorisée.
    - 8.2.2.3 Action répétée.
    - 8.2.2.4 Action de comptage.
- 8.3 Mesure du temps dans le GRAFCET.



- 8.4 Exemples typiques d'évolutions.
  - 8.4.1 D'une étape vers autre étape.
  - 8.4.2 De plusieurs étapes vers plusieurs autres étapes.
  - 8.4.3 Franchissement simultané de deux transitions.
  - 8.4.4 Priorité de l'activation sur la désactivation d'une étape.
  - 8.4.5 Etapes appartenant à une situation non stable.
- 8.5 Applications

## **CHAPITRE 9**

### **REPRESENTATIONS DES ACTIONS.**

- 9.1 Représentations graphiques normalisées des actions.
- 9.2 Annotation de la dépendance du temps.
  - 9.2.1 Cas général : actions <continues>.
  - 9.2.2 Actions <conditionnelles>.
  - 9.2.3 Actions <retardées ou limitées dans le temps>.
  - 9.2.4 Actions <impulsionnelles >
  - 9.2.5 Actions <mémorisées
  - 9.2.6 Actions de comptage
  - 9.2.7 Applications

## **CHAPITRE 10**

### **STRUCTURATION DE LA COMMANDE**

- 10.1 Nécessité de la structuration.
- 10.2 Le GEMMA.
  - 10.2.1 GRAFCET de sécurité (G.S).
  - 10.2.2 GRAFCET de conduit (G.C).
  - 10.2.3 GRAFCET de production normal 1 Auto (GPN1).
  - 10.2.4 GRAFCET de production normal 2 Manuel (GPN2).
  - 10.2.5 GRAFCET initial (GI)
- 10.3 Applications.

## **CHAPITRE 11**

### **IMPLANTATION D'UN GRAFCET DANS UN AUTOMATE PROGRAMMABLE INDUSTRIEL**

- 11.1 Technique d'implantation d'un GRAFCET dans un automate programmable industriel.
- 11.2 Programmation manuelle.
  - 11.2.1 Programmation avec le langage List.

# TRANSPORT ET DISTRIBUTION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE

## (90 PERIODES)

### OBJECTIFS GENERAUX

Au terme de ce cours, l'élève devrait être capable de:

- Choisir les conducteurs ou câbles conformément aux normes, pour le transport et la distribution de l'énergie électrique.
- Appliquer les méthodes et principes adéquats à la détermination de la chute de tension en charge.
- Fixer les caractéristiques et la section des conducteurs convenables avec un meilleur rendement.
- Interpréter les phénomènes électriques qui surviennent sur les réseaux et lignes de transport.
- Expliquer le phénomène de l'arc électrique et décrire avec compréhension les différents moyens de son extinction.
- Procéder à la bonne protection des lignes et des postes de transformation.
- Calculer les efforts transmis aux supports afin de pouvoir déterminer par la suite leurs consolidations.
- Déterminer la flèche maximale d'une ligne afin de fixer la hauteur du support conformément aux normes et standards.

### CONTENU

#### PARTIE I : CALCUL DES LIGNES DE TRANSPORT EN HT ET THT

### OBJECTIFS

Au terme de cette partie, l'élève devrait être capable de:

- Fixer la section des conducteurs en fonction des considérations générales de la puissance à transporter et du mode de transport effectué.
- Calculer les paramètres des lignes HT et THT.
- Tracer le circuit équivalent de la ligne, pour déterminer la chute de tension.
- Appliquer la méthode de Boucherot (conservation des puissances) à une ligne de transport.
- Déterminer les caractéristiques de la ligne correspondante à un meilleur rendement.
- Améliorer le facteur de puissance de la ligne afin de diminuer la chute de tension.

### CHAPITRE 1 PARAMETRES DES LIGNES AERIENNES

(10 périodes)

#### 1.1.1 Différentes sortes de conducteur

- 1.1.1.1 Conducteurs isolés, câbles unipolaires, câbles multiconducteurs
- 1.1.1.2 Câbles en cuivre
- 1.1.1.3 Câbles en aluminium
- 1.1.1.4 Câbles en almélec
- 1.1.1.5 Caractéristiques électriques
- 1.1.1.6 Caractéristiques mécaniques

#### 1.1.2 Classification des conducteurs par leur section

#### 1.1.3 Choix des conducteurs

- 1.1.3.1 Considérations générales
- 1.1.3.2 Echauffement
- 1.1.3.3 Chute de tension
- 1.1.3.4 Effet de la fréquence

- 1.1.4 Effet inductif des lignes
  - 1.1.4.1 Inductance d'une ligne monophasée
  - 1.1.4.2 Inductance d'une ligne triphasée
- 1.1.5 Calcul des impédances des conducteurs d'une ligne triphasée
- 1.1.6 Transposition des conducteurs d'une ligne triphasée
- 1.1.7 Lignes triphasées doubles
  - 1.1.7.1 Inductance des conducteurs
  - 1.1.7.2 Lignes triphasées doubles hexagonales
  - 1.1.7.3 Lignes triphasées doubles étagées
- 1.1.8 Effet capacitif des lignes
  - 1.1.8.1 Calcul de la réactance capacitive d'une ligne monophasée
  - 1.1.8.2 Calcul de la réactance capacitive d'une ligne triphasée.

## **CHAPITRE 2**

### **PARAMETRES DES CABLES**

(6 périodes)

- 1.2.1 Armement des câbles souterrains
- 1.2.2 Isolation des câbles
  - 1.2.2.1 Isolation naturelle, isolation synthétique
  - 1.2.2.2 Isolation à l'huile sous pression
  - 1.2.2.3 Isolation à gaz sous pression
- 1.2.3 Echauffement des câbles
- 1.2.4 Rigidité diélectrique
- 1.2.5 Réactance capacitive des câbles triphasés

## **CHAPITRE 3**

### **ETUDE DES LIGNES COURTES EN REGIME PERMANENT**

(14 périodes)

- 1.3.1 Avantage du transport en H.T.
- 1.3.2 Classification des lignes
- 1.3.3 Circuit équivalent à une ligne
- 1.3.4 Méthode de calcul des caractéristiques de la ligne
- 1.3.5 Pertes de puissance dans la ligne
- 1.3.6 Rendement de la ligne
- 1.3.7 Régulation de tension de la ligne
- 1.3.8 Représentation de la ligne par un quadripôle
- 1.3.9 Chute de tension dans une ligne. Diagramme
- 1.3.10 Condensateur en parallèle avec la charge
- 1.3.11 Condensateur en série avec la ligne
- 1.3.12 Comparaison des deux méthodes de compensation
- 1.3.13 Problèmes d'application.

## **CHAPITRE 4**

### **ETUDE DES LIGNES LONGUES EN REGIME PERMANENT**

(10 périodes)

- 1.4.1 Circuit équivalent d'une ligne longue
- 1.4.2 Impédance caractéristique de la ligne
- 1.4.3 Représentation de la ligne par un quadripôle
- 1.4.4 Calcul des paramètres du quadripôle
- 1.4.5 Détermination expérimentale des paramètres
- 1.4.6 Application du théorème de Boucherot à la ligne
- 1.4.7 Ligne sans compensation, ligne compensée
- 1.7.8 Problèmes d'application

## **PARTIE 2 : RESEAUX DE DISTRIBUTION**

### **OBJECTIFS**

Au terme de cette partie, l'élève devrait être capable de:

- Monter les différents appareils constitutifs d'un poste HT/BT
- Interpréter la structure générale d'un réseau de distribution
- Identifier les différents types de réseau de distribution
- Déterminer les caractéristiques des lignes de distribution

### **CHAPITRE 1** **ETUDE DES RESEAUX DE DISTRIBUTION**

**(10 périodes)**

- 2.1.1 Description générale
- 2.1.2 Appareillage dans un poste de distribution HT/BT
- 2.1.3 Structure générale des réseaux de distribution
- 2.1.4 Classification
  - 2.1.4.1 Réseau radial simple
  - 2.1.4.2 Réseau radial double
  - 2.1.4.3 Réseau bouclé coté HT, et radial coté BT
  - 2.1.4.4 Réseau radial multiple coté M.T. et maillé coté BT
- 2.1.5 Classification des tensions aux circuits primaires HT et aux circuits secondaires BT
- 2.1.6 Réseaux de distribution
  - 5.6.1 En monophasé
  - 5.6.2 En triphasé
  - 5.6.3 Comparaison entre les deux modes de distribution
- 2.1.7 Calcul des chutes de tension dans les lignes de distribution
- 2.1.8 Pertes de puissance et rendement des lignes de distribution
- 2.1.9 Emploi des condensateurs sur les lignes
- 2.1.10 Protection des postes de distribution HT/BT

## **PARTIE 3 : PHENOMENES ELECTRIQUES SUR LES LIGNES HT ET THT**

### **OBJECTIFS**

Au terme de cette partie, l'élève devrait être capable de:

- Interpréter l'effet couronne et ses conséquences sur les lignes HT et THT.
- Estimer l'écartement des conducteurs en fonction de la tension.
- Savoir entretenir les lignes HT et THT pour éviter les amorçages d'arc.
- Expliquer le phénomène de l'arc électrique et les moyens de son extinction.

### **CHAPITRE 1** **EFFET COURONNE SUR LES LIGNES HT ET THT**

**(4 périodes)**

- 3.1.1 Description générale du phénomène
- 3.1.2 Perte de puissance due à l'effet couronne
- 3.1.3 Chute de tension due à l'effet couronne
- 3.1.4 Ecartement entre les conducteurs en fonction de la tension
- 3.1.5 Armement des supports des lignes HT et THT
  - 3.1.5.1 Armement en triangle équilatéral
  - 3.1.5.2 Armement en quinconce
  - 3.1.5.3 Armement en drapeau

- 3.1.5.4 Armement en nappe
- 3.1.5.5 Armement en canadien
- 3.1.6 Chaînes d'isolateurs, différents types

## **CHAPITRE 2**

### **OUVERTURE D'UNE LIGNE**

**(6 périodes)**

- 3.2.1 Disjoncteurs HT, utilisations
- 3.2.2 Classification des disjoncteurs HT
  - 3.2.2.1 Disjoncteur à soufflage magnétique
  - 3.2.2.2 Disjoncteur à coupure dans l'huile
  - 3.2.2.3 Disjoncteur pneumatique
- 3.2.3 Choix d'un disjoncteur
- 3.2.4 Formation de l'arc électrique
- 3.2.5 Extinction de l'arc électrique
- 3.2.6 Sectionneur HT, différents types
- 3.2.7 Parafoudres
  - 3.2.7.1 Parafoudres à expulsion
  - 3.2.7.2 Parafoudres à résistance variable

## **PARTIE 4 : CALCUL MECANIQUE DES LIGNES AERIENNES**

### **OBJECTIFS**

Au terme de cette partie, l'élève devrait être capable de:

- Définir et calculer la tension en tout point du câble suspendu, dans toutes les hypothèses
- Définir et calculer la flèche maximale d'un câble suspendu
- Fixer la hauteur des supports
- Evaluer les efforts transmis aux supports
- Déterminer la consolidation des supports

## **CHAPITRE 1**

### **ETUDE MECANIQUE DES LIGNES AERIENNES**

**(10 périodes)**

- 4.1.1 Rappels mathématiques sur l'étude de la chaînette
- 4.1.2 Equation mathématique
- 4.1.3 Equation d'équilibre des câbles suspendus entre deux points d'appui
- 4.1.4 Définition et calcul de la tension en un point quelconque du câble
- 4.1.5 Calcul de la flèche d'un câble suspendu
  - 4.1.5.1 Cas des lignes de petite dénivellation
  - 4.1.5.2 Cas des lignes de grande dénivellation
- 4.1.6 Détermination de la longueur du câble entre deux points d'appui
  - 4.1.6.1 Equation et calcul

## **CHAPITRE 2**

### **CALCUL MECANIQUE ET REGLAGE DES LIGNES**

**(10 périodes)**

- 4.2.1 But du calcul mécanique
- 4.2.2 Equation des changements d'état
- 4.2.3 Equation de Blondel
- 4.2.4 Action de la température
- 4.2.5 Influence des surcharges
  - 4.2.5.1 Givre, vent... etc.
  - 4.2.5.2 Poids fictif du câble
- 4.2.6 Hypothèses d'été, d'hiver, et des grandes chaleurs
- 4.2.7 Portée critique du câble
- 4.2.8 Détermination de la tension de pose
- 4.2.9 Abaques de Blondel pour la mesure de la tension de pose et de la flèche
- 4.2.10 Déroulage et réglage des conducteurs
  - 4.2.10.1 Conditions de pose
  - 4.2.10.2 Réglage au dynamomètre
  - 4.2.10.3 Réglage par nivelettes
  - 4.2.10.4 Arrêt d'un canton de pose
- 4.2.11 Problèmes d'application

## **CHAPITRE 3**

### **EFFORTS TRANSMIS AUX SUPPORTS**

**(5 périodes)**

- 4.3.1 Efforts dûs aux conducteurs
- 4.3.2 Efforts dûs aux surcharges
- 4.3.3 Efforts dûs à l'action du vent
- 4.3.4 Support d'angle encadré par deux portées égales ou inégales
- 4.3.5 Support d'arrêt.

## **CHAPITRE 4**

### **SUPPORTS DES LIGNES AERIENNES**

**(5 périodes)**

- 4.4.1 Support en bois
  - 4.4.1.1 Implantation des poteaux bois
  - 4.4.1.2 Consolidation des poteaux bois (poteaux jumelés, haubanés, contrefichés)
- 4.4.2 Hauteur des poteaux bois
- 4.4.3 Pylônes métalliques
  - 4.4.3.1 Considérations générales
  - 4.4.3.2 Classification
  - 4.4.3.3 Fondation des pylônes

# PRODUCTION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE

## (60 PERIODES)

### OBJECTIFS GENERAUX

Au terme de ce cours, l'étudiant devrait être capable de :

- Identifier les diverses sections d'un aménagement thermique.
- Expliquer le rôle des diverses sections d'un aménagement thermique.
- Interpréter les diverses sections d'un aménagement hydro-électrique et expliquer leurs rôles.
- Identifier les différentes sources d'électricité

### CONTENU

#### PARTIE 1 : LES CENTRALES THERMIQUES

(30 périodes)

### OBJECTIFS

Au terme de cette partie du cours, l'étudiant sera capable de :

- Décrire et expliquer à l'aide d'un schéma bloc, le principe de fonctionnement d'une centrale thermique et le rôle de ses parties.
- Etablir les caractéristiques d'un groupe turbo-alternateur en fonction des énergies mécaniques et des énergies électriques.

### CHAPITRE 1 PRESENTATION GENERALE

- 1.1.1 Description générale
  - 1.1.1.1 Conception d'une centrale thermique
  - 1.1.1.2 Choix du site
- 1.1.2 Principe de fonctionnement d'une centrale thermique
  - 1.1.2.1 Schéma bloc
  - 1.1.2.2 Bilan simplifié d'un cycle thermique
  - 1.1.2.3 Chaudière et groupe turbo-alternateur
  - 1.1.2.4 La réfrigération

### CHAPITRE 2 LES COMBUSTIBLES

- 1.2.1 Classification
  - 1.2.1.1 Combustible solide (Les houilles)
  - 1.2.1.2 Combustible liquide (Mazouts)
  - 1.2.1.3 Combustible gazeux (Le gaz naturel)
- 1.2.2 Caractéristiques principales des combustibles
- 1.2.3 Emploi de chaque combustible
- 1.2.4 Stockage du combustible
- 1.2.5 Equipements spécifiques des installations de muniton et de stockage
  - 1.2.5.1 Pour le charbon
  - 1.2.5.2 Pour le fuel
  - 1.2.5.3 Pour le gaz

## **CHAPITRE 3**

### **INSTALLATION POUR LA PRODUCTION DE LA VAPEUR D'EAU**

- 1.3.1 Energie de la vapeur et transmission de la chaleur
  - 1.3.1.1 La conduction
  - 1.3.1.2 La convection
  - 1.3.1.3 Le rayonnement
- 1.3.2 Fonctionnement du cycle eau- vapeur
  - 1.3.2.1 Vapeur saturée
  - 1.3.2.2 Vapeur surchauffée et resurchauffée
  - 1.3.2.3 Enthalpie et entropie
  - 1.3.2.4 Diagramme anthropique
- 1.3.3 Cycle eau- vapeur - Rendement
- 1.3.4 Le générateur de vapeur - Chaudière
  - 1.3.4.1 Fonctionnement - caractéristiques
  - 1.3.4.2 Parcours de l'eau à vaporiser
  - 1.3.4.3 Circulation naturelle
  - 1.3.4.4 Circulation forcée
  - 1.3.4.5 Circulation de vapeur
- 1.3.5 Les tuyauteries de vapeur
- 1.3.6 Alimentation en eau des chaudières
- 1.3.7 Traitement des eaux pour l'alimentation des chaudières

## **CHAPITRE 4**

### **LES TURBINES A VAPEUR**

- 1.4.1 Principe et classification
- 1.4.2 Différents types
  - 1.4.2.1 Turbine à action
  - 1.4.2.2 Turbine à réaction
- 1.4.3 Alimentation des turbines en combustible liquide
  - 1.4.3.1 Brûleur à combustible liquide
  - 1.4.3.2 Les réchauffeurs d'air
- 1.4.4 Réglage de vitesse des turbines à vapeur
- 1.4.5 Le condenseur
- 1.4.6 Evacuation de l'énergie électrique
  - 1.4.6.1 Liaison alternateur - transformateur
  - 1.4.6.2 Poste extérieur

## **CHAPITRE 5**

### **INSTALLATIONS AUXILIAIRES**

- 1.5.1 Circuit d'eau
- 1.5.2 Station de pompage
- 1.5.3 Circuit d'eau de réfrigération
  - 1.5.3.1 Les prises d'eau sur un cours d'eau
  - 1.5.3.2 Les prises d'eau en mer
  - 1.5.3.3 Canalisations d'amenée et de retour
- 1.5.4 Les auxiliaires électriques et bâtiments annexes
- 1.5.5 Schéma d'alimentation en H.T. des transformateurs auxiliaires

## **CHAPITRE 6**

### **CENTRALES NUCLEAIRES**

- 1.6.1 Rappels sommaires de physique nucléaire
  - 1.6.1.1 Structure de la matière
  - 1.6.1.2 Radioactivité -Réaction nucléaire



- 1.6.1.3 L'énergie nucléaire
- 1.6.1.4 La fusion
- 1.6.1.5 La fission - la réaction en chaîne
- 1.6.2 Implantation d'une centrale nucléaire
  - 1.6.2.1 Principaux ouvrages
  - 1.6.2.2 La chaudière
  - 1.6.2.3 Le réacteur
  - 1.6.2.4 Les échanges de chaleur
  - 1.6.2.5 Le groupe turbo - alternateur
- 1.6.3 Les éléments combustibles

## **PARTIE 2 : LES CENTRALES HYDRAULIQUES**

(14 périodes)

### **OBJECTIFS**

Au terme de cette partie du cours, l'étudiant sera capable de :

- Expliquer à l'aide d'un schéma bloc, le principe de fonctionnement d'une centrale hydro-électrique et le rôle de chacune de ses parties.
- Analyser l'exploitation d'un aménagement hydro-électrique.
- Etablir les caractéristiques et les principaux ouvrages d'une chute d'eau.
- Expliquer le rôle du matériel hydromécanique et décrire le rôle du matériel électrique.

### **CHAPITRE 1** **GENERALITES**

- 2.1.1 La force motrice de l'eau et l'énergie hydraulique
- 2.1.2 Exploitation des aménagements hydro-électriques
  - 2.1.2.1 Rendement d'un aménagement hydro-électrique
  - 2.1.2.2 Exploitation des usines hydro-électriques
  - 2.1.2.3 Exploitation au fil de l'eau
  - 2.1.2.4 Différents types d'aménagement
    - 2.1.2.4.1 Moyenne chutes des grands barrages
    - 2.1.2.4.2 Basses chutes de fleuves ou de rivières

### **CHAPITRE 2** **PRINCIPAUX OUVRAGES D'UNE CHUTE D'EAU**

- 2.2.1 Prises au fil de l'eau
- 2.2.2 Conduites de dérivation et galeries
- 2.2.3 Conduites forcées
- 2.2.4 Cheminée d'équilibre
- 2.2.5 Evacuateur de crue (déversoir)
- 2.2.6 Coups de bélier dans les conduites forcées
- 2.2.7 Barrages de retenue - Classification
  - 2.2.7.1 Barrages en béton
  - 2.2.7.2 Barrages - poids massifs
  - 2.2.7.3 Barrages - voûtes
  - 2.2.7.4 Barrages à voûtes multiples
  - 2.2.7.5 Barrages en matériaux meubles (terre et enrochements)
- 2.2.8 Usines
  - 2.2.8.1 Bâtiment extérieur
  - 2.2.8.2 Bâtiment souterrain

## **CHAPITRE 3**

### **MATERIEL HYDROMETRIQUE**

- 2.3.1 Vannes et robinets
  - 2.3.1.1 Classification et différents types
- 2.3.2 Turbines - Classification -Description
  - 2.3.2.1 Caractéristiques principales
  - 2.3.2.2 Turbines à action (Pelton)
  - 2.3.2.3 Turbines à réaction (Francis)
    - 2.3.2.3.1 Turbines pour basse chute (Kaplan)
- 2.3.3 Régulateur de vitesse
  - 2.3.3.1 Par Tachymètre
  - 2.3.3.2 Par servomoteur à pression d'huile

## **PARTIE 3 : ENERGIE RENOUVLABLE**

(16 périodes)

### **CHAPITRE 1**

#### **ENERGIE EOLIENNE**

- 3.1.1 Le potentiel éolien
- 3.1.2 Le vent et les effets du vent
- 3.1.3 Les capteurs éoliens
- 3.1.4 Considérations technologiques

### **CHAPITRE 2**

#### **ENERGIE SOLAIRE**

- 3.2.1 Les photopiles
- 3.2.2 Effet voltaïque
- 3.2.3 Les batteries solaires

### **CHAPITRE 3**

#### **ENERGIE GEOTHERMIQUE**

- 3.3.1 Types de géothermie
- 3.3.2 Principes
- 3.3.3 Les différents types d'exploitation de la géothermie
- 3.3.4 La géothermie peu profonde à basse température
- 3.3.5 La géothermie profonde à haute température
- 3.3.6 La géothermie très profonde à très haute température
- 3.3.7 Avantages et difficultés de la géothermie de profondeur (haute et basse énergie)

### **CHAPITRE 4**

#### **ENERGIE MARINE**

- 3.4.1 Énergie marémotrice

### **CHAPITRE 5**

#### **BIOMASSE**

- 3.5.1 La biomasse ligneuse
- 3.5.2 La biomasse fermentescible

# **ELECTRONIQUE DE PUISSANCE**

## **(60 PERIODES)**

### **OBJECTIF**

Au terme de ce cours, l'étudiant sera capable de

- Analyser les principaux montages de redresseurs industriels.
- Etudier la protection et les associations des semi-conducteurs de puissance.
- Choisir correctement un composant.
- Etudier les circuits de commande des thyristors et des triacs.
- Analyser les divers circuits d'application sur les thyristors et les triacs.
- Etudier et analyser les circuits hacheurs, onduleurs et gradateurs.

### **CONTENU**

#### **Chapitre 1** **Transistor uni jonction (UJT)**

**(2 périodes)**

- 1.1 Structure
- 1.2 Mode de fonctionnement et caractéristiques
- 1.3 UJT programmable

#### **Chapitre 2** **Applications de L'UJT**

**(6 périodes)**

- 2.1 Relaxateur simple
- 2.2 Générateur de dents de scie à montée linéaire
- 2.3 Générateur d'impulsions synchronisé

#### **Chapitre 3** **Généralités**

**(2 périodes)**

- 3.1 Semi-conducteur quatre couches simple
- 3.2 Semi-conducteurs quatre couches avec électrode d'allumage spéciale

#### **Chapitre 4** **Diode à quatre couches**

**(6 périodes)**

- 4.1 Fonctionnement et caractéristiques
- 4.2 Diode à quatre couches en tant que commutateur dépendant de la tension
- 4.3 Exemples d'applications
  - 4.3.1 Alimentation automatiques de secours
  - 4.3.2 Générateur de dents de scie et d'impulsions de type simple
  - 4.3.4 Générateur de dents de scie avec accroissement linéaire

## **Chapitre 5**

### **DIAC**

**(3 périodes)**

- 5.1 Structure, fonctionnement et caractéristiques d'une DIAC cinq couches
- 5.2 Structure, fonctionnement et paramètres d'une DIAC trois couches
- 5.3 Application en tant que générateur d'impulsions

## **Chapitre 6**

### **Le thyristor**

**(6 périodes)**

- 6.1 Structure, fonctionnement et paramètres
- 6.2 Thyristor en tant que commutateurs
- 6.3 Méthodes d'allumage des thyristors
  - 6.3.1 Allumage en courant continu
  - 6.3.2 Allumage en courant alternatif
  - 6.3.3 Allumage par impulsions
  - 6.3.4 Comparaison des méthodes d'allumage
  - 6.3.5 Allumage sans excitation de gâchette
- 6.4 Extinction des thyristors
  - 6.4.1 Extinction avec tension passant périodiquement par le zéro
  - 6.4.2 Extinction avec tension sans point zéro
- 6.5 Applications

## **Chapitre 7**

### **Le photo-thyristor**

**(4 périodes)**

- 7.1 Structure, fonctionnement et données
- 7.2 Mode de fonctionnement
  - 7.2.1 Commutateur photoélectrique dans un circuit en continu
  - 7.2.2 Commutateur photoélectrique dans un circuit en alternatif
- 7.3 Exemples d'application
  - 7.3.1 Relais photo commande en alternatif
  - 7.3.2 Barrière lumineuse fonctionnant sur le secteur

## **Chapitre 8**

### **Triac**

**(5 périodes)**

- 8.1 Structure, fonctionnement et paramètres
- 8.2 Utilisation comme commutateur

## **Chapitre 9**

### **Commande de puissance**

**(8 périodes)**

- 9.1 Principe
- 9.2 Modes de fonctionnement
  - 9.2.1 Commande de phase
  - 9.2.2 Commande par paquets d'oscillations
- 9.3 Commutateurs de puissance
- 9.4 Montages avec commande de phase
  - 9.4.1 Commande non-alternance par un thyristor
  - 9.4.2 Commande en courant alternatif par triac et diac
  - 9.4.3 Commande en alternatif par thyristor et UJT
  - 9.4.4 Commande en continu par thyristor et UJT
  - 9.4.5 Commande de phase par CI
- 9.5 Montages avec commande par paquets d'oscillation
  - 9.5.1 Commutateur a zéro de tension
  - 9.5.2 Commande par paquets d'oscillations par CI

## **Chapitre 10**

### **Redresseurs commandes**

**(6 périodes)**

- 10.1 Le thyristor utilise en redresseur commande
- 10.2 Montage en pont semi-commande
- 10.3 Redresseur commande en montage à point milieu
- 10.4 Redresseur commandes triphasés
  - 10.4.1 Redresseur simple alternance triphasé
  - 10.4.2 Redresseur en pont triphasé
- 10.5 Dispositif de redressement triphasé règle

## **Chapitre 11**

### **Onduleur statique**

**(7 périodes)**

- 11.1 Principe
- 11.2 Onduleur à thyristor en montage a point milieu
- 11.3 Onduleur à thyristor en montage en montage en pont
- 11.4 Installation d'onduleurs à régulation de tension

## **Chapitre 12**

### **Hacheur / Convertisseur continu-continu**

**(5 périodes)**

- 12.1 Principe
- 12.2 Hacheur série de base : Calcul des éléments L, C ..., et formes d'ondes.
- 12.3 Hacheur parallèle de base : Calcul des éléments L, C ...,et formes d'ondes.
- 12.4 Montages pratiques.

# MICROCONTROLEUR

**(60 PERIODES)**

## OBJECTIVE:

At the end of this course, the student will be able to:

- ✓ Read and understand the significance of the different characteristics of a microcontroller.
- ✓ Select a microcontroller for a particular application.
- ✓ Develop a simple application using a microcontroller PIC 16F877 for example.
- ✓ Programming and using the internal components of a microcontroller

## CONTENTS:

### Chapter 1

#### **Introduction to Microcontroller**

**(6 periods)**

- 1.1 Introduction, History
- 1.2 Microcontrollers versus microprocessors
- 1.3 Memory unit
- 1.4 Central processing unit
- 1.5 Buses
- 1.6 Input-output unit
- 1.7 Serial communication
- 1.8 Timer unit
- 1.9 Watchdog
- 1.10 Analog to digital converter
- 1.11 Program

### CHATER 2

#### **MICROCONTROLLER - PIC16F877**

**(6 periods)**

- 2.1 Introduction
- 2.2 CISC, RISC Applications
- 2.3 Clock/instruction cycle
- 2.4 Pipelining
- 2.5 Pin description
- 2.6 Clock generator - oscillator
- 2.7 Reset
- 2.8 Central processing unit
- 2.9 Ports
- 2.10 Memory organization
- 2.11 Interrupts
- 2.12 Free timer TMR0
- 2.13 EEPROM Data memory

### Chapter 3

#### **ASSEMBLY LANGUAGE PROGRAMMING**

**(18 periods)**

- 3.1 Introduction
- 3.2 Representing numbers in assembler
- 3.3 Assembly language instructions
- 3.4 Writing a sample program
- 3.5 Control directives

**Chapter 4**  
**EXAMPLES FOR SUBSYSTEMS WITHIN MICROCONTROLLER**  
**(14 periods)**

- 4.1 Introduction
- 4.2 implement switches and keypad scanning
- 4.3 programming example for the keypad
- 4.4 scanning and security code
- 4.5 displays (7-segment display and LCD)
- 4.6 programming example for displays

**Chapter 5**  
**INTERRRUPTS**  
**(10 periods)**

- 5.1 Introduction
- 5.2 interrupt control register
- 5.4 Processing interrupt caused by changes on pins RB4-RB7
- 5.3 Processing interrupt caused by change on pin RB0
- 5.4 Processing interrupt caused by overflow on timer TMR0
- 5.5 Processing interrupt caused by overflow on TMR0 connected to external input (TOCKI)
- 5.6 programming example for interrupts

**Chapter 6**  
**EEPROM data memory**  
**(6 periods)**

- 6.1 Writing to and reading from EEPROM
- 6.2 Programming example using the EEPROM

# **TP MACHINES ÉLECTRIQUES (120 PERIODES)**

## **EXERCICE 1**

### **ESSAIS SUR UNE GENERATRICE A COURANT CONTINU A EXCITATION SEPARÉE.**

- 1.1 Essai à vide
  - 1.1.1 Caractéristique à vide : f.é.m. en fonction de la vitesse.
  - 1.1.2 Caractéristique à vide : f. é .m. en fonction du courant d'excitation.
- 1.2 Conditions d'amorçage.
- 1.3 Essai en charge :
  - 1.3.1 Caractéristique en charge : tension en fonction du courant de charge,
  - 1.3.2 Caractéristique en charge : chutes de tension en fonction du courant de charge
- 1.4 Traçage des caractéristiques

## **EXERCICE 2**

### **ESSAIS SUR UNE GENERATRICE A COURANT CONTINU A EXCITATION SHUNT.**

- 2.1 Essai à vide
  - 2.1.1 Caractéristique à vide : f.é.m. en fonction de la vitesse.
  - 2.1.2 Caractéristique à vide : f.é.m. en fonction du courant d'excitation.
- 2.2 Conditions d'amorçage.
- 2.3 Essai en charge :
  - 2.3.1 Caractéristique en charge : tension en fonction du courant de charge.
  - 2.3.2 Caractéristique en charge : chutes de tension en fonction du courant de charge.
- 2.4 Contrôle et réglage de la tension
- 2.5 Traçage des caractéristiques

## **EXERCICE 3**

### **ESSAIS SUR UNE GENERATRICE A COURANT CONTINU A EXCITATION SERIE.**

- 3.1 Essai à vide à excitation séparée
  - 3.1.1 Caractéristique à vide : f.é.m en fonction du courant d'excitation.
- 3.2 Conditions d'amorçage.
- 3.3 Essai en charge :
  - 3.3.1 Caractéristique en charge : tension en fonction du courant de charge,
  - 3.3.2 Caractéristique en charge : chutes de tension en fonction du courant de charge.
- 3.4 Traçage des caractéristiques

## **EXERCICE 4**

### **ESSAIS SUR UNE GENERATRICE A COURANT CONTINU A EXCITATION COMPOUND.**

- 4.1 Essai à vide.
  - 4.1.1 Caractéristique à vide : f.é.m en fonction du courant d'excitation.
- 4.2 Conditions d'amorçage.
- 4.3 Comment savoir si la machine compound fonctionne à flux additifs aux soustractifs.
- 4.4 Essai en charge à flux additifs :
  - 4.4.1 Caractéristique en charge : tension en fonction du courant de charge
  - 4.4.2 Caractéristique en charge : chutes de tension en fonction du courant de charge.
- 4.5 Traçage des caractéristiques.



### **EXERCICE 5**

#### **ESSAIS SUR UN MOTEUR A COURANT CONTINU A EXCITATION SHUNT**

- 5.1 Essai à vide
  - 5.1.1 Caractéristique à vide : vitesse en fonction de la tension
  - 5.1.2 Caractéristique à vide : vitesse en fonction du courant d'excitation.
- 5.2 Conditions de démarrage du moteur en tenant compte du couple et du courant.
- 5.3 Essai en charge :
  - 5.3.1 Caractéristiques électromécaniques en charge :
    - 5.3.1.1 Couple en fonction du courant charge.
    - 5.3.1.2 Vitesse en fonction du courant de charge.
  - 5.3.2 Caractéristiques mécaniques en charge : Couple en fonction de la vitesse,
- 5.4 Contrôle et réglage de la vitesse.
- 5.5 Mesure du rendement par la méthode des pertes séparées ou par la méthode directe.
- 5.6 Traçage des caractéristiques.

### **EXERCICE 6**

#### **ESSAIS SUR UN MOTEUR A COURANT CONTINU A EXCITATION SERIE**

- 6.1 Essai à vide à excitation séparée pour déterminer les pertes constantes.
- 6.2 Conditions de démarrage du moteur en tenant compte du couple et du courant.
- 6.3 Essai en charge.
  - 6.3.1 Caractéristiques électromécaniques en charge :
    - 6.3.1.1 Couple en fonction du courant de charge.
    - 6.3.1.2 Vitesse en fonction du courant de charge.
  - 6.3.2 Caractéristiques mécaniques en charge : couple en fonction de la vitesse.
- 6.4 Mesure du rendement par la méthode des pertes séparées ou par la méthode directe.
- 6.5 Traçage des caractéristiques.

### **EXERCICE 7**

#### **ESSAIS SUR UN MOTEUR A COURANT CONTINU A EXCITATION COMPOUND.**

- 7.1 Essai à vide
  - 7.1.1 Caractéristique à vide : vitesse en fonction de la tension,
  - 7.1.2 Caractéristique à vide : vitesse en fonction du courant d'excitation.
- 7.2 Conditions de démarrage du moteur en tenant compte du couple et du courant.
- 7.3 Essai en charge à flux additifs :
  - 7.3.1 Caractéristiques électromécaniques en charge :
    - 7.3.1.1 Couple en fonction du courant de charge.
    - 7.3.1.2 Vitesse en fonction du courant de charge.
  - 7.3.2 Caractéristiques mécaniques en charge : Couple en fonction de la vitesse.
- 7.4 Essai en charge à flux soustractifs :
  - 7.4.1 Caractéristiques électromécaniques en charge.
    - 7.4.1.1 Couple en fonction du courant de charge.
    - 7.4.1.2 Vitesse en fonction du courant de charge
  - 7.4.2 Caractéristiques mécaniques en charge : Couple en fonction de la vitesse.
- 7.5 Mesure du rendement par la méthode des pertes séparées ou par la méthode directe.
- 7.6 Traçage des caractéristiques

## **EXERCICE 8**

### **ESSAIS SUR UN TRANSFORMATEUR MONOPHASE.**

- 8.1 Essai à vide
  - 8.1.1 Détermination du rapport du transformateur
  - 8.1.2 Détermination des pertes fer
  - 8.1.3 Détermination de la résistance et de la réactance du circuit magnétique.
- 8.2 Essai en court-circuit
  - 8.2.1 Détermination du rapport du transformateur.
  - 8.2.2 Détermination des pertes cuivre.
  - 8.2.3 Détermination de la résistance et de la réactance des enroulements ramenés au primaire ou au secondaire.
- 8.3 Essai en charge:
  - 8.3.1 Caractéristiques en charge de la tension secondaire en fonction du courant secondaire pour un récepteur de nature :
    - 8.3.1.1 résistive
    - 8.3.1.2 inductive
    - 8.3.1.3 capacitive
  - 8.3.2 Construction du diagramme de Kapp.
- 8.4 Mesure du rendement par la méthode des pertes séparées ou par la méthode directe.
- 8.5 Traçage des caractéristiques.

## **EXERCICE 9**

### **ESSAIS SUR UN TRANSFORMATEUR TRIPHASE.**

- 9.1 Essai à vide
  - 9.1.1 Détermination du rapport du transformateur pour les couplages suivants : Y-Y ; Y- $\Delta$  ;  $\Delta$ - $\Delta$  ;  $\Delta$ -Y
  - 9.1.2 Détermination des pertes fer.
  - 9.1.3 Détermination de la résistance et de la réactance par colonne du circuit magnétique.
- 9.2 Essai en court-circuit :
  - 9.2.1 Détermination du rapport du transformateur.
  - 9.2.2 Détermination des pertes cuivre.
  - 9.2.3 Détermination de la résistance et de la réactance par colonne des enroulements ramenés au primaire ou au secondaire.
- 9.3 Essai en charge :
  - 9.3.1 Caractéristiques en charge de la tension secondaire en fonction du courant secondaire pour un récepteur de nature
    - 9.3.1.1 résistive
    - 9.3.1.2 inductive
    - 9.3.1.3 capacitive
  - 9.3.2 Construction du diagramme de Kapp.
- 9.4 Mesure du rendement par la méthode des pertes séparées ou par la méthode directe.
- 9.5 Traçage des caractéristiques.

## **EXERCICE 10**

### **ESSAIS SUR UN ALTERNATEUR MONOPHASE**

- 10.1 Essai à vide à vitesse constante
  - 10.1.1 Caractéristique à vide : f.é.m. en fonction du courant d'excitation.
- 10.2 Essai en court-circuit
  - 10.2.1 Caractéristique courant de court-circuit en fonction du courant d'excitation.
- 10.3 Détermination de la résistance et de la réactance synchrone de l'alternateur.

- 10.4 Essai en charge:
  - 10.4.1 Caractéristiques en charge de la tension en fonction du courant pour un récepteur de nature
    - 10.4.1.1 résistive
    - 10.4.1.2 inductive
  - 10.4.2 Construction de diagramme de Behn-Eschenburg.
- 10.5 Mesure du rendement par la méthode des pertes séparées ou par la méthode directe.
- 10.6 Traçage des caractéristiques

### **EXERCICE 11**

#### **ESSAIS SUR UN ALTERNATEUR TRIPHASE.**

- 11.1 Essai à vide à vitesse constante
  - 11.1.1 Caractéristique à vide : f.é.m.en fonction du courant d'excitation.
- 11.2 Essai en court-circuit
  - 11.2.1 Caractéristique : courant de court-circuit en fonction du courant d'excitation.
- 11.3 Détermination de la résistance et de la réactance synchrone de l'alternateur.
- 11.4 Essai en charge :
  - 11.4.1 Caractéristiques en charge de la tension en fonction du courant charge pour un récepteur de nature
    - 11.4.1.1 résistive
    - 11.4.1.2 inductive
  - 11.4.2 Construction du diagramme de Behn-Eschenburg.
- 11.5 Mesure du rendement par la méthode de pertes séparées ou par la méthode directe.
- 11.6 Traçage des caractéristiques.

### **EXERCICE 12**

#### **ESSAIS SUR UN MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASE A CAGE D'ECUREUIL**

- 12.1 Essai à vide pour déterminer les pertes constantes.
- 12.2 Déterminer le couplage étoile ou triangle.
- 12.3 Mesurer la résistance entre lignes de phases.
- 12.4 Essai en charge :
  - 12.4.1 Caractéristiques en charge
    - 12.4.1.1 Rendement en fonction du courant statorique.
    - 12.4.1.2 Glissement en fonction du courant statorique.
    - 12.4.1.3 Facteur de puissance en fonction du courant statorique.
    - 12.4.1.4 Couple en fonction de la vitesse.
    - 12.4.1.5 Vitesse en fonction du courant statorique.
  - 12.4.2 Construire le diagramme du cercle
- 12.5 Traçage des caractéristiques

### **EXERCICE 13**

#### **ESSAIS SUR UN MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASE A ROTOR BOBINE**

- 13.1 Essai à vide pour déterminer les pertes constantes et le rapport des phases.
- 13.2 Déterminer le couplage étoile ou triangle.
- 13.3 Mesurer la résistance entre lignes de phases statoriques et rotoriques.
- 13.4 Essai en charge:
  - 13.4.1 Caractéristiques en charge.
    - 13.4.1.1 Rendement en fonction du courant statorique.
    - 13.4.1.2 Glissement en fonction du courant statorique.
    - 13.4.1.3 Facteur de puissance en fonction du courant statorique.
    - 13.4.1.4 Couple en fonction de la vitesse.
    - 13.4.1.5 Vitesse en fonction du courant statorique.
  - 13.4.2 Construire le diagramme du cercle.
- 13.5 Traçage des caractéristiques

### **EXERCICE 14**

#### **COUPLAGE D'UN MOTEUR SYNCHROME TRIPHASE SUR UN RESEAU.**

- 14.1 Réaliser le démarrage en alternateur à la vitesse synchronisme.
- 14.2 Réaliser le couplage au secteur.
- 14.3 Etudier les caractéristiques : facteur de puissance en fonction du courant d'excitation et amélioration du facteur de puissance d'une installation.

### **EXERCICE 15**

#### **COUPLAGE DE DEUX ALTERNATEURS TRIPHASE.**

- 15.1 Réaliser le démarrage des alternateurs à la vitesse synchronisme.
- 15.2 Réaliser l'égalité des tensions à la même fréquence.
- 15.3 Réaliser la concordance des phases.
- 15.4 Réaliser le couplage au secteur.

# TP BOBINAGE DES MACHINES

(60 PERIODES)

## EXERCICE 1

### **BOBINAGE D'UN TRANSFORMATEUR MONOPHASE**

- 1.1 Déterminer le circuit magnétique et le circuit électrique correspondants à une puissance donnée.
- 1.2 Rebobinage d'un transformateur grillé.

## EXERCICE 2

### **BOBINAGE D'UN AUTOTRANSFORMATEUR MONOPHASE**

- 2.1 Déterminer le circuit magnétique et le circuit électrique correspondants à une puissance donnée.
- 2.2 Rebobinage d'un autotransformateur grille.

## EXERCICE 3

### **BOBINAGE D'UN SURVOLTEUR MONOPHASE**

- 3.1 Déterminer le circuit magnétique et le circuit électrique correspondants à une puissance donnée.
- 3.2 Déterminer les entrées et les sorties pour fixer la tension secondaire dans une marge donnée.

## EXERCICE 4

### **CONSTRUIRE UN CHARGEUR ELECTRIQUE**

- 4.1 Déterminer le circuit magnétique et le circuit électrique du transformateur correspondants à une puissance donnée.
- 4.2 Déterminer les caractéristiques du pont de diode et du système de filtrage.

## EXERCICE 5

### **BOBINAGE D'UN TRANSFORMATEUR TRIPHASÉ**

- 5.1 Construire un transformateur triphasé en déterminant le circuit magnétique et le circuit électrique correspondants à une puissance de réseau triphasé.
- 5.2 Monter trois transformateurs monophasés identiques en un transformateur triphasé.

## EXERCICE 6

### **BOBINAGE D'UN MOTEUR ASYNCHRONE MONOPHASE**

- 6.1 Calcul du nombre de conducteurs par encoche.
- 6.2 Bobinage concentrique d'un moteur asynchrone monophasé 24 encoches, 2 pôles.
- 6.3 Bobinage concentrique d'un moteur asynchrone monophasé 36 encoches, 4 pôles.
- 6.4 Bobinage concentrique d'un moteur asynchrone monophasé 24 encoches, 2 pôles fonctionnant sur deux tensions nominales.
- 6.5 Bobinage concentrique d'un moteur asynchrone monophasé 36 encoches, 4 pôles fonctionnant sur deux tensions nominales.

## EXERCICE 7

### **BOBINAGE D'UN MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASÉ**

- 7.1 Calcul du nombre de conducteurs par encoche et par phase.
- 7.2 Bobinage enchevêtrique d'un moteur asynchrone monophasé 24 encoches, 2 pôles.
- 7.3 Bobinage enchevêtrique d'un moteur asynchrone monophasé 36 encoches, 4 pôles.

### **EXERCICE 8**

#### **BOBINAGE D'UN MOTEUR ASYNCHRON TRIPHASE A DEUX VITESSES**

- 8.1 Bobinage enchevêtrique (deux faisceaux par encoche) d'un moteur asynchrone triphasé à deux vitesses & enroulements séparés (36 encoches, 4 pôles).
- 8.2 Bobinage enchevêtrique d'un moteur asynchrone triphasé à deux vitesses (couplage Dahlander) 36 encoches, 4 pôles.

### **EXERCICE 9**

#### **NOTIONS SUR LE BOBINAGE DES MACHINES A COURANT CONTINU**

- 9.1 Bobinages des induits de machines à courant continu.
  - 9.1.1 Enroulements imbriqués.
  - 9.1.2 Enroulements ondulés.

### **EXERCICE 10**

#### **NOTIONS SUR LE BOBINAGE IRRÉGULIER DES MOTEURS ASYNCHRONES**

- 10.1 **(q)** et pas polaire fractionnaires.

# TP AUTOMATION

(120 PERIODES)

## **PARTIE 1 : SYSTEMES COMBINATOIRES**

### **CHAPITRE 1**

#### **PROGRAMMATION PAR LANGUAGE A CONTACTS (LADDER)**

- 1.1 Représentations graphiques des entrées et sorties.
- 1.2 Programmation des fonctions logiques de bases.
  - 1.2.1 ET (AND)
  - 1.2.2 NON ET (NAND)
  - 1.2.3 OU (OR)
  - 1.2.4 OU exclusive (XOR),
  - 1.2.5 Bascule RS
- 1.3 Programmation et configuration d'un temporisateur.
- 1.4 Programmation et configuration d'un compteur.
- 1.5 Les bits internes.
- 1.6 Les bits systèmes.
- 1.7 Les entrées-sorties analogiques.

### **CHAPITRE 2**

#### **PROGRAMMER LES SYSTEMES COMBINATOIRES, PAR LA LANGUAGE A CONTACT (LADDER)**

- 2.1 Contacteur simple, commandé d'un et plusieurs endroits.
- 2.2 Contacteur inverseur.
- 2.3 Démarrage étoile-triangle automatique, 2 sens de marche.
- 2.4 Commande d'un moteur à 3 vitesses.
- 2.5 Démarrage par élimination des résistances d'un moteur triphasé, 2 sens de marche:
  - 2.5.1 Statoriques,
  - 2.5.2 Rotoriques,

## **PARTIE 2 : GRAFCET**

### **CHAPITRE 3**

#### **APPLIQUER LE GRAFCET, PROGRAMMER DES SYSTEMES ET SIMULER LE MONTAGE DES SYSTEMES SUIVANTS :**

**N.B** : Deux systèmes (au choix) doivent être commandés à travers une interface

#### **HMI (Human manufacturing interface)**

- 3.1 Commande de trois pompes d'eau (pompes 1 & 2 pour un premier temps, puis pompes 2 & 3 pour un deuxième temps et pompes 3 & 1 pour un troisième temps).
- 3.2 Choix de démarrage entre deux alternateurs (EDL, secours).
- 3.3 Production du ciment (Cimentier),
- 3.4 Sciage automatique de barres métalliques.
- 3.5 Machine de traitement de surface
- 3.6 Gestion de trafic (deux voies pour les véhicules et les piétons).

## **PARTIE 3: PROGRAMMER DES SYSTEMES ANALOGIQUES ,APPLIQUER LE GRAFCET ET SIMULER LE MONTAGE DES SYSTEMES**

### **CHAPITRE 4**

#### **Programmation des systèmes analogiques**

- 4.1. Signaux Analogiques
- 4.2. Types de données
- 4.3. Opérations de calcul
- 4.4. Lire/Extraire des valeurs analogiques
  - 4.4.1. Lire et normaliser des valeurs analogiques
  - 4.4.2. Normaliser et extraire des valeurs analogiques
- 4.5 Programmation et application des systèmes suivants, en utilisant des entrées et sorties analogiques :
  - Régulation de la température dans une salle ;
  - Synchronisation de deux génératrices en fonction de la charge ;
  - Contrôle et visualisation du niveau d'eau dans un réservoir ;
  - Contrôle d'ouverture et de fermeture d'un monobloc

## **PARTIE 4 : Commande et régulation des vitesses des moteurs Asynchrones ET des moteurs pas à pas**

### **CHAPITRE 5**

- **Application sur les systèmes suivants :**
  - Commander et varier la vitesse d'un moteur asynchrone triphasé à l'aide d'un variateur de vitesse commandé par un automate programmable industriel.
  - Commander un moteur pas à pas à l'aide d'un automate programmable industriel.



# TP MICROCONTROLEUR

**(60 PERIODES)**

## HARDWARE EQUIPEMENT:

- DEMO BOARD CONTAINING THE FOLLOWING HARDWARE ELEMENTS :
  - 1- PIC16F877
  - 2- SWITCHES (push buttons, .... )
  - 3- DISPLAY (LED, 7-SEGMENT, LCD,...)
  - 4- RS-232 SERIAL PORT
  - 5- RELAYS
  - 6- 4X4 KEYPAD
  - 7- POWER SUPPLY

## CONTENTS:

### Chapter 1 MPLAB

**(8 periods)**

- 1.1 Introduction
- 1.2 Installing the MPLAB program package
- 1.3 Designing a project
- 1.4 Creating a new Assembler file
- 1.5 Writing a program
- 1.6 Toolbar icons
- 1.7 MPSIM simulator

### Chapter 2 ASSEMBLY LANGUAGE PROGRAMME

**(52 periods)**

- 2.1 programming examples for switches
- 2.2 programming examples for the scanning keypad
- 2.3 programming examples for 7-segment display
- 2.4 programming examples for LCD
- 2.5 programming examples for all interrupt
- 2.6 programming examples for EEPROM

.....  
**N.B:**

- Simulate all programming examples by using MPSIM simulator
- Install and run all programming examples on the practical demo board

# TP ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

## (60 PERIODES)

### Objectifs

Au terme de ces TP l'étudiant sera capable de:

- Réaliser et analyser pratiquement les principaux montages du redresseur monophasé et du redresseur triphasé commandé par charge résistive, par charge R.L et par moteur à courant continu.
- Réaliser un gradateur à charge résistive et à charge inductive.
- Réaliser un hacheur série et un hacheur parallèle commandé par un moteur à courant continu.
- Réaliser un onduleur autonome à charge résistive et inductive.
- Réaliser quelques montages industriels: minuterie, clignoteur, chargeur automatique.
- Réaliser le montage pour régler la vitesse d'un moteur shunt à courant continu.
- Réaliser le montage pour régler la vitesse d'un moteur à induction à courant alternatif.
- Réaliser le réglage du facteur de puissance d'un moteur asynchrone.

### CONTENU

#### Partie 1 Les composants optoélectroniques

(4 périodes)

Cette partie est consacrée seulement pour étudier des composants optoélectroniques :

1. Photo résistance
2. Photo diode
3. Photo transistor
4. Diode électroluminescente
5. Photo – coupleur

#### Travail à faire

1. Description
2. Montages pratiques pour le test

**N.B :** Voir programme théorique de l'électronique TS1

#### Partie 2 Le Transistor à effet de champ

(8 périodes)

Cette partie est consacrée pour étudier les caractéristiques d'un transistor à effet de champ et les différents montages de base :

1. Caractéristiques
2. Montages à FET
  - 2.1 Source commun
  - 2.2 Drain commun
  - 2.3 Grille commun
3. Applications

### Travail à faire

1. Description
2. Montages pratiques pour le test (Test DC et AC pour les trois montages en utilisant le transistor FET)

**N.B :** Voir programme théorique de l'électronique TS1

## Partie 3 Le transistor uni jonction

(4 périodes)

Cette partie est consacrée pour étudier les d'un transistor uni jonction

1. Caractéristiques
2. Montages à UJT

### Travail à faire

1. Caractéristiques directe et inverse d'une diode.
2. Caractéristiques statiques directes d'un thyristor.
3. Générateur d'impulsion à TUJ et TUP.

**N.B :** Voir programme théorique de l'électronique de puissance

## Partie 4 Semi-conducteur multicouche

(44 périodes)

Cette partie est consacrée seulement pour étudier les différents types de semi-conducteur multicouches et leurs applications :

1. DIAC
2. Thyristor
3. Photo-thyristor
4. Triac
5. Applications

### Travail à faire :

1. Caractéristique dynamique d'un thyristor : variation de l'angle d'amorçage pour une charge résistive et pour une charge inductive, conclure.
2. Redresseur monophasé à pont et à prise médiane pour charges R C et R-L.
3. Redresseur pont triphasé pour alimenter un moteur à courant continu.
4. Gradateur de la lumière à Diac, Triac pour l'éclairage variable d'une lampe à incandescence.
5. Transistor de puissance (bipolaire et BJT): caractéristiques statiques, état passant, état bloqué.
6. Temporisateur ou commutateur à arrêt automatique après un temps réglable: réaliser le montage et vérifier son fonctionnement.

7. Réaliser le montage d'un clignoteur à thyristor, et vérifier son fonctionnement.
8. Réaliser le montage d'un chargeur automatique de batterie et vérifier son fonctionnement.
9. Réaliser le montage d'un hacheur série et d'un hacheur parallèle à thyristors ou à transistors de puissance (MOSFET) et vérifier son application sur un moteur à courant continu.
10. Réaliser le montage d'un hacheur réversible et déterminer son domaine d'utilisation.
11. Réaliser le montage d'un onduleur à deux thyristors en série ou en parallèle et déterminer son domaine d'utilisation.
12. Réaliser le montage pour régler la vitesse d'un moteur shunt à courant continu.
13. Réaliser le montage pour régler la tension d'un alternateur (AVR).
14. Réaliser le montage pour régler la vitesse en utilisant un Triac d'un moteur à induction à courant alternatif.
15. Réaliser le montage pour régler le facteur de puissance d'un moteur asynchrone.

**N.B :** Voir programme théorique de l'électronique de puissance