**République Libanaise**

**Ministère De l’éducation et de L'enseignement superieur Enseignement Technique Et Professionnel**

**Programme**

**du diplôme de**

**Technicien Supérieur**

**1ère et 2ème année**

**Spécialité**

**Electricité**

Tableau de Répartition

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | MATIERE | **1ère** | | **2ème** | |
| **Durée** | **Page** | **Durée** | **Page** |
|  |
|  | 1ère langue étrangère FR / EN | 60 | 4/13 | - | - |
| **Matières** | 2ère langue étrangère FR / EN | 60 | 9/20 | - | - |
| **Générales** | Droit | 30 | 26 | - | - |
|  | Mathématiques | 120 | 28 | 90 | 87 |
|  | Physique | 60 | 33 | - | - |
|  | Organisation industrielle | - | - | 30 | 91 |
|  | Gestion et finance | - | - | 30 | 95 |
|  | ***TOTAL*** | **330** |  | **150** |  |
|  | Electricité | 90 | 36 | - | - |
|  | Circuits électriques | 90 | 41 | - | - |
|  | Machines électriques | 120 | 46 | 120 | 99 |
|  | Sécurité et protection | 30 | 52 | - | - |
| **Matières** | Servomécanisme | - | - | 90 | 104 |
| **Théoriques** | Réseaux électriques et protections | - | - | 60 | 109 |
|  | Eclairage et installation | - | - | 60 | 114 |
|  | Automatisme Industriel | - | - | 60 | 116 |
|  | Transport et distribution de l’énergie électrique | - | - | 90 | 120 |
|  | Production de l’énergie électrique | - | - | 60 | 125 |
|  | Electronique de puissance | - | - | 60 | 130 |
|  | Microprocesseur | - | - | 60 | 135 |
|  | Electronique analogique | 90 | 53 | - | - |
|  | Circuits logiques | 60 | 63 | - | - |
|  | TP Electricité : Installations et Mesures | 90 | 65 | - | - |
|  | TP Commande des machines | 90 | 68 | - | - |
|  | TP Machines électriques | - | - | 120 | 139 |
|  | TP Bobinages | - | - | 60 | 144 |
|  | TP Automation | - | - | 120 | 146 |
| **Travaux** | TP Schéma électrique assisté par ordinateur | 60 | 69 | - | - |
| **Pratiques** | TP Electronique analogique | 60 | 72 | - | - |
|  | TP Circuits logiques | 60 | 79 | - | - |
|  | TP Microprocesseur | - | - | 60 | 148 |
|  | TP Electronique de puissance | - | - | 60 | 150 |
|  | TP Langage C++ | 60 | 83 | - | - |
|  | ***TOTAL*** | **900** |  | **1080** |  |
| **total** |  | **1230** |  | **1230** |  |

**Programme du diplôme de**

**Technicien Supérieur**

**1ème année**

**Spécialité**

**ELECTRICITE**

# 1ère langue: FRANÇAIS (60 périodes)

## Description du métier

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.

## Compétences

– 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 pronominale et passive, proposition participiale (passe et présent).

1.1.8 Verbes de modalité : pouvoir, vouloir, savoir et devoir

Chapitre 2   
Produire des consignes à partir d’une tache concrète

### 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 étapes 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 échange 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 : Réception

### 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 : émission

### 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 thème et les sous - thèmes

### 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 : Rédiger 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   
Rédaction 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 reparti sur toute l’année.

# 2ème langue étrangère : FRANÇAIS (60 périodes)

## Description du métier

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.

## Compétences

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

Cours 1 : Présenter, se présenter, 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 congé

### 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 Lexique des tâches professionnelles.

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 spécialité

(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 compréhension 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 ciblée 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 ».

# 1ere Langue : 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. 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 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 tern 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, hypernonyms.

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 geners

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 thorougly (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 end 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 be 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 interiocutor

### 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, inspite 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 (adverbs clauses of condition: provided, only if, whether or not)

Lesson 3  
object and answer by giving counter prepositions

### 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)

# English AS A 2ND LANGUAGE (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 thorougly (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)

5.1.2Meanings

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 end 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 interiocutor

### 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 prepositions

### 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)

**القسم الأوّل**

**قانون العمل**

**الدرس الأول: ماهيّة قانون العمل**

**1**-1: تعريف قانون العمل

1-2: نطاق تطبيق قانون العمل

**الدرس الثاني: عقد العمل الفردي**

**2**-1: تعريفه

2-2: عناصره

2-3: أطرافه

2-4: موجبات طرفيه

2-5: أنواعه

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

2-7: أسباب إنتهاء عقود العمل المحددة المدة

2-8: أسباب إنتهاء عقود العمل غير المحددة المدة

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

**الدرس الثالث: مدة العمل والإجازات**

3-1: مدة العمل

3-1-1: الحد الأقصى للعمل الأسبوعي

3-1-2: شروط تشغيل الأجراء ساعات إضافيّة

3-1-3: الراحة اليوميّة

3-1-4: الراحة الأسبوعيّة

3-2: الإجازات

3-2-1: إجازة الوفاة

3-2-2: إجازات الأعياد

3-2-3: إجازة الولادة أو الأمومة (تعريفها، شروطها، مدتها، مفاعيلها)

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

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

**الدرس الرابع: النظام الداخلي للمؤسسات**

4-1: تعريفه

4-2: مضمونه

**الدرس الخامس: مجالس العمل التحكيميّة**

**5**-1: تعريفها

5-2: إنشاؤها(تأليفها)

5-3: إختصاصاتها

5-4: القواعد والأصول المتبعة أمامها

**الدرس السادس: النقابات**

6-1: تعريف النقابة

6-2: شروط إنشاء النقابة

6-3: موجبات النقابة

**الدرس السابع: إضراب الأجراء**

7-1: تعريف إضراب الأجراء

7-2: تعريف إضراب الأجراء القانوني

7-3: الشروط الواجب توافرها لإعتبار إضراب الأجراء إضراباً قانونياً

**الدرس الثامن: عقود العمل الجماعية والوساطة والتحكيم**

8-1: عقود العمل الجماعيّة

8-1-1: تعريف عقد العمل الجماعي

8-1-2: شروط صحّة عقد العمل الجماعي

8-1-3: مدة عقد العمل الجماعي

8-1-4: الفرق بين عقد العمل الفردي وعقد العمل الجماعي

8-2: الوساطة والتحكيم

8-2-1: الوساطة (تعريفها، أصولها أو إجراءاتها، إنهائها، آثارها أو نتائجها)

8-2-2: التحكيم (تعريفه، أصوله أو إجراءاته، إنهائه، آثاره أو نتائجه)

8-2-3: الفرق بين الوساطة والتحكيم

**القسم الثاني**

**قانون الضمان الإجتماعي**

**الدرس الأول: الصندوق الوطني للضمان الإجتماعي**

1-1: تعريف الصندوق الوطني للضمان الإجتماعي

1-2: شروط الإنتساب إلى الصندوق الوطني للضمان الإجتماعي

**الدرس الثاني: الفروع التي يشملها الضمان**

2-1: فرع ضمان المرض والأمومة

2-1-1: تعريف ضمان المرض والأمومة

2-1-2: الحالات التي يشملها فرع ضمان المرض والأمومة

2-1-3: الأشخاص الذين يشملهم فرع ضمان المرض والأمومة

2-1-4: تقديمات فرع ضمان المرض والأمومة

2-1-5: العناية الطبيّة (الأشخاص الذين يستفيدون منها، تقديماتها، مقدار مساهمة الصندوق والأشخاص المضمونين فيها)

2-1-6: الإشتراكات المتوجبة بالنسبة للمؤسسات غير الحرفيّة

2-2: فرع ضمان طواريء العمل والأمراض المهنيّة (تعريفه، حالاته)

2-3: فرع التتقديمات العائليّة والتعليميّة (التعويضات العائليّة)

2-3-1: تعريف التعويض العائلي

2-3-2: الأشخاص الذين تتوجب عنهم التقديمات (التعويضات)

2-3-3: الأشخاص الذين تدفع لهم التقديمات (التعويضات)

2-3-4: قيمة التعويضات وطريقة دفعها

2-3-5: الإشتراكات المتوجبة بالنسبة للمؤسسات غير الحرفيّة

2-4: فرع نظام تعويض نهاية الخدمة

2-4-1: تعريف تعويض نهاية الخدمة

2-4-2: حالات إستحقاق تعويض نهاية الخدمة (الكامل والمخفض)

2-4-3: الإشتراكات المتوجبة بالنسبة للمؤسسات غير الحرفيّة

2-4-4: الفرق بين تعويض نهاية الخدمة الكامل وتعويض نهاية الخدمة المخفض.

# Mathématiques (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 généraux

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 : Algèbre linéaire

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 déterminants

### 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** x **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 x m) et (m x 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 α, α ∈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 = Log x

1.1.7 Application à l'intégration des fractions rationnelles simples

1.1.8 Etude et représentation graphique de la fonction y = Loga x

1.1.9 Formule de changement de base. Logarithme décimal

1.1.10 Fonction exponentielle népérienne (y = ex)

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 = ex

1.1.14 Etude et représentation graphique de la fonction y = ax

1.1.15 Fonction puissance (y = xα, α ∈R, x > 0)

1.1.16 Etude de la croissance comparée

1.1.17 Propriétés (formules remarquables) et représentation graphique des fonctions hyperboliques: sh x, ch x, th x, cth x

1.1.18 Etude et représentation graphique des fonctions hyperboliques inverses: Argsh x, Argch x, Argth x, Argcth x

Chapitre 2   
Intégrales 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 ax2 + bx + c, avec b2 - 4ac < 0); transcendantes 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 Différentielles

### 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 numériques 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 multivariables

– 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 R2 et R3. 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 multivariables (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 : Géométrie analytique et vectorielle

Chapitre 1  
Courbes planes en coordonnées cartésiennes 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 : ρ = ρ(θ)

### 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 : ρ = ρ(θ)

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 :   
ρ = ρ(θ)

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 opérateurs différentiels 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 ∇

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 Δ

3.4.4 Dérivée directionnelle d'un champ scalaire. Propriétés

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

# PHYSIQUE (60 periodes)

## Objectifs généraux

– 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 : Unités, 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 opu 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 indéformables

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 énergie

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.

# Electricité (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: Electrocinétique**

**Chapitre 1**

**Courant, résistance, résistivité**

**(6 périodes)**

1.1 Le courant électrique

1.1.1 Généralité

1.1.2 Définition

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 Force électromotrice f.é.m

1.5 Notions sur la valeur moyenne et la valeur efficace

1.6 Exercices

**Chapitre 2**

**Les circuits**

**(6 périodes)**

2.1 Définition d'une source de tension ou f.é.m

2.2 Source de courant

2.3 Les lois de Kirchhoff (nœuds et mailles)

2.4 Résistance équivalente

2.5 Association de résistances

2.6 Pont de Wheatstone

2.7 Puissance

2.8 Mesure des résistances

2.8.1 Méthode de la courte dérivation

2.8.2 Méthode de la longue dérivation

2.9 Exercices

**PARTIE II: Electrostatique**

**Chapitre 3**

**Loi de Coulomb**

**(4 périodes)**

3.1 Electrisation, charge électrique

3.2 Propriétés de la charge

3.3 Généralités sur l'influence électrostatique

3.3.1 Phénomène d'influence

3.3.2 Electrisation par influence

3.3.3 Electrisation par contact

3.4 Définir: Conducteur, Isolant et Semi-conducteur

3.5 Loi de Coulomb – Force électrique

3.5.1 Résultante de plusieurs vecteurs

3.6Système d'unités

3.7 Exercices

**Chapitre 4**

**Le champ électrostatique**

**(10 périodes)**

4.1 Le champ électrique - Définition

4.2 Lignes de champ et tube de champ

4.3 Calcul du champ électrique en:

4.3.1 Point chargé

4.3.2 Groupe de charges

4.4 Calcul du champ électrique crée par une distribution continue de charge

4.4.1 Distribution linéique

4.4.1.1 Champ créé par un fil rectiligne indéfini

4.4.1.2 Champ d'un anneau circulaire

4.4.2 Distribution surfacique

4.4.2.1 Champ créé par un disque (0, R) indéfini

4.4.3 Distribution volumique

4.5 Exercices

**Chapitre 5**

**Potentiel**

**(10 périodes)**

5.1 Circulation du champ électrique

5.2 Travail de la force électrostatique

5.2 Potentiel électrostatique

5.3 Relation entre **E** et V

5.3.1 Linéaire

5.3.2 Potentiel gradient

5.3.3 En repère cartésien

5.3.4 En repère cylindrique

5.4 Différent type de potentiel

5.4.1 Potentiel dû à une charge

5.4.2 Potentiel dû à un groupe de charges

5.4.3 Potentiel dû à une distribution de charges

5.4.3.1 Distribution linéique

5.4.3.2 Distribution surfacique

5.4.3.3 Distribution volumique

5.5 Dipôle électrique élémentaire

5.4.1 Définition

5.4.2 Potentiel et champ électrique dû à un dipôle

5.6 Ligne de champ et spectre électrique

5.7 Exercices

**Chapitre 6**

**Flux électrique et Théorème de Gauss**

**(6 périodes)**

* 1. Angle solide
  2. Representation vectorielle d'une surface
  3. Expression de l'angle solide élémentaire
  4. Angle solide d'une surface fermée

6.5 Théorème de Gauss

6.5.1 Flux du champ électrique

6.5.2 Flux d'un champ créé par une charge ponctuelle

6.5.3 Flux sortant d'une surface fermée – Théorème de Gauss

6.6 Exercices

**Chapitre 7**

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

**(6 périodes)**

7.1 Equilibre électrostatique dans un conducteur

7.1.1 Définition d'un conducteur

7.1.2 Propriété d'un conducteur à l'équilibre

7.1.3 Condition d'équilibre d'un conducteur

7.2 Théorème des éléments correspondants

7.3 Influence partielle et influence totale

7.4 Capacité d'un conducteur isolé

7.5 Energie électrostatique

7.5.1 Energie potentielle d'interaction de deux charges

7.5.2 Energie potentielle d'interaction de "n" charges

7.5.3 Energie des conducteurs en équilibre

**Chapitre 8**

**Condensateurs**

**(10 périodes)**

8.1 Capacité d'un condensateur

8.2 Exemples de calcul de capacité

8.2.1 Calcul de la capacité d'une sphère isolée

8.2.2 Capacité d'un fil conducteur cylindrique

8.2.3 Condensateur plan

8.2.4 Condensateur sphérique

8.2.5 Condensateur cylindrique

8.3 Réalisation d'un condensateur

8.4 Association des condensateurs

8.5 Charge et décharge d'un condensateur

8.6 Energie électrostatique d'un condensateur

8.8 Force d'attraction à partir de la loi de Coulomb

8.9 Force d'attraction à partir de l'énergie

8.10 Exercices

**PARTIE III: Magnétisme**

**Chapitre 9**

**Le champ magnétique**

**(6 périodes)**

9.1 Notion de magnétisme

9.2 Le vecteur champ induction B

9.3 Force agissant sur une charge en mouvement

Loi de Laplace

9.3.1 Cas des charges en mouvement

9.3.2 Cas d'une ligne de courant – section constante

9.4 Déplacement d'une charge dans un champ B

9.5 Théorème de Maxwell – Travail magnétique

9.6 Flux magnétique

9.7 Travail élémentaire

9.8 Travail magnétique

9.9 Couple et moment magnétique

9.10 Règle de flux maximum

9.11 Calcul des forces magnétiques

9.12 Exercices

**Chapitre 10**

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

**(6 périodes)**

10.1 Champ magnétique d'un circuit élémentaire

10.2 Champ magnétique d'un courant – loi de Biot et Savart

10.3 Champ magnétique d'un fil rectiligne indéfini

10.4 Interaction entre deux fils conducteurs rectilignes et parallèles

10.1.1 Définition légale de l'Ampère

10.5 Champ magnétique d'une spire circulaire en un point fixe

10.6 Champ magnétique d'une bobine longue ou d'un solénoïde

10.7 Le théorème d'Ampère

10.8 Exercices

**Chapitre 11**

**Force électromotrice induite**

**(8 périodes)**

11.1 Force électromotrice d'inductance magnétique

11.2 Loi de Faraday

11.3 Loi de Lenz

11.4 Coefficient de self induction

11.5 Energie emmagasinée dans une inductance

11.6 Induction due à un déplacement de translation

11.6.1 Action d'un champ magnétique uniforme sur un conducteur rectiligne parcouru

par un courant – Loi de Laplace

11.6.2 Expression de la vitesse en fonction du temps

11.6.3 Expression du courant

11.7 Induction due à un déplacement de rotation

11.7.1 Equation du mouvement - Roue de Barlow

11.7.2 Expression de la vitesse en fonction du temps

11.7.3 Expression du courant

11.8 Exercices

**Chapitre 12**

**Inductance**

**(4 périodes)**

12.1 Inductance mutuelle de deux circuits

12.2 Inductance propre d'un circuit

12.3 Calcul du courant engendré par un Générateur dans un circuit à inductance

12.4 Energie magnétique stockée dans une inductance

12.5 Inductances en série

12.6 Exercices

**Chapitre 13**

**Ferromagnétisme**

**(8 périodes)**

13.1 Définition de la propriété ferromagnétique

13.2 Courbe de première aimantation

13.3 Température de Curie

13.4 Perméabilité magnétique

13.5 Hystérésis

13.6 Domaine d'aimantation spontanée

13.7 Mesure du champ magnétique terrestre

13.8 Circuit magnétique

13.9 Notion de force magnétomotrice

13.10 Réluctance

13.10.1 Relation entre reluctance et self inductance

13.10.2 Association de réluctances

13.11 Exemple de calcul d'un circuit magnétique

13.12 L'électro-aimant - Energie magnétique stockée – Force magnétique

13.13 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

## Eléments d’un circuit électrique

* 1. Le courant électrique

1. Définition
2. Expression du courant électrique
   1. Forme locale de la loi d’Ohm ; différence de potentiel

1.3 Energie

1. Expressions de l’énergie dans le cas : d’une résistance, d’un condensateur, d’une bobine
   1. Loi d’Ohm
   2. Association des éléments d’un circuit (résistances, condensateurs, bobines)
2. Association en série
3. Association en parallèle

## Chapitre 2

## Configuration d’un circuit, loi de base

* 1. Les circuits séries

1. Loi de Kirchhoff dans un circuit série
2. Le diviseur de tension résistif
   1. Les circuits parallèles
3. Loi de Kirchhoff dans un circuit parallèle
4. Application: diviseur de courant
   1. Les sources de tension
5. Définition
6. Caractéristique de charge
7. Association des sources de tension
   * + - Association série
       - Association parallèle

2.4 Les sources de courant

1. Définition
2. Caractéristique de charge

2.5 Les sources dépendantes

1. Définition
2. Exemples

2.6 Conversion des sources électriques

1. Conversion d’une source de tension en source de courant
2. Conversion d’une source de courant en source de tension

## Chapitre 3

## Méthodes d’analyse des circuits

* 1. Notion de topologie des circuits

- Définition des branches, nœuds, graphes, maille, maillon, arbre

3.2 Expressions matérielles des lois de Kirchhoff

* + - 1. Loi des nœuds
      2. Loi des mailles

3.3 Méthodes de calcul de la réponse d’un circuit

1. Application directe des équations de Kirchhoff
2. Méthode des mailles

## Chapitre 4

## Principes et théorèmes généraux

* 1. Circuits linéaires – Définition
  2. Principe de superposition

1. Enoncé
2. Exemple
   1. Règle de substitution
3. Enoncé
4. Exemple
   1. Théorème de Thévenin
5. Enoncé
6. Exemple
   1. Théorème de Norton
7. Enoncé
8. Exemple
   1. Théorème de Maxwell ou loi de réciprocité
   2. Théorème de Millman
9. Enoncé
10. Exemple

4.8 Théorème de Kennelly

1. Transformation triangle – étoile et étoile – triangle
2. Exemple
   1. Transfert de puissance entre source et charge

## Chapitre 5

## Les quadripôles

* 1. Représentation d’un circuit par un quadripôle
  2. Représentation classique des quadripôles

1. Paramètres admittance
2. Schéma équivalent
3. Mesure de Yij
4. Exemple
5. Paramètres impédance
6. Schéma équivalent
7. Mesure de Zij
8. Exemple
9. Paramètres de transfert
10. Schéma équivalent
11. Mesure des paramètres de transfert
12. Conditions de réciprocité
13. Paramètres hybrides
14. Dimension des paramètres hybrides
15. Schéma équivalent
    1. Impédance itérative d’un quadripôle
    2. Quadripôle équivalent à un quadripôle donné
    3. Associations
16. Association de quadripôles
17. Association en chaîne
18. Association en série
19. Association en parallèle
    1. Application de la théorie des quadripôles

## Chapitre 6

## Rappel mathématiques

* 1. Grandeur sinusoïdale

6.2 Valeur moyenne

1. Définition
2. Exemples

6.3 Valeur efficace

1. Définition
2. Exemples
   1. Diagramme de Fresnel
3. Construction
4. Exemple
   1. Nombres complexes
5. Définition
6. Forme cartésienne
7. Forme géométrique
8. Nombre complexe conjugué
9. Opération sur les nombres complexes
10. Relations utiles
11. Représentation des grandeurs par des nombres complexes
12. Exemples

## Chapitre 7

## Généralités sur le courant alternatif monophasé

* 1. Courant et tension alternatifs sinusoïdaux
  2. Notion de puissance

1. Définition
2. Convention de signe
3. Puissance moyenne et puissance fluctuante
4. Puissances active, réactive, apparente
5. Puissance complexe

* Cas d’une résistance, d'une self, d'une capacité
  1. Notion d’impédance et d’admittance

1. Généralisation de la loi d’Ohm
   1. Facteur de puissance et amélioration du facteur de puissance
2. Définition
3. Inconvénients d’un mauvais cosϕ
4. Amélioration du cosϕ par un condensateur
   1. Théorème de Boucherot
   2. Exemple d’application

## Chapitre 8

## Les circuits en courant alternatif

* 1. Association d’impédance en série
  2. Diviseur de tension
  3. Circuit R, L, C série

1. Impédance
2. Résonance de courant
3. Facteur de qualité
   1. Circuit R, L, C parallèle
4. Admittance
5. Résonance de tension
6. Facteur de qualité
   1. Circuits de filtrage
7. Définition
8. Pôles et zéros d’une fonction de transfert
9. Courbe du gain en fonction de ω; lieu de Bode
10. Filtre passe-bas
11. Filtre passe-haut
12. Filtre passe-bande
13. Circuit R, L, C – série; sortie sur C
    1. Filtres à base de quadripôles symétriques
14. Impédances de quadripôles symétriques
15. Fréquence caractéristique
16. Exemples d’application
17. Filtre passe-bas
18. Filtre passe-haut
19. Filtre passe-bande
20. Exemple de calcul d'un filtre

## Chapitre 9

## Systèmes triphasés

* 1. Systèmes polyphasés

1. Définition
2. Fonctions
   1. Systèmes triphasés
3. Système direct
4. Système inverse
5. Système homo-polaire
   1. Propriétés mathématiques des grandeurs d'un système équilibré
6. La somme
7. La différence – grandeur composée - conséquence
   1. Couplage étoile ou triangle
8. Générateur en couplage étoile
9. Générateur en couplage triangle
10. Récepteur en couplage étoile ou triangle
11. Application
    1. Calcul des puissances
    2. Mesure des puissances
12. Réseaux à 4 fils
13. Réseaux à 3 fils: méthode des deux wattmètres
    1. Notion d’impédance cyclique

## Chapitre 10

## Rappel mathématique – calcul symbolique – transformation de Laplace

10.1 Transformée de Laplace

1. Définition de la transformée de Laplace
2. Transformée inverse de Laplace

10.2 Propriétés de la transformation de Laplace

1. Produit d’une fonction par une constante
2. Superposition linéaire
3. Dérivation
4. Intégration
5. Théorème du retard
6. Translation de la variable p

10.3 Procédure de calcul de la réponse transitoire d’un circuit

## Chapitre 11

## Phénomènes transitoires dans les

## circuits électriques linéaires

* 1. Généralités sur les phénomènes transitoires

11.2 Equation différentielle linéaire représentant un phénomène transitoire

* 1. Equations de circuit comprenant des éléments résistifs et réactifs
  2. Composantes forcées et libres des courants et des tensions

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

1. Impédances opérationnelles des dipôles
2. Fonction de transfert opérationnelle
3. Applications :
4. Réponse d’un circuit RC
5. Réponse d’un circuit RL
6. Réponse d’un circuit RLC

# Machines electriques (120 periodes)

Partie I : Théorie dU circuit magnétique

## 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   
Théorie dU circuit magnétique en c.c.

(8 périodes)

1.1 Définitions

1.1.1 Circuit magnétique parfait

1.1.2 Circuit magnétique avec entrefer étroit

1.1.3 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 D.D.P. magnétique (unités)

1.4 F.M.M nécessaire à la production d'un flux.

1.5 Problème fondamental du circuit magnétique

1.5.1 Lois de Kirchoff appliquées aux circuits magnétiques

1.5.2 Circuits magnétiques en série et en parallèle

1.6 Fuites magnétiques. Coefficient d’Hopkinson

1.7 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   
Génératrices à courant continu

(14 périodes)

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 Classement des génératrices selon le mode d’excitation

2.5 Couple électromagnétique d’une génératrice

2.6 Equation de la F.E.M. d’une génératrice pour une vitesse constante.

2.7 Génératrice multipolaire

2.7.1 Calcul de la F.E.M.

2.8 Réaction d’induit. Définition

2.8.1 Réaction magnétique transversale

2.8.2 Distorsion du flux

2.8.3 Affaiblissement du flux

2.8.4 Affaiblissement de la F.E.M

2.8.5 Remèdes. Enroulements de compensation

2.8.6 Réaction magnétique longitudinale

2.9 Commutation. Définition

2.9.1 F.E.M. dans une section en commutation

2.9.2 Conséquences

2.9.3 Remèdes. Pôles auxiliaires

Chapitre 3   
Caractéristiques des génératrices à c.c.

(18 périodes)

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   
rendement et couplage des génératrices

(14 périodes)

4.1 Classification des pertes : pertes principales, pertes supplémentaires

4.2 Pertes principales :

4.2.1 Les pertes mécaniques

4.2.2 Les pertes dans le fer

4.2.3 Les pertes dans le cuivre

4.2.4 Les pertes dans les contacts, balais - collecteur et balais bagues

4.3 Pertes totales - Bilan des puissances

4.4 Rendement

4.5 Variation du rendement avec la charge et rendement maximal

4.6 Détermination expérimentale du rendement (par la méthode des pertes séparées et par la

méthode de la dynamo-frein)

4.7 Problèmes d’application

4.8 Couplage des génératrices shunts en parallèle

4.9 Couplage des génératrices shunts en série

4.10 Couplage des génératrices séries en parallèle

4.11 Couplage des génératrices séries en série

4.12 Couplage des génératrices compound en parallèle

Chapitre 5   
Moteurs à courant continu

(12 périodes)

5.1 Principe de la réversibilité des machines électriques

5.2 Marche en moteur - Rhéostat de démarrage

5.3 Classification des moteurs à c.c.

5.4 Equations de F.E.M. dans un moteur

5.5 Equations des couples d’un moteur

5.6 Equations de la vitesse

5.7 Démarrage des moteurs à c.c.

5.7.1 Par rhéostat de démarrage (calcul du rhéostat)

5.7.2 Par tension d’alimentation réduite

5.8 Problèmes d’applications

Chapitre 6   
Caractéristiques des moteurs à courant continu

(14 périodes)

6.1 Cas d’un moteur shunt:

6.1.1 Caractéristique de vitesse

6.1.2 Caractéristique de couple

6.1.3 Caractéristique mécaniques

6.1.4 Applications

6.2 Cas d’un moteur série:

6.2.1 Caractéristique mécaniques

6.2.2 Caractéristique de couple

6.2.3 Caractéristique de vitesse

6.2.4 Applications

6.3 Cas d'un moteur compound à flux additif et à flux soustractif

6.3.1 Caractéristique mécaniques

6.3.2 Caractéristique de couple

6.3.3 Caractéristique de vitesse

6.3.4 Applications

6.4 Pertes-Bilan des puissances

6.5 Rendement et Rendement maximal

6.6 Problèmes d’applications

PARTIE III : CIRCUIT MAGNETIQUE EN ALTERNATIF

## Objectifs

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

Chapitre 7   
 Bobine à noyau de fer

(8 périodes)

7.1 Définition - Alimentation en courant alternatif

7.2 Expression du flux

7.3 Influence de l’entrefer

7.4 F.E.M induite dans la bobine

7.5 Inductance non saturée

7.6 Pertes ferromagnétiques

7.6.1 Pertes par hystérésis

7.6.2 Pertes par courants de Foucault

7.7 Circuit électrique équivalent en régime sinusoïdal

7.7.1 Calcul et détermination des éléments du circuit à partir des essais.

7.7.2 Bobine de résistance négligeable et circuit magnétique sans fuite

7.7.3 Bobine ayant une résistance et des fuites magnétiques

7.8 Diagramme de Fresnel relatif à la bobine

7.9 Puissance absorbée

7.10 Circuits couplés -Inductance propre et inductance mutuelle

7.11 Inductances de fuites magnétiques

7.12 Coefficient de Boucherot

PARTIE IV : LES TRANSFORMATEURS STATIQUES

## Objectifs

Au terme de ce cours, l’étudiant sera capable de:

– 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 8   
 Transformateur monophasé

(16 périodes)

8.1 Principe et constitution du transformateur statique

8.1.1 Noyaux des bobines

8.1.2 Culasse

8.1.3 Enroulements

8.1.3.1 Enroulements concentriques simples

8.1.3.2 Enroulements à galettes alternées

8.2 Equations du transformateur monophasé parfait

8.2.1 Equation des forces magnétomotrices

8.2.2 Diagramme des courants

8.2.3 Diagramme des tensions

8.2.4 Rapport de transformation

8.2.5 Puissances au primaire et au secondaire

8.3 Transformateur réel

8.3.1 Influence des grandeurs

8.3.1.1 Résistance des enroulements

8.3.1.2 Réluctance du circuit magnétique

8.3.1.3 Pertes dans le fer

8.3.1.4 Fuites magnétiques

8.4 Diagramme général du transformateur

8.4.1 Equation générale des tensions primaires et secondaires

8.4.2 Diagramme vectoriel

8.4.3 Circuit électrique équivalent

8.4.4 Equation du transformateur dans la méthode symbolique

8.5 Application du théorème de Boucherot au transformateur

8.6 Problèmes d’applications

Chapitre 9  
 Transformateur-Caractéristiques industrielles

(16 périodes)

9.1 Circuit équivalent à un transformateur

9.1.1 Circuit électrique équivalent ramené au primaire

9.1.2 Circuit électrique équivalent ramené au secondaire

9.1.3 Résistance fictive représentant les pertes fer

9.1.4 Inductance fictive représentant la puissance magnétisante à vide

9.2 Essais permettant de déterminer les éléments du circuit équivalent

9.2.1 Essai à vide

9.2.2 Essai en court circuit

9.3 Diagramme de Kapp

9.3.1 Hypothèse de Kapp

9.3.2 Constructions du diagramme de Kapp

9.3.2 Equation de Kapp

9.4 Essai en charge

9.4.1 Facteurs qui influent sur la chute de tension

9.4.1.1 Facteur de construction (améliorer les fuites)

9.4.1.2 Influence du facteur de puissance

9.5 Valeur approchée de la chute de tension

9.6 Réglage de la tension secondaire

9.7 Tension de court-circuit

9.7.1 Tension de court circuit relative et normale

9.7.2 Impédance en court- circuit

9.8 Relation entre les impédances côté primaire et côté secondaire

9.9 Relation entre les tensions relatives de court- circuit

9.10 Rapport du courant à vide au courant de pleine charge.

9.11 Pertes du transformateur

9.11.1 Pertes à vide

9.11.2 Pertes cuivre

9.11.3 Essais pour déterminer les pertes

9.12 Rendement du transformateur

9.12.1 Conditions pour un rendement maximal

9.13 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**

**Protection contre le contact direct**

* 1. Protection par des obstacles
  2. La très basse tension de sécurité TBTS.
  3. La très basse tension de protection TBTP.
  4. Précaution à prendre en présence de la tension.

**Chapitre 2**

**Protection contre le contact indirect**

2.1 Isolation renforcée.

2.2 Protection différentielle.

2.3 Principe d’une protection différentielle.

2.4 Séparations des circuits.

**Chapitre 3**

**Schéma de liaison à la terre neutre TT**

3.1 Codification.

3.2 Définitions (NORME NF C 15-100

3.3 Protection par dispositif différentiel.

3.4 Sélectivité des protections différentielles.

3.5 Protection contre le contact indirect

3.6 Valeur de la prise de terre Ra

3.7 Méthode des 62% ou méthode des trois piquets.

3.8 SYNTHESE.

**Chapitre 4**

**Régimes de neutre TN**

4.1 Codification.

4.2 Mise au neutre TN

* Principe et schémas (TN-C et TN-S).
* Règles et conditions d’exploitation.
* Explication de la protection.
* Liaison équipotentielles.
* Courbes de sécurité.
* Conditions de protection.
* Calcul simplifie du courant et da la tension de défaut
* Longueur maximale.
* Calcul des conditions de déclanchement.
* Avantage du régime de neutre TN.

**Chapitre 5**

**Régimes de neutre IT**

5.1 Codification.

5.2 Principe et schémas IT

5.3 Rôle du CPI

5.4 Explication de la protection

# Electronique analogique (90 periodes)

**General objectives**

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

- Describe the operation of basic electronic components and state precisely their characteristics and applications

- Analyze different circuits

- Study different types of basic amplifiers using transistors

- Study the differential amplifier as an introduction to the operational amplifier.

- Present the main applications of the operational amplifier.

- Explain the operation of circuits with positive or negative feedback.

***Content***

**Chapter 1**

**Theory of the semiconductors**

**(2 h)**

1.1 Atomic structure:

- Atomic number and weight

- Electron shell and orbits

- Energy levels

- Valence electrons

- Number of electrons in each shell

1.2 Semiconductors, conductors and insulators (energy bands)

1.3 Intrinsic semiconductors

1.4 Extrinsic semiconductors, P type and N type:

- Doping

- Majority and minority carriers

1.5 PN junction and its biasing:

- Depletion region

- Barrier potential

- Forward bias FB

- Reverse bias RB

- Reverse current

- Reverse breakdown

1.6 Current-voltage I-V characteristics of PN junction:

- Forward bias I-V characteristics

- Reverse bias I-V characteristics

- Temperature effect

**Chapter 2**

**Diodes**

**(4h)**

2.1 Structure and symbol

2.2 Characteristics of the diode

2.3 Ideal diode

2.4 Second approximation

2.5 Third approximation

2.6 Inverse resistance

2.7 Capacity of the diode

2.8 Accumulation of charges

2.9. The Zener diode:

- Symbol

- Zener breakdown I-V characteristics

- Zener regulation

- Zener equivalent circuit

- Temperature coefficient

- Zener power dissipation, data

- Approximations of the Zener diode

**Chapter 3**

**Diode circuits**

**(6 h)**

3.1 Rectification circuits:

- Half rectifier

- Full wave center-tapped transformer rectifier

- Full wave bridge rectifier

- Circuit description, input and output voltage graphs, output average value, effective value, effect of barrier potential, effect of turns ratio on Vout, peak inverse voltage and frequency at output.

3.2 Power supply filter:

- General block diagram

- RC and LC filter

- Calculation of ripple voltage and ripple factor

- Difference between RC and LC filter

3.3 Diode limiting and clamping circuits:

- Circuit

- Principle of operation

- Waveforms at input and output of the circuit

3.4 Voltage multipliers:

- Half wave voltage doubler

- Full wave voltage doubler

- Circuit and principle of operation of each one

3.5 Zener diode

- Zener regulation with varying input voltage

- Zener regulation with varying load

- Percent regulation

- Complete circuit of power supply using Zener diode at the output

- Principle of operation

**Chapter 4**

**The bipolar transistor and biasing circuits**

**(6 h)**

4.1 Transistor construction:

- Three doped regions

- Symbol

- Terminals (base, emitter and collector)

4.2 Unbiased transistor

4.3 Forward-forward bias

4.4 Reverse-reverse bias

4.5 Forward-reverse bias

4.6 DC alpha α and beta β

4.7 Relation between α and β

4.8 Base-spreading resistance

4.9 Breakdown voltages

4.10 DC equivalent circuit of transistor

4.11 Transistor characteristic curves:

- Collector characteristics curves, Ic in terms of VCE for different values of IB

- Base characteristics curve lB in terms of VBE

- Cutoff current and breakdown voltage

- Collector saturation voltage

4.12 Base bias:

- DC load line

- Cutoff and saturation

- Active region

4.13 Voltage-divider bias:

- Emitter current

- Collector-emitter voltage

4.14 Collector-feedback bias:

- The feedback concept

- Determination of current Ic

- Geometric average of β

4.15 Emitter bias: emitter current

4.16 PNP biasing circuits:

- Complementary circuits

- Analyzing PNP circuits

**Chapter 5**

**AC equivalent circuits**

**(4 h)**

5.1 Coupling and bypass capacitors

5.2 Capacitor size

5.3 AC ground

5.4 The superposition theorem for AC-DC circuits: AC and DC equivalent circuits

5.5 Transistor AC equivalent circuits:

- The exact AC model

- The low frequency model

5.6 The ideal-transistor approximation

5.7 Emitter diode AC resistance:

- Small signal required

- AC signal identical to changes

- The formula for re

- The value of re at any temperature

5.8 AC beta

5.9 The ideal model of transistor in case of AC

**Chapter 6**

**Small signal amplifiers**

**(8 h)**

6.1 Base drive and emitter drive

6.2 Base-driven formulas:

- Formula for AC emitter current

- Voltage formulas

- Voltage gain

6.3 The common-emitter amplifier:

- Circuit

- DC and AC equivalent circuit

- Voltage gain

- Input impedance

- Output impedance

- Phase inversion

- Current gain

- Power gain

- Utilization

6.4 Common emitter amplifier with swamping resistance at emitter:

- Circuit

- DC and AC equivalent circuit

- Voltage gain

- Input impedance

- Output impedance

- Phase inversion

- Current gain

- Power gain

6.5 Common collector amplifier:

- Circuit

- DC and AC equivalent circuit

- Voltage gain

- Input impedance

- Output impedance

- Current gain

- Power gain

- Utilization

6.6 Darlington pair:

- Circuit

- Applications

6.7 Common base amplifier:

- Circuit

- DC and AC equivalent circuit

- Input impedance

- Output impedance

- Phase

- Current gain

- Voltage gain

- Power gain

- Utilization

6.8 Types of coupling:

- Impedance coupling

- Transformer coupling

- Direct coupling

6.9 Multistage amplifier:

- General circuit

- Analysis of circuit in case of DC and AC

- Global voltage gain Av

- Global voltage gain in dB

**Chapter 7**

**Field effect transistor**

**(6 h)**

7.1 The JFET:

- JFET regions

- Schematic symbol

- Biasing the JFET

7.2 JFET drain curves:

- Pinch-off voltage

- Shorted-gate drain current

- Gate source cut-off voltage

7.3 JFET parameters:

- Parabolic curve

- Normalized transconductance curve

- Transconductance

- An accurate value of VGS(off)

- AC drain resistance

- Drain-source on-state resistance

7.4 Depletion-Enhancement MOSFETs:

- MOSFET regions

- Depletion mode

- Enhancement mode

- MOSFET curves

- Schematic symbol

7.5 Enhancement MOSFETs:

- Creating the inversion layer

- The threshold voltage

- Enhancement-only curves

- Schematic symbol

**Chapter 8**

**FET small signal amplifiers**

**(8 h)**

8.1 Self bias

8.2 Self-bias graph

8.3 Current-source bias

- Two supplies

- One supply

8.4 Biasing MOSFETs

- Zero-bias of D MOSFETs

- Drain-feedback bias of E MOSFETs

- DC amplifier

- Other biasing

8.5 The common-source JFET amplifier:

- DC analysis

- AC equivalent circuit

- Voltage gain

- Effect of rds

- Input impedance

- Output impedance

- Phase inversion

- Transconductance versus ID/IDSS

8.6 The common-drain JFET amplifier:

- DC analysis

- AC equivalent circuit

- Voltage gain

- Input impedance

- Output impedance

8.7 The common-gate JFET amplifier:

- DC analysis

- AC equivalent circuit

- Voltage gain

- Input impedance

- Output impedance

8.8 Applications of Miller’s theorem on the amplifier circuits using FET

**Chapter 9**

**Power amplifiers**

**(8 h)**

9.1 Class A power amplifier:

- Circuit

- Basic operation

- DC load line

- AC load line

- Graphical analysis

- Large signal load line operation

- Centering the Q point on the AC load line

- Nonlinear distortion

- Voltage gain

- Power gain

- Quiescent power

- Output power for different Qpoint positions

- Relation between output power and quiescent power

- Efficiency

- Utilization

9.2 Class B and class AB push-pull:

- Circuit

- Basic operation

- Q point is at cutoff

- Crossover distortion

- Nonlinear distortion

- The current mirror

- Input impedance

- Voltage gain

- Power gain

- Output power

- Maximum efficiency

- Power dissipation

- Utilization

9.3 Class C power amplifier:

- Circuit

- Basic operation

- Power dissipation

- Tuned operation

- Ic waveform and output voltage waveform

- Maximum output power

- Clamper bias for class C amplifier

- Efficiency

- Utilization

**Chapter10**

**Multiple-transistor circuits**

**(4h)**

10.1 Differential amplifier:

- Basic circuit

- Basic operation

- Analysis of the circuit in case of DC and AC

- Input impedance

- Non inverting input and inverting input

- Differential input

- Common mode input

- Common mode rejection ratio CMRR

- Unique output

10.2 Operational amplifier:

- What is an operational amplifier?

- Basic Op-Amp characteristics

- Op-Amp equivalent circuit

- Op-Amp frequency response

- Slew rate

- Offset errors

**Chapter 11**

**Negative feedback**

**(4 h)**

11.1 What is the negative feedback?

- Advantages

- Effects

11.2 Four fundamental stages of negative feedback:

- Series-parallel

- Parallel-parallel

- Series-series

- Parallel-series

- Schemes, analysis, input and output impedance, gain, distortion, bandwidth and equivalent circuit.

11.3 Applications

11.4 Exercises

**Chapter 12**

**Applications of operational amplifiers**

**(14 h)**

12.1 Non inverting amplifier:

- Basic circuit

- Analysis

- Input and output impedance

- Closed loop gain

- Open loop gain

- Utilization

12.2 Voltage follower:

- Basic circuit

- Analysis

- Input and output impedance

- Closed loop gain

- Open loop gain

- Utilization

12.3 Inverting amplifier:

- Basic circuit

- Analysis

- Input and output impedance

- Closed loop gain

- Open loop gain

- Utilization

12.4 Comparator:

- Basic circuit

- Basics of operation

- Zero level detection

- Non-zero level detection

- Effect of input noise on comparator operation

- Application

12.5Summing amplifier:

- Basic circuit

- Basics of operation

- Analysis of equation

- Summing amplifier with unity gain

- Utilization

12.6 Difference amplifier:

- Basic circuit

- Basics of operation

- Analysis of equation

- Utilization

12.7 Integrator:

- Basic circuit

- Basics of operation

- Analysis of equation Vo/p = f(Vin)

- Utilization

12.8 Differentiator:

- Basic circuit

- Basics of operation

- Analysis of equation Vo/p = f(Vin)

- Utilization

12.9 Half wave rectifier:

- Basic circuit

- Basics of operation

- Relation between output voltage and input voltage with analysis

- Input-output characteristics

- Waveforms

- Utilization

12.10 Full wave rectifier:

- Basic circuit

- Basics of operation

- Relation between output voltage and input voltage with analysis

- Waveforms

- Utilization

12.11 Active filters with first and second order:

12.11.1 Low pass filter (Butterworth)

- Basic circuit

- Transfer function

- Cut-off frequency

- Gain

- Response curve

- Bandwidth BW

- Utilization

12.11.2 High pass filter (Butterworth)

- Basic circuit

- Transfer function

- Cut-off frequency

- Gain

- Response curve

- Bandwidth BW

- Utilization

12.11.3 Band pass filter

- Basic circuit

- Transfer function

- Cut-off frequencies

- Gain

- Response curve

- Bandwidth BW

- Quality factor

- Utilization

12.12 Monostable, Bistable and Astable:

- Basic circuit

- Basics of operation

- Analysis

- Waveforms

12.13 Exercises.

**Chapter 13**

**Oscillators**

**(12 h)**

13.1 Oscillator principle:

- Positive feedback

- Condition of oscillation

13.2 Sinusoidal oscillators (by using Op-Amp)

13.2.1 RC or CR phase shift oscillator:

- Basic circuit

- Basics of operation

- Transfer ratio

- Frequency of oscillation

13.2.2 Wien bridge oscillator:

- Basic circuit

- Basics of operation

- Transfer ratio

- Frequency of oscillation

13.2.3 Colpitts oscillator:

- Basic circuit

- Basics of operation

- Transfer ratio

- Frequency of oscillation

13.2.4 Hartley oscillator:

- Basic circuit

- Basics of operation

- Transfer ratio

- Frequency of oscillation

13.2.5Crystal oscillator:

- Piezoelectric effect

- Equivalent circuit in case of AC

- Series and parallel resonance

- Stability of crystal

- Basic circuit of crystal oscillator

- Basic operation

13.3 Non sinusoidal oscillators:

13.3.1 Triangular wave oscillator

13.3.2 Square wave relaxation oscillation

13.3.3 VCO by using IC *555:*

- Basic circuit

- Analysis

- Frequency

- Waveform

**Chapter 14**

**Voltage regulation**

**(4 h)**

14.1 Simple regulators:

- Zener diode regulator

- Zener diode and emitter follower

14.2 Series-parallel regulation:

- A discrete series-parallel regulator

- Current limiting

- An Op-Amp regulator

# 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 séquentiel

– Réaliser des compteurs, des registres, et des circuits d’application

– Présenter et utiliser les mémoires.

## contenu

Chapitre 1   
Systèmes de numération

1.1 Introduction : Différence entre grandeur analogique et une autre logique.

1.2 Représentation des grandeurs Binaires.

1.3 Base d'un système de numération.

1.4 Transcodage ( binaire , octal, décimal, hexadécimal).

1.5 Code BCD, Code Gray, Codes ASII.

1.6 Opérations arithmétiques.

Chapitre 2   
Fonctions Booléennes

2.1 Fonctions de base (ET, OU, Ou Exclusif et leurs fonctions complémentaires).

2.2 Symboles (IEEE / ANSI) et table de vérités.

2.3 Matérialisation de circuits à partir d'expressions booléennes.

2.4 Porte Non, porte Non Ou, porte Non ET.

2.5 Théorème de l’algèbre de Boole.

2.6 Théorème de Morgan.

Chapitre 3   
Circuits Logiques Combinatoires

3.1 Somme de produits.

3.2 Simplification des circuits logiques.

3.3 Simplification algébrique.

3.4 Utilisation du diagramme de Karnaugh.

3.5 Réalisation d'un générateur de parité.

3.6 Conception des circuits logiques combinatoire.

Chapitre 4   
Arithmétique logique

4.1 Réalisation d'un Demi Additionneur. Puis d'un Additionneur Complet.

4.2 Soustraction : Table de vérités, équation et schéma.

4.3 Multiplication.

4.4 Division.

4.5 L’unité arithmétique et logique et ses applications.

Chapitre 5  
Décodeurs, Codeurs, Multiplexeurs et Demultiolexeurs

5.1 Décodeurs DCB - Décimal.

5.2 Applications du Décodeur.

5.3 Afficheurs 7 Segments, Décodeurs DCB - 7 segments.

5.4 Codeurs.

5.5 Codeurs de priorité.

5.6 Multiplexeur plus applications

5.7 De multiplexeur plus applications

Chapitre 6   
Les Bascules

6.1Bascules RS (principe, table de vérité, schémas, étude statique “*avec des portes NOR, avec des Nand*”, Etude Dynamique Analyse Temporelle Bascules RS à entrées Multiples).

6.2 Bascule D. (symbole, table de vérité, diagramme de temps)

6.3 Bascule JK. (symbole, table de Vérité, diagramme de temps)

6.4 La diversité des bascules JK (Maître Escvlave, positive edge triggered, negative edge triggered)

Chapitre 7   
Les Compteurs

7.1 Le comptage en Binaire.

7.2 Principe d'un compteur Synchrone.

7.3 Principe de comptage Asynchrone.

7.4 Réalisation d'un compteur synchrone binaire pur (calculs, schémas, compteurs à cycle incomplet)

7.5 Réalisation d'un compteur Asynchrone en binaire pur.

7.6 Diagramme de temps d'un compteur

7.7 Applications (temporisation, séquencement, division de fréquence).

Chapitre 8  
Les registres

8.1 Registres de mémorisation (exploitation des entrées synchrones, des entrées Asynchrones)

8.2 Utilisation (interface avec un autre ensemble, accès a un bloc de calcul )

8.3 Registres à décalage (réalisation avec des bascules individuelles, entrée série, entrées parallèles, entrée parallèles sortie série puis sortie parallèle)

8.4 Applications : Multiplication de deux nombres binaires, …

Chapitre 9   
Les Mémoires

9.1 Définitions.

9.2 Technologies.

9.3 Paramètres Caractéristiques.

9.4 Les mémoires à semi-conducteur (technologies, familles)

9.5 L'organisation des boîtiers mémoires .

9.6 Assemblage des boîtiers pour obtenir de grandes capacités.

9.7 Utilisation des mémoires mortes et mortes reprogrammables.

9.8 Applications des mémoires.

9.9 Les réseaux logiques programmables (PLA, FPLA, PLS, FPLS, GAL).

# TP électricite : Installations et MESURES (90 periodes)

Partie I    
Mesures électriques

### 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 et alternatives.

1.2.2 Réglage d’une tension continue par un potentiomètre

1.2.3 Réglage d’une tension alternative par autotransformateur.

1.2.4 Rôle d’un transformateur de potentiel (TP)

1.2.5 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

1.6.1.2 Puissance active

1.6.1.3 Puissance réactive

1.6.1.4 Facteur de puissance

1.6.2 D’un circuit en courant continu

1.6.2.1 Méthode volt-ampéremètrique

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

**Avantages et utilisation de chaque méthode**

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

Partie II :   
Installations électriques

### Exercice 2.1 : Cours de technologie

2.1.1 La sécurité dans les installations électriques

2.1.2 Conducteurs et câbles

## Exécution pratique en respectant les normes internationales des exercices suivants :

### Exercice 2.2 : Montage simple et double allumage

### Exercice 2.3 : Montage va et vient, triple direction, n directions

### Exercice 2.4 : Eclairage par luminescente

2.4.1 Montage tube fluorescente.

2.4.2 Montage des lampes à vapeur de sodium ou de mercure

### Exercice 2.5 : Eclairage par le montage

2.5.1 Télérupteur

2.5.2 Minuterie

### Exercice 2.6 : Tableau annonciateur

### Exercice 2.7 : Montage d’un accès d’un bureau.

### Exercice 2.8 : Système anti vol et Système anti incendie

### Exercice 2.9 : 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 2.10 : Comment gérer la production d’eau chaude pour une collective?

### Exercice 2.11 : Comment réguler un chauffage en fonction des températures extérieures et intérieures?

### Exercice 2.12 : Comment commander l’éclairage extérieur d’une maison par détection de mouvement ?

### 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 ?

### Exercice 2.15 : Comment programmer l’arrosage à partir de deux pompes ?

**Exercice 2.16 :** Installation d’un Interphone, vidéophone (multi fils et à 2 fils)

**Exercice 2.17 :** Home automation :

1. Exécution des différentes fonctions dans une maison

2. Exécution des scenarios

3. Paramétrage du système

# TP électricite : 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

**3**. Commande d’un discontacteur simple commandé de deux endroits différents

**4**. Commande d’un discontacteur simple; marche normal et par à coups

**5**. Groupe de secours EDL - Générateur

**6**. Commande d’un discontacteur inverseur

**7**. Commande d’un discontacteur inverseur; marche normal et par à coups

**8**. Démarrage doux d’un moteur asynchrone triphasé, 1 sens de marche

**9**. Démarrage Y-Δ manuel d’un moteur asynchrone triphasé, 1 sens de marche

**10**. Démarrage Y-Δ automatique d’un moteur asynchrone triphasé, 2 sens de marche

**11**. Commande d’un moteur asynchrone triphasé à 2 vitesses à enroulements séparés.

**12**. Commande d’un moteur asynchrone triphasé à 2 vitesses, couplage Dahlander.

**13**. Commande d’un moteur asynchrone triphasé à 3 vitesses

**14**. Commande d’un moteur asynchrone monophasé, 1 sens de marche,

2 sens de marche.

**15**. Démarrage par élimination des résistances statoriques d’un moteur asynchrone triphasé, 1 sens de marche.

**16**. Démarrage par élimination des résistances statoriques d’un moteur asynchrone triphasé, 2 sens de marche.

**17**. Démarrage par élimination des résistances rotoriques d’un moteur asynchrone triphasé, 1 sens de marche.

**18**. Démarrage par élimination des résistances rotoriques d’un moteur asynchrone triphasé, 2 sens de marche.

**19**. Démarrage par autotransformateur d’un moteur asynchrone triphasé,

1 sens de marche.

**20**. Démarrage étoile triangle d’un moteur asynchrone triphasé, 1 sens de marche, à deux vitesses (enroulements séparés).

**21**. Inversion de sens de marche d’un moteur asynchrone triphasé, à deux vitesses (enroulements séparés).

**22**. Inversion de sens de marche d’un moteur asynchrone triphasé, à deux vitesses (couplage Dahlander).

**23**. Freinage d’un moteur asynchrone triphasé par contre courant

**24**. Freinage d’un moteur asynchrone triphasé par injection du courant continu

**25**. Démarrage Y-Δ avec freinage priorité Y

**26**. Dispositif de protection contre la coupure d’une phase.

# TP schema electrique ASSITE PAR ordinateur (60 periodes)

Conception assiste à 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 structurel 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  
Généralités

### 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   
Logiciel de Saisie et Simulation  
Utilisation des appareils Virtuels

### Objectif

– L’objectif de ce chapitre consiste à l’étude d’un logiciel de saisie de schéma avec simulation à fin de Vérifier par le calcul les résultats des simulations.

– Pour la simulation il est préférable d’utiliser l’un des logiciels suivants :

\* Circuit Maker, Universal Développer, Electronics Work Bench de Multipower, Pspise de MicroSim.

\* Ou n’importe quel logiciel permettant la simulation logique et analogique.

### Contenu

2.1 Sources de tension et de Courants Continue.

2.2 Source de tension et de courant Sinusoïdal.

2.3 Multimètres numériques, Voltmètres, Ampèremètres.

2.4 Oscilloscope.

2.5 Exemples de symboles des composants rencontre dans le logiciel.

Chapitre 3

Processus de réalisation et de simulation d’un circuit electrique

### Objectif

– L’objectif de ce chapitre est de réaliser des exemples d’application de théorèmes de l’électrocinétique.

### Contenu

3.1 Générateur parfait - Générateur réel et pont Diviseur.

3.1.1 Générateur de tension parfait.

3.1.2 Générateur de tension Réel.

3.1.3 Pont diviseur de tension.

3.1.4 Pont diviseur de tension suivi par un circuit.

3.1.5 Pont diviseur sur deux sources.

3.2 Théorème de Thevenin et Applications.

3.3 Equivalence entre les modelés de Thévenin et de Norton.

3.4 Théorème de superposition et Applications.

Chapitre 4  
Processus de réalisation d’un circuit imprime

### Objectif

– L’objectif de ce chapitre est la réalisation d’un typon puis un film après la réalisation du schéma structurel.

– Dans cette partie il est préférable d’utiliser soit un roteur manuel comme le PCB Designer de la société Slectronic. Ou des programmes de saisie de schéma ainsi que le dessin du circuit imprime. Comme l’EAGLE de la société Cadsoft, Windraft, Winboard de IVEX, Circuit maker et TraxMaker.

### Contenu

Rappel technologique sur les formes des boîtiers avec leur dimension

4.1 Saisie d’un schéma.

4.2 Transformation en netlist.

4.3 Importation de la netlist (partie Routeur).

4.4. L’emplacement des composants selon les normes (Entrées, Sorties, ...).

4.5 La transformation des lignes aériennes en piste éléctrique (Ratnest).

4.6 L’impression du typon.

**CHAPITRE 5**

**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 6**

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

### Objectif

– L’objectif de ce chapitre est la réalisation du schéma des tableaux électriques

– Dans cette partie il est préférable d’utiliser le programme AUTOCAD électriques ou schémaplic

**Contenu :**

6.1 Présentation du programme

6.2 Exécution des tableaux

6.3 Simulation

6.4 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.

Pour acquérir les différentes notions propres à chaque logiciel, le cours est divisé en trois blocs, durant chaque bloc, tous les logiciels nécessaires sont introduits avec un niveau de difficulté croissant de bloc en bloc. Par exemple, durant le premier bloc, on utilise les fonctions élémentaires du logiciel de saisie de schéma, du chiffrier du traitement de texte, sans rechercher nécessairement une intégration automatique des documents entre eux. Dans le second bloc, les mêmes logiciels sont approfondis, de plus on introduit alors le logiciel de simulation et quelques fonctions d’intégration des logiciels entre eux. Dans le dernier bloc enfin, on utilise le logiciel de routage des circuits imprimes et les fonctions d’intégration sont mieux maîtrisées.

Chaque bloc est terminé par un laboratoire de synthèse qui est évalué.

# TP Electronique Analogique

# (60 periodes)

**General Objectives:**

At the end of these practical sessions, the student will be able to:

- Use the electronic measuring equipment.

- Test and use various passive elements.

- Realize the different diode circuits and measure the current and voltage signals of these circuits in addition to obtain the characteristics curve of diode.

- Realize the various circuits by using bipolar and JFET transistor and measure the input and output signals furthermore the characteristics curve of the bipolar transistor Ic=f(VCE) where IB is constant.

- Realize the various circuits by using diode and bipolar transistor act like a switch.

- Design various printed electronic circuits manually and by using scientific programs

- Realize the different types of differential amplifiers as introduction to operational amplifier

- Test and determine the characteristics of differentional amplifier circuits

- Set up and test the basic circuits of an operational amplifier

- Realize and test the non sinusoidal oscillators

- Realize and test the sinusoidal oscillators

- Realize and test the DC voltage regulation circuits by using transistor and operational amplifier

***Contents:***

**Chapter 1**

**Use of measuring instruments**

**(2 h)**

**Prerequisite:**

- Basic ideas about AC and DC voltage and current parameters

- Basic idea about triangular and rectangular waves

**Practical works:**

- Measurement of the DC and AC voltages using digital voltmeter

- Measurement the DC and AC currents using digital ammeter

- Comparison between the measuring values using analog and digital meters

- Regulating the oscilloscope

- Measurement of peak voltages, periods and frequencies of sinusoidal signals, saw tooth signals, rectangular and pulse signals

- Comparison between two signals using the dual trace oscilloscope

- Measurement of the phase angles

**Chapter 2**

**Electric components**

**(2h)**

**Prerequisite:**

- Read the specification

- Choose electric components according to standard and normalized values:

-Resistances

- Inductance

-Capacitances

- Colour codes of components

- Precision and tolerance

**Practical works:**

- Measurement of the resistances using the ohmmeter

- Measurement of the inductances using a Henrimeter or multimeter

- Measurement of capacitances using a digital millimeter

- Reading of the color codes for resistances and capacitances

**Chapter 3**

**Diode applications**

**(6h)**

**Prerequisite:**

- Principle of the operation of a diode

- Different types of diodes:

- PN junction

- Zener

- Diode equation

- Diode characteristics: forward and reverse biasing

- Breakdown voltage

- The threshold voltage of a zener diode

- Temperature effect

- Study the different diode circuits:

- Rectifier: full wave and half wave

- Voltage doubler and voltage Tripler

- Limiter

- Voltage regulator

**Practical works:**

- Test a diode by an ohmmeter to measure its internal resistance

- Biasing of the PN junction diode

- Realize the forward and reverse characteristics of the diode

- Realize the following circuits:

1- Half wave rectifier.

2- Full wave center tapped transformer rectifier.

3- Full wave bridge rectifier.

4- Voltage doubler.

5- Stabilized rectifier by using zener diode and RC or LC filter

- Observe by oscilloscope the input and output voltages of each circuit

- Measure the input and output voltages and compare them with the theoretical values

- Measure the current in the circuits by using ammeter

**Chapter 4**

**Bipolar transistor**

**(10 h)**

**Prerequisite:**

- Symbol of transistor NPN and PNP

- Transistor biasing

- Definition of the following parameters: α, β, IB, IC, IE and voltage gain Av

- Characteristics curve and operating point of the transistor

- The principle of operation of the following circuits:

- Common emitter amplifier

- Common collector amplifier

- Common base amplifier

- The coupling types

- Darlington pair

- Multistage amplifier

**Practical works:**

- Test the transistor by using ohmmeter or transistor tester

- Realize the characteristic curve of the transistor IC=f (VCE) where IB is constant. Repeat this experiment by taking another value of IB

- Realize the following circuits:

1- Common emitter amplifier

2- Common collector amplifier

3- Common base amplifier

4- Two stages amplifier by using RC coupling

5 Two stages amplifier by using LC coupling

6- Two stages amplifier by using transformer coupling

7- An amplifier using Darlington pair

- Measure the DC currents of each circuit: IB, IC, IE

- Measure the DC voltages of each circuit: VBE, VCE

- Determine the DC operating point of each circuit

- Measure the AC currents of each circuit: ie, ic, ib

- Measure the AC voltages: vce, vbe of each circuit

- Determine the AC operating point

- Draw the DC and AC load line

- Measure the input impedance

- Measure the output impedance

- Measure the current gain

- Measure the voltage gain

- Measure the phase angle between the input and the output voltages

- Interpretations and comparison between practical and theoretical results

Chapter 5

**Field effect transistor**

**(6h)**

**Prerequisite:**

- Construction and symbol of JFET

- Principle of operation

- Biasing conditions

- Characteristics curves

- Difference between bipolar transistor and field effect transistor

**Practical works:**

- Test the field effect transistor

- Realize the following circuits by using JFET:

1- Common source amplifier

2- Common drain amplifier

3- Common gate amplifier

4- Two stages amplifier using FET and bipolar transistor

5- Two stages amplifier using FET only

- Measure the DC currents and DC voltages of each circuit

- Measure the AC currents and AC voltages of each circuit

- Determine the DC operating point of each circuit

- Determine the AC operating point of each circuit

- Measure the input and output resistance

- Measure the voltage gain

- Measure the phase between input and output waveforms

- Interpretations and comparison between obtained and theoretical results

- Choice of the transistor by using data sheets

**Chapter 6**

**Power amplifiers**

**(4 h)**

**Prerequisite:**

- The basic principles of class A, B, AB and C power amplifiers

- The principle of operation of each class

- Operating point of each class

- DC and AC load line of each class

- Crossover distortion in class B and class AB push pull amplifier

- Non linear distortion in class B and class AB push pull amplifier

- Voltage gain

- Current gain

- Power gain

- Output power

- Power dissipation

- Input impedance

- Output impedance

- Efficiency

- Mirror current in class B push pull amplifier

**Practical works:**

- Realize the push-pull amplifier with complementary transistors

- Realize the push-pull class AB power amplifier with complementary transistors

- Realize the push-pull amplifier with transformer

- Realize the push-pull amplifier with Darlington pair

- Realize the class C power amplifier circuit with the resistance on the collector

- Measure the DC currents and voltages of each circuit

- Measure by oscilloscope the input and the output waveforms of each circuit

- Observe by oscilloscope the crossover distortion in class B and AB push pull amplifier

**Chapter 7**

**The diode and bipolar transistor act like switch**

**(4h)**

**Prerequisite:**

- Transistor cut-off and saturation

- Limits of operation

- Diode in commutation regime

- Basic logic functions

**Practical works:**

- Realize the following logic functions using diodes and transistors: inverters, AND, OR, NAND and NOR

- Truth table and measure of the input and output voltages and currents of each circuit

- Realize the following circuits:

1-Schmitt trigger

2- Monostable

3- Bistable

4- Astable

- Measure by oscilloscope the currents and the voltages waveforms due to these circuits

**Chapter 8**

**Production of printed circuits**

**(4 h)**

**Prerequisite:**

- Symbol and color codes for different types of components

- Technical electrical design: isolation, etching, drilling and soldering

- Implementation of component cabling design

- Scientific programs for routing and cabling

**Practical works:**

- Fabrication procedure of printed circuit (normal and photosensitive)

- Implementation plan

- Plan of cabling:

- Manuals

- Specific electronic and printed circuit programs

- List of interconnections

- Nomenclature

- Cabling and implementation error detection

- Isolation, revelation and etching

- Drilling the board

- Soldering and finishing

- The board should be made

- Realize many given electronic circuits by using printed circuit

**Chapter 9**

**Differential amplifiers**

**(2 h)**

**Prerequisite:**

- The basic operation of differential amplifier

- DC and AC analysis

- Input and output impedance

- Non- inverting and inverting input

- Common mode input

- Common mode rejection ration CMRR

**Practical works:**

- Realize the differential amplifier circuit by using bipolar and JFET transistor

1- Measure the DC currents and voltages for these circuits

2-Observe by oscilloscope the input and output signals

3- Measure by oscilloscope the input and output voltages of these circuit

4- Determine the value of CMRR of this circuit

5-Interpret the obtained results

**Chapter 10**

**Operational amplifiers**

**(10h)**

**Prerequisite:**

- Basic Op-amp characteristics

- Op-amp equivalent circuit

- Op-amp frequency response

- Slew rate and offset errors

- Applications of the operational amplifiers: voltage follower amplifier, non-inverting amplifier, inverting amplifier, comparator, summing amplifier, difference amplifier, integrator, differentiator, half wave rectifier, clipper, full wave rectifier, clamper, passive peak detector, Logarithmic amplifier, antilogarithmic amplifier, low pass filter, high pass filter and band pass filter (second order).

**Practical works:**

- Realize the following operational amplifier circuits:

1- Voltage follower amplifier

2- Non-inverting amplifier

3- Inverting amplifier

4-Adder amplifier

5- Difference amplifier

6- Integrator

7-Differentiator

8-Comparator

9- Half wave rectifier

10-Full wave rectifier

11- Low pass filter (second order)

12- High pass filter (second order)

13- Band pass filter (second order)

- Observe by oscilloscope the input and output waveforms of each circuit

- Measure by oscilloscope the input and output waveforms of each circuit

- Measure the voltage gain of each circuit

- Measure the phase angle between input and output waveforms of each circuit

- Obtain the voltage gain versus frequency response

- Interpret the obtained results of each circuit

- Observe by oscilloscope the input and output waveforms of each circuit

- Measure by oscilloscope the input and output waveforms of each circuit

- Plot the frequency response for the filters

- Determine the voltage gain and the bandwidth for the filters

- Interpret the obtained results

**Chapter 11**

**Oscillators by using Op-amp**

**(6 h)**

**Prerequisite:**

- Non sinusoidal oscillators

- Sinusoidal oscillators with two port positive feedback network:

- Principle of operation

-Analysis and waveforms

**Practical works:**

- Realize the following multivibrator circuits:

1- Schmitt trigger

2- Monostable

3-Bistable

4- Astable

- Realize the sinusoidal oscillators:

1- RC or CR phase shift oscillator

2-Wien bridge oscillator

3-Colpitts oscillator

4- Hartely oscillator

5- Crystal oscillator

- Observe by oscilloscope the input and output voltages of each circuit

- Measure the output voltage and the period of produced signal

- Measure the phase between two sine wave signals

**Chapter 12**

**Voltage regulation**

**(4h)**

**Prerequisite:**

- Rectifying and filtering

- Zener diode regulator

- Negative feedback

**Practical works:**

- Realize a voltage regulator using a transistor and a zener diode

- Realize a negative feedback voltage regulator using transistors

- Realize a DC voltage regulator with current limiting using transistors

- Realize a series and parallel regulators using operational amplifiers

- Realize a voltage stabilized circuit using integrated regulators LM340 series

- For the above mentioned circuits:

- Measure the output voltage in terms of the input voltage

- Determine the limits of stabilization

# TP Circuits logiques (60 periodes)

## Objectifs

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

– Sélectionner, implante et vérifier expérimentalement l’opération des divers circuits intégrés, de l’électronique numérique

– Réaliser et tester des circuits d'application sur :

1. Les portes logiques
2. Les codeurs et décodeurs
3. Les Multiplexeurs et Démultiplexeur
4. Les additionneurs, soustracteurs et U.A.L.
5. Les bascules
6. Les registres
7. Les conteurs

– Examiner des circuits contenant des mémoires.

## Contenu

Partie 1 : Applications à la logique combinatoire.

### Objectifs

Au terme de cette partie, l’étudiant sera capable de :

– Identifier et implanter des fonctionnes à portes logiques telles que

Toute sorte de portes logiques additionneurs

Codeurs UAL

Décodeurs

Multiplexeurs

Démultiplexeurs.

– Construire les tables de vérité correspondes, vérifier expérimentalement les opérations et réaliser des circuits d’applications en relation direct avec leur ambiance industriel

### Contenu

Chapitre 1  
Initiation aux circuits intégrés et combinaisons se portes logiques

### Pré-requis

– Introductions aux circuits intégrés.

– Fabrication des circuits intégrés

– Les circuits intégrés à portes logiques

– Nomenclature des circuits intégrés

– Implantation des circuits intégrés.

– Les différentes familles des circuits intégrés

– Circuits d’interface TTL - CMOS

### Travaux Pratiques

Applications sur la logique combinatoire

– Test et identification des différents types de portes logiques

– Réalisation de circuits à portes logiques : simplification, implantation, utilisation des catalogues et data book des constructeurs, vérification de la table de vérité

– Interfacage et différence entre famille TTL et CMOS.

Chapitre 2   
Application combinatoire

### Pré-requis

– Logique combinatoire et simplification.

### Travaux pratiques

– Réalisation d'un système réel de commando en utilisant la logique combinatoire. Réalisation pratique.

Chapitre 3   
Les codeurs et décodeurs

### Pré-requis

– Les codes binaires

– Les codeurs 8 à 3, 4 à 10 et 16 à 4.

– Les décodeurs 3 à 8, 4 à 10 et 4 à 16.

– L'afficheur à 7 segments

– Les décodeurs BCD/7 segments

### Travaux pratiques

– Construire expérimentalement la table de vérité du circuit intégrés 74148 (codeur de priorité 8 à 3) “*Réalisation d'un clavier*”.

– Tester expérimentalement l’opération du décodeur 7445 ou 74145

– Monter un circuit d'affichage comprenant le décodeur 7448 ou 7447 avec l'afficheur correspondants (notion du collecteur ouvert pour le 7447).

– Réaliser un circuit complet avec le 74148 et 7447 pour afficher quelques chiffres.

Chapitre 4  
Les Multiplexeurs et Démultiplexeurs

### Pré-requis

– Les multiplexeurs :

1. Principe
2. Table de vérité
3. Le circuit intégré 74151 ou équivalent CMOS.

– Le Démultiplexeurs :

1. Principe
2. Table de vérité
3. Le circuit intégré 74155 ou équivalent.

### Travaux pratiques

– Monter le circuit d'un multiplexeur 4 à 1 en utilisant les portes logiques.

– Tester et vérifier expérimentalement la table de vérité du circuit 74151.

– Monter le circuit d'un démultiplexeur 1 à 4 en utilisant les portes Iodiques.

– Tester et vérifier expérimentalement la table de vérité du circuit 74155

– Câbler et analyser un circuit utilisant les deux circuits intégrés 74151 cl 74155 ensemble.

Chapitre 5   
Opérations arithmétiques

### 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

– Câbler les circuits et vérifier expérimentalement leur opération.

– Vérifier la table de vérité arithmétique et logique l’UAL 74181.

Partie 2 : La logique séquentielle

## Contenu

Chapitre 6  
Les Bascules

### Pré-requis

– Bascules RS, D, et JK

– Structure Maître-esclave

– Les circuits intégrés 7474 et 7476 ( ou leurs équivalents)

### Travaux pratiques

– Câbler, à l'aide des portes NAND, une bascule RS et construire expérimentalement sa table de vérité (utilisation de RS dans l’antirebond)

– Tester expérimentalement les tables de vérité des bascules D et JK en utilisant le 7474 et 7476 puis le 74574.

– Réaliser un diviseur de fréquence par 2 puis par 4 en utilisant les 7474 et 7476

Chapitre 7   
Les compteurs

### Pré-requis

– Les compteurs binaires

1. Asynchrones complets et incomplets plusieurs bits.
2. Synchrones complets et incomplets plusieurs bits.
3. Compteurs réversibles.
4. Décades counter 7490 et ring counter 74193.

### Travaux pratiques

– A aide de bascules JK, réaliser les montages des compteurs asynchrones et synchrones modulo 56 et 8, monter le circuit, visualiser les sorties à travers des LEDs pour les faible fréquences , puis à l'oscilloscope pour des fréquences élevées.

– Les circuits 7490 et 74193.

1. Fiches signalétiques du constructeur.
2. Tester expérimentalement leurs fonctionnements

Chapitre 8   
Les registres

### Pré-requis

– Types de registres à décalage

– Le circuit 7496.

### Travaux pratiques

– Construire à l’aide de bascule JK un registre à décalage 4 bits. Connecter les sorites à des diodes LED. Vérifier la table de vérité expérimentalement. Dessiner le diagramme de temps.

– 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 9   
Les mémoires

### Pré-requis

– Les différents genres des mémoires

– La méthode de programmation d'une RAM 6164 puis d'une EPROM 2764

### Travaux pratiques

– Réalisation d’une application très simple pour programmer les deux genres de mémoires.

### Compétences

Au terme de cette partie, l’élève sera capable de :

– identifier et implanter les circuits intégrés tels que :

1. Bascule D et JK
2. Compteur Binaires et BCD.
3. Registre à décalage.

– Construire les tables de vérité et vérifier expérimentalement les opérations de ces circuits.

– Réaliser des circuits d’application utilisant ces composants tels que :

1. Divers diviseurs de fréquence
2. Divers compteurs
3. Divers registres

## Méthode d’enseignement

L’observation pratique et la démonstration

– Conçue pour faire acquérir des savoir faire pratiques, cette méthode consiste. d'abord a donne le problème et s'attendre la solution des étudiants.

– Cette méthode doit suivre la procédure suivante :

1. Préparer la séance.
2. Procéder a une démonstration devant les étudiants de BG

## méthodes d’évaluation

L’évaluation se fait selon l’une de ces méthodes

A - Observer l’élève pendant l’exécution

B - Evaluer la qualité du produit final de l’exercice

# TP LANGUAGE C++ (60 periodes)

## Objectifs

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

– De décrire la méthode de développement par raffinage 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 Preprocessor.

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 diplôme de**

**Technicien Supérieur**

**2ème 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 généraux

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

Séries

### 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 Σ (1/n)α (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 (trigonométriques)

1.3.1 Séries de Fourier sur [-π,π]

1.3.1.1 Coefficients de Fourier d'une fonction définie sur [-π,π]

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-αt, sin αt, cos αt, sh αt, ch αt, sin βt e-αt, cos βt e-αt

2.4 Applications :

2.5 Equations différentielles de la théorie des circuits électriques

2.6 Equations différentielles de la théorie des oscillations

Chapitre 3   
Intégrales 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

3.1.1Intégrales doubles

3.1.1 Sommes intégrales et subdivisions d'un domaine fermé, borné et quarrable du plan

3.1.2 Interprétation géométrique de l'intégrale double

3.1.3 Conditions d'intégrabilité d'une fonction de deux variables dans un domaine fermé, borné et quarrable du plan

3.1.4 Règles de calcul de l'intégrale double à l'aide des intégrales simples répétées (théorème de Fubini)

3.1.5 Propriétés de l'intégrale double:

3.1.5.1 Linéarité de l'intégrale double

3.1.5.2 Intégrabilité sur la réunion de deux domaines disjoints

3.1.5.3 Inégalités des intégrales doubles

3.1.5.4 Théorème de la moyenne

3.1.6 Changement des variables dans l'intégrale double. Sens géométrique du jacobien

3.1.6.1 Intégrale double en coordonnées polaires

3.1.6.2 Calcul approché de l’intégrale double

3.1.7 Applications géométriques et physiques de l'intégrale double:

3.1.7.1 Calcul des aires des domaines plans

3.1.7.2 Calcul des volumes des domaines dans l'espace

3.1.7.3 Calcul des aires des surfaces dans l'espace

3.1.7.4 Calcul des masses et des coordonnées des centres de masse des figures

planes

3.1.7.5 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   
Intégrales Curvilignes et Intégrales 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 périodes)

الدرس الأول

الإدارة الصناعية

1-1 مقدمة عامة عن الثورة الصناعية ونتائجها.

1-2 لمحة تاريخية عن الإدارة الصناعية وتطورها.

1-2-1 آدم سميت ADAM SMITH.

1-2-2 شارل باباج CHARLES BABBAGE

1-2-3 فريدريك تايلور FREDERICKTAYLOR

1-2-4 هنري جانت HENRY H GANIT

1-2-5 فرانك وليليان جيلبرت FRANK & LILIAN GILBERTHS

1-3 نتائج أفكار ومبادئ روّاد الإدارة الأولى.

1-4 وظائف الإدارة الصناعية (إدارة الإنتاج).

1-5 ميزات الإدارة الصناعية في الوقت الحاضر.

1-6 مبادئ التنظيم الصناعي.

1-7 استخدام اللجان.

الدرس الثاني

حجم الشركة الصناعية

2-1 مفهوم الشركة الصناعية.

2-2 عوامل نجاح الصناعة.

2-3 التوسّع.

2-4 التكامل.

2-4-1 مفهومه.

2-4-2 أنواعه (عامودي – أفقي – جانبي – دائري).

الدرس الثالث

المصنع الحديث

3-1 موقع المصنع.

3-1-1 تطور مفهوم الموقع.

3-1-2 عوامل اختيار الموقع.

3-1-3 اختيار الموقع في المدن الكبيرة (مزاياه – مساوئه).

3-1-4 اختيار الموقع في المدن الصغيرة أو الريف (مزاياه – مساوئه).

3-1-5 مصادر المعلومات بشأن الموقع.

3-1-6 خطوات اختيار الموقع.

3-2 التخطيط الداخلي للمصنع lay out

3-2-1 تعريف التخطيط الداخلي.

3-2-2 أهمية التخطيط الداخلي.

3-2-3 مجال التخطيط الداخلي.

3-2-4 مهام قسم التخطيط الداخلي.

3-2-5 أهداف ومزايا التخطيط الداخلي.

3-2-6 مظاهر التخطيط الداخلي الجيّد.

3-2-7 مظاهر التخطيط الداخلي الرديء.

3-2-8 خطوات التخطيط الداخلي.

الدرس الرابع

العِدَدْ والآلات

4-1 مفهوم العدد والآلات

4-2 استهلاك الآلة.

4-2-1 طريقة القسط الثابت.

4-2-2 طريقة القسط المتناقض. (مع أمثلة تطبيقية حسابية للطريقتين).

الدرس الخامس  
صيانة وإصلاح الأعطال

5-1 الهدف من عمليات الصيانة والإصلاح.

5-2 وظائف قسم الصيانة.

5-3 أنواع الصيانة.

5-3-1 الصيانة الوقائية PREVENTIUE MAINTENANCE.

5-3-2 الصيانة العلاجية REMEDIAL MAINTENANCE.

5-4 العوامل التي تسبّب الأعطال.

5-5 تكاليف تعّطل الآلات.

الدرس السادس  
المواد (المشتريات)

6-1 مفهوم وظيفة المشتريات.

6-2 وظائف إدارة المشتريات.

6-3 المعلومات الأساسية المطلوب توفرها لوظيفة المشتريات.

6-4 سياسات الشراء.

الدرس السابع   
تنظيم المخزن والرقابة على المخزون

7-1 وظائف المخزون.

7-2 أنظمة المخزون.

7-2-1 نظام الحجم الثابت لأمر الشراء FIXED ORDER SIZE SYSTEM

7-2-2 نظام الفترة الثابتة لأمر الشراء FIXED ORDER INTERVAL SYSTEM  
7-2-3 مقارنة بين النظامين.

الدرس الثامن   
تدفق ونقل ومناولة المواد

8-8 تدفق المواد في الشركات الصناعية.

8-1-1 مفهومها.

8-1-2 أهميتها.

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

8-1-4 مبادئ تخطيط عملية تدفق المواد.

8-2 نقل ومناولة المواد في الشركات الصناعية.

8-2-1 مفهومها.

8-2-2 أهميتها.

8-2-3 أهدافها.

الدرس التاسع   
تصميم وتنميط الإنتاج

9-1 العوامل التي يتوقف عليها تصميم المنتج.

9-2 دورة التصميم.

9-2-1 مفهومها.

9-2-2 العوامل المؤثرة فيها.

9-3 مراحل تقديم المنتج للسوق.

9-4 التنميط.

9-5 التبسيط.

9-6 التنويع.

9-7 التصغير.

الدرس العاشر   
الرقابة على الجودة

10-1 المفهوم العلمي للرقابة على الجودة.

10-2 دوائر الجودة.

10-2-1 مفهومها.

10-2-2 مزاياها.

10-3 المنظمة العالمية للتقييس (ISO)

10-4 المقاييس (المعايير) العالمية INTERNATIONALSTANDARDS

10-4-1 تعريف المقاييس.

10-4-2 أسباب الحاجة إلى مقاييس عالمية.

10-4-3 أنواع المقاييس العالمية.

الدرس الحادي عشر  
 التخطيط والرقابة

11-1 التخطيط الصناعي.

11-1-1 مفهوم التخطيط الصناعي.

11-1-2 مسؤولية التخطيط الصناعي.

11-1-3 مستويات التخطيط الصناعي.

11-1-4 أنواع قرارات التخطيط.

11-1-5 أهداف التخطيط الصناعي.

11-2 الرقابة الصناعية.

11-2-1 تعريف الرقابة الصناعية.

11-2-2 أهمية الرقابة الصناعية.

11-2-3 أسس الرقابة الصناعية.

11-2-4 مميزات وصفات الرقابة الجيدة.

11-2-5 أسباب فشل الرقابة.

11-3 التخطيط والرقابة على الإنتاج.

11-3-1 الهدف الرئيسي للتخطيط والرقابة على الإنتاج.

11-3-2 النشاطات التي تسبق عملية التصنيع.

11-4 التخطيط والرقابة على العمليات الإنتاجية.

11-4-1 النشاطات التي تسبق قرار البدء بالعملية الإنتاجية.

11-4-2 التخطيط التكميلي.

الدرس الثاني عشر  
المحافظة على سلامة العاملين والممتلكات

12-1 المحافظة على سلامة العاملين.

12-2 المحافظة على سلامة الممتلكات.

# GESTION et FINANCE (30 périodes)

**القسم الأول: مقدّمة عامّة عن الإدارة والتنظيم**

**الدرس الأول**

**علم الإدارة الحديثة (المانجمنت)**

1-1: تعريفه

1-2: مضمونه

1-3 أسسه ومبادئه

1-4: القيادة

1-4-1: تعريفها

1-4-2: العوامل التي تقوم عليها

1-4-3: أهم المهامّ التي يقوم بها المدير (القائد) في الإدارة الحديثة

1-4-4: الشروط الواجب توفرها في المدير الكفؤ

**الدرس الثاني**

**التنظيم**

2-1: تعريف التنظيم

2-2: مباديء التنظيم

2-3: النظريّات الكلاسيكيّة للتنظيم

2-3-1: خصائصها

2-3-2: النموذج الأوّل (النظريّة البيروقراطيّة) – ماكس فايبر

2-3-3: النموذج الثاني (نظريّة الإدارة العلميّة) – فريدريك تايلور

2-4: النظريّات الحديثة للتنظيم

2-4-1: خصائصها

2-4-2: النموذج الأوّل (نظريّة العلاقات الإنسانيّة) – ألتون مايو

2-4-3: النموذج الثاني (نظريّة التوازن التنظيمي) – شستر برنارد وهيربرت سايمون

**القسم الثاني: الدّراسات اللازمة لإنشاء المشاريع**

**الدرس الاول**

**الدراسات اللازمة لإنشاء المشاريع**

2-1: أهمّية الدّراسات اللازمة لإنشاء المشاريع

2-2: العوامل التي يجب التأكد منها قبل إقامة المشروع

2-3: أنواع الدّراسات اللازمة لإنشاء المشاريع ومحتوياتها

2-3-1: مرحلة التعريف ومضمونها

2-3-2: المرحلة التمهيديّة ومضمونها

2-3-3: مرحلة التحليل والتقييم (دراسة الجدوى الإقتصاديّة) ومضمونها

2-3-3-1: تحليل السّوق

2-3-3-2: التحليل الفني

2-3-3-3: التحليل المادي

2-3-3-4: التحليل الإجتماعي

**القسم الثالث: الإدارة الماليّة ومصادر تمويل المؤسّسات**

**الدرس الاول**

**الإدارة الماليّة ومصادر تمويل المؤسّسات**

3-1: الإدارة الماليّة

3-1-1: تعريفها

3-1-2: مهامّها

3-2: مصادر تمويل المؤسّسة

3-2-1: المصادر الدّاخليّة (الرّساميل الخاصّة)

3-2-1-1: الرّأسمال الأصلي أو حصص المُسَاهمين

3-2-1-2: الإكتتاب العام بالأسهم

3-2-1-3: التمويل الذاتي

3-2-2: المصادر الخارجيّة (الرّساميل المقترضة)

3-2-2-1: الأموال المُقْترضة من المصارف

3-2-2-2: التمويل الإستثماري

3-2-2-3: الإعتماد الجاري للمُوَرِّدين

3-2-2-4: مقدّمات الزّبائن

3-2-2-5: الإعتماد التأجيري (قرض الإجارة)

**القسم الرابع: الإعلان والتسويق**

**الدرس الأول**

**الإعلان**

1-1: تعريف الإعلان

1-2: عناصر الإعلان الأساسيّة

1-3: أهميّة الإعلان لتسويق الإنتاج

1-4: وظائف الإعلان

1-5: أهداف الإعلان

1-6: المزيج الترويجي

**الدرس الثاني**

**التسويق**

2-1: تعريف التسويق

2-2: أهميّة التسويق

2-3: وظائف التسويق

2-4: أهداف التسويق

2-5: المزيج التسويقي

2-5- : تعريفه

2-5-2: عناصره (P’S 4)

**القسم الخامس: القانون التجاري**

**الدرس الأول**

**التجّار**

1-1: التاجر الفرد (الشخص الطبيعي)

1-1-1: تعريف التجار، تعريف التاجر

1-1-2: الشروط الواجب توافرها في الشخص الطبيعي لاكتساب صفة التاجر

1-1-2-1: مزاولة الأعمال التجاريّة

1-1-2-2: إتخاذ التجارة مهنة له

1-1-2-3: مزاولة التجارة باسمه الشخصي ولحسابه الخاص

1-1-2-4: إمتلاك الأهليّة التجاريّة

1-2: موجبات التجّار المهنيّة

1-2-1: موجب القيد في السّجلّ التجاري

1-2-2: موجب مسك الدّفاتر التجاريّة

**الدرس الثاني**

**المؤسّسة التجاريّة**

2-1: تعريف المؤسّسة التجاريّة

2-2: عناصر المؤسّسة التجاريّة

2-2-1: العناصر المعنويّة (غير الماديّة)

2-2-1-1: الرّئيسيّة (الدّائمة)

(الإسم التجاري، الشعار، الزّبائن، حق الإيجار، المركز أو الموقع التجاري)

2-2-1-2: الثانويّة (غير الدّائمة) (تعداد)

2-2-1-3: الماديّة (المعدات والبضائع)

2-3 : الفرق بين المؤسّسة التجاريّة والشركة التجاريّة

**الدرس الثالث**

**الأسناد التجاريّة**

3-1: سند السّحب

3-1-1: تعريف سند السّحب

3-1-2: شروط سند السّحب (محتوياته الإلزاميّة)

3-2: السّند لأمر (السّند الإذني)

3-2-1: تعريف السّند لأمر

3-2-2: شروط السّند لأمر (محتوياته الإلزاميّة)

3-3: الشيك

3-3-1: تعريف الشيك

3-3-2: شروط الشيك (محتوياته الإلزاميّة)

3-4: الفرق بين سند السحب والسند لأمر

3-5: الفرق بين سند السحب والشيك

3-6: الفرق بين السند لأمر والشيك

**الدرس الرابع**

**شركات الأشخاص**

4-1: شركة التضامن

4-1-1: تعريفها

4-1-2: خصائصها

4-1-3: إدارتها

4-2: شركة التوصية البسيطة

4-2-1: تعريفها

4-2-2: خصائصها

4-3: شركة المَحَاصَّة

4-3-1: تعريفها

4-3-2: خصائصها

4-3-3: إدارتها

**الدرس الخامس**

**شركات الأموال**

5-1: الشركة المُغفلة (المساهمة)

5-1-1: تعريفها

5-1-2: خصائصها

5-1-3: إدارتها

5-2: شركة التوصية بالأسهم

5-2-1: تعريفها

5-2-2: خصائصها

5-2-3: إدارتها

5-3: الفرق بين شركات الأشخاص وشركات الأموال

**الدرس السادس: الشركة المحدودة المسؤوليّة**

6-1: تعريفها

6-2: طبيعتها القانونيّة

6-3: خصائصها

6-4: إدارتها

(ملاحظة : تمارين تطبيقيّة وأمثلة واقعيّة تعطى للطلاب مع كل درس من دروس القانون التجاري)

6-5: الأسباب العامة لحل جميع أنواع الشركات

# Machines ELECTRIQUES (120 périodes)

Chapitre 1   
 Transformateurs triphasés

(20 périodes)

1.1 Rappels et révision générale – problèmes (transformateur monophasé)

1.2 Mode de connexion - Définition

1.2.1 Constitution d’un transformateur triphasé

1.2.2 Connexion étoile - étoile

1.2.3 Connexion étoile - triangle

1.2.4 Connexion étoile – zigzag

1.2.5 Avantages et inconvénients du couplage zig-zag.

1.3 Intérêt et utilisation de chaque mode de connexion

1.4 Indice horaire

1.4.1 Définition

1.4.2 Grandeurs dont dépend l’indice horaire

1.4.3 Détermination de l’indice horaire

1.5 Essais permettant de déterminer les éléments du circuit équivalent

1.5.1 Essai à vide

1.5.2 Essai en court circuit

1.6 Diagramme de Kapp

1.7 Essai en charge

1.7.1 Facteurs qui influent sur la chute de tension

1.7.1.1 Facteur de construction (améliorer les fuites)

1.7.1.2 Influence du courant secondaire I2

1.7.1.3 Influence du facteur de puissance

1.8 Valeur approchée de la chute de tension

1.9 Réglage de la tension secondaire

1.10 Relation entre les impédances côté primaire et côté secondaire

1.11 Relation entre les tensions relatives de court- circuit

1.12 Rapport du courant à vide au courant de pleine charge.

1.13 Essais permettant de déterminer les pertes du transformateur (méthode de deux wattmètres)

1.13.1 Essai à vide

1.13.2 Essai en court circuit

1.14 Rendement du transformateur

1.14.1 Conditions pour un rendement maximal

1.15 Couplage des transformateurs en parallèle

1.15.1 Objet et définition

1.15.2 Conditions concernant les caractéristiques

1.15.2.1 Les F.E.M secondaires doivent avoir même module et même angle polaire

1.15.2.2 Même indice horaire pour les transformateurs triphasés

1.16 Conditions de régulation de marche en parallèle

1.16.1 Même rapport de transformation nominal

1.16.2 Même tension de court circuit

1.16.3 Même argument de court-circuit

1.17 Problèmes d'application

Chapitre 2   
 Transformateurs spéciaux

(10 périodes)

2.1 Autotransformateur

2.1.1 Avantages - inconvénients – construction -applications

2.2 Transformateurs de mesures

2.2.1 Transformateur de tension

2.2.1.1 Principe - Branchement

2.2.1.2 Construction du transformateur de tension

2.2.1.3 Précaution et protection

2.2.1.4 Erreur due au déphasage

2.2.2 Transformateur d’intensité (de courant)

2.2.2.1 Principe - Branchement

2.2.2.2 Construction

2.2.2.3 Précaution et protection

2.2.2.4 Erreur due au déphasage

PARTIE V : 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.

– Utiliser un moteur asynchrone dans les meilleures conditions de rendement et de facteur de puissance.

Chapitre 3  
 Champs tournants

(8 périodes)

3.1 Création des champs tournants bipolaires par des courants monophasé, diphasés, triphasé

3.2 Théorème de Leblanc

3.3 Champ tournant d’un stator triphasé

3.3.1 Evolution dans l’espace

3.3.2 Evolution dans le temps

Chapitre 4   
Alternateur

(20 périodes)

4.1 Principe et fonctionnement

4.2 Constitution

4.2.1 Rotor à pôles saillants

4.2.2 Rotor à pôles lisses

4.2.3 Stator triphasé

4.3 Définition d’une période

4.3.1 Fréquence: f = p.n

4.4 Calcul de la F.E.M. théorique

4.5 Calcul de la F.E.M. réelle

4.5.1 Facteur de bobinage

4.5.1.1 Cas d’un alternateur monophasé

4.5.1.2 Cas d’un alternateur triphasé

4.6 Facteur de forme

4.7 Expansion globale de la F.E.M. coefficient de Kapp

4.8 Degré géométrique et degré électrique

4.9 Caractéristique à vide

4.10 Caractéristique en charge

4.11 Réaction d’induit

4.11.1 Le courant I est en phase avec la f.é.m. E

4.11.2 Le courant I est déphasé de π/2 radian en arrière

4.11.3 Le courant I est déphasé de π/2 radian en avance

4.11.4 Le courant I est déphasé dun angle compris entre 0 et π/2 rad en arrière (cas général)

4.12 Chute de tension - Définition

4.13 Diagramme de Behn Eschenburg

4.13.1 Fonctionnement en charge

4.13.2 F.E.M. en charge

4.14 Facteurs dont dépend la chute de tension

4.14.1 Facteur de puissance du récepteur

4.14.2 Courant débité

4.15 Détermination de la réluctance Lω de Behn Eschenburg

4.15.1 Essai à vide

4.15.2 Essai en court - circuit

4.15.3 Variation de Lω en fonction du courant dexcitation

4.15.4 Essai en débit inductif

4.16 Réglage de la F.E.M.

4.16.1 Excitation par dynamo excitatrice

4.16.2 Excitation statique

4.17 Rendement dun alternateur

4.18 Couplage des alternateurs en parallèle

4.18.1 Conditions électriques

4.18.2 Manœuvres de couplage

4.19 Problèmes d'application

Chapitre 5   
 Moteur synchrone

(14 périodes)

5.1 Principe de fonctionnement

5.2 Equation de fonctionnement du moteur synchrone

5.3 Diagramme bipolaire simplifié

5.3.1 Puissance totale développée

5.4 Fonctionnement à excitation constante et puissance variable

5.4.1 Calcul de la puissance

5.4.2 Calcul du couple

5.5 Fonction à puissance constante et excitation variable

5.5.1 Courbes en V. de Mordey

5.6 Propriétés du moteur synchrone

5.6.1 Avantages

5.6.2 Inconvénients

5.7 Utilisations du moteur synchrone

5.8 Problèmes dapplication

Chapitre 6  
Moteurs asynchrones

**(22 périodes)**

6.1 Constitution

6.1.1 Stator

6.1.2 Rotor

6.1.2.1 Rotor bobiné en court -circuit (Rotor à bagues)

6.1.2.2 Rotor à cage

6.2 Fonctionnement à vide

6.2.1 Principe de fonctionnement (stator triphasé)

6.2.2 Courant absorbé à vide

6.2.3 F.E.M. induite par phase du stator

6.2.4 Glissement g

6.2.5 F.E.M. entre bagues à larrêt du rotor

6.3 Fonctionnement en charge

6.3.1 Stator triphasé - Rotor bobiné en court circuit

6.3.2 Flux du stator - flux du rotor

6.3.3 F.E.M. du rotor et courant rotorique

6.3.4 Le flux maximal dans lentrefer est constant pour une tension statorique constante

6.3.5 Equation des forces magnétomotrices du stator et du rotor

6.4 Circuit électrique équivalent

6.4.1 Equation des tensions au stator et au rotor

6.4.2 Une machine asynchrone est équivalente à un transformateur dont le secondaire alimenterait une charge de R2/g

6.5 Essai en court circuit

6.6 Puissance perdue dans le rotor

6.7 Pertes stator

6.7.1 Pertes magnétiques et pertes mécaniques

6.7.2 Pertes Joule (3/2 RJ²)

6.8 Bilan des puissances

6.8.1 Puissance transmise au rotor

6.8.2 Pertes du rotor

6.8.3 Rendement du rotor

6.8.4 Rendement global

6.9 Fonctionnement analytique

6.9.1 F.E. M et courant rotorique en charge

6.9.2 Etude du couple électromagnétique

6.9.2.1 Couple développé

6.9.2.2 Couple au démarrage

6.9.2.3 Couple maximal

6.9.2.4 Caractéristique mécanique C = f (g)

6.10 Propriétés fondamentales relatives au couple et au glissement

6.11 Diagramme du cercle

6.11.1 Diagramme du cercle pour le rotor

6.11.2 Diagramme du cercle pour le stator

6.11.3 Exploitation des diagrammes

6.12 Essais permettant la construction du diagramme de cercle

6.13 Mesures des pertes constantes

6.13.1 Séparation des pertes fer et des pertes mécaniques

6.14 Problèmes d'application

Chapitre 7  
Réglage de la vitesse des moteurs asynchrone

(12 périodes)

7.1 Action sur le glissement

7.1.1 Par résistances rotorique

7.1.2 Par redressement du courant soutiré au rotor

7.1.3 Par récupération (le courant rotorique est redressé, lissé ondulé à 50 Hz puis renvoyé sur le réseau par autotransformateur).

7.1.4 Par deux moteurs montés en cascade (un ----- moteur au moins est à bagues).

7.2 Action sur la fréquence

7.2.1 Par convertisseur de fréquence (à fréquence variable)

7.3 Action sur le nombre de pôles du stator

7.3.1 Par couplage Dahlander

7.3.1 Stator à deux enroulements séparés

Chapitre 8  
Machines spéciales

(14 périodes)

8.1 Moteur Pas à Pas

8.1.1 Définition.

8.1.2 Structure d’un actionneur pas à pas.

8.1.3 Etude de l’élément moteur.

8.1.4 Cas du stator à circuit magnétique multiple.

8.1.5 Etude de l’alimentation.

8.1.6 Etude de la commande.

8.1.7 Etude du fonctionnement dynamique de l’ensemble.

8.1.8 Domaines de fonctionnement.

8.2 Moteur asynchrone monophasé

8.2.1 Principe

8.2.2 Artifices de démarrage

8.2.3 Propriétés particulières

8.3 Moteur universel (moteur série monophasé)

8.3.1 Principe

8.3.2 Diagramme de fonctionnement

8.4 Moteur linéaire à induction

8.4.1 Principe

8.4.2 Propriétés

8.5 Moteur sans balais

8.5.1 Constitution et principe

8.5.2 Propriétés

## Moyens didactiques

– Rétroprojecteur

– Episcope

– Machines didactiques de démonstration

– Fiches techniques de machines

– Cours polycopié

– Salle de documentation où les étudiants pourront accéder en permanence

# Servomécanisme (90 périodes)

## Objectifs Généraux

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.

PARTIE I : INTRODUCTION AUX SYSTEMES ASSERVIS

## Objectifs

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

– Utiliser le potentiomètre asservi comme organe de base de l’asservissement de position.

– Transmettre une lecture à distance.

– Mesurer une très faible tension.

– Régler une température.

– Recopier un modèle sur un matériau dur.

– Utiliser les transformations de Laplace pour déterminer la fonction de transfert d’un système.

– Utiliser les Selsyns dans l’asservissement de position.

– Exploiter les transformateurs magnétiques dans l’asservissement de la température d’un four.

– Exploiter les réponses des systèmes aux entrées typiques: échelon de position, entrée harmonique, entrée quelconque, entrée impulsion.

Chapitre 1   
 Généralités

(8 périodes)

1.1 Les systèmes asservis

1.1.1 Définition et but

1.1.2 Grandeurs fondamentales: entrée principale, sortie, perturbations, commande

1.1.3 Conditions d’un bon fonctionnement: erreur statique, temps de réponse

1.2 Le potentiomètre asservi

1.2.1 Définition et but

1.2.2 Schéma et principe de fonctionnement: affichage, asservissement, utilisation, rôle du gain sur la stabilité et la précision, et rôle du matériel utilisé

1.3 Le potentiomètre enregistreur pour la mesure des très faibles tensions d’un thermocouple

1.3.1 Bruits et signaux à mesurer (bruits microscopiques, macroscopiques, et dynamiques)

1.3.2 Mesure des températures élevées d’un four: schéma et principe de la mesure

1.4 Régulation de température

1.4.1 Principe d’un bilame d’un thermostat

1.4.2 Principe du chauffage et réfrigération régulés

1.4.3 Nature, rôle, et principe de l’amplificateur utilisé

## Chapitre 2 Organes des systèmes asservis

(12 périodes)

2.1 Fonction de transfert: définition, exemple

2.2 Schéma bloc et diagramme fonctionnel

2.2.1 Les transducteurs: définition, but, et condition d’utilisation

2.2.2.1 Détecteurs à variation d’impédances:

2.2.2.1.1 A variation de résistance: potentiomètre circulaire

2.2.2.1.2 A variation de self: bobine à noyau mobile

2.2.2.1.3 A variation de capacité: condensateur à armature mobile

2.2.2.2 Détecteurs générateurs: principe, formule et fonction à réaliser

2.2.2.2.1 Génératrice tachymétrique

2.2.2.2.2 Moteur diphasé utilisé en génératrice

2.2.2 Les détecteurs d’écart: définition et exemples de circuits d’utilisation en électricité, mécanique, et thermique

2.2.4 Les préamplificateurs et amplificateurs: définition, fonction à réaliser, et exemples de circuit de réalisation

2.3 Les synchros-machines

2.3.1 Le transformateur à curseur: principe d’utilisation comme organe capteur

2.3.2 Le transformateur différentiel: principe d’utilisation comme organe capteur

2.3.3 Le Selsyn

2.3.3.1 Transmetteur: schéma, principe, fonction à réaliser, symbole

2.3.3.2 Récepteur: schéma, principe, fonction à réaliser, symbole

2.3.3.3 Utilisation en téléaffichage ou télé-indication

2.3.3.4 Utilisation en télécommande

2.3.4 Le Selsyn différentiel: schéma et principe de fonctionnement

2.3.4.1 En télécommande

2.3.4.2 En téléaffichage

2.3.4.3 Utilisation

2.4 Les transformateurs magnétiques:

2.4.1 A inductance saturable

2.4.2 A auto-saturation

2.4.3 Modes de compensation de la réaction du secondaire sur l’enroulement de commande

2.4.4 Schémas, principe, diagrammes et utilisation.

Chapitre 3   
 Transformation de Laplace

(10 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 tn

3.3 Tableau des transformées usuelles

3.4 Transformée d’une fonction périodique

3.5 Transformée de f(at), f(t - τ)

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

3.8 Application de la transformation de Laplace à la résolution d'équations différentielles linéaires à coefficient constants.

3.9 Exercices d’applications

Chapitre 4   
 Représentations Graphiques et lieux de transfert

(12 périodes)

4.1 Lieux de Bode

4.1.1 Coordonnées logarithmiques – définition et propriété (décibel, octave)

4.1.2 Diagramme asymptotique et réel de gains

6.1.3 Diagramme asymptotique et réel de phases

4.2 Lieu de Nyquist

Chapitre 5   
 Systèmes du premier ordre

(8 périodes)

5.1 Définition et exemples: circuit R-C

5.2 Analyse temporelle

5.2.1 Réponse à une impulsion de Dirac e(t) = δ(t)

5.2.2 Réponse à un échelon de position e(t) = u(t)

5.2.3 Réponse en vitesse à une entrée d'un signal de rampe e(t) = a.t u(t)

5.3 Circuit R, L série en régime transitoire

5.4 Circuit R, C série en régime transitoire

5.5 Réponse à une entrée harmonique: courbes d’amplitude et d’argument en fonction de la

fréquence (régime définitif ou permanent).

5.6 Réponse à une entrée quelconque: pulsation réduite, lieu de transfert en coordonnées

polaires ou lien de Nyquist.

5.7 Utilisation du lien de Nyquist

5.8 Exercices d’applications

Chapitre 6   
 Systèmes du second ordre

(8 périodes)

6.1 Définition et exemples électriques (circuit R, L, C)

6.1.2 Définition de paramètres (gain statique, fréquence propre non amortie, fréquence de

résonance, rapport d'amortissement, coefficient exponentielle d'amortissement, et

constante de temps)

6.2 Analyse temporelle

6.2.1 Réponse impulsionnelle

6.2.2 Réponse indicielle

6.2.3 Erreur de position

6.2.4 Erreur de traînage

6.3 Réponse à une entrée harmonique: courbes de réponse, lieu de Nyquist

6.4 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

6.5 Exercices d’applications

PARTIE II : THEORIE ET APPLICATIONS DES SYSTEMES ASSERVIS LINEAIRES

## Objectifs

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

– Utiliser la fonction de transfert du système asservi en boucle ouverte pour déterminer la précision et la stabilité du système en boucle fermée.

– Déterminer la stabilité et la précision par utilisation du lieu de Nyquist dans le plan complexe ou par utilisation du lieu de Bode en coordonnées logarithmiques.

– Améliorer la précision du système en augmentant le gain statique sans détériorer la précision en utilisant des réseaux R.C. à avance de phase ou des contre-réactions d’antipompage à variation du gain dans le sens convenable.

– Expliquer les différents organes du montage d’asservissement de la vitesse d’un moteur à courant continu.

– Expliquer les modes de compensation pour atteindre une vitesse rigoureusement constante quelque soient les variations du couple résistant.

Chapitre 7   
 Fonction et lieux de Transfert des systèmes asservis

(10 périodes)

7.1 Définition

7.2 Propriété de la fonction de transfert

7.3 Fonction de transfert élémentaire

7.4 Diagramme fonctionnel (bloc, jonction, sommation, comparateur)

7.5 Manipulation des schémas blocs

7.6 Graphe de fluence de signaux – règle de Mason

7.7 Boucles ouvertes

6.1.1 Fonction de transfert d’un système linéaire d’ordre n

6.1.2 Définition du gain statique: de position, de vitesse et d’accélération

6.1.3 Comportement du lieu de Nyquist aux basses fréquences et aux fréquences élevées pour les systèmes d’ordre 1, 2, 3, …

6.1.4 Fonction de transfert de plusieurs systèmes associés en cascade; rôle de l’impédance de charge, exercices d’application

6.2 Boucles fermées

6.2.1 Fonction de transfert: rôle du gain statique sur la précision et la stabilité, équation caractéristique, retour unitaire et retour non unitaire

6.2.2 Introduction des entrées secondaires ou perturbations, conclusion

6.2.3 Exercices d’applications

Chapitre 8   
 Stabilité des systèmes asservis

(6 périodes)

8.1 Définition de la stabilité: stabilité interne et stabilité externe

8.1.1 Condition générale de stabilité

8.2 Critère de stabilité

8.2.1 Critère algébriques – critère de Routh – Hurwitz

8.3 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)

8.4 Stabilité d’un système asservi dans le plan de Bode

8.5 Stabilité pratique: marge de gain, marge de phase et facteur de résonance

8.6 Critère graphiques de stabilité

8.7 Exercices d’applications

Chapitre 9   
Compensation des systèmes asservis

(6 périodes)

9.1 Principe de compensation

9.2 Compensation d’un système asservi dans le plan de Bode

9.3 Compensation par avance de phase

9.4 Compensation par variation du gain

9.5 Exemples de compensation

9.6 Exercices d’applications

Chapitre 10  
 Réseaux correcteurs

(6 périodes)

10.1 Définition et propriétés

10.2 Fonctions de transfert, courbes d’amplitudes et de phases, bandes passantes des:

10.2.1 Circuits passe-haut ou à avance de phase

10.2.2 Circuits passe-bas ou à retard de phase

10.2.3 Circuits coupe-bande ou à retard-avance de phase

10.2.4 Circuits passe-bande ou à avance-retard de phase

10.3 Choix d’un réseau correcteur

10.4 Exercices d’applications

Chapitre 11   
 Asservissement de vitesse

(4 périodes)

11.1 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:

11.1.1 Schéma et principe de fonctionnement: affichage et asservissement

11.1.2 Linéarité des organes du schéma: amplificateur différentiel, redresseur, génératrice tachymétrique, filtre R-C…

11.2 Compensation de l’erreur statique par la tension image courant

11.3 Compensation par variation du gain dynamique: stabilité et précision

11.4 Compensation du régime transitoire de la vitesse régulée par une tension de décharge d’amplitude proportionnelle au couple résistant

11.5 Exercices d’applications

## Moyens didactiques

– Cours polycopié

– Matériels didactiques utilisés dans les asservissements

– Bibliothèque de documentation.

# Réseaux Electriques et Protections (60 périodes)

## Objectifs Généraux

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

(14 périodes)

## 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 périodiques 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-résonnance

(4 périodes)

2.1 Définition - Explication du phénomène

2.1.1 Conditions

2.1.2 Conséquences

2.2 Ferro-résonance série sur les réseaux

2.4 Ferro-résonance parallèle sur les réseaux

2.5 Exercices d'application

PARITE II : SYSTEMES TRIPHASES DESEQUILIBRES

(14 périodes)

## 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 symétriques

(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 IMPÈDANCES DES ELEMENTS D’UN RÈSEAU

(12 périodes)

## 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 impédances 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 des courant de court-circuit – différents moyens utilisés.

4.10 Problèmes d'applications

Chapitre 5   
Systèmes triphasés déséquilibrés

(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 symétriques

(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 SYMÈTRIQUES POUR LE CALCUL DES COURANTS DE COURT-CIRCUIT

(12 périodes)

## 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   
Défauts 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   
Méthode 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 déséquilibrés

(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 RÈSEAUX

(8 périodes)

## 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 préventives 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

## Moyens didactiques

– Rétroprojecteur

– Fiches techniques

– Cours polycopiés

– Bibliothèque de documentation

# Eclairage et Installation (60 périodes)

## 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 électrique

(4 périodes)

1.1 Lois générales - Grandeurs physiques

1.2 Lumière: théorie et décomposition

1.3 Théorie des ondulations, 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

(6 périodes)

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

(6 périodes)

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

(16 périodes)

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 Eclairement 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  
Eclairage des espaces découverts

(8 périodes)

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 Eclairement 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 vicillissement

5.11 Choix de la lampe

5.12 Vérification et indice de confort

Chapitre 6   
Puissance installée

(6 périodes)

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 périodes)

## Objectifs généraux

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 systèmes automatisés

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 préactionneurs

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 systèmes automatisés 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 : Eléments 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 débourrage.

6.5.2 Station de pompage automatisée.

6.5.3 Système de traitement de surface automatisé.

.

Chapitre 7   
Eléments 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 (Compléments)

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 Parution d’un GRAFCET

8.5.1 GRAFCET connexe.

8.5.2 GRAFCET partiel.

8.6 Notations des situations d’un GRAFCET

8.6.1 Situation initiale.

8.6.2 Situation courante.

8.6.3 Situation vide.

8.6.4 Situation donnée.

8.7 Hiérarchie et forçage de situations.

8.7.1 Applications.

8.7.2 Forçage et règles d’évolution.

8.7.3 Evénements et situations internes.

8.7.4 Symbole graphique de l’ordre de forçage.

8.8 Applications

Chapitre 9   
Représentations 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 Les états de marches et d’arrêts.

10.2.1.1 GRAFCET de production normal (G.P.N.).

10.2.1.2 GRAFCET de mode marche (G.M.M.).

10.2.1.3 GRAFCET d’initialisation PO (G.I.P.)

10.2.1.4 GRAFCET de sécurité (G.S.).

10.2.1.5 GRAFCET d’arrêt d’urgence (G.A.U.)

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’énergie électrique (90 pERIODES)

## Objectifs généraux

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

(40 périodes)

## 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   
Paramètres des lignes aériennes

(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   
Paramètres des câbles

(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 régime 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 régime 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

(10 périodes)

## 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 réseaux 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

(10 périodes)

## 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

(30 périodes)

## 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 mécanique des lignes aériennes

(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 mécanique et réglage 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 aériennes

(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

## Moyens didactiques

– Rétroprojecteur

– Ensemble de maquettes didactiques

– Visite d’usine électrique et de postes HT et THT

– Une salle de documentation, à laquelle les étudiants auront accès en permanence

# Production de l’Energie Electrique (60 périodes)

## Objectifs généraux

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.

– Expliquer le rôle des diverses sections d’un aménagement hydro-électrique.

– 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   
Présentation générale

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 munition et de stockage

1.2.5.1 Pour le charbon

1.2.5.2 Pour le fuel

1.2.53 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 à 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

PARTIE II : LES CENTRALES HYDRO - ELECTRIQUES

(24 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   
Généralités

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  
Matériel hydrométrique

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 : AUTRES SOURCES D’ENERGIE ELECTRIQUE

(6 périodes)

## Objectifs

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

– Expliquer le principe de fonctionnement d’une centrale nucléaire

– Expliquer le principe de l’énergie éolienne et ses considérations technologiques.

– Expliquer le principe de l’énergie solaire et l’effet voltaïque.

Chapitre 1  
Centrales nucléaires

3.1.1 Rappels sommaires de physique nucléaire

3.1.1.1 Structure de la matière

3.1.1.2 Radioactivité -Réaction nucléaire

3.1.1.3 L’énergie nucléaire

3.1.1.4 La fusion

3.1.1.5 La fission - la réaction en chaine

3.1.2 Implantation d’une centrale nucléaire

3.1.2.1 Principaux ouvrages

3.1.2.2 La chaudière

3.1.2.3 Le réacteur

3.1.2.4 Les échanges de chaleur

3.1.2.5 Le groupe turbo - alternateur

3.1.3 Les éléments combustibles

Chapitre 2  
Energie éolienne

3.2.1 Le potentiel éolien

3.2.2 Le vent et les effets du vent

3.2.3 Les capteurs éoliens

3.2.4 Considérations technologiques

Chapitre 3  
Energie solaire

3.3.1 Les photopiles

3.3.2 Effet voltaïque

3.3.3 Les batteries solaires

## Méthodologie

– L’utilisation de l’énergie électrique dans les systèmes industriels de production et dans le domaine domestique prend une place de plus en plus grande.

– L’objet de ce cours sera de faire comprendre aux étudiants les systèmes de production de l’énergie électrique et son acheminement vers les endroits d’utilisation en insistant sur les ordres de grandeurs:

\* Des puissances produites et transportées.

\* Des dimensions des machines et appareillage.

– Le cours doit permettre aux étudiants de structurer le problème de production de l’énergie électrique dans son ensemble et d’en analyser les différentes parties utiles à la réalisation pratique des centrales.

– L’enseignement s’appuiera sur des documents édités par le producteur et les fabricants de matériels H.T. et B.T. L’utilité d’un cours polycopié est indispensable, et la présence d’un rétroprojecteur pour expliquer les divers schémas complexes est recommandée.

– Autant que possible, des visites de site complèteront l’information des étudiants.

## Moyens didactiques

– Rétroprojecteur

– Episcope

– Fiches techniques de machines

– Cours polycopié

– Salle de documentation où les étudiants pourront accéder en permanence

# Electronique de Puissance (60 périodes)

## 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.

Chapitre 1

les semi-conducteurs intrinsèques, extrinsèque

(2h)

1.1 Généralités : atome, calcul de l’énergie d’un électron, énergie d’ionise d’un atome.

1.2 Les conducteurs.

1.3 Les isolants.

1.4 Les semi-conducteurs purs ou intrinsèques.

1.5 Les semi-conducteurs extrinsèques ou dopés.

1.6 Conduction des semi-conducteurs dopés.

Chapitre 2

les jonctions

(2 H)

2.1 Création de la jonction.

2.2 Jonction polarisée en direct.

2.3. Jonction polarisée en inverse.

2.4 Jonction à avalanche contrôlée. Effet Zener.

2.5 Jonction rapide.

Chapitre 3

les thyristors

(2 H)

3.1 Définition.

3.2 Constitution interne.

3.3 Comportement d’un thyristor à l’état bloqué.

3.4 Comportement d’un thyristor à l’état conducteur après basculement.

3.5 Caractéristiques statiques.

3.6 Caractéristiques de commande ou gâchette.

3.7 Les caractéristiques dynamiques.

3.8 Influence du taux de croissance de l’intensité pour thyristors rapides.

3.9 Amorçage et désamorçage d’un thyristor.

3.10 Exercices.

Chapitre 4

les triacs

(2H)

4.1 Définition.

4.2 Comparaison d’un triac avec gradateur.

4.3 Structure interne d’un triac.

4.4 Caractéristique du triac.

4.5 Commande gâchette : mode I, mode II, mode III, mode IV.

4.6 Les dispositifs de déclenchement des triacs.

4.7 Exercices.

Chapitre 5

les diacs

(2H)

5.1 Définition.

5.2 Constitution interne avec schéma équivalent.

5.3 Caractéristiques statiques.

Chapitre 6

TRANSISTOR uni jonction

(2H)

6.1 Description et propriétés d’un TUJ.

6.2 Générateur d’impulsion à TUJ avec exercice.

6.3 Circuit d’amorçage d’un thyristor.

6.4 Exercices.

Chapitre 7

TRANSISTOR uni jonction PROGRAMMABLE

(2H)

7.1 Description et propriétés d’un TUP.

7.2 Générateur d’impulsion à TUP avec exercice.

7.3 Circuit d’amorçage d’un thyristor.

7.4 Exercices.

Chapitre 8

PROBLEMES thermiques

(2h)

8.1 Généralités.

8.2 Notions.

8.3 Représentation analogique.

8.4 Calculs thermiques.

8.5 Réseaux thermiques.

8.6 Dispositifs de refroidissement.

8.7 Exercices.

**CHAPITRE 9**

**PROTECTION DES SEMI-CONDUCTEURS, ANTIPARATISAGES**

**(4h)**

9.1 Introduction.

9.2 Protection contre les surtensions.

9.3 Protection contre les surintensités.

9.4 Les parasites électromagnétiques.

9.5 Protection contre les parasites électromagnétiques.

9.6 Parasites magnétiques.

9.7 Exercices.

Chapitre 10

association des semi-CONDUCTEURS

(4 h)

10.1 Introduction.

10.2 Association série.

10.2.1 Des redresseurs (diodes).

10.2.2 Des thyristors.

10.2.3 De plusieurs dispositifs identiques en série.

10.3 Association parallèle.

10.3.1 Les résistances d’équilibrage.

10.3.2 Les transformateurs d’équilibrage.

10.4 Exercices.

Chapitre 11

REDRESSEURS

(10h)

11.1 But.

11.2 Montage monophasé, une alternance.

11.3 Montage monophasé deux alternances.

11.4 Pont monophasé.

11.5 Montage triphasé une alternance.

11.6 Pont triphasé à 6 diodes et 6 thyristors réversibilités.

11.7 Pont mixte (non réversibilité).

11.8 Calcul de courant moyenne Imoy, courant efficace Ieff ondulation résiduelle, tension inverse maximal VRWM pour les montages suivante :

11.8.1 Monophasé à une seule alternance.

11.8.2 Monophasé a deux alternances.

11.8.3 Montage m phases.

11.8.4 Montage pont triphasé.

11.9 Exercices.

**Chapitre 12**

**Commande des thyristors**

**(4h)**

12.1 Commande par transistor uni jonction.

12.2 Commande par trigger.

12.3 Commande par oscillateur.

12.4 Commande par transistors PNP et NPN.

12.5 Commande par Diac.

12.6 Commande par PUT,

12.7 Transformateurs d’impulsion.

12.8 Déclenchement des thyristors associés en série et en parallèle.

12.8.1 Cas de deux thyristors en série.

12.8.2 Cas de plus de deux thyristors en série.

12.8.3 Cas de deux thyristors en parallèle.

**Chapitre 13**

**Applications des thyristors et des triacs**

**(6h)**

13.1 Applications de la commutation statique.

13.1.1 Déclenchement par résistance d’un triac.

13.1.2 Dispositif de sécurité pour protéger un automobile système antivol.

13.1.3 Temporisateur ou commutateur à arrêt automatique après un temps réglable.

13.1.4 Dispositif de temporisation pour essuie-glace pour balayage intermittent, avec une période de quelques secondes.

13.1.5 Clignotant de faible puissance, alimenté en continu.

13.1.6 Clignotants de puissance, alimenté en alternatif.

13.1.7 Chargeur de batterie de 12 v dont l’arrêt et la mise en service sont automatiques.

13.1.8 Détecteur d’approche.

13.2 Applications de la commande de phase.

13.2.9 Gradateurs de lumière.

13.2.9.1 Cas R est un potentiomètre.

13.2.9.2 Cas R est une photo cellule.

13.2.10 Commande de la vitesse d’un moteur universel.

13.2.11 Commande bi-alternance d’un moteur universel.

13.2.12 Régulation de température.

13.2.13 Régulation de la valeur de la valeur efficace d’une tension.

Chapitre 14

convertisseurs continu/continu ou hâcheurs

(8h)

14.1 Principe.

14.2 Hacheur série de base : calcul des éléments L, C…, et forme d’onde des tensions et des courants, analyse.

14.3 Hacheur parallèle de base : calcul des éléments L, C…, et forme d’onde des tensions et des courants, analyse.

14.4 Hacheur réversible : Etude des éléments utilisées, et forme d’onde des tensions et des courants, analyse.

14.5 Montages pratiques.

14.6 Exercices.

Chapitre 15

conversations continu/alternatif ou onduleurs

(8h)

15.2 Onduleurs à deux thyristors en série.

15.3 Onduleurs à deux thyristors en parallèle.

15.4 Etude simplifiée des :

15.4.1 Onduleurs à ponts ou + quatre thyristors.

15.4.2 Onduleurs sinusoïdaux monophasés.

15.4.3 Filtrage : par cellule L, C onduleur délivrant un signal marche d’escalier, onduleur.

15.5 Exercices.

# MICROPROCESSEUR (60 periodes)

## Partie 1 : MIcroprocesseur a 8 bits (36 periodes)

## Objectif

Au terme de ce cours, l’étudiant sera capable de :

* Exploiter le fonctionnement des microprocesseurs.
* Initialiser les interfaces, parallèle (PIA), série (ACIA),…
* Ecrire des programmes d’entrées-sorties à travers les interfaces série et parallèle.

### CONTENU

### Chapitre 1

### Architecture et exploitation d'un système à microprocesseur

### (6h)

* 1. Généralités
  2. Bloc d'un système à microprocesseur (système programmé)
  3. Différence entre système programmé et système câblé (non programmé)

### Chapitre 2

### Le microprocesseur 6809 de Motorola

### (4h)

* 1. Généralités
  2. Architecture interne
  3. Architecture externe
  4. Gestion des interruptions

### Chapitre 3

### programmation du MP 6809

### (10h)

* 1. Langage machine et langage assembleur
  2. Programme en assembleur
     1. phrase en assembleur
     2. Modes d'adressages
     3. Jeu d'instructions
  3. Exercices de programmation

3.3.1 Programmes simples

3.3.2 Programme simples avec boucle

* + 1. Interruptions, etc ...

### Chapitre 4

### L'interface parallèle PIA 6821

### (6h)

* 1. Architecture interne
  2. Architecture externe
  3. Programmation de PIA (Registre de contrôle)
  4. Interfaçage avec le MP et les périphériques
  5. Exemples d'applications et programmes

**Chapitre 5**

**L'interface série asynchrone (AC IA 6850)**

**(4h)**

* 1. Introduction sur la communication série synchrone et asynchrone
  2. AC IA 6850
     1. Architecture interne
     2. Architecture externe
     3. programmation de l'ACIA (SR et CR)
     4. interfaçage avec le MP et le modem
     5. Exemples de programmation (émission et réception)

**Chapitre 6**

**Le temporisateur programmable (PTM 6840)**

**(6h)**

* 1. Introduction
  2. Architecture interne et Architecture externe
  3. Modes de fonctionnement
  4. Programmation

## Partie ii : MIcrocontroleur 68hc11 (24 periodes)

**OBJECTIF**

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

* Lire et comprendre la signification des différentes caractéristiques d'un microcontrôleur,
* Sélectionner un microcontrôleur pour une application déterminée,
* Développer une simple application utilisant un microcontrôleur 68HC11,
* Programmer et utiliser les composants internes d'un microcontrôleur:
* Port d’E/S parallèle
* Port série
* CAN
* Timer

Contenu :

### Chapitre 1

[**Introduction aux Microcontrôleurs**](#_Toc35141286)

**(2h)**

[1.1 Rappel de l’architecture d’un système à microprocesseur](#_Toc35141287)

1.2 [Microcontrôleur](#_Toc35141288)

1.3 Pourquoi utiliser un microcontrôleur ?

[1.4 Caractéristiques et familles de microcontrôleurs](#_Toc35141290)

1.5 Avantages des microcontrôleurs

1.6 Inconvénients des microcontrôleurs

1.7 Le choix d'un microcontrôleur

[1.8 Développement d’un système utilisant un microcontrôleur](#_Toc35141291)

### Chapitre 2

[**Les microcontrôleurs Motorola**](#_Toc35141296)

**(6h)**

2.1 [La famille de Microcontrôleurs Motorola](#_Toc35141297)

2.2 [Présentation du 68HC11](#_Toc35141298)

[2.3 Modes d’adressage](#_Toc35141304)

2.4 Jeu d’instructions

2.5 Programmation du 68HC11

2.6 Exercices de programmations (programmes simples, avec boucle,…)

### Chapitre 3

[Mémoires, modes de fonctionnement et Interruptions du 68HC11](#_Toc35141306)

**(2 h)**

[3.1 Mémoire](#_Toc35141308)s du 68HC11

[3.2 Les modes de fonctionnement](#_Toc35141307) du 68HC11

3.3 Les interruptions du 68HC11

### Chapitre 4

[**Les ports d’E/S parallèles**](#_Toc35141314)

**(4 h)**

4.1 [Ports d’E/S](#_Toc35141315)

4.2 [Mode dialogue (Handshake](#_Toc35141321) mode)

4.3 Etude du registre PIOC $1002

[4.4 Exercices d’application](#_Toc35141322)

### Chapitre 5

[**Le port de communication série SCI**](#_Toc35141323)

**(4 h)**

[5.1 Rappels](#_Toc35141324)

5.2 Principe de fonctionnement d’un UART

5.3 [Schéma bloc de l’émission sur le port série](#_Toc35141325)

5.4 [Schéma bloc de la réception sur le port série](#_Toc35141326)

5.5 [Registres associés](#_Toc35141327)

[5.6 Exercices d’application](#_Toc35141328)

### Chapitre 6

[**Le Convertisseur Analogique Numérique**](#_Toc35141329)

**(2 h)**

6.1 La conversion

6.1.1 Conversion numérique analogique (ex: CNA à sommation des courants)

6.1.2 Conversion analogique numérique (ex : CAN à rampes numériques et CAN à approximations successives)

6.2 Organisation interne

6.3 Fonctionnement du convertisseur

[6.4 Exercices d’application](#_Toc35141333)

### Chapitre 6

**Le Temporisateur (4 h)**

7.1 [Rappels](#_Toc35141335)

7.2 [Schéma bloc du Temporisateur (Timer) du 68HC11](#_Toc35141336)

7.3 Conception général

7.4 [Pré diviseur d’horloge](#_Toc35141337)

7.4 [Fonctionnement en entrée](#_Toc35141338)

7.5 [Fonctionnement en sortie Output Compare](#_Toc35141339)

[7.6 Exercices d’application](#_Toc35141343)

# TP machines, contrôle et PROTECTION (120 periodes)

Partie I : Machines électriques

(90 périodes)

Exercice 1   
Essais sur une génératrice à courant continu à excitation séparée.

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 génératrice à courant continu à 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 génératrice à courant continu à excitation série.

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 génératrice à courant continu à 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 à courant continu à 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 à courant continu à excitation série

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 à courant continu à 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 monophasé.

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 coud-circuit

8.2.1 Détermination du rapport du transformateur.

8.2.2 Détermination des pertes cuivres.

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 triphasé.

9.1 Essai à vide

9.1.1 Détermination du rapport du transformateur pour les couplages suivants : Y\_Y ; Y\_Δ ; Δ\_Δ ; Δ\_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 cuivres.

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 monophasé

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 coud-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 triphasé.

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 coud-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 triphasé à cage d’écureuil

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 triphasé à 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 synchrone triphasé sur un réseau.

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 triphasé.

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.

Partie II : protection DES MACHINES

(30 périodes)

Exercice 16   
Protection ampèremètrique pour réseaux monophasés

Exercice 17   
Protection à maximum de tension pour réseaux triphasés

Exercice 18   
Protection ampèremètrique pour réseau triphasé

Exercice 19   
Protection différentielle d’une machine ou d’un réseau triphasé

Exercice 20   
Protection directionnelle de puissance

Exercice 21   
Protection par relais de réenclenchement automatique pour réseaux de distribution HT

# TP Bobinage des machines (60 périodes)

Exercice 1   
Bobinage d’un transformateur monophasé

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 monophasé

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 monophasé

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 électrique

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 monophasé

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 asynchrone triphasé à 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 à 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 périodes)

Partie 1 : Systèmes combinatoires

Chapitre 1   
Programmation par language à 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   
Résoudre le système combinatoire, par language à contact (LADDER), et faire les montages des exercices suivants :

2.1 Contacteur simple, commandé d’un et plusieurs endroits.

2.2 Contacteur inverseur.

2.3 Démarrage étoile-triangle manuel, 1 sens de marche.

2.4 Démarrage étoile-triangle automatique, 2 sens de marche.

2.5 Commande d’un moteur à 3 vitesses.

2.6 Remplissage, d’un réservoir d’eau, par 2 pompes (le fonctionnement simultané des pompes ne peut être effectué que dans des périodes forcées).

2.7 Démarrage par élimination des résistances d’un moteur triphasé, 2 sens de marche:

2.7.1 Statoriques,

2.7.2 Rotoriques,

2.8 Démarrage d un alternateur de secours.

Partie 2 : GRAFCET

Chapitre 3   
Appliquer le GRAFCET AVEC LE GEMMA, programmer le système et executer le montage des exercices suivants :

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 & 1pour 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 d’emballage de savon

3.6 Machine de traitement de surface

3.7 Gestion de trafique (deux voies pour les véhicules et les piétons).

3.8 Ascenseur (manœuvre collective montée-descente et sans manœuvre collective pour 3 étages).

**PARTIE 3: APPLIQUER LE GRAFCET, PROGRAMMER DES SYSTEMES ANALOGIQUES ET EXECUTER LE MONTAGE DES EXERCICES**

**CHAPITRE 4**

**Programmation des systèmes analogiques**

4.1. Signaux Analogiques

4.2. Types de données

4.3. Opérations de calcul

4.3.1. Calcul avec des nombres entiers (INT et DINT)

4.3.2. Calcul avec des nombres réels (REAL)

4.3.3. Opérations de conversion de types

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

**CHAPITRE 5**

**LE HMI (Human manufacturing interface)**

5.1 Description générale de la HMI

5.2 Setup du screen

5.3 Création du programme

5.4 Configuration du screen, setup de la communication

5.5 Fonction de base : élément du bouton poussoir, fonction numérique et arithmétique, indicateur multiple et display.

# TP microprocesseurs (60 PERIODES)

## Partie a : TP microprocesseur

## (30 periodes)

## Objectifs

A la fin de ces manipulations, l’étudiant sera capable de :

* Utiliser la logique câblée dans la réalisation d’un système complet.
* Manipuler avec les mémoires.
* Ecrire des programmes en assembleur en utilisant les instructions du 6809 et leurs modes d’adressage.
* Ecrire des programmes de transfert entrées/sorties pour contrôler un système périphérique (afficheur, clavier,...).

## Equipements de laboratoire

* Mémoires RAM, REPROM avec “programmateur” et “effaceur”.
* Ordinateurs.
* Logiciels d’assemblage: 6809.
* Maquettes didactiques à base de MPU 6809.
* Systèmes périphérique : bouton poussoir, LED, clavier matriciel, afficheurs.

## Contenu

partie 1 : les mémoires

(6h)

### 1.1 Pré-requis

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

### 1.2 Travaux pratiques

* Réalisation d’une application très simple pour programmer les deux genres de mémoires.

partie 2 : Le Microprocesseur 6809

(24h)

**2.1 Pré-requis.**

2.1.1 Architecture interne.

2.1.2 Brochage.

2.1.3 Modes d’adressage.

2.1.4 Instructions.

* 1. **Travaux pratiques**

2.2.1 Initiation à la maquette à microprocesseur et au logiciel de l’assembleur.

2.2.2 Mise en marche.

2.2.3 Edition du programme.

2.2.4 Assemblage.

2.2.5 Correction des erreurs.

2.2.6 Exécution pas à pas.

2.2.7 Sauvegarde et chargement du programme.

2.2.8 Programmes d’application sur les modes d’adressages.

- Immédiat.

- Direct.

- Etendu.

- Indirect.

- Indexé.

- Relatif.

- Implicite.

- Programmes d’application sur diverses instructions.

* Programmes d’application (addition, soustraction, multiplication, conversion entre bases, utilisation de tables de données, de la pile, de sous-programmes, etc...).
* Programmes d’applications sur les interfaces de MP (PIA 6821, …)

## Partie b : TP microcontroleur

## (30 periodes)

## Objectif

## A la fin de cette partie, l’étudiant sera capable de :

Choisir un microcontrôleur.

Utiliser un microcontrôleur.

Ecrire, assembler, simuler et émuler des programmes utilisateurs.

Interfacer un ou plusieurs microcontrôleurs.

Développer une application simple (afficheurs, LCD, clavier, moteur pas à pas, ...).

## Equipement de laboratoire

* Ordinateurs.
* Logiciels d’assemblage.
* Maquettes didactiques à base de microcontrôleur (68HC11 par exemple).
* Systèmes périphériques : clavier matriciel, afficheurs, moteur pas à pas, etc. et circuits d’adaptations correspondants.

## Contenu

Initiation à la maquette ou au logiciel

(30h)

### Pré-requis

* Architecture interne et externe du microcontrôleur.
* Les instructions et les modes d’adressages.
* L’initialisation de ses interfaces.

### Travaux pratiques

* Initiation à la maquette ou au logiciel
* Usage du logiciel d’assemblage.
* Usage du microcontrôleur.
* Programmes d’entrée-sortie :

̶ Exercices d'applications (modes d'adressages, programmes simples, avec boucles, ports d'E/S, ports série, convertisseur, interruptions, etc.)

# 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.

Realisations les circuits suivants :

* 1. Caractéristiques directe et inverse d’une diode.

1.2 Caractéristiques directe et inverse d’une diode zener

1.3 Caractéristiques statiques directes d’un thyristor.

1.4 Générateur d’impulsion à TUJ et TUP.

1.5 Caractéristique dynamique d’un thyristor : variation de l’angle d’amorçage pour une charge résistive et pour une charge inductive, conclure.

1.6 Redresseur monophasé à pont et à prise médiane pour charges R C et R-L.

1.7 Redresseur pont triphasé pour alimenter un moteur à courant continu.

1.8 Gradateur de la lumière à Diac, Triac pour l’éclairage variable d’une lampe à incandescence.

1.9 Transistor de puissance (bipolaire et BJT): caractéristiques statiques, état passant, état bloqué.

1.10 Temporisateur ou commutateur à arrêt automatique après un temps réglable: réaliser le montage et vérifier son fonctionnement.

1.11 Réaliser le montage d’un clignoteur à thyristor, et vérifier son fonctionnement.

1.12 Réaliser le montage d’un chargeur automatique de batterie et vérifier son fonctionnement.

1.13 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.

1.14 Réaliser le montage d’un hacheur réversible et déterminer son domaine d’utilisation.

1.15 Réaliser le montage d’un onduleur à deux thyristors en série ou en parallèle et déterminer son domaine d’utilisation.

1.16 Réaliser le montage pour régler la vitesse d’un moteur shunt à courant continu.

1.17 Réaliser le montage pour régler la tension d’un alternateur (AVR).

1.18 Réaliser le montage pour régler la vitesse en utilisant un Triac d’un moteur à induction à courant alternatif.

1.19 Réaliser le montage pour régler le facteur de puissance d’un moteur asynchrone.