

Filière : GÉNIE ÉLECTRIQUE

Table des matières	page
Présentation de la filière.....	77
Présentation du baccalauréat génie électrique.....	77
Tableau général de la répartition des modules obligatoires sur les 5 sessions	79
Répartition des modules obligatoires de spécialité sur les 5 sessions.....	80
Etude des systèmes.....	81
Sciences physiques spécialisées.....	94
Informatique.....	113
Travaux pratiques de laboratoire.....	118
Construction.....	129

1. Présentation de la filière:

Le génie électrique est une filière du pôle technologique où l'élève bénéficie d'un enseignement général équilibré et d'une formation discriminante dans le vaste domaine de ce génie, qui le prépare à accéder à l'enseignement spécialisé post-baccalauréat en cycle court ou long.

La formation dans cette filière est basée sur la diversification des disciplines liées au génie électrique, vu la panoplie des spécialités qui divergent de ce domaine au niveau de l'enseignement supérieur et la cohérence et la complémentarité entre les disciplines discriminantes telles que l'électricité, l'électronique, les automatismes, la microinformatique ou l'informatique industrielle.

L'orientation vers le génie électrique, en fin du tronc commun, prend en considération certainement les penchants de l'élève mais aussi, et en premier lieu sa capacité à pouvoir poursuivre ses études supérieures sans difficulté. Ainsi, tout élève désirant être orienté vers le génie électrique doit posséder un certain nombre de compétences de base en mathématiques, en sciences physiques et en langues et l'aptitude à les développer au niveau supérieur et au-delà.

Le génie électrique se veut donc, une filière d'avenir étant donné d'une part, les compétences technologiques qu'elle développe chez l'élève et d'autre part les compétences communes aux autres filières du cycle préparatoire. Ces compétences technologiques qui sont en phase avec l'essor que connaissent les nouvelles technologies de l'information et de communication et ce grâce aux disciplines technologiques citées ci-dessus.

2. Présentation du baccalauréat génie électrique

Le titulaire du baccalauréat GE possède une formation, aussi complète que variée, basée sur le développement des compétences technologiques, méthodologiques, stratégiques, culturelles et de communication qui lui permettent de poursuivre ses études supérieures dans les établissements de l'enseignement supérieur ou dans les cycles courts (professionnalisant) dans les établissements de l'enseignement secondaire.

Le bachelier en génie électrique doit posséder des connaissances structurées dans les diverses techniques relevant du vaste domaine du génie électrique.

L'atteinte des finalités globales à l'issue de ce pôle impose de réaliser un équilibre et une cohérence entre l'enseignement des disciplines technologiques et des disciplines scientifiques, littéraires et humaines. D'autre part, l'action pédagogique -exercée dans

une logique d'interdisciplinarité- doit être menée dans le souci d'enchaînement logique des faits enseignés dans les différents modules disciplinaires dispensés.

Sur le plan technologique, outre ses connaissances et ses compétences en électricité et en électronique, le bachelier doit posséder une formation en informatique industrielle et en automatismes qui lui permet de réaliser des projets techniques.

Le bachelier en génie électrique doit, ainsi être capable de:

- Analyser l'organisation structurelle et fonctionnelle d'un système pluritechnologique;
- Mettre en œuvre les moyens de réalisation d'équipement ou d'installation en proposant les solutions technologiques adéquates;
- Exploiter les outils mathématique et informatique dans la recherche des solutions technologiques et de leur amélioration;
- Appliquer les lois des sciences physiques dans le choix entre plusieurs solutions technologiques;
- Communiquer avec son entourage en général et avec les spécialistes des autres domaines technologiques;
- Travailler en groupe;
- Appliquer ses connaissances dans la préservation de l'environnement.

3. Tableau général de la répartition des modules obligatoires sur les 5 sessions

Disciplines	Sessions					Total cycle	
	II	III	IV	V	VI	Total modules	Volume horaire
Étude systèmes	1	1	2	2	2	8	240
Physique spécialisée	2	2	1	1	1	7	210
Construction mécanique	1	1	1	1	1	5	150
Informatique	1	1	1	1	1	5	150
Travaux pratiques et laboratoire	1	1	1	1	1	5	150
Mathématiques	2	2	2	2	2	10	300
Physique–Chimie	1	1	1	1	1	5	150
Langue arabe	1	1	1	1	1	5	150
Langue étrangère I	1	1	1	1	1	5	150
Langue étrangère II	1	1	1	1	1	5	150
Philosophie	1	1	1	1	1	5	150
Histoire et Géographie	1	1	1	1	1	5	150
Éducation Islamique	1	1	1	1	1	5	150
Éducation physique	1	1	1	1	1	5	150
TOTAL	16	16	16	16	16	80	2400

4. Répartition des modules obligatoires de spécialité sur les 5 sessions

DISCIPLINES	SESSIONS				
	II	III	IV	V	VI
ÉTUDE DES SYSTÈMES -ES-	① Automatismes de base	② Automatismes industriels	③ Énergie et installations électriques ④ Fonctions de l'électronique I	⑤ Micro-informatique ⑥ Fonctions de l'électronique II	⑦ Électronique de puissance ⑧ Systèmes asservis
SCIENCES PHYSIQUES SPÉCIALISEES -SPS-	① Électrostatique Électrocinétique ② Électro-magnétisme I	③ Électro-magnétisme II ④ Courant alternatif	⑤ Composants à semi-conducteurs	⑥ Étude des quadripôles	⑦ Machines électriques
CONSTRUCTION	① Représentations graphiques - conventions	② Désignation/ technologie de construction : fonction liaison	③ Fonction guidage Fonction lubrif. Fonction étanch.	④ Transmission de puissance et de mouvement Transformation de mouvement	⑤ Transmission de puissance Freins
INFORMATIQUE	① Architecture des systèmes informatiques et systèmes d'exploitation	② Logiciels de bureautique	③ Programmation I	④ Programmation II	⑤ Applications en programmation
TRAVAUX PRATIQUES DE LABORATOIRE -TPL-	① - Mesure des grandeurs en courant continu - Mesure des résistances - Mesure de P en CC - Association des dipôles passifs et actifs linéaires - Circuits en logique combinatoire	② - Applications à circuits logiques intégrés - Utilisation de l'oscilo.: mesure de $\hat{A}$, f et ϕ - Séquenceur électronique - Appareils de mesure - Étude des dipôles en régime sinusoïdal - Mesure de P	③ - Diode à jonction, redressement, filtrage. - Réalisation installation électrique industrielle - App. au séquenceur électrique - GCC à excitation indépendante - MCC à excitation	④ - Relevé des paramètres d'un quadripôle - API (I) - API (II) - API (III) - Initiation au débbuger de microsoft - Application au 8086(I) - Application au 8086(II) - Multivibrateurs - Les montages amplificateurs à base d'AOP	⑤ - Transformateur monophasé. - Alternateur - Moteur asynchrone - démarrage $Y\Delta$ - App. sur le variateur de vitesse industriel - Simulation des systèmes asservis à base d'AOP - Redressement commandé - Réalisation

- Circuits en logique séquentielle - Installation d'éclairage - Réalisation de montage simple: *circuit imprimé *soudure	- en monophasé - Mesure de P en 3~ - Réalisation d'un circuit à base de circuit intégré logique (ex. compteur,...)	- shunt - Transistor bipolaire - Réalisation d'une alimentation stabilisée de faible puissance	d'un hacheur à base de transistor de puissance.
--	--	--	---

5. ÉTUDE DES SYSTÈMES

Descriptif du module

Intitulé du module :	Automatismes de base	Code⁽¹⁾ : GE ES II
Filières	GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾	C.Ob	
Plan du module :		Volume horaire
I- Structure générale d'un système automatisé		2h
II- Systèmes de numération et de codage de l'information		3h
III- Introduction à l'algèbre de Boole		5h
IV- Systèmes logiques combinatoires		6h
V- Systèmes logiques séquentiels		8h
VI- Introduction aux familles logiques		2h
Évaluation		4h
Éléments méthodologiques		
Favoriser une pédagogie active		
les séances de TD sont à répartir par le professeur selon la progression dans le contenu.		
Moyens didactiques nécessaires :		
Rétroprojecteur.		
Documents constructeur.		
Simulateur électrique/logique		
(1)	code de la filière code de la matière code de la session	
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle	

Contenu du module:

I- Structure générale d'un système automatisé

- Généralités sur les systèmes automatisés :

- définition
- composition : capteurs, actionneurs,... ;
- exemples de systèmes et procédés automatisés ;
- technologie des automatismes : électrique, pneumatique,... .

II- Systèmes de numération et de codage de l'information:

- systèmes de numération usuels (2,8,16) et conversion du décimal aux différents systèmes et inversement;
- codes: binaire naturel, code de Gray, BCD, ASCII;
- opération arithmétique de base: addition en binaire.

III- Introduction à l'algèbre de Boole :

- définition et propriétés;
- fonctions logiques multivariées (différentes formes d'écriture);
- représentation par table de vérité de fonctions logiques de base: ET, OU, NON et autres fonctions composées NON-ET, NON-OU;
- simplification de fonctions logiques: méthodes algébrique et de Karnaugh.

IV- Systèmes logiques combinatoires :

- définition, circuits combinatoires de base: portes logiques;
- méthodologie de résolution (cahier des charges→ équation logique→ schéma);
- exemples de circuits combinatoires: décodeur, multiplexeur, additionneur.

V- Systèmes logiques séquentiels:

- définition, propriétés, circuits séquentiels de base: bascules;
- méthodologie de résolution : méthode d'Huffman;

- exemples de circuits séquentiels: registre, compteur, ...

VI- Introduction aux familles logiques :

- Caractéristiques principales des familles TTL et CMOS.

Compétences attendues

En fin de module l'élève doit être en mesure de :

I- Structure générale d'un système automatisé:

- Identifier les éléments constitutifs d'un système automatisé en spécifiant la technologie utilisée;

II- Systèmes de numération et de codage de l'information:

- Effectuer la conversion entre les bases de numération;
- Utiliser les principaux codes binaires.

III- Introduction à l'algèbre de Boole :

- Définir une variable logique et une fonction logique multivariées;
- Identifier les opérateurs logiques de base, dresser leur table de vérité et en déduire les équations logiques correspondantes;
- Simplifier une fonction logique multivariable par la méthode algébrique et/ou la méthode de Karnaugh .

IV- Systèmes logiques combinatoires :

- Définir un circuit logique combinatoire;
- Résoudre un problème de logique combinatoire à partir d'un cahier des charges.

V- Systèmes logiques séquentiels :

- Définir un circuit séquentiel;
- Résoudre un problème de logique séquentielle à partir d'un cahier des charges.

VI- Introduction aux familles logiques :

- Citer les principales caractéristiques des familles TTL et CMOS;
- Définir les niveaux haut et bas de chaque famille.

Descriptif du module

Intitulé du module :	Automatismes industriels	Code ⁽¹⁾ : GE ES III
Filières	GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾	C.Ob	
Plan du module :	Volume horaire	
I- Introduction aux capteurs et actionneurs	4h	
II- Le GRAFCET	8h	
III- Les séquenceurs câblés	8h	
IV- Les automates programmables industriels	6h	
Évaluation	4h	
Éléments méthodologiques		
Favoriser une pédagogie active		
Il est recommandé d'utiliser et d'exploiter les documents constructeurs.		
L'enveloppe horaire des TD est plafonnée à 6 h et doit être répartie selon l'importance des parties du module		
Moyens didactiques nécessaires :		
Rétroprojecteur.		
Documents constructeur.		
(1)	code de la filière code de la matière code de la session	
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle	

Contenu du modèle :

- I- Introduction aux capteurs et aux actionneurs
 - Capteurs :
 - à contact, à galet
 - de proximité : inductif, capacitif, optique (barrage, réflexion,...) ;
 - capteurs de température, de pression ,de niveau,... .
 - Actionneurs et pré-actionneurs :
 - vérin simple et double effet et distributeurs ;
 - moteur asynchrone et contacteurs.
 - II- Le GRAFCET :
 - Etape, transition et réceptivité ;
 - Divergence en OU et en ET ;
 - Saut d'étapes, reprise d'étapes ;
 - Exemples de procédés et leurs GRAFCETs
 - III- Partie commande (séquenceurs câblés) :
 - Séquenceur électrique ;
 - Séquenceur électronique (bascules, compteur /décodeur,...) ;
 - Séquenceur pneumatique.
 - IV- Partie commande (séquenceurs programmés) :
 - Automate programmable industriel (API).
- (l'étude sera axée sur l'utilisation de la documentation constructeur d'un API)

Compétences attendues

- Identifier les capteurs, les pré-actionneurs et les actionneurs dans un système automatisé ;
- Etablir un GRAFCET à partir de l'étude d'un cahier de charges ;
- Matérialiser un GRAFCET linéaire simple à l'aide de séquenceurs ;
- Appréhender l'utilité fonctionnelle d'un API

Descriptif du module

Intitulé du module :	Energie et installation électriques	Code ⁽¹⁾ : GE ES IV
Filières	GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾	C.Ob	
Plan du module :	Volume horaire	
I- Production, Transport, Distribution	8h	
II- Etude de cas (réseau national)	2h	
III- Introduction aux installations électriques	2h	
IV- Etudes des installations électriques domestiques	4h	
V- Etudes des Installations électriques industrielles	6h	
VI- Applications	4h	
Évaluation	4h	
Éléments méthodologiques		
- Cours théoriques et éventuellement des visites guidées. - Introduire la recherche documentaire. - La méthodologie se caractérise par : La prise en considération des besoins réels du tissu industriel en énergie électrique. La variété des supports industriels.		
Moyens didactiques nécessaires :		
Documents constructeur.		
Documentation ONE		
Salle spécialisée		
(1)	code de la filière code de la matière code de la session	
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle	

Contenu du modèle :

I- Production, Transport, Distribution:

- Modes de production;
- Constitution et principe de fonctionnement des différentes centrales schéma synoptique);
- Alternateur, technologie, excitation, couplage.
- Nécessité du transport en THT.
- Équipement (lignes, pylônes, isolateurs).
- Poste d'interconnexion.
- Gestion des réseaux (dispatching, courbe de charge, économie d'énergie, tarification).
- Schéma synoptique de distribution (en boucle, en antenne,...).
- Postes de transformation (protection, mesure et comptage).

II- Étude de cas :

- Réseau national.

III - Introduction aux installations électriques:

- Les dangers du courant électrique;
- Classification de l'appareillage électrique: manœuvre, protection, commande.

IV- Étude des installations électriques:

- Étude des installations domestiques : montages usuels d'éclairage, schéma et normalisation.

V- Étude des installations électriques industrielles:

- Appareillage de manœuvre : sectionneurs, interrupteurs...;
- Appareillage de protection : action instantanée, action différée;
- Appareillage de commande.
- contacteurs, commande des contacteurs, régime du neutre.

VI- Applications :

- élaboration d'un circuit de puissance et de commande à partir d'un cahier des charges.

Compétences attendues :

- décrire le principe de fonctionnement des centrales électriques.
- identifier les différents éléments constitutifs des centrales électriques.
- justifier la nécessité du transport de l'énergie électrique en THT.
- définir la fonction d'un poste d'interconnexion en spécifiant sa constitution.
- appréhender l'utilité d'un poste dispatcheur dans la gestion d'un réseau électrique.
- expliquer l'utilité de la distribution d'énergie MT/BT.
- élaborer le schéma électrique d'un poste de transformation.
- décrire le réseau national en termes de composition.
- chercher les informations sur la production nationale en énergie électrique.
- Expliquer les effets du courant électrique sur le corps humain.
- Appliquer les normes de sécurité lors de l'utilisation de l'énergie électrique.
- Distinguer les familles d'appareillage selon leurs domaines d'utilisation.
- Lire et représenter un schéma d'installation électrique en respectant les normes en vigueur.
- Établir les schémas d'installations électriques à partir de l'étude d'un cahier des charges.

Descriptif du module

Intitulé du module :	Les fonctions de l'électronique I	Code ⁽¹⁾ : GE ES IV
Filières	GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾	C.Ob	
Plan du module :	Volume horaire	
I- Amplification à transistors	4h	
II- Amplification différentielle	4h	
III- Amplificateur opérationnel	6h	
IV- Alimentation linéaire	12h	
Évaluation	4h	
Éléments méthodologiques		
- Favoriser la pédagogie active.		
- Des parties de cours peuvent être traitées sous forme de travaux dirigés.		
Moyens didactiques nécessaires :		
Laboratoire d'électronique équipé en matériel et composants requis		
(1)	code de la filière code de la matière code de la session	
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle	

Contenu du module :

I- Amplification à transistors :

- amplificateur émetteur commun;
- amplificateur source commune;
- autres.

II- Amplification différentielle:

- structure de base
- utilisation des charges actives (sources de courant).

III- Amplificateur opérationnel:

- caractéristiques d'AOP;
- montages de base (inverseur, ...).

IV- Alimentations linéaires:

- transformateur, redressement et filtrage;
- alimentation régulée (principe);
- régulateurs intégrés

Compétences attendues :

- Reconnaître les différentes manières de réaliser l'amplification.
- Calculer un circuit amplificateur.
- Reconnaître la partie alimentation d'un système.
- Calculer et réaliser une alimentation linéaire.

Descriptif du module

Intitulé du module :	Microinformatique	Code⁽¹⁾ : GE ES V
Filières	GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾	C.Ob	
Plan du module :	Volume horaire	
I- Les mémoires à semi-conducteurs	4h	
II- Les microprocesseurs	3h	
III- Les microprocesseurs 1 ^{ère} génération	3h	
IV- Les microprocesseurs 2 ^{ème} génération	12h	
V- Les microcontrôleurs	4h	
Évaluation	4h	
Éléments méthodologiques		
- Cours théorique et travaux dirigés. - Démonstration sur PC ou Kit		
Travail en groupes réduits		
Moyens didactiques nécessaires :		
- Salle d'informatique - Documents constructeurs - Rétroprojecteur		
(1)	code de la filière code de la matière code de la session	
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle	

Contenu du module :

I- Les mémoires à semi-conducteurs:

- RAM: statique, dynamique.
- ROM: EPROM,
- Association de mémoires.

II- Les microprocesseurs:

- fonction;
- caractéristiques:
- nombre de bits;
- modes d'adressage;
- interruptions;
- jeu d'instructions (Cisc et Risc);
- interfaçage.

III- Les microprocesseurs 1^{ère} génération:

- ALU;
- accumulateur;
- programme counter;
- décodeur d'instructions;
- registres;
- stack pointer;
- cycles de fonctionnement.

IV- Les microprocesseurs 2^{ème} génération:

- unité d'exécution;
- unité d'échange;
- parallélisme de fonctionnement;
- file d'attente;

- pipe line;
- segmentation de la mémoire.
- Étude d'un cas concret le 8086

V- Les microcontrôleurs:

- structure d'un microcontrôleur;
- étude d'un cas

Compétences attendues :

- Décrire les différents types de mémoires.
- Identifier les broches d'une mémoire.
- Réaliser l'association de mémoires éventuellement via l'utilisation d'un décodeur.
- Appréhender la fonction d'un microprocesseur.
- Citer les différentes caractéristiques d'un microprocesseur.
- Saisir le rôle de l'interfaçage.
- Décrire le fonctionnement d'un microprocesseur.
- Énoncer l'architecture générale d'un microcontrôleur

Descriptif du module

Intitulé du module :	Les fonctions de l'électronique II	Code ⁽¹⁾ : GE ES V
Filières	GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾	C.Ob	
Plan du module :	Volume horaire	
I- Les fonctions de commutation	15h	
II- Les convertisseurs CAN/CNA	11h	
Évaluation	4h	
Éléments méthodologiques		
- Favoriser une pédagogie active.		
- Des parties de cours peuvent être traitées en tant que TD		
Moyens didactiques nécessaires :		
- Laboratoire d'électronique		
- Documents constructeurs		
- Rétroprojecteur		
(1)	code de la filière code de la matière code de la session	
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle	

Contenu du module :

I- Les fonctions de commutation :

- Les fonctions de commutation à base d'AOP:
 - Trigger;
 - Astable;
 - Monostable.
- Les fonctions de commutation à base de portes logiques:
 - Trigger;
 - Astable;
 - Monostable.
- Les fonctions de commutation à base de circuits spécialisés:
 - Montages autour du NE555 ou similaire;
 - Montage autour du 74123 ou similaire.

II- Les convertisseurs CAN/CNA

- Convertisseur N/A à réseau R-2R ;
- Convertisseur A/N à double rampe;
- Convertisseur A/N à approximations successives ;
- Convertisseur parallèle (Flash.

Compétences attendues :

- Reconnaître une fonction de commutation dans un système.
- Réaliser une fonction de commutation.
- Reconnaître la partie conversion de données (A/N ou N/A) dans un système
- Analyser le fonctionnement d'un convertisseur.

Descriptif du module

Intitulé du module :	Electronique de puissance	Code ⁽¹⁾ : GE ES VI
Filières	GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾	C.Ob	
Plan du module :	Volume horaire	
I- Introduction à l'électronique de puissance	1h	
II- Composants de puissance	4h	
III- Redresseurs	8h	
IV- Hacheurs	6h	
V- Gradateurs	2h	
VI- Onduleurs	2h	
VII- Alimentation à découpage	3h	
Évaluation	4h	
Éléments méthodologiques		
- Favoriser une pédagogie active.		
- Choix des composants en utilisant la documentation constructeur		
Moyens didactiques nécessaires :		
Documents constructeurs		
(1)	code de la filière code de la matière code de la session	
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle	

Contenu du module :

I- Introduction à l'électronique de puissance:

- importance de l'électronique de puissance.
- description synoptique des différentes fonctions:
 - $\sim \longrightarrow =$
 - $= \longrightarrow =$
 - $\sim \longrightarrow \sim$
 - $= \longrightarrow \sim$

II- Composants de puissance:

- transistor;
- thyristor;
- triac;
- GTO;
- GBT;
- diac.

III- Redresseurs

- Monophasé:
 - non commandé, commandé, mixte.
- Triphasé:
 - non commandé, commandé, mixte.

IV- Hacheurs:

- série, parallèle.

V- Gradateurs:

- monophasé, triphasé.

VI- Onduleurs:

- principe.

VII- Alimentation à découpage:

- principe de fonctionnement;
- comparaison avec alimentations linéaires.

Compétences attendues :

- Identifier les différents types de convertisseurs statiques à base de composants de puissance.
- Interpréter les caractéristiques des composants de puissance.
- Choisir un composant à partir des documents constructeurs.
- Établir les schémas de montage des redresseurs.
- Interpréter les caractéristiques des redresseurs.
- Étudier les caractéristiques des hacheurs.
- Donner le principe de fonctionnement du gradateur et de l'onduleur.
- Définir le principe de fonctionnement d'une alimentation à découpage (fly-back, forward).
- Énoncer les avantages et inconvénients d'une alimentation à découpage.

Descriptif du module

Intitulé du module :	Systèmes asservis	Code⁽¹⁾ : GE ES VI
Filières	GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾	C.Ob	
Plan du module :	Volume horaire	
I- Généralités	1h	
II- Structure et caractéristiques d'un système asservi	1h	
III- Etude par l'approche de l'équation différentielle	6h	
IV- Etude de cas : vitesse, position, température	18h	
Évaluation	4h	
Éléments méthodologiques		
- Favoriser une pédagogie active		
- Le cours ne vise pas l'étude exhaustive des systèmes asservis, mais une approche par les équations différentielles.		
- Des parties de cours peuvent être traitées en tant que TD.		
Moyens didactiques nécessaires :		
- Laboratoire d'électronique équipé en matériel requis.		
(1)	code de la filière code de la matière code de la session	
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle	

Contenu du module :

Généralités:

- Inconvénients de la boucle ouverte
- Avantages de la boucle fermée.
- Définitions : systèmes linéaires, systèmes régulés,...

II- Structure et caractéristiques d'un système asservi:

- Schéma bloc général: chaîne directe, chaîne de retour et comparateur.
- Caractéristiques: précision, rapidité, stabilité.

III- Étude par l'approche de l'équation différentielle:

- Asservissement de vitesse d'une machine à courant continu.
- Système de 1^{er} ordre:
 - ◆ schéma bloc;
 - ◆ détermination de $\Omega(t) = f(U_c)$, U_c = consigne de vitesse;
 - ◆ représentation temporelle;
 - ◆ déduction de la précision, la rapidité et la stabilité.
- Système de 2nd ordre (on néglige les frottements mais pas la self):
 - ◆ schéma bloc;
 - ◆ détermination de $\Omega(t) = f(U_c)$, U_c = consigne de vitesse;
 - ◆ représentation temporelle avec distinction des cas:
 - $m = 0,7$ - $m < 0,7$ - $m > 0,7$ où m est le coefficient d'amortissement de l'équation sous forme normalisée.
- déduction de la précision, la rapidité et la stabilité.

IV- Étude de cas:

- réalisation de l'asservissement de vitesse:
 - ◆ comparateur à base d'AOp;
 - ◆ commande du moteur par:
 - redresseur commandé;
 - hacheur série
 - ◆ capture de vitesse par:
 - dynamo tachymétrique avec adaptation;

- codeur optique et logique de traitement.
- Étude et réalisation d'asservissement de position.
- Étude et réalisation d'asservissement de température:
 - ◆ commande par TOR;
 - ◆ commande linéaire (arccos, ...);
- Notion d'asservissement numérique:
 - ◆ capture de la vitesse et conversion A/N;
 - ◆ commande par algorithme simple;
 - ◆ commande de la chaîne directe par l'intermédiaire d'un CNA.

Compétences attendues :

- Mettre en équation un système asservi de 1^{er} et 2^{ème} ordre.
- Analyser son fonctionnement de point de vue caractéristiques générales (précision, ...).
- Analyser son fonctionnement de point de vue technologique (schémas électroniques, ...)

6. SCIENCES PHYSIQUES SPÉCIALISÉES

Descriptif du module

Intitulé du module :	Electrostatique - Electrocinétique	Code ⁽¹⁾ : GE SPS II
Filières	GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾	C.Ob	
Plan du module :	Volume horaire	
I- Electrostatique	6h	
II- Electricinétique	12h	
III- Travaux dirigés	8h	
Évaluation	3h	
Éléments méthodologiques		
- Cours + expérimentation		
- Travaux dirigés		
Moyens didactiques nécessaires :		
- Matériel d'électrostatique (bâtonnet, électroscope, ...).		
- Matériel d'électrocinétique (générateur de tension, dipôles, appareils de mesure, ...)		
(1)	code de la filière code de la matière code de la session	
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle	

Contenu du module :

I- Électrostatique :

1- Les phénomènes d'électrisation :

- électrisation par contact;
- électrisation par influence;
- conducteurs et isolants;
- expérience (électroscope).

2- Action mutuelle de deux charges électriques dans le vide :

- loi de coulomb;
- lignes de champ électriques;
- cas du champ électrique uniforme;
- notion de potentiel électrique ;
- différence de potentiel;
- travail des forces électriques.

3- Le condensateur plan :

- capacité;
- permittivité;
- rigidité diélectrique;
- étude graphique de la charge et la décharge (allure des courbes);
- énergie emmagasinée;
- associations : série, parallèle .

II- Électrocinétique

- courant électrique :
 - définition, sens conventionnel, nature (expérience de Rowland)
- courant continu :
 - définition, source du courant continu;
 - effets du courant continu, grandeurs fondamentales ;
 - analogie électrocinétique /hydrodynamique.
- loi des mailles, loi des nœuds.
- étude des dipôles :
- dipôles passifs linéaires :

- caractéristiques, loi d'ohm;
- application : résistance, résistivité;
- association de dipôles passifs linéaires.
- énergie et puissance électrique :
 - définition, loi de joule, unités.
- étude des dipôles passifs non linéaires :
 - caractéristique courant tension;
 - détermination de la résistance statique et dynamique;
 - application(varistance, thermistance CTP, CTN ...).
- étude des dipôles actifs linéaires :
 - caractéristiques courant tension et convention (convention générateur et récepteur);
 - association de dipôles:
 - association d'un dipôle passif et d'un dipôle actif (point de fonctionnement);
 - association de deux dipôles actifs (point de fonctionnement).
 - diviseurs de tension et de courant;
 - schéma équivalent de Thévenin ;
 - étude d'un circuit à une maille, cas de deux générateurs en opposition théorème de Norton à deux nœuds ;
 - théorème de superposition

Compétences attendues :

I- Électrostatique :

1- à partir d'expériences :

- découvrir les phénomènes d'électrisation ;
- distinguer un isolant d'un conducteur.

2- énoncer la loi de coulomb :

- définir un vecteur champ électrique;
- déterminer le vecteur champ électrique :
 - cas général;
 - cas du champ uniforme.
- connaître l'unité du champ électrique;
- reconnaître les propriétés d'un potentiel électrique ;
- définir le travail d'une force:
 - cas général;
 - cas d'un champ uniforme et d'un déplacement rectiligne.

3-calculer pour un condensateur, la charge électrique, la tension aux bornes, la capacité et l'énergie électrostatique emmagasinée :

- utiliser la loi d'association des condensateurs parallèle et série;
- déterminer les caractéristiques d'une force électrostatique;
- déterminer les caractéristiques d'une force s'exerçant sur une charge électrique placée entre les deux armatures d'un condensateur plan;
- représenter les lignes de champ entre les armatures d'un condensateur plan.

II- Électrocinétique

- Appliquer la loi des mailles , la loi des nœuds à des circuits linéaires simples limités à deux mailles.
- calculer les intensités des courants et des tensions dans les réseaux.
- déterminer le point de fonctionnement d'un dipôle dans un montage.
- déterminer la caractéristique $U=f(I)$.
- identifier un diviseur de tension ,un diviseur de courant.
- appliquer la loi du diviseur de tension.

- calculer les éléments du modèle équivalent de Thevenin ou du modèle équivalent de Norton.
- passer du modèle équivalent de Thevenin à celui du modèle équivalent de Norton et réciproquement.
- appliquer le théorème de superposition.
- calculer la puissance et l'énergie reçues par un dipôle.
- calculer la limite en tension et en courant d'une résistance R ; $P_{\max}$ étant connue.

Descriptif du module

Intitulé du module :	Electromagnétisme I	Code ⁽¹⁾ : GE SPS II
Filière	GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾	C.O. I	
Plan du module :		Volume horaire
I- Champ magnétique		4h
II- Champ magnétique créé par un courant électrique		4h
III- Force électromagnétique		8h
IV- Action d'un champ magnétique uniforme		10h
Évaluation		4h
Éléments méthodologiques		
- Cours + expérimentation		
- Travaux dirigés		
Moyens didactiques nécessaires :		
Laboratoire équipé en matériel didactique approprié : Aimants, Bobines, Alimentation puissante, balance de Cotton, Roue de Barlow ...		
(1)	code de la filière code de la matière code de la session	
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle	

Contenu du module :

I- champ magnétique

1- Aimants et bobines longues:

pôles, actions mutuelle entre pôles, expérience de l'aimant brisé, hypothèse d'ampère.

2- le champ magnétique et ses ressources:

- phénomène caractéristique du champ magnétique ;
- expérience: action d'une bobine parcourue par un courant sur un faisceau d'électrons;
- les sources de champ magnétique : cas de la bobine (courant) et cas de l'aimant (courants ampériens).

3- vecteur champ magnétique:

- définition : grandeur vectorielle, direction et sens;
- spectre magnétique: lignes de champ magnétique;
- spectre magnétique d'un aimant droit, d'un aimant en U et d'une bobine longue ;

4- champ magnétique uniforme et particule chargée :

- étude expérimentale : action du champ magnétique uniforme sur un faisceau d'électrons ;
- propriétés de l'induction magnétique B : relation vectorielle de $F = qvB \cdot \sin(v, B)$, unité de B ;
- mesure du module de B : effet Hall, le teslamètre;
- champ magnétique crée par plusieurs sources : démonstration à partir de la résultante des forces exercées sur une particule animée d'une vitesse v ;
- la déviation magnétique : trajectoire dans un champ magnétique uniforme, déviation du spot sur l'écran (tube cathodique).

II- champ magnétique crée par des courants électriques

1- expérience : caractéristiques du vecteur champ magnétique crée par :

- courant rectiligne ;
- bobine circulaire plate ;
- bobine torique ;
- bobine longue.

2- théorème d'ampère :

Énoncé : (vecteur excitation H , circulation de H , énoncé du théorème);

application : cas d'une bobine torique ; cas du courant rectiligne.

3-flux magnétique :

- cas d'une surface plane dans un champ uniforme ;
- tube de champ magnétique : (conservation du flux) ;
- flux magnétique à travers une bobine (flux propre , flux extérieur).

III- forces électromagnétiques :

1-mise en évidence par la méthode expérimentale : direction et sens ;

2- loi de Laplace : démonstration théorique à partir de la relation $F = qvb \cdot \sin(\alpha)$ (conducteur parcouru par I et placé dans un champ uniforme) ;

3- applications :

- interaction entre deux conducteurs parallèles ;
- principe du moteur à courant continu.

IV- Action d'un champ magnétique uniforme :

1- sur un circuit indéformable : expérience du moment magnétique,

2- sur un aimant : (champ magnétique terrestre) moment magnétique d'une bobine et d'un aimant droit.

Compétences attendues :

Champ magnétique :

- identifier les pôles d'un aimant à l'aide d'une aiguille aimantée placée dans son champ.
- identifier les pôles d'un solénoïde connaissant le sens de courant qui le parcourt.
- savoir que l'origine de l'aimantation est l'orientation de la ligne moyenne des courants ampériens.
- admettre l'hypothèse ampérienne du magnétisme.
- dessiner le spectre magnétique d'un aimant permanent (droit ou en U).
- dessiner le spectre d'une bobine longue et orienter les lignes de champ.
- définir les lignes de champ.
- déterminer la direction de B en un point du spectre magnétique.
- appliquer la formule donnant la force subie par une particule chargée mue à la vitesse v dans un champ uniforme (v est perpendiculaire à B).
- citer l'unité du champ magnétique.
- mesurer un champ magnétique (effet hall ; teslamètre).
- déterminer les caractéristiques de la force qui s'exerce sur une particule chargée mue à une vitesse v dans un champ uniforme (v est $\perp$ à B).
- citer un dispositif utilisant la dérivation magnétique d'un faisceau d'électrons.
- calculer la déviation du spot sur l'écran dans des cas simples.

II- champs magnétiques créés par des courants électriques :

- savoir qu'il y a proportionnalité dans l'air entre le module du champ magnétique et l'intensité du courant qui traverse un conducteur rectiligne, une bobine plate une bobine torique ou une bobine longue.
- déterminer les caractéristiques du vecteur induction B pour différents circuits étudiés.
- énoncer le théorème d'ampère (circulation du vecteur $H = \sum I$).
- appliquer le théorème d'ampère dans le cas du courant rectiligne et d'une bobine torique.
- écrire l'expression du flux (produit scalaire) d'un champ magnétique uniforme à travers une surface plane limitée par un contour orienté.

- citer l'unité du flux magnétique.
- calculer le flux à travers une spire ou une bobine placée dans un champ uniforme.
- savoir que le flux conserve la même valeur à travers toutes les sections d'un tube de champ.
- savoir que la propriété de conservation du flux est utilisée dans le calcul des circuits magnétiques des machines.
- mesurer le flux à travers une bobine.

III- forces électromagnétiques :

- énoncer la loi de Laplace.
- appliquer une règle d'orientation.
- citer au moins deux exemples où une force est obtenue par action d'un champ magnétique sur un conducteur parcouru par un courant.
- appliquer la loi de Laplace pour calculer les interactions entre deux conducteurs rectilignes parcourus par un courant.
- connaître le principe d'un moteur à courant continu.

IV- Action d'un champ magnétique uniforme :

- retrouver l'expression du couple électromagnétique agissant sur un cadre rectiligne placé dans un champ uniforme.
- connaître le dispositif expérimental permettant de vérifier l'exactitude de l'expression de ce couple.
- citer et appliquer l'expression du couple électromagnétique d'une bobine et d'un aimant droit.

Descriptif du module

Intitulé du module :	Electromagnétisme II	Code⁽¹⁾ : GE SPS III
Filières	GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾	C.Ob.	
Plan du module :	Volume horaire	
I- Travail des forces électromagnétiques	2h	
II- Induction magnétique dans le fer et l'acier	8h	
III- Circuits magnétiques en courant continu	6h	
IV- Induction électromagnétique	6h	
V- Auto induction	4h	
Évaluation	4h	
Éléments méthodologiques		
- Cours + expérimentation		
- Travaux dirigés		
Moyens didactiques nécessaires :		
Laboratoire équipé en matériel didactique approprié.		
(1)	code de la filière code de la matière code de la session	
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle	

Contenu du module :

I- Travail des forces électromagnétiques :

- cas d'un conducteur mobile.
- cas d'un circuit complet.
- règle du flux maximal.

II- Induction magnétique dans le fer et l'acier :

- expérience :
 - ◆ aimantations : temporaire du fer doux, permanente de l'acier;
 - ◆ influence de la température (point de curie).
- perméabilité :
 - ◆ perméabilité magnétique du fer, perméabilité relative du fer .
- courbe de première aimantation.
- hystérésis :
 - ◆ définition du phénomène, cycle hystérésis, pertes par hystérésis, application de l'hystérésis.

III- Circuits magnétiques en courant continu :

- définition d'un circuit magnétique, le circuit magnétique parfait.
- application du théorème d'ampère (cas d'un circuit magnétique simple avec entrefer).
- notion de réluctance , loi d'Hopkinson.
- analogie entre loi d'Hopkinson et la loi d'ohm, loi de Kirchhoff.
- les électro-aimants : force portante, applications (relais, contacteurs).

IV- Induction électromagnétique :

- étude expérimentale : déplacement d'un conducteur relié à un galvanomètre à zéro central dans un champ uniforme:
 - ◆ mise en évidence de la f.é.m induite, sens de la f.é.m induite;
 - ◆ interprétation théorique :
 - champ électromoteur, f.é.m induite ;
 - ◆ expression de e dans le cas où V n'est pas perpendiculaire à B ;
 - ◆ flux coupé (nouvelle expression de e);
 - ◆ transformation d'énergie:

□ E. mécanique → E. électrique; E. électrique → E. mécanique.

- ♦ courant induit , étude qualitative de la loi de Lenz;
- ♦ f.é.m induite dans un circuit mobile: flux coupé, flux embrassé.
- ♦ expression de la f.é.m induite (algébrique).
- application du phénomène d'induction électromagnétique:
 - ♦ principe d'une génératrice à CC;
 - ♦ principe d'un moteur à CC.
- courants de Foucault:
 - ♦ effet électrodynamique;
 - ♦ effet joule des courants de Foucault;
 - ♦ applications des courants de Foucault.

V- Auto-induction :

- mise en évidence expérimentale.
- inductance d'une bobine: sans noyau de fer, avec noyau de fer.
- énergie électromagnétique:
 - ♦ modèle d'une bobine parfaite, modèle général (r, l);
 - ♦ inductance propre.

Compétences attendues :

I- Travail des forces électromagnétiques:

- énoncer la règle du flux maximal.
- appréhender l'origine du couple électromagnétique dans les machines électriques.

II - Induction magnétique dans le fer et l'acier:

- mettre en évidence l'aimantation dans les aciers.
- établir la relation entre l'induction magnétique et l'excitation magnétique à l'intérieur de la matière .
- tracer la courbe de première aimantation .
- expliquer le phénomène de l'hystérésis .
- donner quelques avantages et inconvénients de l'hystérésis.

III - Circuits magnétiques en CC :

- mettre en évidence l'utilité du circuit magnétique.
- connaître l'influence de la nature et la longueur du circuit magnétique sur le flux magnétique produit.
- faire une analogie avec un circuit électrique.
- calculer la force magnétomotrice nécessaire pour produire une induction donnée dans l'entrefer d'un circuit magnétique simple dont les dimensions et la courbe H(B) sont données.
- calculer la force portante ou la force magnétomotrice dans le cas des électroaimants.

IV- Induction électromagnétique :

- mettre en évidence la f.é.m induite dans un conducteur qui coupe des lignes de champ.
- citer et appliquer au moins une règle de l'orientation de e. définir le champ électromoteur qui apparaît dans un conducteur en mouvement uniforme dans un champ magnétique uniforme ($\mathbf{v} \perp \mathbf{B}$) et déduire l'expression de la f.é.m induite.
- citer et appliquer dans des cas simples $e = \Delta\Phi/\Delta t$.

- citer deux causes d'une f.é.m induite dans un circuit :
 - cas de la variation du champ en fonction du temps ;
 - cas de la déformation ou de la rotation du circuit dans un champ magnétique uniforme.
- calculer la f.é.m induite dans un circuit simple, en utilisant les lois et les règles algébriques.
- donner le signe de la f.é.m ou du courant induit dans un circuit en utilisant la loi de Lenz.
- visualiser à l'aide d'un oscilloscope la f.é.m induite dans une bobine.
- connaître le principe de la machine tournante à CC (générateur ou moteur).
- savoir que les courants de Foucault se manifestent par l'effet électrodynamique ou l'effet Joule.

V - Auto-induction:

- mettre en évidence le phénomène de l'auto-induction (expérimentation).
- savoir que le flux à travers un circuit est proportionnel à l'intensité I qui le parcourt et que cette propriété reste vraie dans le cas d'un circuit magnétique à noyau ferromagnétique non saturé.
- connaître l'unité de l'inductance.
- appliquer dans des cas simples la formule $e = -L \frac{di}{dt}$ (L pure, L et R en série).
- appliquer la formule donnant l'énergie électromagnétique emmagasinée dans une bobine.
- écrire l'expression de la tension aux bornes d'une inductance réelle avec la convention récepteur.

Descriptif du module

Intitulé du module :	Le courant alternatif	Code ⁽¹⁾ : GE SPS III
Filières	GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾	C.Ob.	
Plan du module :	Volume horaire	
I- Courant alternatif monophasé	16h	
II- Courant alternatif triphasé	10h	
Évaluation	4h	
Éléments méthodologiques		
- Cours + expérimentation		
- Travaux dirigés		
Moyens didactiques nécessaires :		
Laboratoire équipé en matériel didactique approprié.		
(1)	code de la filière code de la matière code de la session	
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle	

Contenu du module :

I- Courant alternatif monophasé

1- grandeurs périodiques non sinusoïdales :

- caractéristiques : période, fréquence, valeur moyenne, valeur efficace.

2- grandeurs sinusoïdales :

- intérêts du courant sinusoïdal;
- les effets du courant sinusoïdal.

3- les fonctions sinusoïdales de même fréquence:

- définition et représentation cartésienne de la fonction sinusoïdale;
- représentation de Fresnel;
- fonction dérivée;
- déphasage relatif des fonctions sinusoïdales.

4- grandeurs efficaces et lois du courant alternatif :

- loi d'ohm en courant alternatif ; valeur instantanée de u et i ;
- représentation de Fresnel appliquée à ces grandeurs;
- notion de valeur moyenne;
- intensité efficace, tension efficace, impédance;
- lois des nœuds loi, des mailles ;
- mesure de déphasage à l'oscilloscope en mode dual.

5- étude des dipôles en régime sinusoïdal :

- impédance, déphasage et réactance pour resistor, inductor et capacitor.

6- circuit RLC série en régime sinusoïdal forcé :

- construction de Fresnel;
- triangle des impédances, des tensions;
- résonance électrique, facteur de qualité.

7- association de dipôles en parallèle sous régime sinusoïdal forcé:

- construction de Fresnel;
- triangle des admittances, des courants.

8- puissance :

- puissance active, réactive et apparente;
- applications aux dipôles: resistor, inductor et capacitor;

- facteur de puissance relèvement du facteur de puissance.

II – Courant alternatif triphasé :

1- système triphasé :

- tensions simple et composée ;
- groupements des récepteurs;
- montages avec neutre (équilibré ou déséquilibré);
- montage sans neutre (équilibré);
- montage triangle équilibré ou déséquilibré.

2- puissance en régime triphasé :

- théorème de Boucherot cas de montage équilibré ou non;
- mesure de puissance active : méthode du wattmètre (cas équilibré), méthode des deux wattmètres;
- relèvement du facteur puissance.

Descriptif du module

Intitulé du module :	Composants à semi-conducteurs	Code ⁽¹⁾ : GE SPS IV
Filière	GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾	C.Ob.	
Plan du module :	Volume horaire	
I- Structure de la matière	2h	
II- Formation de la jonction PN	4h	
III- Les composants électroniques à base de la jonction PN	20h	
Évaluation	4h	
Éléments méthodologiques		
Cours + expérimentation + Travaux dirigés		
Chaque composant est abordé selon deux approches, une approche structurale et une approche fonctionnelle		
Moyens didactiques nécessaires :		
Laboratoire équipé en matériel didactique approprié.		
(1)	code de la filière code de la matière code de la session	
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle	

Contenu du module :

I- structure de la matière

1- Structure de la matière.

2- Les faisceaux d'électrons:

- action d'un champ électrique;
- action d'un champ magnétique;
- effet thermoélectronique;
- effet photoélectrique.

3- Courants dans les solides:

- mouvement des électrons;
- étude des isolants et conducteurs;
- semi-conducteurs intrinsèques (conductivité intrinsèque);
- phénomènes de conduction dans les semi-conducteurs.

II – Formation de la jonction PN

1- Semi-conducteurs dopés:

- barrière de potentiel;
- tension de seuil.
 - L'effet transistor.

III- Les composants électroniques

1- Applications:

- diode à jonction: polarisation, commutation, exemple d'application;
- diode zener: polarisation, exemple d'application;
- diac: caractéristique, domaine d'application;
- transistor bipolaire: polarisation, réseau de caractéristiques, commutation, schéma équivalent en régime dynamique;
- TEC: caractéristique, domaine d'application;
- MOS-FET: caractéristique, domaine d'application;
- thyristor: caractéristique, domaine d'application;
- triac: caractéristique, domaine d'application.

Compétences attendues :

I- Structure de la matière:

1- Structure de la matière

- énoncer les divers états de la matière.
- définir une liaison covalente.
- définir un électron lié, sorti et libre.
- définir un isolant, un conducteur et un semi-conducteur par ses propriétés physiques et électriques.

2- Les faisceaux d'électrons:

- définir l'effet thermoélectrique.
- définir l'effet photoélectrique.

3- Courants dans les solides:

- définir la conduction dans les solides.
- définir la conduction intrinsèque dans les semi-conducteurs.

II – Formation de la jonction PN

1- Semi-conducteurs dopés:

- définir et classer les dopages intrinsèques et extrinsèques type N et type P.
- citer les étapes de la formation d'une jonction PN.
- donner la définition de la barrière de potentiel.
- indiquer le sens de déplacement des porteurs de charges, au niveau de la zone de transition.
- représenter graphiquement le champ résultant dans la zone de transition (jonction étant sous tension).
- expliquer les deux types de claquage: par effet zener et par effet d'avalanche.

2- L'effet transistor:

- définir la constitution d'un transistor (NPN – PNP).
- définir l'effet transistor.
- polariser un transistor bipolaire.

III – Les composants électroniques

1- Applications:

- appliquer les propriétés des diodes à jonction et des transistors bipolaires pour analyser des montages simples.

Descriptif du module

Intitulé du module :	Etudes des quadripôles	Code ⁽¹⁾ : GE SPS V
Filières	GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾	C.Ob.	
Plan du module :	Volume horaire	
I- Les quadripôles en régime linéaire	16h	
II- Les systèmes bouclés	10h	
Évaluation	4h	
Éléments méthodologiques		
- Cours + expérimentation		
- Travaux dirigés		
Moyens didactiques nécessaires :		
Laboratoire équipé en matériel didactique approprié.		
(1)	code de la filière code de la matière code de la session	
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle	

Contenu du module :

- Les quadripôles en régime linéaire:

- 1- Généralités.
- 2- Représentation conventionnelle.
- 3- Paramètres caractéristiques. $Tr(\omega)$
 - paramètres impédances (Z_{ii});
 - paramètres admittances (Y_{ii});
 - paramètres hybrides (h_{ii}).
- 4- Fonctions de transfert $Tr(\omega)$:
 - transmittance de tension $Tr(\omega) = \underline{U_s}/\underline{U_e}$;
 - transmittance de courant $Tr(\omega) = \underline{I_s}/\underline{I_e}$;
 - transimpédance $Tr(\omega) = \underline{U_s}/\underline{I_e}$;
 - transadmittance $Tr(\omega) = \underline{I_s}/\underline{U_e}$.
- 5- Réponse en fréquence d'un quadripôle Q.
- 6- Notions sur le filtrage (définitions).
- 7- Classification des filtres:
 - passe bas, passe haut.
 - passe bande, coupe bande.
- 8- Représentations graphiques:
 - l'échelle logarithmique.
 - utilisation du papier semi-log.
 - diagramme de bode:
 - tracée de la courbe de gain.
 - tracée de la courbe de phase.
 - diagramme de Nequist.
 - tracée des réponses des différents filtres.
 - exemples de filtres à AOI.
- 9- Association des quadripôles: mise en cascade, en parallèle et en série.

II- Les systèmes bouclés

- 1- Généralités.
 - Limites des systèmes en boucle ouverte, systèmes bouclés et équations fondamentales.

Nota:

Le système, ici, n'est pas obligatoirement un système électronique, le professeur procédera par une approche globale des systèmes bouclés.

2- La réaction négative : « CONTRE RÉACTION »

- Définition.
- Analyse d'une C.R
- Les quatre types de C.R:
 - tension/tension = parallèle/série;
 - tension/courant = parallèle/parallèle;
 - courant/courant = série/parallèle;
 - courant/tension = série/série.
- Propriétés fondamentales.
- Effet sur la stabilité du transfert.
- Effet sur la résistance d'entrée et sur la résistance de sortie.
- Élargissement de la bande passante.

3- Étude de quelques exemples:

- montages à transistors
- montages à AOI.

Nota:

Pour cette partie du module, le professeur prépare une série d'exercices à traiter sous forme de travaux dirigés. L'élève est appelé à réfléchir et à essayer de les résoudre par lui-même en dehors des heures de cours.

4- La réaction positive:

- Définition.
- Propriétés fondamentales.
- Étude des oscillateurs harmoniques:
 - transfert en boucle ouverte,
 - transfert en boucle fermée.
- Conditions d'oscillation.
 - condition de pulsation;
 - condition de phase.

5- Étude de quelques exemples:

- oscillateur à pont de Wien.
- oscillateur à circuit déphaseur.

Nota:

Pour cette partie du module, le professeur prépare une série d'exercices à traiter sous forme de travaux dirigés.

Pour une meilleure gestion du temps, le professeur utilisera le rétroprojecteur. Des documents photocopiés à compléter par les élèves doivent être préparés par le professeur chaque fois que cela s'avère nécessaire.

Compétences attendues

- identifier les différents éléments qui constituent le montage, à savoir les différents composants, générateurs, ...
- définir la fonction de chacun de ces éléments dans le contexte du montage.
- identifier les différentes grandeurs caractéristiques du montage à savoir les tensions, courants, impédances et fonctions de transfert.
- proposer un modèle équivalent au montage du point de vue fonctionnel.
- préciser les limites de validité d'un modèle (schéma équivalent).
- déterminer les différents paramètres caractéristiques d'un quadripôle: les paramètres admittances, impédances et hybrides.

- déterminer les limites de fonctionnement en puissance et en fréquence d'un montage électronique.
- utiliser les représentations graphiques dans l'analyse du comportement d'un dispositif électronique, aussi bien d'un montage complexe que d'un composant isolé.

Descriptif du module

Intitulé du module :	Les machines électriques	Code ⁽¹⁾ : GE SPS VI
Filières	GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾	C.Ob.	
Plan du module :	Volume horaire	
I- Circuits magnétiques en courant alternatif	6h	
II- Transformateurs	8h	
III- Machines tournantes à courant alternatif	12h	
Évaluation	4h	
Éléments méthodologiques		
- Cours + expérimentation		
- Travaux dirigés		
Moyens didactiques nécessaires :		
- Laboratoire équipé en matériel didactique approprié.		
- Salle des machines électriques		
(1)	code de la filière code de la matière code de la session	
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle	

Contenu du module :

I- Circuit magnétique en courant alternatif :

- bobine soumise à une tension sinusoïdale:
 - ◆ noyau non ferromagnétique, noyau ferromagnétique;
 - ◆ pertes magnétiques dans le noyau: hystérésis, courants de Foucault;
 - ◆ allure du courant dans une bobine à noyau ferromagnétique (approche:"i" considéré sinusoïdal);
 - ◆ modèle d'une bobine à noyau ferromagnétique.

II- Transformateurs :

1. Transformateur monophasé:

- description, théorie élémentaire du transformateur parfait;
- comportement à vide et en charge du transformateur réel;
- schéma équivalent du transformateur réel;
- approximation de Kapp;
- rendement du transformateur (méthode directe et méthode des pertes séparées).

2. Transformateur triphasé:

- principe des différents couplages: étoile-triangle, zigzag (rapport de transformation m et M);
- rôle dans le transport de l'énergie électrique.

III- Machines tournantes à courant alternatif

1. Champ tournant:

- enroulement tournant parcouru par un courant continu;
- enroulement fixe parcouru par un courant sinusoïdal;
- enroulement fixe triphasé parcouru par un système de courants triphasés.

2. Alternateurs triphasés:

- organisation de la machine;
- principe de fonctionnement: fonctionnement à vide, en charge;
- réaction magnétique d'induit;
- diagramme de Behn-Eschenburg;
- rendement.

3. Moteur asynchrone à rotor en court-circuit:

- principe de fonctionnement, vitesse de synchronisme, glissement;
- fréquence des courants rotoriques;
- couple moteur: caractéristiques mécanique et électromécanique.

4. Moteur asynchrone à rotor bobiné:

- influence de la résistance rotorique au démarrage;
- étude mathématique simplifiée.

Compétences attendues :

- Circuit magnétique en courant alternatif :

- définir une bobine à fer doux.
- savoir la raison qui impose de feuilletter le circuit magnétique.
- savoir le rôle du noyau.
- appréhender l'effet de la saturation du fer sur la forme de la tension.
- analyser le cycle d'hystérésis d'une bobine alimentée sous une tension sinusoïdale.
- faire la représentation vectorielle de u , e et i .
- appliquer la relation exprimant la valeur efficace de la f.é.m. engendrée dans une bobine donnée.
- déterminer les éléments du schéma équivalent d'une bobine à noyau de fer.
- énoncer la solution industrielle de limitation des pertes par courants de Foucault et par hystérésis dans les circuits magnétiques.
- savoir que la puissance active dans une bobine à noyau de fer correspond aux différentes pertes.
- calculer la puissance réactive qui correspond à la puissance magnétisante.

II- Transformateurs

1. Transformateur monophasé:

- exprimer les propriétés du transformateur sans fuites, sans pertes et parfait pour les courants.
- tracer le diagramme vectoriel correspondant à E_2 , I_2 et I_1 ;
- élaborer le schéma du montage et réaliser les essais à vide et en charge du transformateur.
- énoncer les phénomènes qui régissent le fonctionnement du transformateur réel.
- faire le schéma équivalent du transformateur réel.
- assimiler le transformateur réel alimenté sous U_1 (c^{te}) à un générateur caractérisé par U_{20} , Z_s .
- déterminer expérimentalement R_s et X_s .
- déterminer la chute de tension par la méthode graphique.
- calculer la chute de tension en utilisant la formule approchée.
- calculer le rendement du transformateur par la méthode des pertes séparées et par la méthode directe.
- déduire que le rendement est maximal pour les pertes fer égales aux pertes cuivres.

2. Transformateur triphasé:

- citer les différentes caractéristiques du transformateur triphasé.
- étant donné le couplage, chercher les relations entre m , M , U , U_{20} , N_1 et N_2 .

III- Machines tournantes à courant alternatif

1. Champ tournant:

- appréhender la contrainte que la répartition de l'induction soit sinusoïdale dans l'entrefer.
- exprimer l'induction B en un point M de l'entrefer.
- donner la signification des principaux termes relatifs au bobinage des machines électriques à champ tournant.

2. Alternateurs triphasés:

- exprimer la valeur instantanée de la f.é.m. produite dans les conducteurs balayés par un champ à 2 pôles et tournant à la vitesse angulaire N .
- appliquer la relation donnant la valeur efficace de « e » en fonction du flux sous un pôle.
- tracer et exploiter la caractéristique en charge d'un alternateur alimentant un circuit à $\cos\varphi = \text{cte}$ (inductif, capacitif, résistif).
- calculer les différentes vitesses en fonction de « p » pour les fréquences 50 Hz et 60 Hz.
- tracer et exploiter le diagramme de Behn-Eschenburg.
- déterminer expérimentalement la réactance synchrone.
- calculer le rendement d'un alternateur.
- calculer le rendement d'un groupe de production de l'énergie électrique.

3 et 4. Moteurs asynchrones:

- décrire les principales parties constituant le moteur asynchrone.
- expliquer par écrit le principe de fonctionnement du moteur asynchrone 3~.
- calculer la vitesse de synchronisme.
- définir le glissement.
- déterminer le couplage des enroulements en fonction des indications du constructeur du moteur et de la tension du réseau.
- appréhender l'action magnétique des courants rotoriques et la compensation en appel de courant au stator qu'elle impose.
- calculer la fréquence des courants rotoriques connaissant la vitesse de rotation.
- faire le bilan des puissances du moteur et calculer son rendement.
- faire l'étude expérimentale du moteur asynchrone : fonctionnement à vide, en charge, démarrage (couplage) et vérification des données constructeur.
- déterminer graphiquement et par calcul, le point de fonctionnement du moteur asynchrone entraînant une charge (caractéristique mécanique connue).
appréhender l'influence de la résistance rotorique et du glissement sur le couple.

7. INFORMATIQUE

Descriptif du module

Intitulé du module :	Architecture d'un ordinateur et système d'exploitation	Code ⁽¹⁾ : GE INF II
Filières	GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾	C.O.II	
Plan du module :		Volume horaire
I- Architecture des ordinateurs		2h
II- Composants d'un ordinateur		4h
III- Périphériques		6h
IV- Système d'exploitation		14h
Évaluation		4h
Éléments méthodologiques		
Ce cours doit être accompagné de travaux pratiques immédiats		
Moyens didactiques nécessaires :		
- PC périphériques.		
- Eléments discrets : carte mère, µprocesseurs, mémoires...		
(1)	code de la filière code de la matière code de la session	
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle	

Contenu du module :

I- Architecture des ordinateurs

II- Composants d'un ordinateur:

- unité centrale, clavier, souris, écran; disques,...
- unité centrale: carte mère, mémoire, µprocesseur,...

III- Périphériques:

- imprimante, CD-Rom, DVD, scanner,...

IV- Système d'exploitation:

- définition et rôle;
- Windows:
 - bureau, gestionnaire de fichiers, ...
 - accessoires: NotPad, PaintBrush, ...

Compétences attendues :

- Décrire la structure d'un ordinateur.
- Reconnaître les différents périphériques.
- Utiliser correctement les différents périphériques.
- Exploiter les ressources d'un système d'exploitation.

Descriptif du module

Intitulé du module :	Logiciels de bureautique	Code⁽¹⁾ : GE INF III
Filières	GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾	C.O.II	
Plan du module :	Volume horaire	
I- Traitement de texte	8h	
II- Tableur	10h	
III- Gestionnaire de base de données	8h	
Évaluation	4h	
Éléments méthodologiques		
Cours de lancement et Travaux dirigés		
Moyens didactiques nécessaires :		
PC et logiciels spécifiques.		
(1)	code de la filière code de la matière code de la session	
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle	

Contenu du module :

I- Traitement de texte:

- présentation du logiciel;
- fonctions et commandes usuelles;
- création, enregistrement, ... d'un document;
- applications.

II- Tableur:

- présentation du logiciel;
- fonctions et commandes usuelles;
- création, enregistrement, ... d'un document;
- applications.

III- Gestionnaire de base de données:

- présentation du logiciel;
- fonctions et commandes usuelles;
- création, enregistrement, exploitation... d'une base de données;
- applications.

Compétences attendues :

- Exploiter correctement les logiciels de bureautique

Descriptif du module

Intitulé du module :		Programmation I	Code⁽¹⁾ : GE INF IV
Filières		GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾		C.O.II	
Plan du module :		Volume horaire	
I- Algorithmique de base et organigrammes		4h	
II- Eléments du langage Pascal		22h	
Évaluation		4h	
Éléments méthodologiques			
Ce cours doit être accompagné de travaux pratiques immédiats			
Moyens didactiques nécessaires :			
PC et le logiciel Pascal.			
(1)	code de la filière code de la matière code de la session		
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle		

Contenu du module :

I- Algorithmique de base et organigrammes

II- Eléments du langage Pascal:

- La structure d'un programme Pascal;
- Les différents types;
- Les différents opérateurs;
- Les structures de contrôle;
- Les boucles;
- Les types structurés;
- Les procédures et fonctions;
- Les pointeurs (initiation);
- Les fichiers (initiation).

Compétences attendues :

- Etablir l'algorithme d'un problème donné.
- Traduire l'algorithme en un programme Pascal.

Descriptif du module

Intitulé du module :		Programmation II	Code⁽¹⁾ : GE INF V
Filières		GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾		C.O.II	
Plan du module :		Volume horaire	
I- Système de développement rapide d'application		10h	
II- Élément de base de programmation orientée objet		6h	
III- programmation sous Delphi		10h	
Évaluation		4h	
Éléments méthodologiques			
Ce cours doit être accompagné de travaux pratiques immédiats			
Moyens didactiques nécessaires :			
PC et le logiciel Pascal.			
(1)	code de la filière code de la matière code de la session		
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle		

Contenu du module :

I- Système de développement rapide d'application (RAD):

- Introduction et modèle Propriété/Événement;
- Étapes d'écriture d'un programme (sous Delphi):
 - définir l'interface graphique;
 - initialiser la propriété, écrire le code;
 - faire démonstration à travers un "petit programme".
- Composants de base:
 - Zone de texte, bouton, label, menu, etc

II- Éléments de base de programmation orientée objet:

- Notion de classe (données, méthodes, ...);
- Notion d'héritage.

III- Programmation sous Delphi:

- Suite d'étude des composants;
- Programmation avancée: routines d'assembleur,

Compétences attendues :

- Traduire un algorithme en un programme dans l'environnement Delphi.

Descriptif du module

Intitulé du module :		Applications de programmation	Code ⁽¹⁾ : GE INF VI
Filières		GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾		C.O.II	
Plan du module :		Volume horaire	
Conception et réalisation d'une application informatique		24h	
Évaluation		4h	
Éléments méthodologiques			
(*) Les domaines d'application sont cités ici à titre d'exemple et sont choisis dans le cadre de travail d'équipe élèves et professeurs			
Moyens didactiques nécessaires :			
PC et logiciels de programmation.			
(1)	code de la filière code de la matière code de la session		
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle		

Contenu du module :

Conception et réalisation d'une application informatique.

- Domaines d'application (*):
 - Scientifique et technique:
 - acquisition de données analogiques (T°, ...);
 - automatisation;
 - simulation.
 - Base de données:
 - Gestion du stock;
 - Gestion administrative.

Compétences attendues :

- Développer une application simple dans l'environnement Delphi.

8. TRAVAUX PRATIQUES DE LABORATOIRE

INTRODUCTION AUX TPL

Éléments méthodologiques:

Les TPL sont des modules basés sur l'expérimentation, la manipulation et la réalisation dans le domaine électrique et électronique comme dans celui des automatismes et de la microinformatique. Ils forment l'outil adéquat pour développer le savoir-faire pratique basé sur l'analyse et la synthèse et constituent de ce fait un moyen opportun pour l'évaluation formative.

Les TPL sont à préparer d'avance par les élèves à partir d'un document fourni par leur professeur. La séance des TPL doit être réservée essentiellement aux relevés de mesures, à l'interprétation des résultats obtenus ou aux réalisations proposées.

Un compte rendu est systématiquement rédigé en fin de séance.

Nota 1:

Les réalisations en TPL associées aux sessions II, III et IV visent à faire des synthèses des modules concernés; pour cela on recommande que :

- Le support de réalisation soit un circuit imprimé;
- La réalisation ait un caractère didactique (pouvant servir de maquette de TPL);
- La réalisation soit simple pour qu'elle puisse être achevée en deux séances (6 h);
- Les circuits mis en œuvre soient disponibles.

Nota 2:

Toutes les séances de TPL sont assurées dans des salles spécialisées (laboratoire de mesures ou salle des machines) équipées en matériel nécessaire.

Descriptif du module

Intitulé du module : Travaux pratiques de laboratoire I		Code⁽¹⁾ : GE TPL II
Filières	GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾	C.Ob.	
Plan du module :	Volume horaire	
- Mesure des grandeurs en courant continu	3h	
- Mesure des résistances	3h	
- Mesure de puissance en courant continu	3h	
- Association des dipôles passifs et actifs linéaires	3h	
- Circuits en logique combinatoire	3h	
- Installation d'éclairage	3h	
- Circuits en logique séquentielle	3h	
- Réalisation de montage simple	6h	
• Circuit imprimé	3h	
• soudure		
Évaluation		
Éléments méthodologiques		
Moyens didactiques nécessaires :		
(1)	code de la filière code de la matière code de la session	
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle	

Contenu du module :

Mesure des grandeurs en courant continu:

- Mesure d'un courant;
- Mesure d'une tension;
- Influence de l'introduction d'un ampèremètre ou d'un voltmètre dans un circuit;
- Erreurs expérimentales, incertitudes sur une mesure.

Mesure des résistances:

- Méthode volt-ampèremétrique:
 - Montage amont;
 - Montage aval;
 - Choix de la méthode.
- Pont de Wheatstone:
 - Principe;
 - Condition de l'équilibre du pont;
 - Mesure.

Mesure de puissance en courant continu:

- Principe;
- Utilisation de l'ampèremètre et du voltmètre;
- Utilisation du wattmètre.

Association des dipôles passifs et actifs:

- Circuits RC, RL, RLC série;
- Relevés des différentes allures;
- Mise en évidence des déphasages et de la résonance (RLC).

Circuits en logique combinatoire:

- Algèbre de Boole:
 - Vérification de propriétés de l'A.B. sur simulateur (addition, produit logique);

- Vérification de la table de vérité de portes logiques sur simulateur (AND, OR, INVERSEUR);
- Modélisation des fonctions logiques.

Circuits en logique séquentielle:

- Étude des bascules RS et JK;
- Étude du compteur asynchrone.

Installation d'éclairage:

- Câblage d'une installation domestique:
 - Va et vient;
 - Double allumage.
 - Télecateur.

Réalisation de montage simple:

Réalisation d'un voltmètre à deux calibres.

Descriptif du module

Intitulé du module :	Travaux pratiques de laboratoire II	Code ⁽¹⁾ : GE TPL III
Filières	GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾	C.O.II	
Plan du module :		Volume horaire
- Application à base de circuits logiques intégrés		3h
- Utilisation de l'oscilloscope : mesure de $\hat{A}$ de f et de ϕ		3h
- Appareils de mesure		3h
- Etude de dipôle en régime sinusoïdal		3h
- Mesure de puissance en alternatif monophasé		3h
- Mesure de puissance en alternatif triphasé		3h
- Séquenceur électronique		3h
- Réalisation d'un circuit à base de circuit intégré logique (ex. compteur...)		6h
Évaluation		3h
Éléments méthodologiques		
Voir introduction aux TPL		
Moyens didactiques nécessaires :		
(1) code de la filière code de la matière code de la session		
(2) composante obligatoire ou composante optionnelle		

Contenu du module :

Application à circuit logique intégré:

Étude d'une carte de comptage affichage:

- Étude du décodeur BCD/7 segments et afficheur;
- Étude du latch;
- Étude du compteur;
- Câblage de l'ensemble.

Utilisation de l'oscilloscope:

- Etude théorique:
 - Principe;
 - Tube cathodique;
 - Schéma synoptique.
 - Base de temps: balayage linéaire, balayage déclenché.
- Exploitation:
 - Mesure de fréquence;
 - Mesure de déphasage;
 - Méthode directe;
 - Méthode de Lissajoux.

Appareils de mesure:

- principe de fonctionnement:
 - Appareils magnétoélectriques;
 - Appareils ferromagnétiques;
 - Appareils numériques.
- Précision des appareils – incertitudes sur les mesures:
 - Classification des erreurs;
 - Définition des erreurs et incertitudes;
 - Calcul de l'incertitude sur une mesure.

Étude des dipôles en régime sinusoïdal:

- Circuits RC, RL, RLC série:

- Relevé des différentes allures à l'oscilloscope;
- Mesure des impédances;
- Mise en évidence de déphasage.

Mesure de puissance en monophasé:

- Mesure de la puissance active:
 - Charge résistive;
 - Charge inductive
 - groupement RLC.

Mesure de puissance en triphasé:

- Mesure de la puissance en montage:
 - équilibré;
 - déséquilibré.
- Méthode des 3 wattmètres;
- Méthode des 2 wattmètres;
- Puissance réactive;
 - Détermination du facteur de puissance.

Séquenceur électronique:

- Étude d'un module à base de bascule RS;
 - Application à un grafctet linéaire.

Réalisation d'un circuit à base de CI (ex. compteur) :

- Étude du circuit;
- Choix du CI;

Réalisation.

Descriptif du module

Intitulé du module : Travaux pratiques de laboratoire III		Code ⁽¹⁾ : GE TPL IV
Filières	GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾	C.O.II	
Plan du module :	Volume horaire	
- Diode à jonction – redressement - filtrage	3h	
- Réalisation d’une installation électrique industrielle	3h	
- Application au séquenceur électrique	3h	
- Génératrice à courant continu à excitation indépendante	6h	
- Moteur à courant continu à excitation shunt	3h	
- Transistor bipolaire	3h	
- Réalisation d’une alimentation stabilisée de faible puissance	6h	
Évaluation	3h	
Éléments méthodologiques		
Voir introduction aux TPL		
Moyens didactiques nécessaires :		
Voir introduction aux TPL		
(1)	code de la filière code de la matière code de la session	
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle	

Contenu du module :

Diode à jonction: redressement et filtrage

- Relevé de la caractéristique $U=f(I)$;
- Application: redressement sur charge résistive;
- Mise en évidence du filtrage.

Réalisation d'une installation électrique industrielle :

- Câblage d'une installation 3 ~ comprenant::
 - Sectionneur;
 - Disjoncteur;
 - Contacteur;
 - Relais thermique;
 - récepteur 3 ~.

Application au séquenceur électrique :

- Étude d'un module de phase;
- Application sur grafcet linéaire.

Les deux TP —Génératrice et moteur à courant continu-- doivent être précédés d'un cours de lancement (résumé et concis) sur la machine à courant continu, traitant les notions suivantes :

Machines à courant continu :

- organisation, force électromotrice à vide et en charge, réversibilité;
- moteurs à excitation indépendante et shunt:
 - ◆ propriétés essentielles:
 - caractéristiques de réglage, en charge;
- moteurs à excitation indépendante et shunt:
 - ◆ propriétés essentielles:
 - caractéristiques électromécanique et mécanique;
 - réglage de la vitesse, inversion du sens de rotation.
- moteurs à excitation série:
 - ◆ schéma des essais: conditions, but;
 - ◆ caractéristiques $n=f(I)$, $C=f(n)$, $E_v=f(I)$;

Séance de TP :

- Génératrice à CC à excitation indépendante :
- Mesure de la résistance des enroulements;
- Relevé de la caractéristique à vide.

- Relevé de la caractéristique en charge;
- Caractéristique de réglage.

Moteur à CC à excitation shunt :

- Démarrage (condition);
- Caractéristique de vitesse $N=f(I)$;
- Caractéristique du couple $C=f(I)$;
- Caractéristique du couple $C=f(N)$.

Transistor bipolaire :

- Détermination du point de repos;
- Mise en évidence de l'amplification sur un montage à base du transistor bipolaire

Réalisation d'une alimentation stabilisée :

- Schéma synoptique;
- Étude des différents étages.
- Choix des composants;

Réalisation.

Descriptif du module

Intitulé du module : Travaux pratiques de laboratoire IV		Code ⁽¹⁾ : GE TPL V
Filières	GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾	C.O.II	
Plan du module :		Volume horaire
- Relevé des paramètres d'un quadripôle		3h
- Automate programmable industriel (I)		3h
- Automate programmable industriel (II)		3h
- Automate programmable industriel (III)		3h
- Initiation au débbuger Microsoft		3h
- Application au 8086 (I)		3h
- Application au 8086 (II)		3h
- Multivibrateurs		3h
- Montage amplificateurs à base d'AOP		3h
Évaluation		3h
Éléments méthodologiques		
Voir introduction aux TPL		
Moyens didactiques nécessaires :		
Voir introduction aux TPL		
(1)	code de la filière code de la matière code de la session	
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle	

Contenu du module :

Relevé des paramètres d'un quadripôle:

- Relevé des paramètres: $R_e, R_s, T = |V_s/V_e|$
- Réponse en fréquence pour;
 - filtre passe-bas;
 - filtre passe-haut.
- Tracé des diagrammes de Bode.

Automate programmable industriel I :

- Présentation de l'automate:
 - Langage;
 - Console ou Logiciel de programmation.
- Réalisation des opérations de base:
 - Opérations logiques combinatoires;
- Applications.

Automate programmable industriel II :

- Réalisation des opérations de base:
 - Opérations en logique séquentielle ;
 - Temporisation;
 - Comptage;
 - Applications.

Automate programmable industriel III :

- Matérialisation d'un grafctet.

Initiation au débbuger de microsoft :

- Description du débbuger;
- Utilisation des différentes instructions;
- Écriture et exécution d'un programme assembleur simple.

Application au 8086 (I) :

- Écriture d'un programme assembleur:

- Addition 2 octets + 2 octets;
- Transfert d'une liste de 20 octets;
- Classification des éléments d'une liste par ordre croissant.

- Exécution du programme sur machine.

Application au 8086 (II) :

- Écriture d'un programme assembleur avec utilisation éventuelle des interruptions 10 H et 16 H de MS-Dos pour l'affichage sur écran et saisie d'un caractère du clavier:
 - Effacement d'écran;
 - Changement des attributs d'affichage... .
- Exécution du programme sur machine.

Multivibrateurs :

- Réalisation d'un astable et d'un monostable à base du NE 555;
- Réalisation d'un astable à base de portes C-MOS.

Montages amplificateurs à base d'AOP :

- Montage: inverseur, non-inverseur, suiveur ;

Montage intégrateur.

Descriptif du module

Intitulé du module : Travaux pratiques de laboratoire V		Code⁽¹⁾ : GE TPL VI
Filières		GÉNIE ÉLECTRIQUE
Nature du module ⁽²⁾		C.O.II
Plan du module :		Volume horaire
- Transformateur monophasé		3h
- Alternateur		3h
- Moteur asynchrone		3h
- Démarrage étoile - triangle		3h
- Application sur le variateur de vitesse industriel		3h
- Simulation des systèmes asservis à base des AOP		6h
- Redresseur commandé		3h
- Réalisation d'un hacheur		3h
Évaluation		3h
Éléments méthodologiques		
Voir introduction aux TPL		
Moyens didactiques nécessaires :		
Voir introduction aux TPL		
(1)	code de la filière code de la matière code de la session	
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle	

Contenu du module :

Transformateur monophasé :

- Essais: à vide, en charge et en court-circuit;
- Diagramme de Kapp;
- Rendement:
 - Méthode directe;
- Méthode des pertes séparées.

Alternateur monophasé :

- Essais: à vide, en charge et en court-circuit;
- Diagramme de Behneschenburg;
- Rendement.

Moteur asynchrone :

- Relevé des courbes de glissement, du facteur de puissance en fonction du courant absorbé dans le cas d'un moteur:
 - A rotor en court-circuit;
 - A rotor bobiné.
- Détermination du rendement.

Démarrage étoile-triangle :

- Câblage du circuit de démarrage d'un moteur asynchrone 3 ~;
- Choix du matériel pour circuits de puissance et de commande;
- Essai du montage.

Applications sur le variateur de vitesse industriel :

- Présentation du variateur;
- Choix de la charge;
- Essais.

Simulation des systèmes asservis à base d'AOP (système de 2nd ordre) :

- Réalisation de la chaîne directe par un filtre actif de 2nd ordre;
- Relevé de la réponse temporaire par excitation en signal carré;

- Réalisation de la chaîne de retour par un pont diviseur;
- Réalisation du comparateur par ampli de différence;
- Réalisation de l'ensemble bouclé:
 - Relevé de la sortie et de la consigne (signal carré);
 - Action sur le gain;
 - Conclusion.

Redressement commandé :

- Schéma de montage du circuit de puissance et de commande;
- Choix des composants
- Relevé des allures de U et de I sur charge résistive en fonction du rapport cyclique.

Réalisation d'un hacheur à base de transistor de puissance :

- Réalisation d'un hacheur série sur une maquette à l'aide d'un transistor de puissance (la charge sera un moteur à CC);
- Réalisation sur la même maquette d'un astable à base d'AOP à fréquence et rapport cyclique variables;
- Relevé à l'oscilloscope:
 - de la tension de sortie;
 - du courant de sortie;
 - du courant dans la diode de roue libre;
 - du courant dans le transistor.
- Mise en évidence de l'influence de la variation de l'inductance de lissage et de la fréquence de commande sur la variation de l'ondulation du courant.

9. CONSTRUCTION

Descriptif du module

Intitulé du module : Représentations graphiques - conventions		Code ⁽¹⁾ :GE CONS II
Filières	GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾	C.Ob.	
Plan du module :	Volume horaire	
I- Généralités sur le dessin technique, conventions	3h	
II- Tracés géométriques, intersections	3h	
III- représentation géométriques des pièces	4h	
IV- Exécution graphique de la cotation	2h	
V- représentation schématique	4h	
VI- Tolérances et ajustements	2h	
VII- Etat des surfaces	2h	
VIII- Cotation fonctionnelle	4h	
IX- Notions de DAO / CAO	2h	
Évaluation	4h	
Éléments méthodologiques		
Utiliser l'approche système		
Moyens didactiques nécessaires :		
Plans d'ensemble,		
Supports réels ou maquetés,		
Moyens audiovisuels,		
Logiciels spécifiques,		
Documentation technique.		
(1)	code de la filière code de la matière code de la session	
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle	

Contenu du module :

I- Généralités sur le dessin technique, conventions:

- normalisation, écriture normalisée, formats, cartouche, traits, échelles.

II- Tracés géométriques, intersections:

- tangentes, raccordements, polygones réguliers;
- intersections:
 - intersection cylindre/plan : plan quelconque par rapport à l'axe du cylindre.
 - intersection cône/plan : plan // à l'axe du cône.
 - intersection cylindre / cylindre (axes $\perp$) :
 - mêmes diamètres;
 - diamètres différents.

III- Représentation géométrique des pièces:

- représentation cavalière;
- projections orthogonales;
- sections – hachures:
 - section sortie;
 - section rabattue.

IV- Exécution graphique de la cotation :

- dimensions linéaires;
- dimensions angulaires.

V- Représentation schématique :

- schéma cinématique;
- schéma architectural;

- schéma technologique.
- VI- Tolérances et ajustements :
 - Cote ISO, ajustements, position des écarts, tolérances, alésage normal, arbre normal, ajustements couramment utilisés, écarts fondamentaux.
- VII- État de surfaces :
 - Définition des différentes surfaces :
 - surface réelle;
 - surface géométrique;
 - surface spécifiée;
 - surface mesurée.
 - Caractéristiques du profil :
 - longueur d'évolution;
 - longueur de base;
 - ligne moyenne.
 - Paramètres :
 - profondeur moyenne rugosité;
 - écart moyen arithmétique du profil.
 - Indication d'un état de surface sur un dessin.
- VIII- Cotation fonctionnelle :
 - cote condition ou condition fonctionnelle;
 - surfaces : terminales, d'appui, fonctionnelles;
 - chaînes de cotes;
 - calcul.
- IX- Notions de DAO/CAO.

Compétences attendues :

- Utiliser les normes et les conventions de représentation.
- Lire un dessin d'ensemble.
- Appréhender le fonctionnement d'un mécanisme.
- Traduire le fonctionnement par un schéma.
- Imaginer les formes dans l'espace.
- Calculer les jeux dans une chaîne de cotes.

Descriptif du module

Intitulé du module :	Désignation – Technologie de construction - Fonction liaison	Code⁽¹⁾ : GE CONS III
Filières	GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾	C.Ob.	
Plan du module :		Volume horaire
I- Notions générales sur les matériaux		2h
II- Mise en œuvre des matériaux		3h
III- Désignation normalisée des matériaux		2h
IV- Construction soudée		2h
V- Construction moulée		2h
VI- Notions de fonction mécanique		4h
VII- Fonction liaison – étude des liaisons élémentaires		6h
VIII- Liaison encastrement		3h
IX- Notions sur le filetage		2h
Évaluation		4h
Éléments méthodologiques		
Utiliser l'approche système		
Moyens didactiques nécessaires :		
Plans d'ensemble, Supports didactiques, Moyens audiovisuels, Logiciels spécifiques, Documentation technique.		
(1)	code de la filière code de la matière code de la session	
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle	

Contenu du module :

I- Notions générales sur les matériaux :

- élaboration des matériaux.
- propriétés physiques, mécaniques.

II- Mise en œuvre des matériaux :

- moulage, déformation, usinage, filetage.

III- Désignation normalisée des matériaux :

- aciers, fontes, métaux et alliages non ferreux.

IV- Construction soudée :

- soudage autogène, brasage, représentation des soudures, tracé des pièces soudées.

V- Construction moulée:

- moulage en sable (principe).
- moulage en coquille (principe).
- tracé des pièces.

VI- Notion de fonction mécanique :

- fonction globale du mécanisme;
- fonctions techniques élémentaires:
 - liaison;
 - graissage;
 - étanchéité.

VII- Fonction liaison – étude des liaisons élémentaires :

- étude générale:

- iso statisme;
- degrés de liberté.
- les liaisons élémentaires:
 - symboles;
 - noms;
- schémas.

VIII- Liaison encastrement :

- liaisons démontables :
 - vis d'assemblage;
 - vis et écrou;
 - goujon, ...;
- liaisons non démontables:
 - soudage;
 - rivetage;
 - collage;
 - sertissage,

IX- Notions sur le filetage :

- représentation des filetages

Compétences attendues :

- Citer les propriétés physiques et mécaniques des matériaux.
- Identifier le procédé d'obtention d'une pièce.
- Déchiffrer la désignation d'un matériau.
- Représenter une construction soudée.
- Identifier une fonction technique élémentaire.
- Schématiser une liaison élémentaire.
- Identifier une liaison encastrement.
- Dessiner un filetage

Descriptif du module

Intitulé du module :	Fonction de guidage – Fonction lubrification – Fonction étanchéité	Code⁽¹⁾ : GE CONS IV
Filières	GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾	C.Ob.	
Plan du module :		Volume horaire
I- Guidage en rotation		5h
II- Guidage en transition		5h
III- Roulements		8h
IV- Fonction lubrification		4h
V- Fonction étanchéité		4h
Évaluation		4h
Éléments méthodologiques		
Utiliser l'approche système		
Moyens didactiques nécessaires :		
Plans d'ensemble, Supports didactiques, Moyens audiovisuels, Logiciels spécifiques, Documentation technique, Bancs d'essais.		
(1)	code de la filière code de la matière code de la session	
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle	

Contenu du module :

I- Guidage en rotation :

- guidage par glissement:
 - coussinets;
 - bague autolubrifiantes;
 - rotules.
- guidage par roulement.

II- Guidage en translation :

- guidage par glissement:
 - par une surface cylindrique;
 - par 2 surfaces cylindriques.
- guidage par roulement:
 - douilles à billes.

III- Roulements :

- Constitution d'un roulement
- Montage des roulements
 - Mise en position radiale
 - Mise en position axiale

IV- Fonction lubrification :

- nécessité de la lubrification;
- caractéristiques des lubrifiants;
- modes de lubrification;

V- Fonction étanchéité :

- nécessité;
- étanchéité statique, étanchéité dynamique.

Compétences attendues :

- Caractériser une fonction guidage.
- Expliquer le fonctionnement d'un montage de roulements.
- Identifier la fonction lubrification.
- Identifier la fonction étanchéité.

Descriptif du module

Intitulé du module : Transmission de puissance et de mouvements – transformation de mouvement		Code ⁽¹⁾ : GE CONS V
Filières	GÉNIE ÉLECTRIQUE	
Nature du module ⁽²⁾	C.Ob.	
Plan du module :	Volume horaire	
I- Les arbres et leurs supports	4h	
II- Transmission de puissance – mouvement circulaire	4h	
III- Transmission de puissance avec transformation de mouvement	8h	
IV- Transmission de puissance et changement de fréquence de rotation	10h	
Évaluation	4h	
Éléments méthodologiques		
Utiliser l’approche système		
Moyens didactiques nécessaires :		
Plans d’ensemble,		
Supports didactiques,		
Moyens audiovisuels,		
Logiciels spécifiques,		
Système industriel		
Documentation technique,		
Bancs d’essais.		
(1)	code de la filière code de la matière code de la session	
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle	

Contenu du module :

Les arbres et leurs supports :

- arbres:
 - sollicitations;
 - paliers.

II- Transmission de puissance – mouvement circulaire:

- arbres en prolongement sans changement de couple:
 - accouplements rigides;
 - accouplements élastiques;
 - accouplements temporaires.

III- Transmission de puissance avec transformation de mouvement:

- systèmes vis-écrou, cames, système bielle-manivelle.

IV- Transmission de puissance et changement de Fréquence de rotation:

- poulies - courroie;
- pignon - chaîne;
- roues de friction;
- engrenages:
 - engrenages cylindriques à denture droite;
 - engrenages cylindriques à denture hélicoïdale;
 - engrenages conique à denture droite;
- roue et vis sans fin.

Compétences attendues :

- Identifier le (les) sollicitations(s) dans un arbre.
- Identifier la fonction transmission de puissance.
- Expliquer les solutions technologiques proposées.
- Caractériser un engrenage.
- Traduire par des schémas le fonctionnement des différents mécanismes étudiés.

Descriptif du module

Intitulé du module :		Transmission de puissance - Freins	Code ⁽¹⁾ :GE CONS VI
Filières	GÉNIE ÉLECTRIQUE		
Nature du module ⁽²⁾	C.Ob.		
Plan du module :	Volume horaire		
I- Arbres en prolongement	6h		
II- Freins	8h		
III- Circulation et transmission de la puissance hydraulique et pneumatique	12h		
Évaluation	4h		
Éléments méthodologiques			
Utiliser l’approche système			
Moyens didactiques nécessaires :			
Plans d’ensemble,			
Moyeux			
Logiciels spécifiques,			
Systèmes réels			
Documentation technique,			
Bancs d’essais.			
(1)	code de la filière code de la matière code de la session		
(2)	composante obligatoire ou composante optionnelle		

Contenu du module :

I- Arbres non en prolongement :

- joint d'Oldham;
- joint de cardan;
- joint homocinétique

I- Freins:

- freins à sabots;
- freins à sayle;
- freins à tambours;
- freins à disque.

III- Circulation et transmission de la puissance hydraulique et pneumatique:

- conduites;
- vérins, distributeurs, pompes, compresseurs.

Compétences attendues :

- Identifier le type d'accouplement des arbres non en prolongement.
- Traduire le fonctionnement des freins par des schémas.
- Citer les inconvénients et les avantages d'un mécanisme de freinage.
- Traduire le fonctionnement des mécanismes hydrauliques et pneumatiques par des schémas.
- Expliquer le fonctionnement des différents mécanismes.