

Classe de technologie industrielle pour techniciens supérieurs (ATS)

Programme de Génie Électrique.

Programme d'enseignement commun : Électrotechnique et Électronique. (50H)

Cet enseignement doit permettre à un étudiant, quel que soit son domaine de compétence initial, d'appréhender un système pluritechnologique dans son ensemble et d'en maîtriser les structures essentielles. On s'attachera, pour chaque domaine, à permettre à l'étudiant de s'approprier les notions de base, comme la mise en équations des circuits, utiliser les outils mathématiques fondamentaux de l'électricien, analyser une structure de conversion ou de modulation d'énergie.

Volume horaire
recommandé



Contenus	Objectifs	Commentaires	Volume horaire recommandé
1 – Électronique du signal			
<i>Electrocinétique</i>			
Dipôles élémentaires	Déterminer les réponses des dipôles de base aux stimuli fondamentaux (signal sinusoïdal, échelon) en utilisant le formalisme des complexes et les équations différentielles.		7H
Circuits électriques	Savoir utiliser les lois et théorèmes de l'électrocinétique (Kirchoff, superposition, Thévenin, Norton, Millman)		
Signaux électriques	Savoir calculer les valeurs moyennes et efficaces d'un signal périodique.		
<i>Systèmes linéaires et continus</i>			
Circuits du 1^{er} et 2^{ème} ordre en régime harmonique.	Établir la transmittance du circuit en régime harmonique. Tracer les diagrammes de Bode (gain et phase) de cette transmittance.	On pourra utiliser le formalisme de Laplace en s'aidant des tables de transformées usuelles.	9H
Circuits du 1^{er} et 2^{ème} ordre en régime variable.	Déterminer la réponse d'un circuit à un échelon. Caractériser les familles de réponse indicelle du second ordre en fonction du facteur d'amortissement.	L'utilisation d'un logiciel de simulation validera les méthodes de résolution utilisées.	
<i>Amplification linéaire intégrée</i>			
Montages fondamentaux à base d'amplificateurs linéaires intégrés.	Mettre en équation les montages utilisés en régime linéaire. Déterminer le comportement des montages non-linéaires suivants : comparateur à hystérésis, montage	L'utilisation d'un logiciel de simulation validera les méthodes de résolution utilisées.	5H

	astable		
Contenus	Objectifs	Commentaires	
2 – Électronique numérique			
<p>Numération, algèbre de Boole</p> <p>Logique combinatoire.</p> <p>Logique séquentielle, mémorisation (bascules RS, JK, D), comptage.</p>	<p>Appliquer les techniques de détermination et de réduction des équations booléennes</p> <p>Analyser une structure réalisée à partir d'opérateurs de base.</p> <p>Analyser une structure réalisée à partir d'opérateurs de base.</p>	<p>L'algèbre de Boole et la numération sont aussi abordés dans le chapitre consacré aux automatismes industriels. On veillera donc à la cohérence de l'approche sur ce sujet.</p> <p>Pour chaque fonction étudiée on s'appuiera sur des notices constructeurs.</p>	4H
3 – Conversion d'énergie électrique			
<p><i>Électronique de puissance</i></p> <p>Composants</p> <p>Le pont PD2 tout thyristor</p> <p>Réversibilité en tension et en courant</p>	<p>Connaître les propriétés et le comportement de la diode et du thyristor.</p> <p>Déterminer les chronogrammes des tensions et des courants.</p> <p>Calculer la valeur moyenne de la tension aux bornes de la charge.</p> <p>Calculer les courants moyens et efficaces.</p> <p>Calculer la puissance transmise ou fournie par la charge.</p>	<p>La charge envisagée est une machine à courant continu que l'on assimile à une source de courant constant.</p> <p>Les interrupteurs sont idéaux.</p>	3H
<p><i>Électronique de puissance</i></p> <p>Les hacheurs</p> <p>Le hacheur série à transistor.</p> <p>Le hacheur en pont à transistors</p>	<p>Représenter les chronogrammes des tensions et des courants.</p> <p>Calculer la valeur moyenne de la tension aux bornes de la charge.</p> <p>Calculer les courants moyens et efficaces.</p> <p>Calculer la puissance transmise ou fournie par la charge.</p>	<p>La charge envisagée est une machine à courant continu que l'on assimile à une charge E, L.</p> <p>Les interrupteurs sont idéaux.</p>	4H
<p><i>Le transformateur.</i></p> <p>Le transformateur parfait</p>			1H

Contenus	Objectifs	Commentaires	
<p><i>Machine à Courant Continu</i></p> <p>Principe de la machine à aimants permanents et de la machine à excitation séparée.</p> <p>Expression de la f.e.m. et du couple électromagnétique.</p> <p>Bilan de puissance, rendement.</p> <p>Équations de la MCC en régime variable (démarrage, modèle petits signaux utilisé en asservissements)</p>	<p>Déterminer le point de fonctionnement d'une machine à courant continu entraînant une charge donnée.</p> <p>Calculer les grandeurs électriques et mécaniques au point de fonctionnement.</p>	<p>La réaction de l'induit est hors programme.</p> <p>Les couples résistants envisagés sont le couple résistant constant et le couple résistant proportionnel à la fréquence de rotation.</p> <p>Modèle utilisé en asservissements.</p>	4H
<p><i>Système triphasé équilibré</i></p> <p>Tension simple, tension composée, courant en ligne.</p> <p>Représentations complexes et vectorielles.</p>	<p>Calculer le courant en ligne et le facteur de puissance dans une installation</p> <p>Faire les bilans de puissance active et réactive.</p>		2H
<p><i>La machine asynchrone triphasée</i></p> <p>Les champs tournants.</p> <p>Principe de la conversion d'énergie.</p> <p>Caractéristiques couple-vitesse et intensité-vitesse.</p> <p>Bilan de puissance</p>	<p>Définir le glissement.</p> <p>À partir des caractéristiques couple vitesse de la charge et de la machine, déterminer le point de fonctionnement.</p> <p>Calculer les grandeurs électriques et mécaniques au point de fonctionnement.</p>	<p>Aucun développement théorique ne sera fait sur les champs tournants, ni sur l'établissement du schéma équivalent.</p>	3H
<p>4 – Systèmes asservis linéaires et continus.</p>			
<p><i>Notions de système bouclé.</i></p> <p>Association de transmittances, schéma-bloc.</p> <p><i>Stabilité des systèmes bouclés.</i></p> <p>Marge de phase, marge de gain</p> <p><i>Précision des systèmes bouclés.</i></p> <p>Erreur statique, correcteurs P et PI</p>	<p>Déterminer la transmittance globale d'un système à partir de la connaissance des diverses transmittances qui le constituent.</p> <p>Estimer la stabilité d'un système à partir de la détermination graphique (diagrammes de Bode) des marges de phase et de gain.</p> <p>Déterminer l'erreur statique et évaluer les améliorations apportées par les correcteurs.</p>	<p>On utilisera le formalisme de Laplace. On s'appuiera sur des systèmes industriels de type asservissement de position et de vitesse.</p> <p>L'amélioration de la précision pourra être montrée en TP sans développements théoriques sur le sujet.</p>	8H

Programme d'enseignement modulaire

Les objectifs mentionnés pour chaque chapitre sont ceux qui doivent être atteints par les étudiants ayant opté pour des écoles du domaine du génie électrique. Ces objectifs intègrent ceux du programme d'enseignements communs. Les éventuelles répétitions indiquent simplement qu'aucune ambition supplémentaire n'est recherchée par rapport à celle de l'enseignement commun.

E1 : Électronique du signal. (30H).

Volume horaire
recommandé



Contenus	Objectifs	Commentaires	
1 – Électronique du signal	L'objectif général pour ce module est de permettre à l'étudiant de s'approprier les méthodes d'analyse des structures électroniques analogiques.		
<i>Electrocinétique</i> Quadripôles Signaux électriques	Caractériser les impédances d'entrée et de sortie d'un circuit. Adapter les impédances afin d'optimiser le transfert de puissance. Décomposer un signal périodique en série de Fourier.	On se placera dans le cas de circuits linéaires en régime harmonique	3H
2 – Systèmes linéaires et continus	L'objectif est de permettre à l'étudiant de caractériser les comportements fréquentiels et temporels des systèmes linéaires continus..		

<p><i>Systemes lineaires et continus</i></p> <p>Circuits du 1^{er} et 2^{eme} ordre en régime harmonique.</p> <p>Circuits du 1^{er} et 2^{eme} ordre en régime variable.</p>	<p>Choisir le formalisme mathématique adapté (complexes, équations différentielles, transformée de Laplace) afin de caractériser le comportement d'un système.</p> <p>Déterminer la fonction de transfert du système ou de l'association de systèmes élémentaires et de tracer les diagrammes de Bode correspondants.</p> <p>Calculer les caractéristiques du système (bande passante, pulsations de coupure, coefficient d'amortissement, etc..)</p> <p>Établir l'équation différentielle modélisant le système.</p> <p>Établir la fonction de transfert en utilisant le formalisme de Laplace et déterminer la réponse à un échelon.</p>	<p>L'utilisation d'un logiciel de simulation validera les méthodes de résolution utilisées.</p> <p>On utilisera les tables de transformée de Laplace.</p>	<p>15H</p>
Contenus	Objectifs	Commentaires	
<p>3 – Composants</p>	<p>L'objectif est de permettre à l'étudiant d'identifier et d'analyser les structures électroniques à base de composants discrets.</p>		
<p><i>Composants</i></p> <p>Le transistor bipolaire</p>	<p>Étudier le comportement statique et dynamique de la structure.</p> <p>Déterminer les modèles équivalents aux structures.</p> <p>Évaluer les impédances d'entrée et de sortie, le gain en tension d'un circuit.</p> <p>Extraire d'un document constructeur les caractéristiques principales d'un composant et justifier sa mise en œuvre dans la structure.</p>	<p>On se limitera à l'étude de la structure amplificatrice à transistor émetteur commun.</p> <p>Il faut particulièrement mettre l'accent sur le principe de la polarisation et des variations des signaux autour de ce point de repos.</p> <p>L'étude de ces caractéristiques sera basée sur celle d'un système industriel abordé par l'expérimentation classique ou par la simulation.</p>	<p>4H</p>
<p>4 – Amplification linéaire intégrée</p>	<p>L'objectif est de permettre à l'étudiant de maîtriser la mise en œuvre des structures à base d'amplificateurs linéaires intégrés (ALI)</p>		

<i>Amplification linéaire intégrée</i>			
Caractéristiques d'un ALI en boucle ouverte.	Lister les principales caractéristiques d'un ALI en boucle ouverte.	On pourra étudier les structures à base d'ALI comme exemples des systèmes rétro-actionnés dont on aborde la théorie dans le chapitre consacré aux systèmes asservis linéaires.	8H
Amplificateur linéaire intégré réel.	Déterminer la nature et les principales caractéristiques d'un filtre à base d'ALI. Évaluer l'influence des défauts statiques et dynamiques de l'ALI sur les montages fondamentaux.	On utilisera des notices constructeur. On utilisera un logiciel de simulation des circuits électriques et/ou des maquettes didactiques.	

E2 : Systèmes combinatoires et séquentiels. (20H).

L'objectif général pour ce module est de permettre à l'étudiant de s'approprier les méthodes d'analyse des structures d'électronique numérique.

Contenus	Objectifs	Commentaires	
<p>Logique combinatoire Codage, décodage, multiplexage, démultiplexage, comparaison.</p>	<p>Analyser des structures existantes</p> <p>Synthétiser à partir de fonctions de base une structure répondant à un cahier des charges fixé.</p> <p>Valider les choix relatifs à ce cahier des charges par une simulation logicielle.</p> <p>Réaliser et tester cette structure à l'aide de circuits logiques industriels standards.</p>	<p>Pour chaque fonction étudiée on s'appuiera sur une structure électronique extraite d'un système industriel réel (génération d'un signal MLI pour la commande d'un hacheur série...)</p> <p>On utilisera des notices constructeur.</p> <p>On utilisera un logiciel de simulation des circuits électriques et/ou des maquettes didactiques.</p>	20H
<p>Codeurs incrémental et absolu.</p>	<p>Choisir un capteur de position numérique et être capable de décoder et de traiter l'information fournie par le capteur.</p>	<p>Cette partie sera abordée sous la forme de travaux dirigés s'appuyant sur un système industriel.</p>	
<p>Systèmes séquentiels Mémorisation, comptage.</p>	<p>Analyser des structures existantes</p> <p>Synthétiser à partir de fonctions de base une structure répondant à un cahier des charges fixé.</p> <p>Valider les choix relatifs à ce cahier des charges par une simulation logicielle.</p> <p>Réaliser et tester cette structure à l'aide de circuits logiques industriels standards.</p>	<p>Pour chaque fonction étudiée on s'appuiera sur une structure électronique extraite d'un système industriel réel (génération d'un signal MLI pour la commande d'un hacheur série...)</p> <p>On utilisera des notices constructeur.</p> <p>On utilisera un logiciel de simulation des circuits électriques et/ou des maquettes didactiques.</p>	
<p>Représentation du comportement temporel d'un système de commande. Chronogrammes GRAFCET</p>	<p>Savoir analyser un ensemble de GRAFCET coordonnés ou hiérarchisés (limité à 3 GRAFCET), représentant le comportement temporel d'une partie commande industrielle.</p> <p>Savoir modifier un GRAFCET existant (forçages et règles 4 et 5 exclus)</p>	<p>Les 5 règles du GRAFCET sont au programme.</p> <p>Cependant, elles ne peuvent être l'objet de questions spécifiques au concours. Le GRAFCET peut être utilisé dans le sujet du concours pour décrire le fonctionnement temporel de la partie commande du système.</p> <p>L'implémentation du GRAFCET en composants programmables n'est pas traitée</p>	

E3 : Électrotechnique. (35H).

L'objectif général pour ce module est de permettre à l'étudiant de s'approprier les principes de base de la conversion d'énergie électrique.

Contenus	Objectifs	Commentaires	
<p><i>1 – Électronique de puissance</i></p> <p>Composants : Diode, Thyristor, Transistor bipolaire, Transistor MOS, IGBT</p>	<p>Caractériser les éléments mis en œuvre dans un modulateur d'énergie.</p>	<p>On présentera les principales caractéristiques de ces composants (réversibilité, courants et tensions maximaux, fréquence de commutation, pertes) en s'appuyant sur des documentations techniques.</p>	1H
<p>Montages redresseurs monophasés commandés.</p> <p>La diode de puissance.</p> <p>Le thyristor</p> <p>Le pont PD2 tout thyristor</p> <p>Réversibilité en tension et en courant</p> <p>Montages redresseurs monophasés non commandés.</p> <p>Montage PD2 avec filtrage capacitif</p>	<p>Déterminer les chronogrammes des tensions et des courants.</p> <p>Calculer la valeur moyenne de la tension aux bornes de la charge.</p> <p>Calculer les courants moyens et efficaces.</p> <p>Calculer la puissance transmise ou fournie par la charge.</p> <p>Choisir les diodes et les thyristors à l'aide d'une notice constructeur.</p> <p>Effectuer des calculs et des mesures d'ondulation.</p> <p>Déterminer les chronogrammes de la tension redressée et des courants dans les différents éléments.</p> <p>Dimensionner la capacité de filtrage.</p>	<p>La charge envisagée est une machine à courant continu que l'on assimile soit à une source de courant constant, soit à une charge (L, E). Les interrupteurs sont supposés parfaits, la conduction est continue.</p> <p>Un logiciel d'étude des circuits permettra d'étudier le régime discontinu.</p> <p>L'empiétement est hors programme.</p> <p>La charge consomme un courant constant</p>	8H

<p>Les hacheurs</p> <p>Le hacheur série à transistor.</p> <p>Le hacheur en pont à transistors</p>	<p>Déterminer les éléments en conduction.</p> <p>Représenter les chronogrammes des tensions et des courants.</p> <p>Calculer la valeur moyenne de la tension aux bornes de la charge.</p> <p>Calculer les courants moyens et efficaces.</p> <p>Calculer la puissance transmise ou fournie par la charge.</p> <p>Dimensionner la bobine de lissage.</p>	<p>La charge envisagée est une machine à courant continu que l'on assimile soit à une source de courant constant, soit à une charge (L, E). Les interrupteurs sont supposés parfaits, la conduction est continue</p>	<p>6H</p>
<p>2 – Circuits magnétiques, transformateur</p> <p>Bobine à Noyau de Fer : Caractéristique B(H) d'un matériau ferromagnétique. Notion de réluctance, loi d'Hopkinson.</p> <p>La bobine à noyau de fer en régime sinusoïdal basse fréquence (pertes fer, schéma équivalent), formule de Boucherot.</p> <p>Transformateur monophasé: Transformateur réel, chute de tension, bilan de puissances.</p>	<p>Déterminer dans des cas simples, la force magnétomotrice nécessaire pour obtenir un flux donné dans une portion de circuit magnétique.</p> <p>Exploiter le schéma équivalent, vu du secondaire, dans les hypothèses de Kapp.</p>	<p>Le schéma équivalent tient compte des pertes fer et de la puissance magnétisante. Le courant absorbé est sinusoïdal.</p>	<p>3H</p> <p>4H</p>
<p>3 - Systèmes triphasés équilibrés</p> <p>Tension simple, tension composée, courant en ligne.</p> <p>Représentations complexes et vectorielles.</p>	<p>Calculer le courant en ligne et le facteur de puissance dans une installation</p> <p>Mesurer des puissances actives et réactives.</p> <p>Faire les bilans de puissance active et réactive.</p>		<p>4H</p>

<p>4 – Machines Tournantes. Machine à courant continu :</p>	<p>Étudier les propriétés de la variation de vitesse de la MCC par action sur la tension aux bornes de l'induit à flux constant.</p>	<p>On pourra effectuer un TD et un TP supplémentaire sur la variation de vitesse de la MCC</p>	<p>3H</p>
<p>Machine asynchrone triphasée Notion de champ tournant. Technologie du moteur asynchrone. Couplage. Schéma équivalent. Principe de la variation de vitesse à $U/f=cte$.</p>	<p>Déterminer la relation liant le couple électromagnétique au glissement à partir du schéma équivalent. Identifier le point de fonctionnement d'une machine asynchrone entraînant une charge donnée. Établir le bilan des puissances.</p>	<p>Il s'agit d'étudier les caractéristiques externes de la machine asynchrone. Le diagramme du cercle est hors programme. Le moteur monophasé est hors programme. La variation de vitesse sera abordée en évitant de donner lieu à des développements théoriques compliqués. Ce thème sera abordé en travaux pratiques sous forme de mesures et de relevés des grandeurs U, I, f. La commande vectorielle est hors programme.</p>	<p>6H</p>

E4 : Systèmes Asservis Linéaires et Continus. (9H).

Contenus	Objectifs	Commentaires	
<p>1 – Stabilité des systèmes bouclés Marge de phase, marge de gain.</p>	<p>Évaluer la stabilité d'un système à partir d'une détermination graphique des marges de phase et de gain. L'outil graphique utilisé est le diagramme de Bode.</p>	<p>On s'appuiera sur des systèmes industriels de type asservissement de vitesse et de position.</p>	<p>9H</p>
<p>2 - Précision des systèmes bouclés. Erreur statique, correcteurs P et PI</p>	<p>Déterminer les erreurs statique et de traînage, évaluer les améliorations apportées par les correcteurs. Énoncer les effets des correcteurs sur la stabilité des systèmes bouclés.</p>	<p>On pourra en TP de simulation, montrer l'effet des correcteurs, sans s'engager dans des développements théoriques</p>	