

Classe de technologie industrielle pour techniciens supérieurs (ATS)

SCIENCES INDUSTRIELLES POUR L'INGENIEUR

ORGANISATION PEDAGOGIQUE

I - Répartition des enseignements

Dans ces classes les étudiants, quelle que soit leur origine, reçoivent un enseignement de tronc commun et un ensemble d'enseignements complémentaires correspondant aux groupes d'écoles visées.

Ainsi, en fonction des écoles visées, chacun se voit proposer un enseignement plus orienté vers l'étude des systèmes de gestion de l'information et de l'énergie ou plus vers celle des systèmes mécaniques automatisés. Certains compléments optionnels peuvent faciliter la préparation à des écoles n'appartenant pas au champ de la mécanique ou du génie électrique.

La partie commune est enseignée en classe entière, groupe de travaux dirigés ou pratiques pour un volume total de l'ordre de 95 heures année. La diversification correspondant à des compléments et à des applications spécifiques est assurée par l'association des enseignements complémentaires pour l'équivalent de 94 heures.

Quelles que soit les options prises l'enseignement des sciences industrielles pour l'ingénieur est organisé annuellement. La répartition hebdomadaire de ces enseignements correspond à 2 heures de cours, 2 heures de travaux dirigés, 3 heures de travaux pratiques.

Sur la base de 189 heures annuelles, soit 27 semaines de 7 heures (1), l'enseignement s'organise comme indiqué dans les tableaux des pages suivantes.

Dans le cadre horaire global, la répartition de chaque contenu d'enseignement, entre cours, travaux dirigés et travaux pratiques, n'est pas imposée chaque équipe enseignante pouvant s'organiser sur la base de ses propres stratégies pédagogiques et des contraintes matérielles locales, et notamment de la disponibilité des locaux et des matériels.

(1) Ce volume horaire ne comprend pas les périodes d'évaluation : partiels, concours blancs, ... ni la préparation aux épreuves orales, qui viennent en complément.

Enseignements communs (total 95 h)

PROGRAMME D'ENSEIGNEMENTS COMMUNS (EC)	HORAIRES
MECANIQUE GENERALE	21 h
Modélisation des liaisons entre solides	
Modélisation des actions mécaniques	
Cinématique du solide	
Dynamique des systèmes de solides	
ETUDE DES SYSTEMES MECANIQUES	24 h
Analyse des systèmes mécaniques	
Etude interne des mécanismes	
Etude des liaisons	
Cotation	
ELECTROTECHNIQUE ET ELECTRONIQUE	50 h
Electronique du signal	
Systèmes combinatoires et séquentiels	
Conversion d'énergie électrique	
Systèmes asservis linéaires et continus	

Ainsi, les étudiants recevront un enseignement commun de :

- mécanique générale (de l'ordre de 6 heures de cours et 15 heures de travaux dirigés ou pratiques) ;
- étude des systèmes mécaniques (de l'ordre de 7 heures de cours et 17 heures de travaux dirigés ou pratiques) ;
- électronique et électrotechnique (de l'ordre de 14 heures de cours et 36 heures de travaux dirigés ou pratiques).

Cet enseignement commun est utile à la quasi totalité des écoles accessibles. Cette organisation permet d'aborder, dans les enseignements communs, le minimum de connaissances de mécanique, de génie électrique et d'automatique indispensable à une approche systémique des problèmes industriels.

Enseignements complémentaires (total 94 h)

Les enseignements complémentaires ci-après peuvent être associés à l'enseignement commun, à concurrence de 94 heures.

Les horaires ne sont qu'indicatifs et peuvent être modulés, en plus ou en moins, voire modifiés, de façon à constituer un tout cohérent adapté aux groupes d'écoles visées.

•1 - Enseignements complémentaires du domaine de la construction mécanique

M1 : MECANIQUE GENERALE	HORAIRES
Modélisation des actions mécaniques Cinématique du solide Dynamique et statique	50 h

M2 : CONSTRUCTION MECANIQUE	HORAIRES
Etude interne des mécanismes Définition graphique de sous-ensembles de systèmes mécaniques Etude des liaisons Cotation Lubrification et étanchéité	34 h

M3 : FABRICATION MECANIQUE	HORAIRES
Etude des matériaux Obtention des bruts	10 h

•2 - Enseignements complémentaires du domaine du génie électrique

E1 : ELECTRONIQUE DU SIGNAL	HORAIRES
Electrocinétique Systèmes linéaires et continus Composants Amplificateurs intégrés	30 h

E2 : SYSTÈMES COMBINATOIRES ET SÉQUENTIELS	HORAIRES
Logique combinatoire Logique séquentielle Grafcet	20 h

E3 : ELECTROTECHNIQUE	HORAIRES
Electronique de puissance Circuits magnétiques ; transformateurs Machines tournantes	35 h

E4 : SYSTEMES ASSERVIS LINEAIRES ET CONTINUS	HORAIRES
Stabilité des systèmes bouclés	9 h

•3 - Enseignements complémentaires de diversification

Ces modules ne sont définis qu'en terme de volume horaire approximatif. Les contenus sont à élaborer avec les écoles intéressées sur la base d'accords locaux.

On peut, par exemple, suggérer les modules suivants :

D1 : GENIE DES PROCEDES	HORAIRES
GENIE DES PROCEDES	A définir

D2 : MECANIQUE DES STRUCTURES APPLIQUEE AU GENIE CIVIL	HORAIRES
MECANIQUE DES STRUCTURES ADAPTEE AU GENIE CIVIL	A définir

D3 : HYDRAULIQUE	HORAIRES
MECANIQUE DES FLUIDES	A définir

Les enseignements complémentaires sont associables en complément à l'enseignement commun (EC). Ils peuvent venir en substitution de certains enseignements complémentaires Mn ou Ei pour un volume horaire équivalent.

Cette organisation de l'enseignement, quelles que soient les associations, doit permettre une approche systémique qui est la base de la démarche pédagogique en classe préparatoire ATS.

Cette organisation permet de dispenser un enseignement commun à tous afin de consolider et harmoniser les acquis antérieurs, et un enseignement orienté vers les études d'ingénieurs visées qui organise et conceptualise ces mêmes acquis.

II - Organisation des groupes

La rénovation des classes ATS s'appuie sur un enseignement de sciences industrielles pour l'ingénieur qui englobe et fédère les champs technologiques usuels : cette démarche impose de ne pas mettre en place des enseignements totalement séparés et spécifiques pour chacune des origines de BTS.

Il existe un tronc commun à toutes les origines où tous les élèves du groupe classe suivent ensemble le même enseignement. La masse horaire correspondante est celle d'une demi année scolaire sans que cela implique que chronologiquement cet enseignement précède les autres. L'articulation des enseignements relève de l'exercice de la liberté pédagogique. Cet enseignement induit une charge horaire professeur calculée comme suit :

Effectif classe N :	24>N>15	[2h Cours + 2h TD + 3h TP x 2] x 0,5	= 5h professeur
	30>N>24	[2h Cours + 2h TD x 2 + 3h TP x 2] x 0,5	= 6h professeur
	45>N>30	[2h Cours + 2h TD x 2 + 3h TP x 3] x 0,5	= 7,5h professeur

La diversification des origines des étudiants et la prise en compte des spécificités de leur formation en sections de techniciens supérieurs et un autre axe de la rénovation et conduit à la mise en place d'un enseignement partiel plus ciblé. Actuellement, les lycées pratiquent des enseignements séparés destinés aux deux pôles du génie mécanique et génie électrique, l'objectif fixé étant d'adjoindre éventuellement dans chaque lycée un pôle supplémentaire adjacent à ceux existants : par exemple, génie civil, génie électronique, génies des procédés, génie chimique, etc....

Dans ce cas, les enseignements modulaires ou spécifiques comptant pour une demi année, ils induisent une charge horaire professeur calculée comme suit :

Groupe G1	[2h Cours + 2h TD + 3h TP] x 0,5	= 3,5h professeur
Groupe G2	[2h Cours + 2h TD + 3h TP] x 0,5	= 3,5h professeur
Groupe G3	[2h Cours + 2h TD + 3h TP] x 0,5	= 3,5h professeur

Si un troisième groupe ne se justifie pas compte tenu des effectifs concernés, cela pourra induire cependant le dédoublement de l'un des groupes selon les modalités suivantes :

Groupe G1	[2h Cours + 2h TD + 3h TP] x 0,5	= 3,5h professeur
Groupe G2, effectif N		

1 ^{er} cas 24>N>15	[2h Cours + 2h TD + 3h TP x 2] x 0,5	= 5h professeur
2 ^{ème} cas 30>N>24	[2h Cours + 2h TD x 2 + 3h TP x 2] x 0,5	= 6h professeur

La grille horaire initiale ne comporte pas d'enseignement spécifique d'informatique. Les travaux pratiques de sciences industrielles pour l'ingénieur et de sciences physiques intègrent l'approche et la pratique de l'informatique appliquée.

Classe de technologie industrielle pour techniciens supérieurs (ATS)

Programme de Mécanique

PROGRAMME D'ENSEIGNEMENTS COMMUNS	HORAIRES S = 45 h
MECANIQUE GENERALE Modélisation des liaisons entre solides Modélisation des actions mécaniques Cinématique du solide Dynamique des systèmes de solides ETUDE DES SYSTEMES MECANIQUES Analyse des systèmes mécaniques Etude interne des mécanismes Etude des liaisons Cotation	

M1 : MECANIQUE GENERALE	HORAIRES S = 50 h
Modélisation des actions mécaniques Cinématique du solide Dynamique et statique	

M2 : CONSTRUCTION MECANIQUE	HORAIRES S = 34 h
Etude interne des mécanismes Définition graphique de sous-ensembles de systèmes mécaniques Etude des liaisons Cotation Lubrification et étanchéité	

M3 : FABRICATION MECANIQUE	HORAIRES S = 10 h
Etude des matériaux Obtention des bruts	

Programme d'enseignements communs

<p>Mécanique générale recommandée : 21 h)</p> <p>Au terme de cet enseignement, l'étudiant doit être capable de caractériser le comportement mécanique d'une chaîne d'actions.</p> <p>Le choix des exemples évitera les longs développements calculatoires et favorisera la réflexion et une approche méthodique.</p>	<p>(Durée totale</p>
---	----------------------

<p>Etude des systèmes mécaniques recommandée : 24 h)</p> <p>On s'attachera, à travers des études de cas, à traiter les différentes parties de ce programme de manière coordonnée avec les autres enseignements du génie mécanique.</p> <p>L'étudiant doit être capable d'identifier et caractériser les fonctions assurées par le système et identifier les structures qui les réalisent.</p>	<p>(Durée totale</p>
--	----------------------

MECANIQUE GENERALE Enseignement commun

Contenus	Objectifs	Commentaires
<p>1 Modélisation des liaisons entre solides</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Liaisons normalisées</i> • <i>Graphe des liaisons (structure)</i> • <i>Torseurs cinématiques</i> • <i>Degrés de liberté</i> 	<p>Un système mécanique réel ou sur plan étant fourni :</p> <ul style="list-style-type: none"> - proposer une modélisation des liaisons. - réaliser le graphe de structure. - construire les schémas cinématiques (cf. ci-dessous). 	<p>La notion de «solide» doit être précisée selon les domaines d'application de la mécanique du solide.</p> <p>Ces approches seront conduites conjointement à l'étude des liaisons (voir partie 2).</p>
<p>2 Modélisation des actions mécaniques</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Définitions</i> • <i>Torseur des intefforts (liaisons parfaites)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - associer à une liaison modélisée les torseurs statiques et cinématiques correspondants - construire les schémas d'architectures. 	<p>Schéma cinématique : schéma minimal qui permet la description des mouvements.</p> <p>Schéma d'architecture : schéma qui permet de calculer les actions mécaniques dans les liaisons.</p>
<p>3 Cinématique du solide</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Paramétrage de position</i> • <i>Vitesse, torseur cinématique, accélération</i> <p>- Vecteur rotation</p> <p>- Vecteur vitesse d'un point d'un solide par rapport à un repère</p> <p>- Torseur cinématique</p> <p>- Vecteur accélération d'un point d'un solide par rapport à un repère</p>	<ul style="list-style-type: none"> - lire et interpréter le paramétrage. - définir le vecteur rotation d'un solide par rapport à un repère. - déterminer pour tous points d'un solide le vecteur vitesse instantanée. - utiliser la relation de dérivation dans un repère mobile. - écrire le torseur cinématique d'un solide en mouvement par rapport à un repère. - exprimer analytiquement le vecteur accélération d'un point d'un solide. 	<p>Le paramétrage des mécanismes étudiés sera donné.</p> <p>Limiter à l'énoncé des résultats (les démonstrations relèvent du programme de physique). Limiter à une utilisation en relation avec le cours de physique.</p> <p>On évitera les longs développements mathématiques.</p> <p>L'utilisation de logiciels permettra une étude plus approfondie et plus rapide.</p>

<p>4 Dynamique des systèmes de solides (m = cste)</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Statique</i> : <ul style="list-style-type: none"> - énoncé du principe - conditions de la statique - équilibre d'un solide, d'un système de solides - théorème des actions mutuelles • <i>Cinétique</i> : <ul style="list-style-type: none"> - caractéristiques d'inertie - torseur cinétique - torseur dynamique - énergie cinétique • <i>Principe fondamental de la dynamique</i> <ul style="list-style-type: none"> - théorèmes généraux - travail et puissance - théorème de l'énergie cinétique 	<p>Etablir les relations entre les actions mécaniques et les mouvements qu'elles provoquent.</p> <ul style="list-style-type: none"> - énoncer le principe. - vérifier que chacun des solides d'un système en équilibre satisfait aux conditions d'équilibre. - déterminer les torseurs cinétiques et dynamiques d'un solide soit en un point fixe soit au centre d'inertie. - calculer l'énergie cinétique d'un solide. - utiliser le principe fondamental de la dynamique pour un solide. - calculer un travail fourni par une action mécanique simple (force, couple). - calculer une puissance. - utiliser le théorème de l'énergie cinétique pour un solide. 	<p>L'exploitation de logiciels permettra une étude plus approfondie et plus rapide.</p> <p>On se limitera aux mécanismes isostatiques.</p> <p>La matrice d'inertie sera fournie.</p>
--	--	--

ETUDE DES SYSTEMES MECANIQUES Enseignement commun

Contenus	Objectifs	Commentaires
<p>1 Analyse des systèmes mécaniques</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Définitions</i> 		<p>Les activités seront organisées</p>

<ul style="list-style-type: none"> - système - sous-système - fonction <ul style="list-style-type: none"> • <i>Méthodes et outils d'analyse fonctionnelle et de description</i> • <i>Relations entre les structures et les fonctions</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - identifier et caractériser les fonctions assurées par le système et identifier les structures qui les réalisent. <ul style="list-style-type: none"> - on fera appel au diagramme FAST pour conduire cette analyse. 	<p>autour de systèmes pluritechnologiques réels appareillés, éventuellement didactisés, et de dossiers techniques.</p> <p>L'élaboration d'un diagramme FAST ne sera pas demandée . Seule la lecture sera demandée.</p>
<p>2 Etude interne des mécanismes</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Architecture interne</i> • <i>Analyse de l'agencement des éléments et des composants</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - lire un plan d'ensemble. - établir un schéma cinématique (schéma qui permet la description des mouvements). - établir le schéma d'architecture (schéma qui permet de calculer les actions mécaniques dans les liaisons). 	<p>Utilisation de la documentation industrielle.</p> <p>On se limitera à des mécanismes simples.</p>
<p>3 Etude des liaisons</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Liaison encastrement :</i> - immobilisation par obstacle ou par adhérence • <i>Liaisons pivot et pivot glissant :</i> - réalisation par glissement et par roulement • <i>Liaison glissière :</i> - réalisation par glissement et par roulement • <i>Liaison hélicoïdale :</i> - réalisation par glissement et par roulement 	<ul style="list-style-type: none"> - identifier, analyser, justifier les solutions retenues. 	<p>Utilisation de documentation industrielle.</p>
<p>4 Cotation</p>	<ul style="list-style-type: none"> - lire et interpréter les 	

<ul style="list-style-type: none"> • <i>Spécification des conditions fonctionnelles sur le dessin d'ensemble</i> 	ajustements placés sur le dessin d'ensemble.	
---	--	--

Programme d'enseignements complémentaires

M1 Mécanique générale

recommandée : 50 h)

(Durée totale

L'objectif de cette partie de programme est de rendre l'étudiant capable de concevoir l'avant-projet d'un ensemble mécanique de complexité limitée.

Les objectifs mentionnés pour chaque chapitre sont ceux qui sont à atteindre par les étudiants ayant opté pour les concours du domaine de la mécanique, **ils incluent ceux du programme d'enseignements communs.**

Le choix des exemples et des études de cas devra favoriser l'approche méthodologique et éviter les longs développements calculatoires.

M2 Construction mécanique

recommandée : 34 h)

(Durée totale

L'objectif de cette partie du programme est de rendre l'étudiant capable de :

- déterminer, à partir de documentations industrielles, les différents constituants à mettre en œuvre dans le mécanisme ;
- réaliser un avant-projet d'agencement des composants choisis ;
- établir une cotation fonctionnelle de l'avant-projet.

On s'attachera, à travers des études de cas, à traiter, de manière coordonnée avec les autres enseignements du génie mécanique, les différentes parties de ce programme. Celles-ci feront l'objet d'une intégration partielle et progressive dans les différents exemples traités au cours de l'année.

M3 Fabrication mécanique

recommandée : 10 h)

(Durée totale

L'objectif de cette partie du programme est de rendre l'étudiant capable :

- d'identifier ou de proposer un matériau pour une pièce ;
- de définir le mode d'obtention du brut d'une pièce ;
- de dessiner des pièces simples de fonderie.

Les différents savoirs abordés dans cette partie ne seront pas à traiter séquentiellement, mais devront être abordés à l'occasion de chaque étude de cas.

M1 MECANIQUE GENERALE Enseignement complémentaire

Contenus	Objectifs	Commentaires
<p>1 Modélisation des actions mécaniques</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Actions mécaniques</i> <ul style="list-style-type: none"> - à distance - de contact • <i>Lois de Coulomb</i> 	<p>Modéliser (par l'outil torseur) une action mécanique au niveau d'une liaison.</p> <ul style="list-style-type: none"> - exprimer le torseur correspondant à une action mécanique. - définir la position du centre de gravité dans les cas élémentaires. - associer à une liaison normalisée le torseur correspondant. - utiliser les relations déduites des lois de Coulomb pour un contact ponctuel dans le cas de contacts surfaciques. (Dans le cas d'une étude d'équilibre) 	<p>La résistance au pivotement et la résistance au roulement ne donneront lieu à aucun exercice.</p>
<p>2 Cinématique du solide</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Paramétrage</i> <ul style="list-style-type: none"> - Paramétrage des mécanismes - Lois Entrée - Sortie • <i>Torseur cinématique</i> <ul style="list-style-type: none"> - Champ des vecteurs vitesse d'un solide, torseur cinématique • <i>Vitesse de glissement</i> <ul style="list-style-type: none"> - Roulement sans glissement 	<p>Pour un mécanisme donné : lire et interpréter le paramétrage ; quantifier le comportement cinématique.</p> <ul style="list-style-type: none"> - associer des repères aux solides et choisir des paramètres pour repérer la position des solides les uns par rapport aux autres. - établir les relations existant entre paramètres d'entrée et paramètres de sortie d'un mécanisme. - choisir la méthode la plus appropriée pour le calcul d'un vecteur vitesse. - exprimer le torseur cinématique relatif au point de contact entre 2 solides. 	<p>Limiter aux mécanismes ne nécessitant pas l'utilisation des angles d'Euler.</p>

<ul style="list-style-type: none"> • <i>Composition des vitesses</i> • <i>Composition des torseurs cinématiques</i> • <i>Mouvement plan, centre instantané de rotation</i> - Equiprojectivité - Centre instantané de rotation - Base et roulante - Trains d'engrenages 	<ul style="list-style-type: none"> - établir les relations vectorielles dans les mécanismes de transformation de mouvement ainsi que les relations entre les paramètres. - utiliser les relations de composition des vecteurs rotation et des vecteurs vitesse pour exprimer un torseur cinématique. - déterminer graphiquement le C.I.R. d'un mouvement. - utiliser les relations entre les vecteurs rotation pour les différents solides des trains simples et des trains épicycloïdaux. 	<p>Le théorème des 3 plans glissants n'est pas au programme.</p> <p>Limiter à la notion de base et roulante (la notion de profils conjugués et son application à la denture en développante de cercle pourront être développés en T.P.).</p>
---	--	--

<p>3 Dynamique et Statique</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Statique</i> <ul style="list-style-type: none"> - isostatisme et hyperstatisme - applications du principe fondamental de la statique • <i>Cinétique :</i> <ul style="list-style-type: none"> - caractéristiques d'inertie. Opérateur d'inertie - théorème de Huygens - énergie cinétique • <i>Dynamique des systèmes de solides</i> <ul style="list-style-type: none"> - utilisation du principe fondamental de la dynamique : application des théorèmes généraux - <i>travail, puissance, énergie potentielle</i> - <i>énergie cinétique, théorème de l'énergie cinétique</i> 	<p>Pour un mécanisme donné, déterminer les efforts et les mouvements mis en jeu.</p> <ul style="list-style-type: none"> - déterminer le degré d'hyperstatisme d'un mécanisme. - déterminer le système d'équations nécessaire à la seule détermination des inconnues recherchées. - calculer, dans des cas élémentaires, la matrice d'inertie d'un solide au centre de gravité G. - déterminer les caractéristiques d'inertie d'un solide en un point quelconque. - calculer l'énergie cinétique d'un ensemble de solides. - déterminer les paramètres dynamiques d'un solide ou d'un système de solides. - calculer la puissance développée par une action mécanique (utilisation possible du produit des torseurs d'actions mécaniques et cinématique, dans le cas d'un solide). - calculer l'énergie cinétique d'un solide ou d'un ensemble de solides (utilisation possible du produit des torseurs cinétique et cinématique). 	<p>La théorie des mécanismes n'est pas au programme.</p> <p>Les méthodes de résolution graphique ne sont pas au programme.</p> <p>Les mouvements autres que les rotations autour d'un point fixe ou de G ne sont pas au programme. Le gyroscope n'est pas au programme.</p> <p>L'équilibrage des rotors ne sera abordé qu'en T.D.</p>
--	---	---

	<p>- utiliser, dans des cas simples, le théorème de l'énergie cinétique pour résoudre un problème.</p>	
--	--	--

M2 CONSTRUCTION MECANIQUE Enseignement complémentaire

Contenus	Objectifs	Commentaires
<p>1-a Etude interne des mécanismes</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Architecture interne</i> • <i>Analyse de l'agencement des éléments et des composants</i> 	<p>- interpréter un plan afin d'établir les schémas cinématique et d'architecture du mécanisme qu'il représente.</p>	<p>Schéma cinématique : schéma minimal qui permet la description des mouvements.</p> <p>Schéma d'architecture : schéma qui permet de calculer les actions mécaniques dans les liaisons.</p>
<p>1-b Définition graphique de sous-ensembles de systèmes mécaniques</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Recherche et exploitation de documentations industrielles</i> • <i>Analyse comparative de solutions</i> 	<p>- exécuter manuellement ou à l'aide d'un système de DAO, un dessin d'avant-projet pour un sous-ensemble mécanique de</p>	<p>L'exploitation de bases de données et de logiciels d'aide à la décision permettront de</p>
<p>Ces activités seront réalisées progressivement au fur et à mesure de l'acquisition des connaissances ci-dessous qui pourront être acquises à la suite d'un cours ou à l'occasion d'un travail conduit sur un dossier technique de manière inductive.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Cotation sur le sous-ensemble</i> • <i>Cotation sur le dessin de définition (voir § 3)</i> 		
<p>2 Etude des liaisons</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Liaison encastrement :</i> <p>- immobilisation par obstacle ou par adhérence</p> <p>- dispositions constructives à partir de plans ou cylindres prépondérants</p> <p>- conditions d'utilisation et calculs relatifs à la transmission d'un couple</p>	<p>- choisir des surfaces fonctionnelles pour transmettre les efforts et assurer la mise en position.</p> <p>- dimensionner les assemblages cylindriques (clavettes, cannelures).</p>	<p>Les dispositions constructives réalisant les accouplements rigides seront traitées.</p> <p>Les calculs des clavettes se feront à partir de la pression de matage, les valeurs admissibles seront fournies.</p> <p>Le collage, le freinage, les calculs des organes filetés précontraints, les calculs par pincement, par déformation élastique ou par coincement auto-fretté ne sont pas au programme.</p>

<ul style="list-style-type: none"> La formule $L = (C/P)^n$ doit être connue, les autres formules seront données. Le réglage du jeu des roulements à contact oblique est au programme. Les applications des roulements dans des conditions particulières de guidage, les calculs de déflexions ou précharges, type machine-outil, seront exclus. Les calculs de durée de vie des roulements feront uniquement l'objets de calculs de vérification à partir de documents constructeur. On dégagera les règles d'application des roulements et une méthode de recherche de solution d'immobilisation axiale minimale. 		
<ul style="list-style-type: none"> <i>Liaison glissière</i> : <ul style="list-style-type: none"> - réalisation par glissement et par roulement <i>Liaison hélicoïdale</i> : <ul style="list-style-type: none"> - réalisation par glissement et par roulement - liaisons par glissement : solutions constructives, domaines d'application, rendement, réversibilité - liaisons par roulement. <i>Liaison rotule</i> : 	<p>Pour les 3 liaisons suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - proposer des solutions constructives et déterminer les plus adaptées au problème à résoudre. - dimensionner, à partir de documents industriels, les éléments constituant les liaisons. 	<p>La théorie de Hertz n'est pas au programme.</p> <p>Les guidages hydrostatiques et hydrodynamiques ne sont pas au programme.</p> <p>Sauf pour la liaison glissière par glissement, aucun calcul ne sera demandé.</p> <p>Leur conception sera limitée à la mise en place d'éléments normalisés à partir des documents de montage des constructeurs.</p> <p>Utilisation des éléments du commerce.</p> <p>Utilisation des éléments du commerce.</p>
<p>3 Cotation</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Spécification des conditions fonctionnelles sur le dessin d'ensemble</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - mettre en place la cotation fonctionnelle relative aux ajustements sur un dessin 	<p>Lors de l'exécution de dessins de définition de produit, on se limitera à l'établissement de la</p>

<ul style="list-style-type: none"> • <i>Cotation fonctionnelle : principe d'établissement des chaînes de cotes</i> • <i>Spécifications géométriques sur un dessin de définition</i> 	<p>d'ensemble.</p> <ul style="list-style-type: none"> - établir une chaîne de cotes à partir de conditions données. - reconnaître une spécification de position, de forme et d'état de surface sur un dessin de définition. 	<p>cotation relative à quelques conditions fonctionnelles.</p>
<p>4 Lubrification, étanchéité</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Lubrification onctueuse à l'huile ou à la graisse</i> • <i>Etanchéité statique et dynamique : solutions constructives courantes et domaine d'application</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - choisir un joint adapté à un problème d'étanchéité dans un catalogue ou en utilisant un logiciel. - représenter sur un dessin d'avant-projet les principales dispositions technologiques d'étanchéité statique et dynamique en translation ou en rotation pour des arbres. 	<p>On se limitera, pour l'huile, à la lubrification par barbotage.</p> <p>Le graissage centralisé n'est pas au programme.</p>

M3 FABRICATION MECANIQUE Enseignement complémentaire

Contenus	Objectifs	Commentaires
<p>1 Etude des matériaux</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Matériaux métalliques :</i> <ul style="list-style-type: none"> - désignation normalisée - comportement aux essais de traction et de dureté • <i>Matériaux non métalliques :</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - donner la composition d'un alliage. - interpréter une courbe d'essai de traction. - interpréter une spécification de dureté. 	<p> limiter à une information succincte sur les grandes familles de matières plastiques.</p>
<p>2 Obtention des bruts</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Soudage</i> • <i>Fonderie</i> • <i>Estampage, emboutissage</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - décrire les principaux procédés. - dégager les règles principales pour la conception des pièces. 	<p> limiter à une information</p>

**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	
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 indicielle 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>	Mettre en équation les		

<p>Montages fondamentaux à base d'amplificateurs linéaires intégrés.</p>	<p>montages utilisés en régime linéaire.</p> <p>Déterminer le comportement des montages non-linéaires suivants : comparateur à hystérésis, montage astable</p>	<p>L'utilisation d'un logiciel de simulation validera les méthodes de résolution utilisées.</p>	<p>5H</p>
<p>Contenus</p>	<p>Objectifs</p>	<p>Commentaires</p>	
<p>2 – Électronique numérique</p>			
<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>	<p>4H</p>
<p>3 – Conversion d'énergie électrique</p>			
<p>Électronique de puissance 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>	<p>3H</p>
<p>Électronique de puissance</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</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>	<p>4H</p>

	et efficaces. Calculer la puissance transmise ou fournie par la charge.		
Le transformateur. Le transformateur parfait			1H
Contenus	Objectifs	Commentaires	
Machine à Courant Continu Principe de la machine à aimants permanents et de la machine à excitation séparée. Expression de la f.e.m. et du couple électromagnétique. Bilan de puissance, rendement. Équations de la MCC en régime variable (démarrage, modèle petits signaux utilisé en asservissements)	Déterminer le point de fonctionnement d'une machine à courant continu entraînant une charge donnée. Calculer les grandeurs électriques et mécaniques au point de fonctionnement.	La réaction de l'induit est hors programme. Les couples résistants envisagés sont le couple résistant constant et le couple résistant proportionnel à la fréquence de rotation. Modèle utilisé en asservissements.	4H
Système triphasé équilibré Tension simple, tension composée, courant en ligne. Représentations complexes et vectorielles.	Calculer le courant en ligne et le facteur de puissance dans une installation Faire les bilans de puissance active et réactive.		2H
La machine asynchrone triphasée Les champs tournants. Principe de la conversion d'énergie. Caractéristiques couple-vitesse et intensité-vitesse. Bilan de puissance	Définir le glissement. À partir des caractéristiques couple vitesse de la charge et de la machine, déterminer le point de fonctionnement. Calculer les grandeurs électriques et mécaniques au point de fonctionnement.	Aucun développement théorique ne sera fait sur les champs tournants, ni sur l'établissement du schéma équivalent.	3H
4 – Systèmes asservis linéaires et continus.			
Notions de système bouclé. Association de transmittances, schéma-bloc.	Déterminer la transmittance globale d'un système à partir de la connaissance des diverses transmittances qui le constituent.	On utilisera le formalisme de Laplace. On s'appuiera sur des systèmes industriels de type asservissement de	8H

Stabilité des systèmes bouclés. Marge de phase, marge de gain	Estimer la stabilité d'un système à partir de la détermination graphique (diagrammes de Bode) des marges de phase et de gain.	position et de vitesse.	
Précision des systèmes bouclés. Erreur statique, correcteurs P et PI	Déterminer l'erreur statique et évaluer les améliorations apportées par les correcteurs.	L'amélioration de la précision pourra être montrée en TP sans développements théoriques sur le sujet.	

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.		
Electrocinétique 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>Systèmes linéaires et continus</p> <p>Circuits du 1^{er} et 2^{ème} ordre en régime harmonique.</p> <p>Circuits du 1^{er} et 2^{ème} 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>Composants</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>

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>Codeurs incrémental et absolu.</p> <p>Systèmes séquentiels Mémorisation, comptage.</p> <p>Représentation du comportement temporel d'un système de commande. Chronogrammes GRAFCET</p>	<p>Analyser des structures existantes</p> <p>Synthétiser à partir de fonctions de base une structure répondant à un cahier des charges fixé. 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>Choisir un capteur de position numérique et être capable de décoder et de traiter l'information fournie par le capteur.</p> <p>Analyser des structures existantes</p> <p>Synthétiser à partir de fonctions de base une structure répondant à un cahier des charges fixé. 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>Savoir analyser un ensemble de GRAFCET coordonnés ou hiérarchisés (limité à 3 GRAFCET), représentant le comportement temporel d'une partie commande industrielle. Savoir modifier un GRAFCET existant (forçages et règles 4 et 5 exclus)</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...) On utilisera des notices constructeur. On utilisera un logiciel de simulation des circuits électriques et/ou des maquettes didactiques.</p> <p>Cette partie sera abordée sous la forme de travaux dirigés s'appuyant sur un système industriel.</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...) On utilisera des notices constructeur. On utilisera un logiciel de simulation des circuits électriques et/ou des maquettes didactiques.</p> <p>Les 5 règles du GRAFCET sont au programme. 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. L'implémentation du GRAFCET en composants programmables n'est pas traitée</p>	<p>20H</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>1 – Électronique de puissance</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. 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 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.</p> <p>Identifier le point de fonctionnement d'une machine asynchrone entraînant une charge donnée.</p> <p>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.</p> <p>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>- Précision des systèmes bouclés. Erreur statique, correcteurs P et PI</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>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 s'appuiera sur des systèmes industriels de type asservissement de vitesse et de position.</p> <p>On pourra en TP de simulation, montrer l'effet des correcteurs, sans s'engager dans des développements théoriques</p>	<p>9H</p>