

PROGRAMME DE SCIENCES INDUSTRIELLES DE L'INGENIEUR DANS LA FILIÈRE TSI

1 Année Génie électrique

OBJECTIFS DE FORMATION

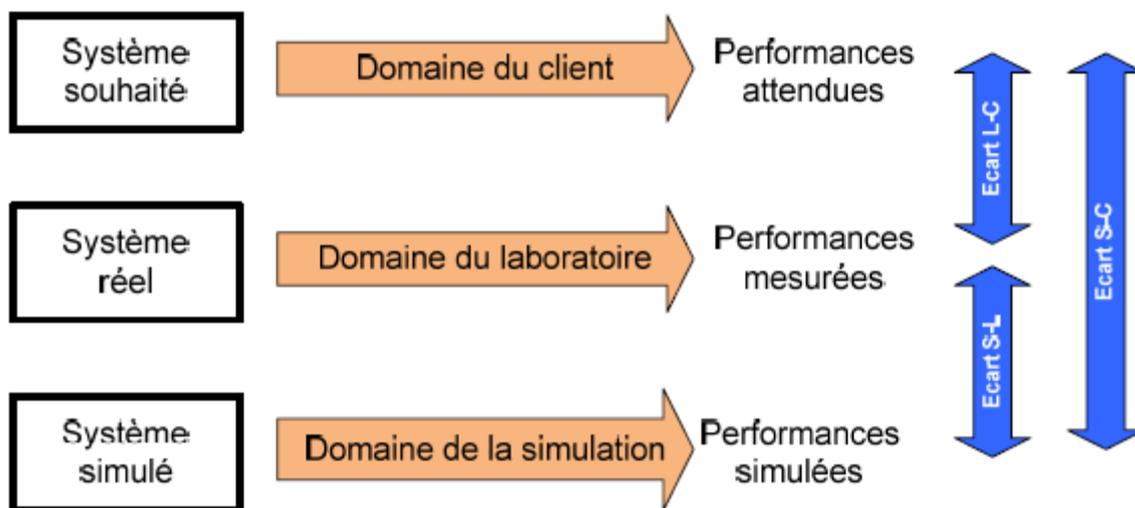
Finalités

La complexité des systèmes et leur développement dans un contexte économique et écologique contraint requièrent des ingénieurs, ayant des compétences scientifiques et technologiques de haut niveau, capables d'innover, de prévoir et maîtriser les performances de ces systèmes.

Le programme de sciences industrielles de l'ingénieur s'inscrit dans la préparation des élèves à l'adaptabilité, la créativité et la communication nécessaires dans les métiers d'ingénieur.

L'enseignement des sciences industrielles de l'ingénieur a pour objectif d'aborder la démarche de l'ingénieur qui permet, en particulier :

- de conduire l'analyse fonctionnelle, structurelle et comportementale d'un système Pluritechnologique ;
- de vérifier les performances attendues d'un système, par l'évaluation de l'écart entre un cahier des charges et des réponses expérimentales ;
- de proposer et de valider des modèles d'un système à partir d'essais, par l'évaluation de l'écart entre les performances mesurées et les performances simulées ;
- de prévoir les performances d'un système à partir de modélisations, par l'évaluation de l'écart entre les performances simulées et les performances exprimées dans le cahier des charges ;
- d'analyser ces écarts et de proposer des solutions en vue d'une amélioration des performances.



Les systèmes complexes pluri-technologiques étudiés relèvent de grands secteurs technologiques : transport, énergie, production, bâtiment, santé, communication, environnement. Cette liste n'est pas exhaustive et les enseignants ont la possibilité de s'appuyer sur d'autres domaines qu'ils jugent pertinents. En effet, les compétences développées dans le programme sont transposables à l'ensemble des secteurs industriels.

1 - Chaîne d'énergie :

Fonctions élémentaires d'une chaîne d'énergie : alimenter, distribuer ou moduler, convertir, transmettre et agir sur la matière d'œuvre

Connaissances	Savoir-faire	Commentaires et limitations
<p>11 -Alimenter en énergie et stocker l'énergie Sources d'énergies Variables potentielles, variables de flux Constituants de distribution Sens de transfert de l'énergie, modes de fonctionnement. Batteries, super-condensateurs. Réseaux de distribution monophasé et triphasé équilibré Réseaux embarqués : piles, panneaux solaires et accumulateurs (différentes technologies et leurs principales applications)</p> <p>Adaptation des niveaux de tension et isolement galvanique (transformateur monophasé)</p>	<p>Donner et utiliser la relation entre tension simple et tension composée. Donner et utiliser la relation entre les courants dans le cas d'un régime équilibré. Calculer une puissance en triphasé équilibré Donner le couplage à effectuer en fonction des caractéristiques du réseau et du récepteur utilisé Utiliser la plaque signalétique d'un transformateur monophasé pour relever sa puissance apparente et déterminer l'intensité maximale admissible au secondaire. Exploiter le schéma équivalent, vu du secondaire, dans les hypothèses de Kapp.</p>	<p>On insiste sur les formes d'ondes et la qualité d'énergie (coupures, creux de tension, harmoniques, compatibilité électromagnétique (C. E. M...)) Les transformateurs seront étudiés en faisant référence au cours de physique. On se limite à l'identification des caractéristiques fonctionnelles fondamentales en entrée et en sortie en vue d'obtenir les performances attendues. On insiste sur la qualité de l'énergie. On insiste sur l'intérêt des super condensateurs dans le stockage et la fourniture d'énergie pour des applications particulières.</p>

<p>12- Actionneurs et pré-actionneurs associés incluant leurs commandes</p> <p>Principe de la conversion électromécanique. Bilan de puissance. Caractéristiques mécaniques.</p> <p>Association convertisseur-machine-charge.</p> <p>-machine à courant continu à excitation séparée ou à aimant permanent ;</p>	<p>Interpréter la plaque signalétique d'une machine Donner qualitativement le principe physique de fonctionnement du moteur à courant continu. Donner et utiliser la relation $E=KN\Phi$ et / ou $E=k'\Omega$. Donner et utiliser le modèle électrique de l'induit en régime permanent (E, R) et/ou en régime dynamique (E, R, L). Donner et utiliser la relation entre couple et intensité dans l'induit. Faire un bilan des puissances et/ou établir le rendement Déterminer la caractéristique mécanique d'un moteur CC et/ou la tracer. Définir les quatre quadrants de fonctionnement et donner les caractéristiques des grandeurs dans chaque quadrant. Donner l'allure des courbes de charge d'un moteur. Donner l'équation fondamentale de la dynamique pour un système en rotation. Etablir l'équation différentielle d'un moteur soumis à un couple résistant indépendant de la vitesse et déterminer la constante de temps mécanique et la valeur finale de la vitesse. Reconnaître l'expression d'un couple de frottement visqueux Interpréter la présence d'un réducteur pour exprimer les vitesses l'une par rapport à l'autre.</p>	<p>La réaction de l'induit est hors programme.</p> <p>Le modèle de l'induit est donné sans justification, il est de type RLE (résistance d'induit R, inductance d'induit L, et force contre électromotrice E).</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Conversion continu-continu : Les hacheurs</p>	<p>Calculer la valeur moyenne de la tension de sortie d'un hacheur série dont on donne le schéma. Etablir l'équation différentielle et donner l'expression de l'intensité en sortie d'un hacheur série sur charge L E, la représenter graphiquement. Exploiter et compléter éventuellement les chronogrammes de fonctionnement d'un hacheur série Déterminer l'intensité moyenne en sortie d'un hacheur série sur charge R L E si, à tout instant, R_i est négligeable devant $L \frac{di}{dt}$</p> <p>Expliquer le principe de la commande d'une machine à courant continu dans les quatre quadrants par un hacheur en pont et calculer la tension moyenne dans des cas simples. Énoncer qu'un hacheur élévateur de tension converti une tension continue en une autre tension continue plus élevée.</p>	<p>Les convertisseurs statiques continu – continu au programme sont les hacheurs série, parallèle et 4 quadrants La conduction est supposée continue Les interrupteurs sont supposés parfaits La charge est une source de courant ou une L-E. On se limite à la conversion directe non isolée Les pertes en commutation ne font pas l'objet de calcul ; On insiste sur les formes d'onde et la qualité d'énergie</p>
--------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2 –Chaîne d'information :

Fonctions élémentaires d'une chaîne d'information : acquérir, traiter et communiquer.

Connaissances	Savoir-faire	Commentaires et limitations
<p>21 – les capteurs et détecteurs</p> <p>Place du capteur dans la chaîne de l'information Classification des capteurs Fonction de base et structure fonctionnelle de la chaîne d'acquisition de l'information Nature des informations d'entrée Caractéristiques métrologiques : Etendue de mesure, sensibilité, résolution, justesse, fidélité, précision et temps de réponse. Paramètres d'un capteur communicant</p>	<p>Définir la sensibilité et fidélité d'un capteur ; conditionnement du signal fourni Identifier les capteurs dans la chaîne d'information d'un système ; Définir la nature des informations d'entrée et de sortie d'un capteur ; Justifier leur choix au regard du cahier des charges fourni ; Extraire de la documentation fournie les valeurs numériques caractéristiques des solutions techniques retenues.</p>	<p>Les phénomènes physiques régissant le fonctionnement des capteurs sont étudiés en physique. Les phénomènes physiques mis en œuvre dans divers capteurs (piézoélectricité, variation de résistance, effet Hall, effet Seebeck ...) sont présentés d'une manière simplifiée. On insiste sur les capteurs de position (codeurs optiques), de déplacement, de vitesse, et de température.</p>

<p>22- Traitement analogique de l'information Représentation temporelle (chronogramme) et fréquentielle (spectre), représentation dans le plan complexe.</p> <p>Filtrage Filtres passifs du 1^{er} et du 2^{ème} ordre</p> <p>ALI : Opérations élémentaires (addition, soustraction, multiplication, saturation, intégration)</p>	<p>Définir la fonction filtrage Tracer le diagramme de BODE des amplitudes et des phases à partir de la fonction de transfert.</p> <p>Exploiter un diagramme de BODE pour identifier un filtre. Prévoir le spectre d'un signal obtenu après un filtrage. Identifier le type d'un filtre à partir de sa fonction de transfert. Etablir la fonction de transfert isomorphe d'un filtre.</p> <p>Proposer des structures adaptées au cahier des charges imposé.</p>	<p>On insiste sur le lien entre les caractéristiques fréquentielles et temporelles pour le traitement d'un signal.</p> <p>La fonction filtrage est présentée en physique. L'opération de filtrage se limite à une approche par gabarit. Les filtres sont mis en oeuvre dans le contexte de la mesure sur un système.</p> <p>On se limite au filtre RC et RL. Les filtres actifs ne sont pas au programme.</p> <p>Les ALI sont traités en physique à partir d'un modèle parfait en tant que structure. En GE, seule une approche fonctionnelle est utilisée. Le comportement fréquentiel des ALI en particulier le produit gain x bande passante, est étudié dans le cas d'un système asservi avec une fonction de transfert en boucle ouverte du 1^{er} ordre.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Conversion A/N et N/A : Approche fonctionnelle</p>	<p>Définir un CNA (ou CAN) et donner sa caractéristique de transfert. Tracer la caractéristique de transfert d'un CNA (ou CAN). Déterminer l'expression donnant la tension de sortie du CNA en fonction de l'état logique des entrées et de la tension de référence. Interpréter la notice d'un CNA (ou CAN) Donner le rôle d'un échantillonneur bloqueur, définir échantillon, maintien (ou blocage). ...</p>	<p>Seules les caractéristiques fondamentales sont exposées (nombre de bits, période d'échantillonnage, temps de conversion). Les structures internes des CAN et des CNA sont hors programme.</p> <p>Le théorème de Shannon est donné sans démonstration. Pour les convertisseurs analogique-numérique, la présence d'un filtre anti-repliement est précisée et justifiée sans calcul.</p> <p>- L'étude des conversions analogique-numérique se limite à la dualité temps-fréquence qui sera faite avec une approche fonctionnelle dans le cadre de l'association bloqueur ordre 0 et échantillonneur.</p> <p>- On se limite à l'approche fonctionnelle sans aborder les aspects technologiques.</p>
-------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>23 - Conditionnement du signal Caractéristiques principales : bande passante et atténuation. Modulation et démodulation d'amplitude. Principe de la modulation numérique : (exemple : ASK, FSK...) Modulation de largeur d'impulsion (MLI)</p>	<p>Définir l'onde porteuse et l'onde modulante. Donner l'expression d'un signal sinusoïdal modulé en amplitude à partir du schéma fourni comportant un multiplieur. Interpréter le spectre d'un signal modulé en amplitude. Interpréter qualitativement le fonctionnement d'un démodulateur d'enveloppe classique. Réaliser des expériences de modulation et de démodulation d'amplitude. Interpréter les résultats des expériences de modulation et de démodulation d'amplitude.</p>	<p>On se limite à l'approche fonctionnelle sans aborder les aspects technologiques. La modulation et la démodulation d'amplitude numériques sont réalisées par simulation ou autour de systèmes réels. L'étude spectrale n'est pas demandée dans les modulations numériques</p>
<p>24 - Comportement des systèmes logiques Identification des entrées-sorties Notion d'état logique, de fonctions logiques Description d'un système logique par une table de vérité ou d'un logigramme Description d'un système logique par un graphe d'état. Notion d'état, transitions et variables</p>	<p>Déterminer les variables d'entrée et de sortie Identifier les variables d'entrée et de sortie Donner le logigramme du système Exprimer le fonctionnement par un graphe d'état, Décrire le fonctionnement attendu</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Les outils de simulations graphiques sont utilisés pour réaliser les fonctions logiques complexes, étant entendu que celles-ci sont intégrées dans des circuits logiques programmables et ne se présentent pas sous forme de composants discrets. Les langages de description tels que le VHDL ou Verilog ne sont pas au programme. - La simplification des fonctions logiques n'est pas au programme sauf dans des cas évidents. - Les règles de représentation des graphes sont fournies. L'encapsulation n'est pas au programme. Les bascules et les registres à décalage ne sont pas au programme.

<p>25- Comportement des systèmes numériques Représentation logique : binaire et hexadécimale des nombres réels (positif et négatif, virgule fixe et flottante simple précision). Identification des entrées-sorties. Adressage des variables Boucles. Transitions conditionnelles Fonctions. Description d'un système numérique par algorithme</p>	<p>Interpréter un algorithme représenté sous forme graphique Mettre en œuvre des composants programmables à l'aide d'un outil graphique de description (graphe d'état, algorithme, ...) en y intégrant les constituants réalisant les interfaces entre les grandeurs d'entrées et de sorties</p>	<p>- La gestion des interruptions n'est pas abordée. - Seules les structures algorithmiques de base sont étudiées. La mise en œuvre de ces structures peut être l'occasion de réaliser des correcteurs numériques avec des intégrations et dérivations numériques. La présentation graphique permet de s'affranchir d'un langage de programmation spécifique.</p>
<p>26 - Systèmes programmables Circuits logiques programmables, microcontrôleurs</p>	<p>Donner la structure fonctionnelle et architecture matérielle (unité centrale, entrée - sortie, mémoires, bus d'adresses, de données). Donner la structure logicielle. Mettre en œuvre la chaîne de développement Proposer des évolutions sous forme fonctionnelle Modifier une programmation à l'aide des outils graphe d'états, logigramme ou algorithme</p>	<p>On utilisera une approche graphique pour la programmation. <i>Les langages VHDL ou VERILOG ne sont pas au programme.</i></p>

3 - Protocoles expérimentaux :

Connaissances	Savoir-faire	Commentaires et limitations
<p>Environnement du système. Mise en œuvre d'un système, paramètres de fonctionnement d'un système. Choix des appareils de mesures (position, calibre, période d'échantillonnage, précision). Amplitude des grandeurs, caractéristiques fréquentielle et temporelle. Respect des normes de sécurité, protection des biens et des personnes. Respect d'un protocole expérimental</p> <p>Sensibilisation aux règles d'intervention et à l'habilitation électrique. Prévention des risques.</p>	<p>Mettre en œuvre un système dans le respect des règles de sécurité. Justifier le choix de la grandeur physique à mesurer. Mettre en œuvre un appareil de mesure adapté à la caractéristique de la grandeur à mesurer Choisir les entrées à imposer pour identifier un modèle de comportement Choisir les appareillages et les conditions d'exploitation Régler les paramètres de fonctionnement d'un système Mettre en œuvre un système complexe en respectant les règles de sécurité. Respecter les protocoles expérimentaux Choisir et utiliser correctement un multimètre (A, V, Ω,dB), un oscilloscope éventuellement numérique, une sonde, ... Définir les rôles des organes couramment utilisés dans les armoires électriques : sectionneurs, fusibles, relais, disjoncteurs, contacteurs, contacteurs discontacteurs inverseurs, fusibles, relais thermiques, relais statiques... Interpréter le schéma d'une armoire</p>	<p>Dans le choix de l'appareil (y compris RMS ou non), des calibres et des réglages on attend une autonomie importante, éventuellement avec l'utilisation de la notice de l'appareil.</p>

	<p>d'électrotechnique comportant circuit de puissance et/ou circuit de commande.</p> <p>Indiquer que les interventions électriques sont réglementées, qu'il faut une habilitation pour toute intervention, que les zones autorisées sont strictement définies en fonction du degré d'habilitation.</p>	
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--