

L'enseignement s'appuie sur l'étude de systèmes significatifs de l'industrie électronique.

Les objectifs de formation ne permettent de retenir, parmi la multitude de systèmes existants, que certains d'entre eux, compte tenu des critères de choix suivants :

- complexité suffisante pour justifier d'une approche systémique relativement au niveau de compréhension, aux acquis, au patrimoine de connaissances des étudiants ;
- complexité maîtrisable par les étudiants, compte tenu de la durée obligatoirement limitée de l'étude d'un système ;
- pluritechnologie à technologie électronique dominante ; technologie stabilisée, non obsolète, en évitant les technologies dites de "pointe" qui ne présentent pas une assurance de pérennité suffisante.

L'analyse débute par une approche systémique qui comporte quatre étapes essentielles :

- mise en situation du système,
- identification des éléments du système,
- définition des relations entre les éléments,
- mise en évidence des fonctions des éléments (rôle de l'élément, si ce dernier est un individu ou fonction d'usage si l'élément est un objet technique).

L'étude se poursuit par l'analyse fonctionnelle de l'un (ou plusieurs) des objets techniques élément du système.

Cette démarche, indispensable pour pouvoir accéder aux activités d'analyse et de conception, a pour but d'apporter à l'étudiant la connaissance de la méthode menant à la compréhension du fonctionnement de l'objet technique étudié.

L'étude fonctionnelle et structurelle de l'objet technique s'appuie le plus souvent sur des activités de simulation et, en tant que besoin, sur des activités expérimentales.

L'analyse des systèmes représentatifs des milieux industriels permet de mettre en évidence l'ensemble des fonctions énumérées dans le référentiel. Certaines de ces fonctions apparaissent dans différents systèmes : il convient dès lors de présenter les solutions technologiques spécifiques du domaine.

L'analyse fonctionnelle de constatation d'un objet technique existant doit impérativement précéder son analyse et sa synthèse structurelles.

L'analyse et la synthèse techniques de constatation préparent en outre aux activités de conception car celles-ci ne consistent que très rarement à créer un objet entièrement nouveau, mais le plus souvent à modifier un objet technique existant. Cette modification a pour but soit d'améliorer, soit de transformer ou d'actualiser l'objet technique selon un nouveau cahier des charges.

Les activités d'analyse de constatation et de synthèse de conception

Ces activités consistent à faire une recherche et/ou une exploitation de documentations techniques relatives à un produit (support vidéo, notices, publications, banques de données informatiques) dans le but de :

Faire une analyse fonctionnelle et structurelle de systèmes techniques utilisant :
le cahier des charges et les documents techniques associés ;
la modélisation mathématique et le traitement automatique.

Faire une validation partielle ou totale de l'analyse fonctionnelle et structurelle par :
la simulation informatique des fonctions et des structures ;
l'essai de tout ou partie du produit (maquettes préexistantes ou montages expérimentaux).

Élaborer et valider des structures matérielles et logicielles réalisant les fonctions
par l'utilisation de logiciels d'aide à la conception (saisie, simulation) et de systèmes de développement.

Faire une validation des spécifications électriques de composants spécifiques
par logiciels d'aide à leur conception et leur simulation.

Construire des maquettes :
conception de câblage imprimé par logiciel de placement et de routage,
calculs de fiabilité,
réalisation et validation.

Élaborer des dossiers, définissant la réalisation qui concrétise l'activité de projet, explicitant les procédures de test, les méthodes et moyens pour les réaliser et évaluer l'adéquation des résultats avec ceux du cahier des charges.

La simulation informatique

L'usage de l'outil informatique d'IAO (ingénierie assistée par ordinateur) VIEWLOGIC comprenant les outils suivants :

- une saisie de schéma (VIEWDRAW)
- une simulation logique (VIEWSIM)
- une simulation analogique (HSPICE de METASOFTWARE)
- une simulation mixte (MIXMODE)
- une synthèse logique (VIEWPLD/FPGA)
- une interface bidirectionnelle avec PCB (PCAD)
- un placeur routeur (PCAD)

a deux objectifs :

- le premier consiste à améliorer les expérimentations classiques d'électronique par les facilités d'exploration du champ technologique, la rapidité de mise en œuvre, la validité des résultats.
- le deuxième est de suppléer ces expérimentations classiques lorsque la mise en œuvre de celles-ci devient complexe voire impossible (structures fonctionnant dans des domaines de fréquences élevées, étude de circuits spécifiques à la demande [ASIC], etc.).

Les repères **S** indiquent et explicitent les fonctions pour lesquelles l'emploi de l'outil informatique d'IAO est particulièrement indiqué.

Les niveaux d'acquisition

Le niveau attendu dans chacune des parties du programme est précisé par un repère **M1**, **M2** ou **Ni**.

M1 Maîtrise d'ensemble :

La présentation de ces fonctions peut conduire à l'utilisation des principes, à l'établissement des relations et à une analyse structurelle détaillée.

Les fonctions et éléments de programme repérés M1 sont étudiés à plusieurs reprises au cours de la formation, sur des objets techniques différents, et forment le noyau central de l'enseignement.

M2 Maîtrise d'outils et de concepts :

- utilisation d'informations à caractère technique et/ou technologique,
 - utilisation de concepts et de relations (sans référence à la démonstration),
- afin d'autoriser une appropriation pertinente de fonctions et structures dans un ensemble complexe.

Ni Niveau d'information :

Les éléments repérés **Ni** ne seront l'objet d'une étude plus approfondie que s'ils sont significatifs de l'objet technique étudié dans le cadre de l'examen.

La répartition des masses horaires

Le tableau ci-dessous permet de donner une indication sur l'importance relative de chacun des domaines définis dans le référentiel.

Sur l'ensemble des deux années de formation, la masse horaire en électronique est voisine de 690 heures.

Les activités transversales à l'étude des systèmes liées aux compétences définies par le référentiel (travaux pratiques, mesurages, construction, utilisation de l'outil informatique de simulation) sont incluses.

Les activités liées à l'épreuve professionnelle de synthèse sont incluses.

1	Systèmes du domaine des télécommunications		130
	11	transmission et traitement de données	110
	12	traduction de l'information	20
2	Systèmes du domaine de l'informatique		190
	21	codage et traitement de données	110
	22	gestion des échanges d'informations numériques	80
3	Systèmes d'instrumentation		60
4	Dispositifs du domaine grand public		190
	41	restitution du son et de l'image	50
	42	mémorisation du son et de l'image	50
	43	téléphonie et télématique	90
5	Automatique		120
	51	le processus	50
	52	la commande	50
	53	le capteur	20

1) SYSTÈMES DU DOMAINE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

11) Systèmes de transmission et de traitement de données

L'enseignement s'appuiera plus particulièrement sur l'étude des systèmes de télécommunications suivants :

- radiodiffusion
- télédiffusion : par voie hertzienne, câblée et satellite
- radiotéléphone
- télécommande radiofréquence
- radar

Ce chapitre est à associer, pour une part, aux dispositifs du grand public.

L'étude structurelle détaillée sera menée jusqu'à la bande UHF (micro-ondes exclus), au-delà on se limitera à une présentation fonctionnelle et éventuellement à la simulation informatique.

Les structures étudiées utiliseront notamment les composants suivants : bobines et transformateurs, quartz et céramiques, ligne à retard, diodes laser et diode PIN, varicap, transistors bipolaires et MOSFET, mélangeurs symétriques, circuits intégrés, hybrides, spécifiques et personnalisés, coupleurs optiques, boucle à verrouillage de phase.

a) Codage de l'information : compression de données, protection contre les erreurs de transmission

Éléments de la théorie de l'information. **M2**

Codes utilisés, binaire naturel, complément à deux, virgule fixe et flottante. **M1**

Notion de compression, codage d'Huffmann. **M2**

Transmission : connaissance des codes NRZ. **M1**

RZ, bi-Phase, HDBM. **Ni**

Définition du débit binaire et de la rapidité de transmission (Bauds). **M1**

Erreur de transmission : codes correcteurs d'erreurs. **Ni**

remarques :

- l'ensemble de ce chapitre sera traité principalement dans le domaine télématique.
- l'analyse du système RDS (Système de transmission de données radio) peut être un support d'étude.

b) Modulation, démodulation (amplitude M1, fréquence M1, phase Ni)

S Les outils de simulation informatique analogique et mixte par l'intermédiaire des analyses temporelles et spectrales permettront de valider les structures ; ceux d'industrialisation serviront à évaluer les technologies.

Les outils de description aideront à la validation fonctionnelle des structures.

* Modulation analogique : largeur de canal. **M1**

* Modulation et démodulation d'amplitude : **M1**

expression temporelle

spectre

taux de modulation puissance

Modulation d'amplitude sans porteuse et Bande latérale unique. **Ni**

* Modulation de fréquence **M1** et de phase **Ni** : expression temporelle ; phase et fréquence instantanée, indice de modulation ; excursion de fréquence.

Utilisation des tableaux des coefficients de Bessel, règle de Carson ; démodulation en quadrature et boucle à verrouillage de phase. **M2**

Mise en œuvre des circuits spécifiques. **M2**

* Modulation d'impulsion **M2** : aspect temporel (modulation d'amplitude, de phase et de largeur), spectre.

Nota : voir également les domaines téléphonie et automatique.

* Multiplication, division, transposition de fréquence **M1** :

Organisation fonctionnelle et structurelle des émetteurs et récepteurs radiofréquence.

Mélangeur équilibré, synthétiseur de fréquence. **M2**

c) Multiplexage temporel ; multiplexage fréquentiel. Ni

* plan de fréquence en télédiffusion hertzienne et en télévision câblée (visualisation du spectre)

Multiplexage temporel analogique des composantes vidéo (MAC) ; organisation d'une trame.

Nota : voir également le domaine téléphonie.

d) Production de signaux

S idem à S 11b

Analyse des structures de base des oscillateurs et oscillateurs commandés en tension notamment en haute fréquence, des oscillateurs à quartz. **M1**

Utilisation d'une diode Varicap. Choix et mise en œuvre des oscillateurs et oscillateurs commandés en tension intégrés (logique et analogique), des diviseurs de fréquence. **M2**

e) Filtrage analogique

S La simulation analogique propose des analyses spécifiques des filtres analogiques :

analyse de réseau (matrice Z, Y, H, S)

analyse des pôles et des zéros

Le logiciel d'optimisation des valeurs de composants permet le dimensionnement des filtres.

Filtres d'ordre 2 : **M1** analyse des formes canoniques

filtres:

- à contre réaction simple,
- à contre réaction multiple,
- à source contrôlée.

Filtre d'ordre supérieur à 2 : **M2**

Détermination d'un filtre à partir du gabarit : utilisation d'abaque et de tableau de coefficients ; filtre de Tchebitcheff, Cauer.

Filtres en réseau : modélisation des quadripôles, utilisation des matrices Z, Y et T.

Mise en œuvre des filtres à quartz et céramique (Filtre F.I.) **Ni**

Filtrage numérique

(Voir domaine du contrôle automatique de processus.)

Mise en œuvre d'un processeur spécialisé de traitement du signal. **Ni**

f) Amplification haute fréquence sélective, large bande, de puissance

S idem 11b notamment en ce qui concerne l'utilisation de l'analyse de réseau par les paramètres s.

Mise en œuvre d'amplificateur vidéo intégré, d'amplificateur linéaire intégré large bande, réseau correcteur. **M2**

Utilisation des transistors (bipolaire ou MOSFET) en H.F. **M1** :

Produit gain-bande, fréquence de transition, pente, influence des capacités internes, classes d'amplification, bruit et facteur de bruit.

Utilisation des paramètres s **M2**

Transistor bi-grille **M2**

Utilisation de bobines et transformateurs en H.F. **M2**

Condensateurs spécifiques aux domaines VHF et UHF. **M2**

g) Propagation d'ondes électromagnétiques

S On utilisera notamment la simulation analogique et mixte pour :

- étudier des phénomènes tels que la diaphonie, la réflexion ;
 - des caractéristiques électriques comme l'adaptation, les retards de transmission,
- ceci dans le cas précis des lignes imprimées, des câbles de liaisons et de leurs connexions.

* Appellation normalisée des bandes de fréquence **M2**

* Câbles coaxiaux : **M1**

Impédance caractéristique, vitesse de propagation, atténuation, coefficient de réflexion, longueur d'onde.

Adaptation d'impédance, ligne ouverte, en court-circuit ; transformateur d'impédance ; utilisation des dBm, impédance d'entrée en fonction de la fréquence, normalisation (KX...; RG...).

Propagation en régime d'impulsion : prédétermination.

* Antennes :

Éléments de propagation atmosphérique, portée d'un émetteur **M2**

Diagramme de rayonnement, gain, impédance, bande passante, rapport signal sur bruit **M1**

Coupleurs d'antenne, taux d'onde stationnaire **M2**

* Lignes imprimées : la ligne micro-ruban, longueur d'onde, utilisation d'abaques et de formules de dimensionnement d'éléments localisés. **M2**

12) Dispositifs de traduction

L'enseignement s'appuiera plus particulièrement sur l'étude des éléments de systèmes suivants :

- caméras et moniteurs du domaine professionnel
- transmission téléphonique par fibre optique.

* Analyse d'une image : signaux de luminance, chrominance, vidéo-composite, encombrement spectral. **M1**

Normalisations (Codage SECAM **M2**, PAL **Ni**)

* Étude d'un capteur CCD et d'un tube à rayons cathodiques. **Ni**

* Fibres optiques : organisation d'un câble, atténuation, diode électroluminescente et laser, diode PIN. **M2**

2) INFORMATIQUE

S L'enseignement de la logique combinatoire et séquentielle dont les réalisations en logique câblée classique sont connues à ce niveau s'appuiera désormais sur les outils de synthèse logique dont le langage de description de haut niveau (AHDL ou VHDL) associé au simulateur logique permet :

- soit de générer un modèle descriptif nécessaire à l'étude d'une structure plus importante dans laquelle intervient cette fonction ;
- soit de mettre en œuvre la chaîne de réalisation d'un circuit intégré spécifique programmable validant la fonction.

L'enseignement de la logique microprogrammée se fera au travers de :

- l'utilisation des méthodes de programmation structurée appliquée au langage C,
- l'utilisation des outils de développement pour dispositifs microprogrammés.

21) Dispositifs de codage et de traitement de données

*a) Codage des informations numériques **M1***

Codes utilisés : binaire naturel, complément à deux, ASCII, virgule fixe et virgule flottante.

*b) Ensembles réalisant des opérations arithmétiques, logiques et algébriques **M1***

On mettra en œuvre des outils de synthèse logique permettant l'étude et la mise en œuvre des circuits logiques et numériques.

Les méthodes élémentaires d'analyse des circuits logiques sont supposées connues (Karnaugh).

On étudiera la structure des systèmes de traitement à microprocesseurs (monochip, micro contrôleur, monocartes et systèmes en bus).

*c) Production de signaux et gestion du temps **M1***

Structures logicielles et matérielles comme : temporisateur, chien de garde, ou encore ceux assurant la production de signaux de "handshake".

*d) Mémorisation **M1***

Mise en œuvre des structures matérielles permettant la rétention d'informations binaires (RAM statiques et dynamiques, ROM, EPROM, mémoires de masse magnétique et optique).

22) Dispositifs de gestion des échanges d'informations numériques

*a) Acquisition de données **M1***

Mise en œuvre matérielle et logicielle d'une chaîne d'acquisition de données analogiques et notamment les fonctions permettant l'échantillonnage d'un signal ainsi que la conversion analogique/numérique.

*b) Conversion numérique/analogique **M1***

Mise en œuvre des composants et des structures réalisant la fonction de conversion numérique/analogique.

c) Conversion série-parallèle et parallèle-série

Étude et mise en œuvre des structures et des composants réalisant les fonctions de conversion. **M1**

Normes, recommandations et avis normalisés. **M2**

Le modèle OSI à 7 couches sera présenté afin d'étudier le rôle et la mise en œuvre des couches 1 et 2 (jonction V24, protocoles d'une liaison de transmission de données). **M2**

On étudiera les structures permettant de réaliser :

- des liaisons point à point (RS232 ou V24). **M1**
- des liaisons multipoints (cas des réseaux locaux). **Ni**
- la détection et la correction des erreurs lors d'un échange par liaison série (bit de parité...). **Ni**

d) Gestion des entrées-sorties

Utilisation matérielle et logicielle des circuits d'entrées-sorties qu'ils se situent aux niveaux :

- de circuits de type monochip ou micro contrôleur **M1**
- de dispositifs monocartes **M1**
- de systèmes organisés en bus **M2**

e) Utilisation des périphériques d'affichage, d'impression et de communication

Dispositifs d'affichages (afficheurs 7 segments, à matrice de points et à tube cathodique). **M1**

On présentera le fonctionnement et la mise en œuvre des dispositifs d'impression (liaison "CENTRONICS", commandes de contrôle et de description de page). **M2**

3) SYSTÈMES D'INSTRUMENTATION

31) Dispositifs d'acquisition automatique de données M2

Acquisition de données

Se limiter à l'utilisation de logiciels applicatifs existants et lors de mesures à caractère répétitif ou s'inscrivant dans la durée et mettant en œuvre des liaisons RS232 et IEEE488. Dans ce cadre, présenter ou revoir les méthodes de mesure des grandeurs I, U, f, ϕ ... avec du matériel conventionnel ou programmable. Mise en œuvre de :

- table traçante
- oscilloscope à mémoire
- générateur de fonctions
- alimentations... programmables et/ou de carte d'acquisition

32) Dispositifs de mesurage de grandeurs physiques non électriques

Traduction d'une grandeur non électrique en une grandeur électrique

Mettre en évidence l'adéquation du capteur pré-défini avec les milieux associés : critères de choix. Justifier le conditionnement du signal en fonction de son acheminement.

33) Dispositifs de mesurage de grandeurs électriques

S Les analyses proposées par l'outil de simulation analogique et mixte permettront l'étude du comportement de la grandeur de sortie en fonction d'un élément (sensibilité), de la dispersion des composants (analyses statistiques), du bruit (rapport signal/bruit), afin d'évaluer la précision, les réponses temporelles, la réjection de signaux parasites de la structure de mesure.

a) Les convertisseurs Ni

Les convertisseurs intégrés utilisés en instrumentation sont abordés par leurs caractéristiques métrologiques : précision, fidélité, sensibilité, rapidité et uniquement dans le cadre d'un objet technique bien identifié.

b) Le filtrage MI

Le filtrage est envisagé dans l'objectif de la réjection des signaux indésirables : amélioration du rapport signal/bruit par des moyens analogiques ou numériques (filtre éjecteur, filtre passe-bande). Identifier les causes du bruit en vue d'en justifier le traitement.

c) Isolation galvanique Ni

Protection des matériels, personnels et des utilisateurs.

Conséquences sur le conditionnement du signal : nature du support de l'information.

34) Dispositifs de traitement, de mémorisation et de transcription de mesures

a) Conversion analogique numérique MI

Aspect traitement du signal :

Échantillonnage, spectres, théorème de Shannon

Signaux de dialogue avec l'extérieur

b) Mémorisation MI

Détermination du type de mémoire approprié (capacité, mode d'accès) et du temps d'accès aux données (support magnétique, mémoire à semi-conducteurs).

c) Traitement et exploitation MI

Mise en forme des résultats de mesures : valeur moyenne, dérivée, intégrale, fonctions algébriques, lissage...

Présentation : affichage des résultats sous forme graphique ou matricielle. Détermination de paramètres ou de valeurs particulières (maximum, minimum, pente, temps de montée...).

Détermination de modèles à partir d'acquisitions et/ou utilisation de modèles préexistants.

Utilisation de logiciels de simulation.

4) GRAND PUBLIC

S Les remarques concernant l'utilisation des outils de simulation (logique, analogique et mixte) et de synthèse décrites dans le paragraphe des dispositifs de télécommunications s'appliquent ici.

Leur utilisation sera d'autant plus pertinente que la validation des structures en expérimentation classique s'avère difficile comme : amplificateurs FI, synthétiseurs à boucles à verrouillage de phase, oscillateurs locaux, mélangeurs...

41) Dispositifs de restitution du son et de l'image

a) Réception de signaux radioélectriques

On se limitera au domaine UHF (micro-ondes exclu) ; au-delà on se limitera à une présentation fonctionnelle et à la simulation informatique :

- réception super hétérodyne à simple et double changement de fréquence **M1**
- adaptation d'un transistor ou d'un amplificateur intégré R.F. **M2**
- dans le cadre d'exploitation de documentations constructeurs, on pourra utiliser : **M2**
 - l'abaque de Smith
 - les paramètres "S" (scattering parameters)

On étudiera notamment les structures et composants spécifiques suivants :

- amplification R.F. faible niveau **M1**
- filtres sélectifs passifs et actifs **M1**
- oscillateurs R.F. à quartz **N1** et contrôlés en tension **M1**
- amplificateurs FI pour signaux FM et AM **M2**
- les transistors R.F. (bipolaires, FET, FET double grille) et les amplificateurs R.F. intégrés **M1**
- les synthétiseurs à boucle à verrouillage de phase (en HF, VHF ou UHF) **M2**
 - composants spécifiques
 - stabilité
- les mélangeurs les plus couramment utilisés : **M2**
 - mélangeurs équilibrés (modulateur en anneau)
 - FET double grille
 - multiplieurs analogiques intégrés
 - utilisation d'éléments non linéaires
 - les filtres passifs FI les plus courants : filtres céramiques, à quartz et à ondes de surface **M2**
 - les problèmes et solutions liés à la fréquence image et aux produits d'intermodulation **N3**

b) Démodulation de fréquence, de phase et d'amplitude

On étudiera notamment :

- démodulation d'amplitude **M1**
 - l'amplification FI contrôlée (CAG)
 - les circuits intégrés spécifiques
 - la désaccentuation du signal démodulé
- démodulation de fréquence et de phase **M2**
 - l'amplification FI à amplitude limitée
 - les circuits intégrés spécifiques
 - la désaccentuation du signal démodulé

c) Démultiplexage fréquentiel et temporel *Ni*

Le démultiplexage fréquentiel par translation de fréquence utilise les mêmes structures et composants que la réception superhétérodyne.

Le démultiplexage fréquentiel est utilisé :

- en télévision à diffusion par réseau terrestre (porteuse son unique)
- en télévision à diffusion par satellite (porteuse sons multiples)
- en radio FM (signaux RDS et ARI)

Le démultiplexage temporel est utilisé, entre autres, dans les normes MAC.

d) Décalages son et image

Pour ce qui concerne le décodage PAL ou SECAM, on étudiera notamment les fonctions suivantes : **M2**

- démultiplexage fréquentiel des composantes luminance et chrominance
- oscillateur verrouillé en phase sur les salves de référence couleur
- démodulation d'amplitude à porteuse supprimée
- démodulation de fréquence
- élaboration des signaux RVB par matriçage

On étudiera notamment :

- les circuits intégrés spécifiques aux fonctions de décodages citées
- les lignes à retard à large bande (quelque 100 ns à 64 µs)
- les filtres céramiques à large bande (>100 kHz)

Codage et décodage MAC. **Ni**

Codage et décodage "multiplex" d'une source audiofréquence stéréophonique. **Ni**

On consultera les documents du CCIR relatifs à ce domaine. **Ni**

e) Restitutions de l'image et du son

On étudiera notamment :

- les transistors petits signaux et les amplificateurs opérationnels spécifiques au domaine des vidéofréquences **M2**
- la stabilité des amplificateurs réalisés avec des composants intégrés ou discrets **M2**
- les transistors vidéofréquence de puissance **Ni**
- les circuits intégrés de balayage d'un tube image **Ni**
- les amplificateurs de puissance audiofréquences intégrés **M2**
- les caractéristiques d'un haut-parleur **Ni**

f) Télécommande à ultrasons et à infrarouge Ni

On pourra, à l'occasion de l'exploitation d'un dossier technique, étudier :

- les fonctions et structures des émetteurs et récepteurs d'ondes sonores et lumineuses modulées
- les composants spécifiques :
 - transducteurs à ultrasons
 - LED infrarouge
 - photodiodes et phototransistors

42) Dispositifs de mémorisation du son et de l'image

a) Enregistrement et lecture sur support magnétique **Ni**

On pourra, à l'occasion de l'exploitation d'un dossier technique, étudier :

- les caractéristiques et performances des têtes magnétiques utilisées
- les procédés d'effacement
- les structures des amplificateurs d'enregistrement
- les normes d'enregistrement à respecter

b) Modulation et démodulation de fréquence et d'amplitude **Ni**

On pourra, à l'occasion de l'exploitation d'un dossier technique, étudier :

- les procédés d'enregistrement analogique de signaux vidéofréquence sur un support magnétique
- la constitution et les caractéristiques des têtes magnétiques rotatives utilisées
- les structures des fonctions enregistrement et lecture mises en œuvre dans un enregistreur/lecteur magnétique
- les circuits intégrés spécifiques utilisés
- les normes à respecter

c) Bruit

On étudiera notamment les structures et composants suivants :

- composants actifs discrets et intégrés à faible facteur de bruit **M2**
- structures des amplificateurs à faible facteur de bruit **M2**
- réduction du bruit par compression dynamique en amplitude **Ni**

d) Filtrage analogique

On étudiera notamment :

- les filtres anti-repliement **M1**
- les filtres à capacités commutés **M1**
- les filtres hybrides à pente raide spécifiques au domaine **Ni**
- les filtres normalisés de préaccentuation et désaccentuation **Ni**

e) Conversion N/A et A/N

On étudiera notamment :

- les convertisseurs A/N et N/A intégrés rapides et à haute résolution spécifiques au domaine audiofréquence **M2**
- la normalisation des signaux audionumériques (IEC 958) **Ni**
- les convertisseurs A/N et N/A très rapides spécifiques au domaine vidéo **Ni**

f) Filtrage numérique **M1**

On se limitera au traitement des signaux du domaine audiofréquence.

On étudiera notamment :

- l'analyse et la synthèse des filtres RIF et RII
- la mise en œuvre de ces filtres en logique câblée et programmée
- les contraintes du temps réel
- les performances et les limites d'utilisation des filtres numériques

g) Compression et décompression de l'information numérique Ni

Si le support technique utilise ces fonctions, on se limitera à :

- l'étude succincte des procédés et des standards utilisés, par exemple :
 - normes ISO pour les signaux vidéo :
 - JPEG : Joint Photographic Experts Group
 - MPEG : Motion Picture Experts Group
 - normes constructeurs pour les signaux audio :
 - PASC : Precision Adaptative Subband Coding
 - ATRAC : Adaptative TRansform Acoustic Coding
- la mise en œuvre des composants ou logiciels spécifiques

h) Protection de l'information numérique enregistrée Ni

On se limitera à l'étude du procédé de détection et de correction d'erreurs et des composants spécifiques utilisés dans le support.

i) Régulation de vitesse et de position M2

On étudiera les capteurs et actionneurs spécifiques au domaine.

43) Dispositifs de téléphonie et de télématique

REMARQUE

On pourra utiliser comme support d'étude les dispositifs suivants : Modem, Télécopieur, Visiophone, Terminal RNIS...

a) Couplage au réseau téléphonique M1

L'étude de ce chapitre se fera au travers de l'analyse des composants et structures permettant la connexion d'un abonné au réseau téléphonique commuté ; on étudiera notamment :

- les normes, recommandations et avis du CCIT
- les structures des interfaces au réseau téléphonique commuté (DAA)
- les composants de protection contre les surtensions (diodes de protection essentiellement)
- les structures de détection de prise de ligne et de sonnerie
- les structures permettant la généralisation et la détection des tonalités (notamment boucles à verrouillage de phase spécialisées)
- les structures permettant le codage et le décodage DTMF
- les structures permettant une isolation galvanique (notamment le transformateur de ligne)

b) Réseaux télématiques M2

L'étude de ce chapitre se fera au travers de l'analyse des composants et structures permettant la transmission de signaux logiques au travers des réseaux télématiques ; on étudiera notamment :

- les normes, recommandations et avis du CCIT
- le modèle OSI à 7 couches sera présenté afin d'étudier le rôle et la mise en œuvre des couches basses permettant l'accès aux réseaux télématiques (notamment X25 pour la transmission de paquets, RNIS, procédure HDLC, jonction V24...)
- les structures intégrées de codage et décodage (normes MH, MR et MMR) des informations (son, images fixes ou animées, données informatiques)
- les composants intégrés de modulation/démodulation (MODEM)
- les structures de protection contre les erreurs de transmission (parité, CRC...)
- les structures matérielles et logicielles de compression/décompression permettant d'augmenter le débit binaire d'une transmission (MNP4 et MNP5 notamment)

5) AUTOMATIQUE

L'outil de simulation informatique d'IAO permet dans ce domaine l'appropriation des structures électroniques et d'interfaçage des capteurs et des actionneurs.

L'étude des comportements des systèmes bouclés (stabilité, précision, rapidité, dimensionnement des correcteurs) utilisera la simulation informatique avec éventuellement des outils spécifiques à l'automatique comme SIRENA, SISSY, SIMULINK par exemple.

51) Le processus

a) Conversion d'une grandeur électrique en une grandeur physique

Modélisation de la partie opérative par réponse indicielle ou réponse harmonique. **M1**

Utilisation possible d'un logiciel d'identification.

Ces méthodes pourront être appliquées par exemple dans le cadre d'un asservissement

- de vitesse
- de position
- de température

Les moteurs mis en œuvre sont du type :

- moteur à courant continu (à excitation séparée ou à aimants permanents)
- pas à pas **M1**

Les moteurs synchrones, asynchrones et spéciaux ne seront étudiés que dans le cadre de l'étude d'un système. **Ni**

b) Conversion d'énergie électrique en énergie électrique

Étude fonctionnelle de la conversion continu/continu isolée et/ou non isolée.

Étude des temps de commutation des transistors de puissance et dispositifs d'antisaturation.
Étude de la puissance dissipée dans les transistors et dispositifs d'aide à la commutation.
Rendement.

52) La commande

a) Procédé analogique

On étudiera principalement les asservissements linéaires : on limitera l'étude des asservissements non linéaires aux définitions et aux principes de résolution (par exemple, méthode du premier harmonique).

Représentation du système asservi par son schéma fonctionnel. **M1**

Présentation sous forme canonique avec chaîne d'action, chaîne de retour. **M1**

Définition des fonctions de transfert :

- en faisant une modélisation à partir des caractéristiques physiques du processus,
- en faisant une modélisation par interprétation de la réponse harmonique ou de la réponse indicielle (méthode de Broïda, Streje par exemple). **M2**

Analyse M1

Analyse des performances du système :

Stabilité du système

Application du critère de Routh (avec logiciel ou non)

Application du critère du revers

Marge de phase, marge de gain

Rapidité

Précision

Analyse de l'influence des correcteurs P, PD, PI et PID

On pourra utiliser la simulation pour déterminer l'effet des correcteurs et vérifier la conformité de l'asservissement en rapport avec le cahier des charges du système.

Synthèse Ni

On fera la synthèse des correcteurs P, PD, PI et PID à partir de la connaissance des fonctions de transfert du processus et du cahier des charges du système.

On pourra soit élaborer un correcteur, soit modifier les caractéristiques d'un correcteur existant.

Ce travail pourra être réalisé soit par une méthode directe de synthèse, soit par utilisation d'un logiciel de simulation.

Nota : on pourra, dans le cadre de l'étude de l'objet technique, étudier les limitations (d'intensité par exemple).

b) Procédé numérique

Échantillonnage blocage M1

On s'attachera à étudier plus particulièrement le choix de la fréquence d'échantillonnage et le spectre de l'échantillonneur.

Conversion analogique/numérique et numérique/analogique M2

Choix et mise en œuvre de convertisseurs adaptés à l'application (convertisseurs flash par exemple).

Étude du convertisseur analogique/numérique : les problèmes de résolution et de rapidité.

Fonction de transfert du convertisseur numérique/analogique et adaptation à la commande du processus.

Filtrage numérique

Analyse de correcteurs de type P, PD, PI et PID M2

- algorithme de calcul
- transcription en langage de haut niveau (C)
- transcription en assembleur
- incidence sur les caractéristiques du système
- stabilité
- précision
- rapidité

Mise en œuvre de programmes de simulation de réponse indicielle ou impulsionnelle

Utilisation de processeurs de signal M2

Étude et/ou mise en œuvre d'un système automatisé utilisant un processeur de signal (DSP).

Structure d'un processeur de signal.

Programmation du processeur de signal en respectant le cahier des charges du système.

Nota : le processeur de signal pourra n'être mis en œuvre que dans le cadre d'un projet qui le nécessite.

53) Le capteur

a) Traduction d'une grandeur physique en une grandeur électrique

Nota : on se limitera à l'étude des capteurs utilisés dans les systèmes techniques étudiés et ceux du projet tels que : **M2**

- optoélectroniques
- à effet Hall
- à effet piézo-électrique
- inductifs
- capacitifs
- thermosensibles

Modélisation des capteurs à partir des notices du constructeur. **M1**

Caractéristiques spécifiques des amplificateurs de mesure (grande impédance d'entrée, faible tension d'offset, faible niveau de bruit). **M1**

Structures et caractéristiques de comparateurs à un ou deux seuil(s). **M1**

Filtres adaptés à l'environnement du système technique (passe-bas, réjecteur de fréquence...). **M1**

*b) Traduction d'une grandeur électrique en une grandeur électrique **M1***

Structure des convertisseurs
fréquence tension
courant tension
tension rapport cyclique

Nota : comme pour les capteurs, on se limitera à l'adaptation utilisée dans les systèmes techniques étudiés. Néanmoins une chaîne d'acquisition complète de grandeur physique devra être étudiée.