

PÉRIODE D'ACCRÉDITATION : 2016 / 2021

UNIVERSITÉ PAUL SABATIER

---

# SYLLABUS MASTER

Mention Electronique, énergie électrique,  
automatique

M1 électronique des systèmes embarqués et  
télécommunications

---

<http://www.fsi.univ-tlse3.fr/>  
<http://www.eea.ups-tlse.fr>

2018 / 2019

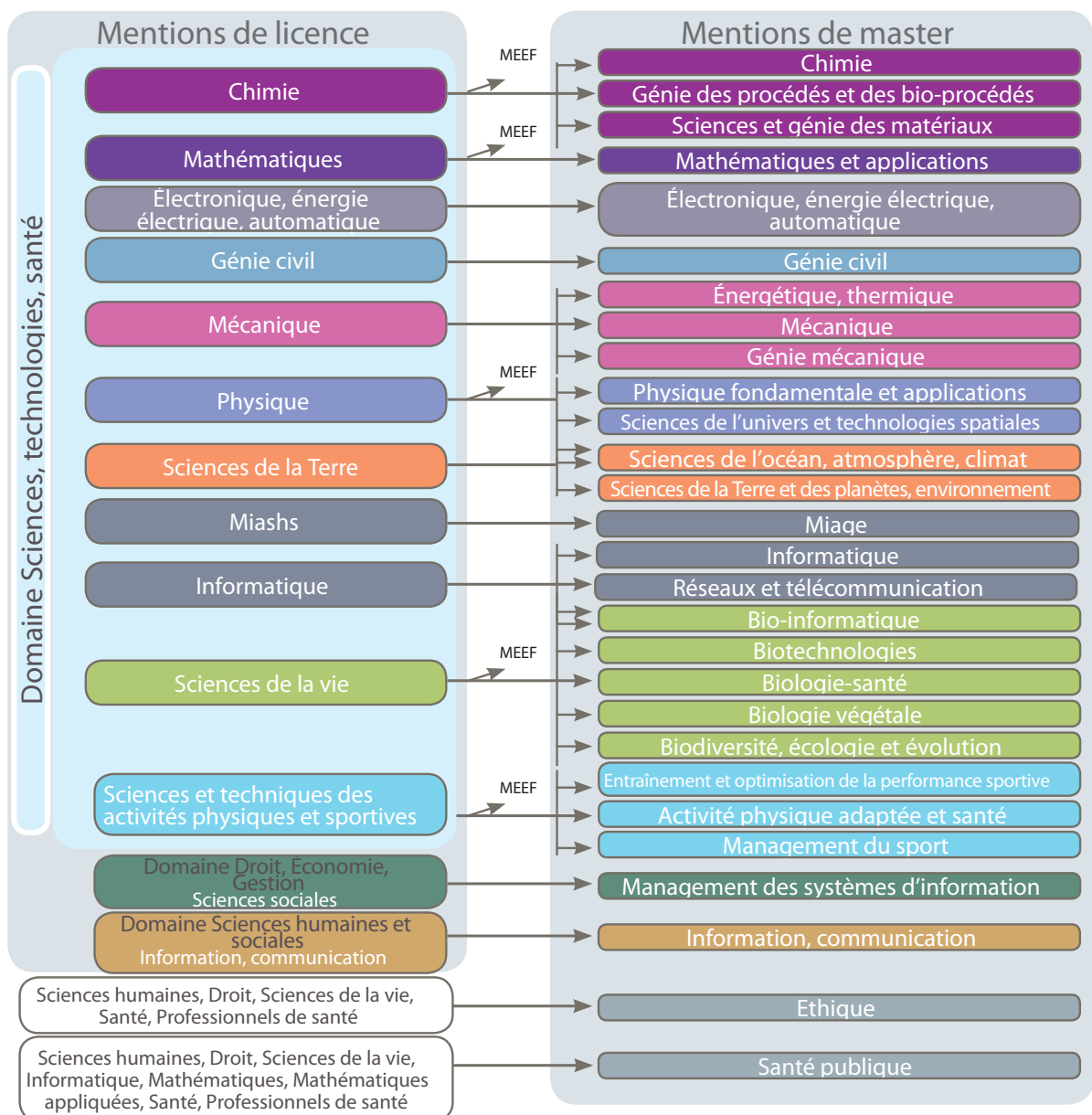
12 MARS 2019

# SOMMAIRE

---

SCHÉMA ARTICULATION LICENCE MASTER . . . . .	3
PRÉSENTATION . . . . .	4
PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS . . . . .	4
Mention Electronique, énergie électrique, automatique . . . . .	4
Parcours . . . . .	4
PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M1 électronique des systèmes embarqués et télécommunications . . . . .	4
RUBRIQUE CONTACTS . . . . .	6
CONTACTS PARCOURS . . . . .	6
CONTACTS MENTION . . . . .	6
CONTACTS DÉPARTEMENT : FSI.EEA . . . . .	6
Tableau Synthétique des UE de la formation . . . . .	7
LISTE DES UE . . . . .	9
GLOSSAIRE . . . . .	36
TERMES GÉNÉRAUX . . . . .	36
TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES . . . . .	36
TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS . . . . .	36

# SCHÉMA ARTICULATION LICENCE MASTER



MEEF : cf. page 10, Projet métiers de l'enseignement

# PRÉSENTATION

---

## PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS

### MENTION ELECTRONIQUE, ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, AUTOMATIQUE

L'objectif du Master, **labélisé CMI**, est de former des cadres spécialistes en Electronique, Energie électrique, Automatique, Informatique industrielle et/ou Traitement du signal, capables d'intégrer les secteurs de l'Aéronautique, de l'Espace, de l'Energie, des Télécommunications et de la Santé. La structure indifférenciée des parcours permet une insertion professionnelle (2 mois de durée moyenne de recherche d'emploi) dans l'industrie ou une poursuite en doctorat.

Cette mention est composée de 8 parcours types :

- Electronique des Systèmes Embarqués et Télécommunications (ESET)
- **Systèmes et Microsystèmes Embarqués (SME)**
- **Ingénierie des Systèmes Temps Réel(ISTR)**
- **Robotique : Décision et Commande(RODECO)**
- Signal Imagerie et Applications Audio-vidéo Médicales et Spatiales (SIA-AMS)
- Radiophysique Médicale et **Génie BioMédical(RM-GBM)**
- **Energie Electrique : Conversion, Matériaux, Développement durable(E2-CMD) - M2 commun avec l'INP/ENSEEIH de Toulouse**
- Sciences et Technologies des Plasmas (STP) *bi-diplomation avec l'université de Montréal (Québec)*

Les parcours **en gras** peuvent être suivis **en alternance en M2, via des contrats de professionnalisation**, ou de façon classique.

### PARCOURS

L'objectif du Master EEA-ESET est de former des cadres scientifiques, spécialistes dans l'analyse et la conception de systèmes électroniques dédiés aux applications embarquées et aux télécommunications. Les connaissances acquises permettent la compréhension et le développement des dispositifs sur plusieurs niveaux de description allant de la puce électronique au système. L'interaction avec le logiciel, bien que ce dernier ne constitue pas une priorité de la formation, est aussi abordée car son étude est nécessaire pour s'imprégner de toute la complexité du système.

Cette formation en deux ans aborde ainsi la plupart des secteurs de l'électronique en y associant les contraintes liées aux systèmes embarqués et/ou aux télécommunications. Le domaine couvert s'avère être très vaste et offre une grande variété de métiers tant dans les grands groupes industriels (notamment NXP, Thales Alenia Space, ON Semiconductor, Continental, Alstom, Airbus, Thales, Ommic, ST Microelectronics, United Monolithic Semiconductors...) que dans de très nombreuses PME, ainsi que dans l'enseignement et la recherche.

## PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M1 ÉLECTRONIQUE DES SYSTÈMES EMBARQUÉS ET TÉLÉCOMMUNICATIONS

### Objectifs de la première année du Master EEA - ESET

L'électronique est aujourd'hui l'un des secteurs essentiels de l'économie mondiale à l'origine ou contribuant à de nombreux domaines innovants, comme notamment ceux de l'informatique, des systèmes embarqués et des télécommunications. Elle est donc de plus en plus présente dans la majeure partie des objets de la vie courante sous des formes très diverses. Cette discipline couvre l'analyse et la conception des composants, circuits et

systèmes ainsi que la co-intégration matériel/logiciel pour la réalisation du contrôle, de la commande, du calcul et de l'interface dans le cas des systèmes complexes. Les champs d'activités et des métiers s'avèrent donc très vastes et conduisent le parcours ESET à des débouchés professionnels remarquables dans le tissu industriel local, national et international.

### **Organisation**

La première année (master 1 ou M1) du master EEA - ESET vise l'acquisition du socle des connaissances fondamentales nécessaire à la spécialisation qui sera réalisée en seconde année (master 2 ou M2).

Dans la continuité des enseignements généralement dispensés dans une 3ème année de licence EEA, le premier semestre du M1 ESET aborde l'analyse et le dimensionnement des circuits analogiques linéaires et non-linéaires, ainsi que les outils, notamment numériques, qui peuvent être utilisés pour mener leur conception. Les circuits numériques sont traités de même, et la transmission de données est aussi abordée.

Le second semestre de la formation est plus particulièrement consacré à la conception et à l'intégration des systèmes en portant un accent particulier sur les contraintes résultant des applications embarquées et/ou de télécommunications.

Au niveau de l'organisation de l'année et de ses 60 ECTS, 48 ECTS sont relatifs à des unités obligatoires : 12 ECTS correspondent au tronc commun transversal à la mention (enseignements généraux de communication, de connaissance de l'entreprise, sur les méthodes numériques, et de langue), et 36 ECTS sont imposés par la spécialité ESET. Ainsi, en fonction de la poursuite d'études qu'il envisage et de son projet professionnel, l'étudiant construit son propre parcours pour les 12 ECTS restants, en choisissant 6 ECTS pour des unités proposées par les autres formations de la mention. Le parcours élaboré par l'étudiant devra être visé par le responsable du M1.

### **Poursuite d'études**

Les étudiants ayant validé la première année du master peuvent poursuivre en master 2 EEA ESET. L'enjambement sur les 2 années n'est pas possible.

# RUBRIQUE CONTACTS

---

## CONTACTS PARCOURS

### RESPONSABLE M1 ÉLECTRONIQUE DES SYSTÈMES EMBARQUÉS ET TÉLÉCOMMUNICATIONS

VIALLON Christophe  
Email : [cviallon@laas.fr](mailto:cviallon@laas.fr)

Téléphone : 05 61 33 68 40

### SECRÉTAIRE PÉDAGOGIQUE

LOPES D'ANDRADE Marilyne  
Email : [marilyne.lobes-dandrade@univ-tlse3.fr](mailto:marilyne.lobes-dandrade@univ-tlse3.fr)

## CONTACTS MENTION

### RESPONSABLE DE MENTION ELECTRONIQUE, ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, AUTOMATIQUE

BIDAN Pierre  
Email : [pierre.bidan@laplace.univ-tlse.fr](mailto:pierre.bidan@laplace.univ-tlse.fr)

CAMBRONNE Jean-Pascal  
Email : [jean-pascal.cambronne@laplace.univ-tlse.fr](mailto:jean-pascal.cambronne@laplace.univ-tlse.fr)

## CONTACTS DÉPARTEMENT: FSI.EEA

### DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT

CAMBRONNE Jean-Pascal  
Email :

### SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

LAURENT Marie-Odile  
Email :

Téléphone : 0561557621

Université Paul Sabatier  
3R1  
118 route de Narbonne  
31062 TOULOUSE cedex 9

# TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES UE DE LA FORMATION

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE	Stage	Stage ne
<b>Premier semestre</b>										
10	EMEAE1AM	CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE ET COMMUNICATION	3	O						
11	EMEAT1A1	Connaissance de l'entreprise			6	12				
	EMEAT1A2	Communication			4	12				
12	EMEAE1BM	TECHNIQUES ET IMPLÉMENTATION DE MÉTHODES NUMÉRIQUES	3	O	10		24			
13	EMEAE1CM	SYSTÈMES ÉLECTRONIQUES NON LINÉAIRES : PLL ET APPLICATIONS TÉLÉCOMS	3	O	16	10	8			
<b>Choisir 2 UE parmi les 5 UE suivantes :</b>										
14	EMEAE1DM	ALIMENTATIONS À DÉCOUPAGE	3	O	12	9	9			
15	EMEAE1EM	SIMULATION MULTIPHYSIQUE	3	O	8	10	12			
16	EMEAE1FM	INSTRUMENTATION ET CHAÎNE DE MESURE	3	O	8	8	14			
17	EMEAE1GM	SIGNAUX ET SYSTÈMES	3	O	11	12	8			
21	EMEAE1KM	TRAITEMENT NUMÉRIQUE DU SIGNAL	3	O	12	10	8			
18	EMEAE1HM	SYSTÈMES ÉLECTRONIQUES NON LINÉAIRES À DIODES ET AOP	3	O	12	8		8		
19	EMEAE1IM	CONCEPTION DE CIRCUITS ANALOGIQUES	6	O	26	18	16			
20	EMEAE1JM	OUTILS ET LANGAGES DE CONCEPTION ÉVOLUÉS	3	O	7	7	16			
22	EMEAE1LM	TRANSMISSION DE L'INFORMATION POUR LES LIAISONS HF	3	O	10	10		9		
23	EMEAE1TM	STAGE FACULTATIF	3	F						0,5
<b>Second semestre</b>										
31	EMEAE2KM	INITIATION À LA RECHERCHE ET PROJET	3	O	4	4		20		
24	EMEAE2AM	MICROTECHNOLOGIES ET MODÉLISATION DES COMPOSANTS	6	O	22	12		26		
25	EMEAE2BM	ÉLECTRONIQUE ET CAO DES CIRCUITS NUMÉRIQUES	3	O	10	8	12			

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE	Stage	Stage ne
26	EMEAE2CM	SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS POUR APPLICATIONS EMBARQUÉES	6	O	18	6		36		
<b>Choisir 1 UE parmi les 2 UE suivantes :</b>										
27	EMEAE2DM	SYSTÈMES NUMÉRIQUES EMBARQUÉS	6	O	16			44		
28	EMEAE2EM	COMPOSANTS, CIRCUITS ET ANTENNES POUR TÉLÉCOMMUNICATIONS	6	O	24	18		12		
29	EMEAE2FM	PROBLÉMATIQUES DES SYSTÈMES EMBARQUÉS	3	O	10	10		10		
<b>Choisir 1 UE parmi les 4 UE suivantes :</b>										
32	EMEAE2VM	ANGLAIS	3	O		24				
33	EMEAE2WM	ALLEMAND	3	O		24				
34	EMEAE2XM	ESPAGNOL	3	O		24				
35	EMEAE2YM	FRANÇAIS GRANDS DÉBUTANTS	3	O		24				
30	EMEAE2GM	INITIATION JURIDIQUE	3	F		24				



---

## LISTE DES UE

---

<b>UE</b>	<b>CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE ET COMMUNICATION</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Connaissance de l'entreprise		
<b>EMEAT1A1</b>	Cours : 6h , TD : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DOLGOPOLOFF Hélène

Email : [helene.dolgopoloff@univ-tlse3.fr](mailto:helene.dolgopoloff@univ-tlse3.fr)

Téléphone : 05 61 55 62 03

PASCAL Jean-Claude

Email : [jean-claude.pascal@laas.fr](mailto:jean-claude.pascal@laas.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif est de permettre à l'étudiant de connaître et donner du sens aux concepts, méthodologies et outils de gestion et de management utilisés par les équipes dirigeantes. Les étudiants, par équipe, sont mis en situation managériale (et entrepreneuriale sur certains aspects) grâce à un logiciel de simulation de gestion et de management d'entreprise. Appréhender concrètement les finalités, enjeux et contraintes de l'entreprise avec une vision multidimensionnelle, permet à l'étudiant de comprendre ce que les entreprises attendent d'un responsable et la posture de cadre.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les étudiants gèrent, par équipe, leur entreprise, placée sur un marché concurrentiel avec le support d'un logiciel de simulation de gestion et de management d'entreprise. Chaque équipe d'étudiants doit :

- Elaborer un diagnostic stratégique, définir une structure et décider d'une stratégie avec une vision globale : stratégie d'investissement ; stratégie commerciale (cible de clientèle et marketing-mix ) ; stratégie financière (autofinancement et/ou augmentation de capital et/ou endettement) et de gestion de la trésorerie ; stratégie de l'humain (recrutement, systèmes de motivations et de rémunérations, ...);
- Etablir les budgets prévisionnels et les systèmes d'information de suivi et de contrôle de sa performance ;
- Analyser ses performances et se situer par rapport aux concurrents (benchmarking) ;
- Négocier avec les fournisseurs, le banquier, les actionnaires ou associés, ...

### PRÉ-REQUIS

- notions : statut juridique, gouvernance, processus, enjeux et contraintes d'une organisation
- cycle de gestion, notion de système d'information

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Théorie et management des organisations. Plane Jean-Michel, Dunod, collection gestion sud  
La stratégie d'entreprise, Thietard R.A., Mc Graw Hill ed.

L'essentiel de l'analyse financière. Grandguillot Béatrice et Francis, Gualino Editeur.

### MOTS-CLÉS

- diagnostic stratégique, stratégie d'investissement, commerciale, financière, management
- budgets prévisionnels, suivi, contrôle, analyse de la performance

<b>UE</b>	<b>CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE ET COMMUNICATION</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Communication		
<b>EMEAT1A2</b>	Cours : 4h , TD : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

PASCAL Jean-Claude

Email : [jean-claude.pascal@laas.fr](mailto:jean-claude.pascal@laas.fr)

ROUSSEL Bruno

Email : [bruno.rousseau@univ-tlse3.fr](mailto:bruno.rousseau@univ-tlse3.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

La pratique de la communication demande la maîtrise de techniques et d'outils toujours plus nombreux, permettant d'optimiser ses stratégies vers les publics internes et externes. La formation est basée sur des méthodes actives et apporte une méthodologie et des outils pour mettre en œuvre une communication performante afin d'acquérir les compétences clés en communication, management relationnel, organisation, expression orale et écrite..

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Il s'agit d'acquérir les techniques et les meilleures pratiques pour mettre en œuvre une politique de communication :

- Concevoir une stratégie de Communication personnelle et professionnelle,
- Définir et gérer sa e-réputation pour promouvoir son image en tant que futur professionnel,
- Assimiler un savoir-faire et des techniques de communication orale à partir de mises en situation,
- Savoir identifier son style de management,
- Se positionner dans une dimension éthique et communiquer en tant que manager,
- Gérer un conflit.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Communiquer dans un monde incertain, Thierry Libaert, Ed. Pearson Education Ed.
- Le management de la diversité, Christophe Falcoz, Management Et Societe Eds
- Savoir-être : compétence ou illusion ?, Annick Penso-Latouche, Editions Liaisons

### MOTS-CLÉS

Communication, Déontologie, Ethique, Management

<b>UE</b>	<b>TECHNIQUES ET IMPLÉMENTATION DE MÉTHODES NUMÉRIQUES</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMEA1BM</b>	Cours : 10h , TP : 24h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

RIVIERE Nicolas  
 Email : [nriviere@laas.fr](mailto:nriviere@laas.fr)

Téléphone : 05 61 33 78 61

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de ce module est d'aborder au plan théorique et pratique les techniques de résolution de certains problèmes par des méthodes numériques. Effectivement, de nombreux problèmes en EEA, en Physique, Biologie ou encore en Economie peuvent être efficacement résolus par l'intermédiaire d'un ordinateur numérique. C'est ainsi qu'une suite d'opérations mathématiques simples permet d'obtenir une solution au problème posé. Cela inclut la connaissance des structures de données fondamentales et les algorithmes dans lesquels elles sont mises en œuvre. Le langage de programmation utilisé pour illustrer ces concepts est le langage C. Plusieurs thématiques seront étudiées et mises en œuvre en Travaux Pratiques.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

#### I. Préliminaires aux structures de données

- Les pointeurs : concepts et principes, manipulation des pointeurs, les tableaux
- Les structures
- Récursivité

#### II. Structures de données

- Listes chaînées, Piles, Tas
- Files

#### III. Algorithme

- Tris et recherches
- Méthodes numériques

#### Compétences :

- Savoir analyser un problème numérique
- Définir la structure de l'algorithme avec les structures de données associées
- Savoir écrire un algorithme
- savoir traduire l'algorithme en programme en langage C

### PRÉ-REQUIS

Notions de programmation, notions d'analyse numérique

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Le langage C, norme ANSI, Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie, Dunod 2014 - 2ème édition

### MOTS-CLÉS

Algorithmique, langage C, analyse numérique

<b>UE</b>	<b>SYSTÈMES LINÉAIRES : ÉLECTRONIQUES NON TÉLÉCOMS : PLL ET APPLICATIONS</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMEA1CM</b>	Cours : 16h , TD : 10h , TP : 8h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LEYMARIE Hélène

Email : [helene.leymarie@univ-tlse3.fr](mailto:helene.leymarie@univ-tlse3.fr)

Téléphone : 8689

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Compréhension et mise en œuvre de boucles à verrouillage de phase. Applications aux télécommunications.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

#### Cours et travaux dirigés :

Dans cette unité les éléments suivants sont abordés :

\*La boucle à verrouillage de phase : Principes, éléments constitutifs, stabilité, précision en régime transitoire et permanent, comparateurs de phase à multiplieur, comparateur de phase et de fréquence, oscillateurs commandés en tension, filtre, étude de l'acquisition, plage de capture et de maintien.

\*Applications aux télécommunications : système de détection de fuites d'eau par transmission en modulation FM et transmission de données météo par Ballon sonde Météosat.

#### Travaux pratiques :

Analyse et mise en œuvre de la boucle à verrouillage de phase dans la transmission d'un signal sonore par modulation et démodulation FSK (Fréquence Shift Keying)

### PRÉ-REQUIS

Oscillateurs commandés en tension, filtres, notions d'automatique de base sur les systèmes asservis

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Microelectronics. Millman Mc Graw Hill

Boucle à verrouillage de phase : M. Girard Ediscience

Systèmes à verrouillage de phase J. Encinas Masson

### MOTS-CLÉS

Boucles à verrouillage de phase, systèmes asservis, télécommunications

<b>UE</b>	<b>ALIMENTATIONS À DÉCOUPAGE</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMEA1DM</b>	Cours : 12h , TD : 9h , TP : 9h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BIDAN Pierre  
 Email : [pierre.bidan@laplace.univ-tlse.fr](mailto:pierre.bidan@laplace.univ-tlse.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Une alimentation à découpage est une alimentation électrique dont la régulation est assurée par un composant électronique utilisé en commutation (généralement un transistor). Ce mode de fonctionnement s'oppose à celui des alimentations linéaires dans lesquelles le composant électronique est utilisé en mode linéaire. L'intérêt majeur est le très bon rendement du dispositif. Ce module a pour objectif de donner les principes de fonctionnement des alimentations à découpage courantes couplées au secteur et les méthodes de dimensionnement de leurs principaux étages et éléments.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Introduction - principes généraux :  
 Comparaison alimentations linéaires et à découpage - Modulation de Largeur d'Impulsion - Structure d'une alimentation alternatif/continu.
- Alimentation isolée Flyback :  
 Structure - Principe - Schéma équivalent du couplage magnétique - Abaisseur-élévateur équivalent - formes d'onde en démagnétisation complète et incomplète - Alimentations multi-sortie - Eléments de dimensionnement - Principes de régulation.
- Alimentation isolée Forward :  
 Montage de base - Principe - Schéma équivalent du couplage magnétique - Abaisseur équivalent - formes d'onde - Eléments de dimensionnement - Structure en demi-pont asymétrique - Principes de régulation.
- Etage d'entrée et hacheur à absorption sinus :  
 Problématique - Filtre d'entrée passif - Filtre d'entrée actif : hacheur à absorption sinus (principe, structures - fonctionnement).
- TP :  
 Dimensionnement et étude d'un Flyback - Dimensionnement et étude d'un Forward - Etude d'un hacheur à absorption sinus.
- Compétences :  
 Analyser le fonctionnement d'une alimentation à découpage. Choisir une structure d'alimentation et la dimensionner en fonction d'un cahier des charges.

### PRÉ-REQUIS

Circuits électriques et convertisseurs statiques de niveau licence.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Alimentations à découpage : Cours et exercices corrigés, M. Girard, H. Angelis, M. Girard, Dunod.  
 Alimentations à découpage : Convertisseurs à résonance, principes, composants, modélisation, J.P. Ferrieux, F. Forest, Dunod, 2006

### MOTS-CLÉS

Electronique de puissance, Convertisseurs statiques, hacheurs, Alimentation à découpage, Forward, flyback, absorption sinus.

<b>UE</b>	<b>SIMULATION MULTIPHYSIQUE</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMEAIE1EM</b>	Cours : 8h , TD : 10h , TP : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BERQUEZ Laurent

Email : [laurent.berquez@laplace.univ-tlse.fr](mailto:laurent.berquez@laplace.univ-tlse.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Le but de ce module est d'initier les étudiants à l'utilisation de codes numériques pour la résolution de problèmes de l'ingénieur en thermique, électrostatique, électromagnétisme ou mécanique, ces modes pouvant être couplés. L'objectif est non seulement d'initier et de familiariser les étudiants à l'utilisation d'un code numérique mais aussi de les amener à avoir un regard critique sur les résultats numériques obtenus en les contrôlant et en les validant par des bilans électrique ou énergétique ou encore en étudiant la sensibilité de la solution aux différents paramètres physiques.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Découvrir les logiciels éléments finis et présenter ses différents codes en décrivant leurs spécificités et leurs champs d'applications. Il existe de nombreux codes dans le commerce et dans le monde libre capable de résoudre des problèmes multiphysiques par éléments finis.
- Présenter la démarche de modélisation à partir d'un logiciel "éléments finis" sans entrer dans le détail de la méthode, puis dérouler la démarche éléments finis quasiment à la main depuis l'équation à résoudre jusqu'à la solution pour un problème dont la solution analytique est connue.
- Apprendre à utiliser un logiciel pour résoudre un problème multiphysique correctement ; l'accent sera mis sur les différentes équations qui peuvent être résolues dans les domaines et sur les frontières. Les problèmes posés seront de différents types : thermique, électrostatique, électromagnétique, mécanique... et multiphysiques
- Effectuer une analyse critique des résultats obtenus par un logiciel éléments finis.
- Compétences :

Résoudre une équation aux dérivées partielles par la méthode des éléments finis  
 Résoudre un problème multiphysique à l'aide d'un logiciel implantant la méthode des éléments finis

### PRÉ-REQUIS

Physique générale

Pas de pré-requis en méthodes numériques et éléments finis.

### MOTS-CLÉS

Méthode Eléments finis, problème multiphysique, simulation.

<b>UE</b>	<b>INSTRUMENTATION ET CHAÎNE DE MESURE</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMEA1FM</b>	Cours : 8h , TD : 8h , TP : 14h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BOITIER Vincent  
 Email : [vboitier@laas.fr](mailto:vboitier@laas.fr)

Téléphone : 05 61 55 86 89 // 05 61  
 33 62 31

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Savoir analyser et dimensionner correctement les éléments d'une chaîne de mesure en fonction d'un cahier des charges.

Maîtriser les bases du logiciel Labview pour des applications d'instrumentation.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1/ INTRODUCTION. Intérêt d'une bonne mesure.

2/ STRUCTURE d'une chaîne de mesure : mesurée / corps d'épreuve / capteur / conditionneur / traitement / transmission / réception / traitement / affichage / stockage

3/ CAHIER DES CHARGES commanditaire / destinataire / utilisateur, besoins, contraintes, normes

4/ CAPTEURS grandeurs caractéristiques / choix d'un capteur à partir de docs techniques

5/ CONDITIONNEMENT du signal : amplification (montages de base + définitions) / ampli d'instrumentation / ampli d'isolation

6/ NUMERISATION du signal : Filtre Anti Repliement / Multiplexeur / Ech-bloqueur / Convertisseur Analogique Numérique / Traitement classiques après numérisation (moyennage, filtrage)

7/ TRANSMISSION du signal (vu sous l'angle utilitaire : quels supports et quels protocoles possibles en fonction des contraintes de l'application visée)

8/ CARTES D'ACQUISITION ET DE COMMANDE. Cette partie faite en TD prépare les TPs

9/ INCERTITUDE DE MESURE composition des incertitudes / calcul d'incertitude sur une chaîne de mesure complète

TPs : (7h TP) Initiation au logiciel d'instrumentation **LabView**+ carte E/S, pilotage d'instrument (oscilloscope, générateur numérique) à distance (7h TP)

### PRÉ-REQUIS

Bases d'électronique analogique et numérique, montages classiques à amplificateurs opérationnels, structure d'un CNA, d'un CAN, échantillonnage d'un signal.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] Acquisition de données du capteur à l'ordinateur, G. Asch et collaborateurs, Ed Dunod, 2003.

[2] Traitement des signaux et acquisitions de données, F. Cottet, Ed Dunod, 2002.

### MOTS-CLÉS

mesure, capteur, amplification, filtrage, conditionnement, filtre anti repliement, numérisation, échantillonnage, traitement numérique, résolution, étalonnage



<b>UE</b>	<b>SIGNAUX ET SYSTÈMES</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMEA1GM</b>	Cours : 11h , TD : 12h , TP : 8h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

HOSSEINI Shahram

Email : [Shahram.Hosseini@irap.omp.eu](mailto:Shahram.Hosseini@irap.omp.eu)

Téléphone : 0561332879

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les notions de signal et système permettent de formaliser l'analyse d'une grande variété de phénomènes physiques en faisant abstraction des détails insignifiants pour se concentrer sur les éléments essentiels. Cette approche permet de traiter de façon unifiée l'analyse de phénomènes physiques dans plusieurs domaines tels que acoustique, télécommunications, biomédical, aéronautique, télédétection. L'objectif de cette UE est de présenter ces notions et les principaux outils utilisés pour la représentation, l'analyse et le traitement des signaux déterministes et aléatoires. Les étudiants se familiariseront avec le filtrage, la modulation et l'échantillonnage, les propriétés et les statistiques des signaux aléatoires et le calcul des statistiques d'un signal aléatoire en sortie d'un filtre.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Signaux et systèmes déterministes : Propriétés des signaux et systèmes, Systèmes linéaires et invariants, Convolution, Représentation fréquentielle des signaux et systèmes à temps continu : série et transformée de Fourier, Transformation de Laplace, Filtrage analogique, Modulation.

Numérisation des signaux analogiques : Echantillonnage, Repliement de spectre, Théorème de Shannon, Reconstruction d'un signal analogique à partir de ses échantillons, Quantification.

Signaux aléatoires : Définition et propriétés des signaux aléatoires, Stationnarité et ergodisme, Notion d'indépendance, de corrélation et de densité spectrale de puissance, Filtrage des signaux aléatoires.

Travaux pratiques : Numérisation des signaux, Estimation de distance de cibles avec corrélation, Estimation des statistiques des signaux aléatoires, Filtrage des signaux aléatoires

### PRÉ-REQUIS

Des connaissances de base en probabilités et variables aléatoires.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] A. V. Oppenheim, A. S. Willsky, Signals & systems, Prentice-Hall, 1997.

[2] A. Papoulis, Probability, random variables and stochastic processes, McGraw-Hill, 2002.

[3] Y. Deville, Signaux temporels et spatiotemporels, Ellipses, 2011.

### MOTS-CLÉS

Signal, Système, Transformées de Fourier et de Laplace, Filtrage, Echantillonnage, Espérance mathématique, Corrélation, Densité spectrale de puissance

<b>UE</b>	<b>SYSTÈMES ÉLECTRONIQUES LINÉAIRES À DIODES ET AOP</b>	<b>NON</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMEA1HM</b>	Cours : 12h , TD : 8h , TP DE : 8h			

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LEYMARIE Hélène

Email : [helene.leymarie@univ-tlse3.fr](mailto:helene.leymarie@univ-tlse3.fr)

Téléphone : 8689

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Comprendre et maîtriser la synthèse de systèmes non linéaires (amplificateur à gain variable par segment, écrêteur, redressement sans seuil, détecteur de crête, ...) et d'une chaîne de digitalisation (échantillonneur-bloqueur, CAN, CNA...)

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

#### Cours et travaux dirigés :

Dans cette unité, les éléments suivants sont abordés :

- Applications non linéaires de l'Amplificateur opérationnel réel : Amplificateur non linéaire, Redressement sans seuil, Détecteur de crête, Circuits limiteurs, Echantillonneur-bloqueur....
- Structure et choix d'une carte d'acquisition : critères d'échantillonnage, filtre anti repliement, architectures des convertisseurs analogique-numérique et numérique-analogique : principes, convertisseurs simple et double rampe, réseau en échelle, convertisseurs parallèles, convertisseur Flash, Pipe line..

#### Travaux pratiques :

Chaîne d'acquisition et traitement du son

### PRÉ-REQUIS

Electronique linéaire : Diode PN et Zéner, Transistor bipolaire, Transistor à effet de Champ, Amplificateur opérationnel idéal et réel, électrocinétique

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**Traité de l'électronique** (Vol.2, électronique numérique) : P.Horowitz & W Hill (*Publitronic elektor*)

**Traitement des signaux et acquisition de données** : Francis Cottet (Dunod)

### MOTS-CLÉS

Critères d'échantillonnage, filtre anti repliement, Architectures des convertisseurs analogique-numérique et numérique-analogique, électronique non linéaire

<b>UE</b>	<b>CONCEPTION DE CIRCUITS ANALOGIQUES</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMEA11M</b>	Cours : 26h , TD : 18h , TP : 16h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

VIALLON Christophe  
 Email : [cviallon@laas.fr](mailto:cviallon@laas.fr)

Téléphone : 05 61 33 68 40

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cet enseignement se propose de présenter les circuits élémentaires ainsi que les méthodes de travail utilisées pour la conception des sous-ensembles analogiques présents dans la plus part des systèmes électroniques modernes. A l'issue de cet enseignement, l'étudiant sera en mesure de comprendre un schéma électrique de circuit intégré analogique. Il sera également capable de dimensionner des filtres selon un gabarit prédéfini, concevoir des oscillateurs et des amplificateurs de puissance.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

#### Cours :

Modélisation linéaire et non linéaire des principaux composants électroniques actuels

Amplification et adaptation en impédance

Introduction à l'intégration monolithique : étude de schémas types d'amplificateurs intégrés

Théorie de la contre-réaction et de la stabilité linéaire. Applications à la compensation en fréquence d'amplificateurs et à la conception d'oscillateurs

Synthèse de filtres actifs et passifs

Conception d'étages de puissance (classes A, B, AB, C, D)

Introduction à la compatibilité électromagnétique (CEM)

#### Travaux dirigés et travaux pratiques :

Les travaux pratiques ainsi que les travaux dirigés visent à mettre en application le cours à travers la conception d'une enceinte audio active connectée par bluetooth. Le travail sera focalisé sur le dimensionnement des filtres et des amplificateurs de puissance de façon à intégrer l'ensemble à l'intérieur d'une enceinte passive existante tout en respectant un cahier des charges prédéfini.

### PRÉ-REQUIS

Connaître et maîtriser l'ensemble des théorèmes et méthodes de travail liés à l'analyse des circuits analogiques.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Analysis and design of analog integrated circuits, 4th edition, Paul R. Gray, Robert G. Mayer, Wiley, 2001

Fundamentals of Microelectronics, second edition, B. Razavi, Wiley, 2013

### MOTS-CLÉS

Modèle électrique, Intégration, Stabilité linéaire, Contre-réaction, Oscillateur, Synthèse de filtre, Amplification de puissance, CEM.

<b>UE</b>	<b>OUTILS ET LANGAGES DE CONCEPTION ÉVOLUÉS</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMEA1JM</b>	Cours : 7h , TD : 7h , TP : 16h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CAIGNET Fabrice  
Email : [fcaignet@laas.fr](mailto:fcaignet@laas.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Compréhension de l'électronique des systèmes numériques de base; Compréhension et mise en œuvre d'une programmation comportementale, Application au langage VHDL

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Face à l'augmentation des complexités des systèmes numériques, les méthodes de conception doivent s'adapter. De nos jours, il est demandé à un ingénieur d'être capable de réaliser des systèmes à hauteur de 1 million de portes par an, voir beaucoup plus dans les années à venir. Ceci ne peut se faire sans l'utilisation de méthodes hiérarchisées et d'outils de conception évolués.

Dans cet optique, des langages de conception de type HDL (Hardware Description Language), ou en français outils de description comportementale, ont été développés. Le langage VHDL sera étudié et mis en pratique dans une série de TP dont le but est de développer un Microprocesseur simple.

Cours :

Introduction à la conception de systèmes numériques

Introduction au langage VHDL

TD/TP :

Initiation au VHDL

Réalisation de systèmes numériques simples pour la prise en main du langage VHDL

Développement et assemblage des principaux blocs d'un microprocesseur.

### PRÉ-REQUIS

Electronique numérique combinatoire et séquentielle.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Albert P. Malvino « Digital computer Electronic » de 1993

<b>UE</b>	<b>TRAITEMENT NUMÉRIQUE DU SIGNAL</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMEA1KM</b>	Cours : 12h , TD : 10h , TP : 8h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DEVILLE Yannick

Email : [Yannick.Deville@irap.omp.eu](mailto:Yannick.Deville@irap.omp.eu)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette UE vise à apporter aux étudiants la maîtrise des notions de signal et système numériques (dans les domaines temporel, fréquentiel, en  $z$ ), en se focalisant sur les signaux déterministes. A l'issue de cette UE, les étudiants seront capables d'appliquer aux signaux numériques les traitements les plus classiques : transformation de Fourier, filtrage (synthèse et mise en oeuvre). Ils sauront étudier ces traitements et les mettre en oeuvre à l'aide du logiciel Matlab.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Cette UE concerne la représentation et le traitement des signaux numériques. Dans un premier temps, on introduit les notions de signaux et systèmes numériques et on fait le lien avec le cas où ces signaux sont obtenus par échantillonnage temporel puis quantification de signaux analogiques. On définit en particulier : 1) les systèmes linéaires invariants temporellement (ou filtres) numériques, représentés à ce stade dans le domaine temporel, 2) le produit de convolution associé. On construit ensuite les transformations numériques classiques : transformation de Fourier à temps discret, transformation de Fourier discrète (TFD), transformation en  $z$ . Enfin, on présente en détail les structures et méthodes de synthèse de filtres numériques (filtres à Réponse Impulsionnelle Finie - ou RIF -, à phase linéaire, à Réponse Impulsionnelle Infinie - ou RII -). Les travaux pratiques concernent les représentations fréquentielles de signaux et systèmes numériques et la synthèse de filtres RIF et RII.

### PRÉ-REQUIS

Bases relatives aux signaux et systèmes analogiques (Fourier, Laplace, filtrage analogique). Connaissance de MATLAB préférable.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] M. Kunt, "Traitement numérique des signaux", Traité d'Electricité, vol. XX, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 1984, 1996.
- [2] A. V. Oppenheim, R. W. Schaffer, "Digital signal processing", Prentice Hall, 1975.

### MOTS-CLÉS

Signal numérique, Système numérique, Transformée de Fourier discrète, Transformée en  $z$ , Filtrage numérique.

<b>UE</b>	<b>TRANSMISSION DE L'INFORMATION POUR LES LIAISONS HF</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMEA1LM</b>	Cours : 10h , TD : 10h , TP DE : 9h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LOPES Armand

Email : [armand.lobes@cesbio.cnes.fr](mailto:armand.lobes@cesbio.cnes.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de cette unité est la caractérisation de la transmission des signaux, aussi bien dans la partie guidée de l'émetteur et du récepteur, que dans la partie aérienne, en vue d'établir un bilan de liaison d'une liaison de télécommunication ou d'une détection radar, en terme de rapport signal à bruit (C/N). La modélisation générale des dispositifs et de la propagation de l'onde électromagnétique est aussi traitée.

Cette unité pose les bases pour l'unité "Composants, circuits et antennes pour télécommunications" dans laquelle les dispositifs entrant dans la constitution des émetteurs-récepteurs ainsi que les antennes seront étudiés plus en détail.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

-Paramètres S et modélisation des dispositifs

matrices impédances, admittances, chaines et paramètres S

adaptation d'impédance, réflexion, transmission

modélisation des quadripôles, des hexapôles, des octopôles et des dispositifs non réciproques

- Propriétés générales des antennes

gain, surface équivalente et température d'antenne (ou de bruit)

équations des télécommunications (ou de Friis) et radars

diagramme de rayonnement, modélisation d'une onde électromagnétique à grande distance d'une antenne

- Propagation et bilan de liaison

transmission d'une onde électromagnétique dans un milieu non homogène et instable : cas de l'atmosphère

influence de la surface terrestre ou d'obstacles

établissement du rapport C/N : cas d'une liaison simple ou intégrant un relais actif (comme un satellite)

#### **Travaux pratiques**

Mesure de paramètres S à l'aide d'un analyseur de réseau vectoriel ; Propagation en espace libre et au voisinage d'un plan ; Détermination d'un gain et mesure d'un diagramme de rayonnement d'une antenne

### PRÉ-REQUIS

Analyse et théorèmes généraux des circuits analogiques linéaires, connaissances générales en électromagnétisme

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

PF. Combes *et al.* : ondes métriques et centimétriques : guides, circuits passifs, antennes, DUNOD

PF. Combes *et al.* : transmission en espace libre et sur les lignes, DUNOD

### MOTS-CLÉS

Paramètres S, adaptation d'impédance, antennes, propagation, bilan de liaison

<b>UE</b>	<b>STAGE FACULTATIF</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMEAETM</b>	Stage ne : 0,5h		

<b>UE</b>	<b>MICROTECHNOLOGIES ET MODÉLISATION DES COMPOSANTS</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMEA2AM</b>	Cours : 22h , TD : 12h , TP DE : 26h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CAZARRE Alain  
Email : [cazarre@laas.fr](mailto:cazarre@laas.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Etre capable de faire le lien entre la structure physique des composants actifs et leurs caractéristiques électriques en vue de la CAO des circuits et fonctions. Ces notions sont nécessaires pour aborder le domaine fondamental de l'électronique analogique. Une initiation à la caractérisation d'une part et à la modélisation aux éléments finis sur un environnement CAO universel et utilisé à la fois dans l'industrie et les laboratoires vient compléter les cours TD et TP.

Enfin, l'originalité de ce module est de proposer un stage de fabrication de composants (Diode PN) en salle blanche, à l'Atelier Interuniversitaire de Micro-Electronique.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

#### **Matériaux semiconducteurs pour l'électronique : Silicium et IIIV**

-Définition et origine des caractéristiques des semiconducteurs : Bande interdite, concentration intrinsèque, dopage, conductivité-résistivité, mobilité...

-Mécanismes de conduction et de diffusion, charge stockée

-Modélisation physique et comportementale de la jonction PN : barrière de potentiel, champ électrique, rôle des porteurs minoritaires, courants de diffusion, caractéristique directe I(V), critères de qualité, extraction des paramètres du modèle statique, en polarisation inverse, et en régime dynamique

#### **Composants fondamentaux : Physique et modèles**

-Transistor Bipolaire : Modèle statique et dynamique d'Ebers et Moll, confrontation avec un modèle comportemental de fondeur.

-Transistor MOS en régime statique et dynamique (tension de seuil, caractéristique I(V) en régimes ohmique et saturé, transconductance, effets capacitifs)

-Transistor MESFET (Grille Shottky) sur GaAs en régime statique et dynamique

#### **Travaux Pratiques**

-Caractérisation électrique et modélisation sur PSPICE de diodes, transistors bipolaires et MOS en régimes statique et dynamique

-Stage de fabrication de diode PN ou photopile en Salle Blanche à l'AIME

### PRÉ-REQUIS

bases en électrostatique, en électrocinétique, sur les matériaux semi-conducteurs ; régimes de faibles signaux, capacité et inductance.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Physique des semiconducteurs et des composants électroniques : Cours et exercices, Henry Mathieu, Hervé Fanet, Collection : Sciences Sup, Dunod, 2009 - 6ème édition.

Site du CNFM : <http://www.cnfm.fr/> et [www.aime-toulouse.fr](http://www.aime-toulouse.fr)

### MOTS-CLÉS

Semiconducteur, composants, modèles, caractéristiques électriques, Fréquence de mérite



<b>UE</b>	<b>ÉLECTRONIQUE ET CAO DES CIRCUITS NUMÉRIQUES</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMEA2BM</b>	Cours : 10h , TD : 8h , TP : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

NOLHIER Nicolas  
 Email : [nolhier@laas.fr](mailto:nolhier@laas.fr)

Téléphone : 05 61 33 64 58

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette unité détaille les bases nécessaires à la conception et l'utilisation de circuits intégrés numériques. Elle se place à la frontière entre l'électronique analogique et numérique. Le cours se concentre pour plusieurs technologies sur l'architecture des portes élémentaires décrites au niveau du transistor en précisant les paramètres électriques et les outils permettant leurs conceptions. Un accent particulier est mis sur les facteurs limitant l'intégration et la fréquence d'utilisation de différentes technologies. Deux outils de CAO sont utilisés pour simuler les caractéristiques de ces circuits. L'un utilise une description au niveau circuit électrique, l'autre une description au niveau des masques en précisant la géométrie et les interconnexions.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

#### **Electronique des circuits numériques :**

Paramètres électriques et temporels d'une logique numérique  
 Le transistor bipolaire en commutation  
 Les circuits numériques bipolaires (TTL, ECL)  
 Les circuits numériques MOS (nMOS, CMOS)  
 La technologie BiCMOS

#### **Conception et simulation des portes numériques :**

Conception de portes logiques CMOS au niveau « layout »  
 Règles de dessin, Impact des interconnexions  
 Simulation mixte de portes numériques

#### **Travaux pratiques :**

Simulation de circuits à base de portes  
 Conception de circuits CMOS  
 Caractérisations électriques (TTL/CMOS)

### PRÉ-REQUIS

Théorèmes et méthodes liés à l'analyse des circuits, principes de la logique combinatoire et séquentielle, simulation de circuit type Spice

### MOTS-CLÉS

TTL, ECL, NMOS, CMOS, BiCMOS, Microwind, LTSPice

<b>UE</b>	<b>SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS POUR APPLICATIONS EMBARQUÉES</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMEA2CM</b>	Cours : 18h , TD : 6h , TP DE : 36h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

VIALLON Christophe  
Email : [cviallon@laas.fr](mailto:cviallon@laas.fr)

Téléphone : 05 61 33 68 40

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les systèmes de transmission de l'information actuels mettent en œuvre des circuits numériques de plus en plus complexes, souvent commandés par un autre système numérique dialoguant au travers de bus spécifiques.

Cette unité propose l'étude d'un système émetteur modulé en QPSK et fonctionnant autour de 900 MHz. Tous les aspects de la chaîne de traitement du signal sont abordés (récupération de l'information issue d'un capteur ou d'une commande, transmission et exploitation par le récepteur). L'accent est mis sur l'approche et l'étude expérimentale d'un système réel simplifié.

Cette unité vise la compréhension du fonctionnement des systèmes de télécommunication modernes exploitant des modulations numériques ainsi que les contraintes associées, la capacité à répondre à un cahier des charges.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

#### Cours et TDs :

- Introduction aux micro-contrôleurs (une carte de la famille Arduino est utilisée pour les TP),
- Systèmes de télécommunication, modulations numériques et architectures RF.
- Boucles à verrouillage de phase pour les applications télécoms.

#### TPs :

- Programmation d'une boucle à verrouillage de phase,
- dimensionnement d'un modulateur QPSK,
- modulations numériques appliquées à la Télévision Numérique Terrestre (TNT)

### PRÉ-REQUIS

Basés soit sur les unités d'électronique numérique, soit sur les unités d'électronique des télécommunications (constitution de binômes)

### MOTS-CLÉS

Boucle à verrouillage de phase, modulation QPSK, Télévision Numérique Terrestre, Arduino

<b>UE</b>	<b>SYSTÈMES NUMÉRIQUES EMBARQUÉS</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMEA2DM</b>	Cours : 16h , TP DE : 44h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

NOLHIER Nicolas  
 Email : [nolhier@laas.fr](mailto:nolhier@laas.fr)

Téléphone : 05 61 33 64 58

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'évolution très rapide de l'électronique numérique rend la tâche du concepteur de systèmes de plus en plus complexe et variée. En effet, les réseaux logiques programmables qui sont récemment apparus sur le marché intègrent plusieurs fonctionnalités évoluées de type processeurs spécialisé de traitement numérique du signal (DSP) de plus en plus performants et rapides. Ces circuits intègrent aussi des mémoires reconfigurables, et de nombreuses bibliothèques permettent d'y implanter des circuits standards comme des processeurs génériques, des circuits temporisateurs, des circuits périphériques parallèles-sériels ...

L'objectif de cette unité, est de donner au futur concepteur de système toutes les connaissances nécessaires pour la mise en œuvre de ces circuits évolués.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Structure du FPGA, développement conjoint.

Avantage de la reconfigurabilité matérielle

Flot de développement matériel & logiciel

Aspect matériel : spécification du système, étude du coeur d'un processeur 32 bits

Structure et implantation des périphériques : circuit temporisateur, coupleur parallèle, sériel, bus SPI ...

Gestion des capteurs infrarouge.

Commande des moteurs par signaux PWM

Aspect logiciel : développement d'une application embarquée en langage C

#### **Travaux Dirigés - Travaux Pratiques**

Mise en oeuvre d'un mini-robot : étude de l'environnement de développement, étude des capteurs des actionneurs et des ports d'entrées-sorties, développement du logiciel de gestion et commande du robot.

### PRÉ-REQUIS

Les bases de la programmation en langage C, les bases de l'électronique numérique : logique combinatoire et séquentielle

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

J. O. Hamblen, T.S. Hall, M.D. Furman : Rapid prototyping of digital systems. SOPC Edition

### MOTS-CLÉS

système, électronique numérique, FPGA, DSP, bus, capteur, logiciel de gestion et commande

<b>UE</b>	<b>COMPOSANTS, CIRCUITS ET ANTENNES POUR TÉLÉCOMMUNICATIONS</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMEA2EM</b>	Cours : 24h , TD : 18h , TP DE : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

TARTARIN Jean-Guy  
Email : [tartarin@laas.fr](mailto:tartarin@laas.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les enseignements déclinés dans cette unité concernent l'étude des éléments constitutifs d'une chaîne d'émission-réception. Au travers de cours, de travaux dirigés et de travaux pratiques, les étudiants seront amenés à appréhender de manière théorique, puis à dimensionner et à mesurer des circuits passifs et actifs.

La couverture large des notions abordées dans ce module permet aux étudiants de mieux apprécier le contexte délicat des systèmes hautes-fréquences. La connaissance modulaire des éléments constitutifs d'une chaîne d'émission-réception est un pré-requis important pour développer ou mettre en œuvre des systèmes opérationnels de communication déclinés en applications domestiques (téléphonie mobile, domotique, ...) ou professionnelles (aéronautique, spatial et systèmes embarqués).

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Antennes : initiation au contexte des modules rayonnants (dipôle, cornet, parabole, patch et réseaux d'antennes). Les caractéristiques principales qui dimensionnent les performances des antennes (gamme de fréquence, gain, directivité, diagramme de rayonnement) permettent de confronter les différentes solutions au travers d'études théoriques et de mesures en salle de travaux pratiques.
- Circuits : circuits passifs et circuits actifs. Les études portent sur le dimensionnement de lignes et la réalisation de fonctions de base (filtres, adaptation par éléments localisés et distribués, atténuateurs et diviseurs de puissance, isolateurs et circulateurs, coupleurs ...). Les circuits actifs tels que les oscillateurs, les amplificateurs (faible bruit ou de puissance), les convertisseurs de fréquence sont également étudiés, notamment lors des TP.
- Système : des principes de modulation numérique seront présentés de manière théorique et étudiés de manière pratique. Un module d'émission-réception décomposé en blocs fonctionnels est analysé de manière globale (modulation de fréquence / modulation d'amplitude)

### PRÉ-REQUIS

Éléments de caractérisation et de modélisation développés dans l'unité " Transmission de l'information pour liaisons HF"

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- PF. Combes et al. : composants, dispositifs et circuits actifs microondes, DUNOD
- F. De Dieuleveult, O. Romain : Électronique appliquée aux hautes fréquences : principes et applications, DUNOD/L'Usine Nouvelle

### MOTS-CLÉS

Télécommunications, émission-réception, antennes, circuits passifs, circuits actifs, modulation

<b>UE</b>	<b>PROBLÉMATIQUES DES SYSTÈMES EM-BARQUÉS</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMEA2FM</b>	Cours : 10h , TD : 10h , TP DE : 10h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BERTHOU Pascal  
Email : [berthou@laas.fr](mailto:berthou@laas.fr)

BOIZARD Jean-Louis  
Email : [jlboizar@laas.fr](mailto:jlboizar@laas.fr)

Téléphone : 0561337965

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Avec l'explosion et la dissémination des systèmes embarqués, l'industrie électronique vit une mutation profonde accélérée par les niveaux d'intégration croissant dans les composants. Le développement de tels systèmes implique la connaissance voire la maîtrise des domaines suivants : Flot de conception, Notions de systèmes embarqués critiques, Economie d'énergie, Temps réel, Techniques de réalisation (exploration architecturale, partitionnement matériel/logiciel), Aspect CEM et marquage CE, Packaging... L'objectif du module est, compte tenu de l'hétérogénéité de parcours des étudiants, une sensibilisation à la problématique des systèmes embarqués. Les différents points évoqués sont illustrés à partir de l'étude d'un système technique issu du milieu socio-économique.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

-Flot de conception

Méthodologie de conception : de l'expression du besoin client à la réalisation matérielle. Modélisation UML/SysML d'un document de spécifications. Simulation logico-temporelle du système par modèles comportementaux.

-Techniques de réalisation, exploration architecturale

Conduite d'une exploration architecturale. Différentes technologies de réalisation avec avantages et inconvénients : micro contrôleurs, SOPC (System On Programmable Chip), ASIC, ...

-Notions de systèmes embarqués critiques

Conséquences d'une dégradation de fonctionnement et solutions possibles : redondance de fonctions, notion de chien de garde, ...

-Economie d'énergie

Dispositifs à régulation série et convertisseurs continu/continu pour la gestion de l'énergie. Mode PWM et pont en H pour la commande de moteurs à courant continu. Choix de technologies (MOS/bipolaire)

-Temps réel

Notion de temps d'exécution d'une tâche et compatibilité par rapport aux contraintes du Cahier des Charges. Principe des moniteurs multi tâches.

-Aspects CEM

Protection des composants contre un impact de foudre, routage de pistes, limitation de la diaphonie entre signaux, découplage et filtrage des alimentations.

### MOTS-CLÉS

systèmes embaqués, systèmes critiques, temps réel, CEM, consommation

<b>UE</b>	<b>INITIATION JURIDIQUE</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMEA2GM</b>	TD : 24h		

<b>UE</b>	<b>INITIATION À LA RECHERCHE ET PROJET</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMEAE2KM</b>	Cours : 4h , TD : 4h , TP DE : 20h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FERNANDEZ Arnaud  
Email : [afernand@laas.fr](mailto:afernand@laas.fr)

HERBULOT Ariane  
Email : [ariane.herbulot@laas.fr](mailto:ariane.herbulot@laas.fr)

Téléphone : 05 61 33 69 12

LE CORRONC Euriell  
Email : [huriell.le.corronc@laas.fr](mailto:huriell.le.corronc@laas.fr)

Téléphone : 0561336953

PASCAL Jean-Claude  
Email : [jean-claude.pascal@laas.fr](mailto:jean-claude.pascal@laas.fr)

SEWRAJ Neermalsing  
Email : [sewraj@laplace.univ-tlse.fr](mailto:sewraj@laplace.univ-tlse.fr)

Téléphone : 6237

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Le but est la réalisation d'un projet de type Travaux d'études et de recherche avec une recherche bibliographique basée sur la thématique du projet, projet pouvant être un projet de recherche ou en lien avec la recherche. Il peut également s'agir de participer à la mise en œuvre de nouvelles manipulations de travaux pratiques. L'évaluation porte sur un rapport et une soutenance orale.

Afin de sensibiliser au domaine de la recherche une série de conférences est également mise en place.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Le projet est réalisé en binôme (voire trinôme) tuteuré par un enseignant-chercheur ou un chercheur. Il se déroule entre janvier et mai.

#### Série de conférences :

- présentation du LAAS et du LAPLACE (par les directeurs et directeurs adjoints du LAAS et du LAPLACE),
- présentation du métier de chercheur (par un chercheur du LAAS ou du LAPLACE) et du métier d'enseignant-chercheur (par un enseignant-chercheur du LAAS ou du LAPLACE)
- présentation du doctorat (par un membre de l'association Bernard Gregory et 3 doctorants).

**Les étudiants en CMI** doivent faire un projet obligatoirement en lien avec la recherche pour s'appropriier les bases d'une thématique de recherche. En effet, ce projet est suivi d'un stage en laboratoire de recherche de minimum 6 semaines dans cette même thématique.

### PRÉ-REQUIS

Connaissances acquises dans la discipline au cours de la licence et du master 1.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ils seront fournis par le tuteur en fonction de la thématique du projet

### MOTS-CLÉS

projet recherche, autonomie, implication, esprit d'initiative

<b>UE</b>	<b>ANGLAIS</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMEA2VM</b>	TD : 24h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CONNERADE Florent

Email : [florent.connerade@univ-tlse3.fr](mailto:florent.connerade@univ-tlse3.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Développer les compétences linguistiques indispensables à l'intégration dans la vie professionnelle.
- S'exprimer en anglais dans leur domaine de compétence scientifique et technique.
- acquérir une certaine autonomie en anglais adaptée au niveau initial de chacun.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Effectuer une simulation de tâche professionnelle (projet), de sa préparation à son aboutissement ; concevoir et mener le travail de A à Z.
- le projet (essentiellement réalisé en dehors des cours), est travaillé en monômes, binômes ou trinômes
- le choix du projet est fait par les étudiants : le type d'intervention, le contexte et le sujet.
- l'apprentissage se fait en autonomie

### PRÉ-REQUIS

Pas d'anglais débutant

### MOTS-CLÉS

anglais scientifique - Langue professionnelle - projet - travail de groupe



<b>UE</b>	<b>ALLEMAND</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMEA2WM</b>	TD : 24h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SANTAMARINA Diego

Email : [diego.santamarina@univ-tlse3.fr](mailto:diego.santamarina@univ-tlse3.fr)

Téléphone : 05 61 55 64 27

### PRÉ-REQUIS

Niveau B2 en anglais

<b>UE</b>	<b>ESPAGNOL</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMEA2XM</b>	TD : 24h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SANTAMARINA Diego

Email : [diego.santamarina@univ-tlse3.fr](mailto:diego.santamarina@univ-tlse3.fr)

Téléphone : 05 61 55 64 27

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Etre capable de travailler en milieu hispanophone ou avec des partenaires hispanophones

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Activités langagières permettant la maîtrise de l'espagnol général et de la langue de spécialité

### PRÉ-REQUIS

Niveau B2 en anglais - Pas de pré-requis particulier en espagnolEspagnol professionnel, le cours prend en compte les différents niveaux

### MOTS-CLÉS

Espagnol professionnel

<b>UE</b>	<b>FRANÇAIS GRANDS DÉBUTANTS</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMEA2YM</b>	TD : 24h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

JASANI Isabelle

Email : [leena.jasani@wanadoo.fr](mailto:leena.jasani@wanadoo.fr)

Téléphone : 65.29

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette UE est conseillée aux étudiants ayant un niveau très faible en français

### PRÉ-REQUIS

Niveau B2 en anglais

### MOTS-CLÉS

français scientifique

# GLOSSAIRE

---

## TERMES GÉNÉRAUX

### DÉPARTEMENT

Les départements d'enseignement sont des structures d'animation pédagogique internes aux composantes (ou facultés) qui regroupent les enseignants intervenant dans une ou plusieurs mentions

### UE : UNITÉ D'ENSEIGNEMENT

Unité d'Enseignement. Un semestre est découpé en unités d'enseignement qui peuvent être obligatoire, optionnelle (choix à faire) ou facultative (UE en plus). Une UE représente un ensemble cohérent d'enseignements auquel est associé des ECTS.

### ECTS : EUROPEAN CREDITS TRANSFER SYSTEM

Les ECTS sont destinés à constituer l'unité de mesure commune des formations universitaires de Licence et de Master dans l'espace européen depuis sa création en 1989. Chaque UE obtenue est ainsi affectée d'un certain nombre d'ECTS (en général 30 par semestre d'enseignement). Le nombre d'ECTS est fonction de la charge globale de travail (CM, TD, TP, etc.) y compris le travail personnel. Le système des ECTS vise à faciliter la mobilité et la reconnaissance des diplômes en Europe.

## TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES

Les diplômes sont déclinés en domaines, mentions et parcours.

### DOMAINE

Le domaine correspond à un ensemble de formations relevant d'un champ disciplinaire ou professionnel commun. La plupart de nos formations relèvent du domaine Sciences, Technologies, Santé.

### MENTION

La mention correspond à un champ disciplinaire. Elle comprend, en général, plusieurs parcours.

### PARCOURS

Le parcours constitue une spécialisation particulière d'un champ disciplinaire choisie par l'étudiant au cours de son cursus.

## TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS

### CM : COURS MAGISTRAL(AUX)

Cours dispensé en général devant un grand nombre d'étudiants (par exemple, une promotion entière), dans de grandes salles ou des amphis. Au-delà de l'importance du nombre d'étudiants, ce qui caractérise le cours magistral, est qu'il est le fait d'un enseignant qui en définit lui-même les structures et les modalités. Même si ses contenus font l'objet de concertations entre l'enseignant, l'équipe pédagogique, chaque cours magistral porte la marque de l'enseignant qui le dispense.

## TD : TRAVAUX DIRIGÉS

Ce sont des séances de travail en groupes restreints (de 25 à 40 étudiants selon les composantes), animés par des enseignants. Ils illustrent les cours magistraux et permettent d'approfondir les éléments apportés par ces derniers.

## TP : TRAVAUX PRATIQUES

Méthode d'enseignement permettant de mettre en pratique les connaissances théoriques acquises durant les CM et les TD. Généralement, cette mise en pratique se réalise au travers d'expérimentations. En règle générale, les groupes de TP sont constitués des 16 à 20 étudiants. Certains travaux pratiques peuvent être partiellement encadrés voire pas du tout. A contrario, certains TP, du fait de leur dangerosité, sont très encadrés (jusqu'à 1 enseignant pour quatre étudiants).

## PROJET OU BUREAU D'ÉTUDE

Le projet est une mise en pratique en autonomie ou en semi-autonomie des connaissances acquises. Il permet de vérifier l'acquisition des compétences.

## TERRAIN

Le terrain est une mise en pratique encadrée des connaissances acquises en dehors de l'université.

## STAGE

Le stage est une mise en pratique encadrée des connaissances acquises dans une entreprise ou un laboratoire de recherche. Il fait l'objet d'une législation très précise impliquant, en particulier, la nécessité d'une convention pour chaque stagiaire entre la structure d'accueil et l'université.

