



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Direction Générale de la Rénovation Universitaire

**Programmes détaillés de la licence**

**Technologies de l'Information et de la  
Communication (TIC)**

**Parcours : Communication et systèmes embarqués**

Pour la période : 2019-2020 / 2022-2023

## Semestre 1

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Élément constitutif d'UE (ECUE)	Volume des heures de formation présentielle (14 semaines)				Nombre de Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	Aut res	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
	UE : Mathématique 1	UEF110	UEF111	Analyse 1	21	10.5	0		3	6	1.5	3		X
	Comp :		UEF112	Algèbre 1	21	10.5	0		3				1.5	
2	UE : Électricité générale	UEF120	UEF121	Électrostatique et Magnétostatique	21	21	10.5		3	6	1.5	3		X
	Comp :		UEF122	Mécanique	21	21	10.5		3				1.5	
3	UE : Informatique 1	UEF130	UEF131	Systèmes d'exploitation	21	0	10.5		3	6	1.5	3		X
	Comp :		UEF132	Algorithmique et programmation	21	0	10.5		3				1.5	
	UE : Électronique 1	UEO140	UEO141	Électronique numérique	21	10.5	21		3	6	1.5	3		X
	Comp :		UEO142	Circuits électriques	21	10.5	21		3				1.5	
	UE : Langues étrangères et Compétences digitales	UET150	UET151	Techniques de communication 1		21				6	1.5	3	X	
	Com :		UET152	C2i		21							1.5	X
<b>TOTAL</b>					<b>168</b>	<b>126</b>	<b>84</b>		<b>30</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>15</b>		

## Semestre 2

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Élément constitutif d'UE (ECUE)	Volume des heures de formation présentielle (14 semaines)				Nombre de Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	Aut res	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
	UE : Mathématique 2	UEF210	UEF211	Analyse 2	21	10.5	0		3	6	1.5	3		X
	Comp :		UEF212	Algèbre 2	21	10.5	0		3		1.5		X	
2	UE : Électromagnétisme	UEF220	UEF221	Électromagnétisme	21	21	10.5		3	6	1.5	3		X
	Comp :		UEF222	Thermodynamique	21	21	10.5		3		1.5		X	
3	UE : Informatique 2	UEF230	UEF231	Programmation avancée	21	0	10.5		3	6	1.5	3		X
	Comp :		UEF232	Bases de données	21	0	10.5		3		1.5		X	
	UE : Électronique 2	UEO240	UEO241	Électronique analogique	21	21	10.5		3	6	1.5	3		X
	Comp :		UEO242	Fonctions d'électronique numérique	21	21	10.5		3		1.5		X	
	UE : Langues étrangères et Compétences digitales	UET250	UET251	Techniques de communication 2		21			3	6	1.5	3	X	
	Com :		UET252	Culture et Compétences numériques		21			3		1.5		X	
<b>TOTAL</b>					<b>168</b>	<b>147</b>	<b>63</b>		<b>30</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>15</b>		

## Semestre 3

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Élément constitutif d'UE (ECUE)	Volume des heures de formation présentielle (14 semaines)				Nombre de Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	Aut res	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
	UE : Automatique 1	UEF310	UEF311	Automatique	21	21	10.5		3	6	1.5	3		X
	Comp :		UEF312	Instrumentation et métrologie	21	10.5	10.5		3		1.5			X
2	UE : Traitement du signal 1	UEF320	UEF321	Traitement du signal analogique	21	21	10.5		3	6	1.5	3		X
	Comp :		UEF322	Transmission des données	21	10.5	10.5		3		1.5			X
3	UE : Électronique pour l'embarqué	UEF330	UEF331	Fonctions d'électronique analogique	21	10.5	10.5		3	6	1.5	3		X
	Comp :		UEF332	Architecture des microprocesseurs et microcontrôleurs	21	21	0		3		1.5			X
	UE : Informatique 3	UEO340	UEO341	Programmation Orienté Objet	10.5	0	21		3	6	1.5	3	X	
	Comp :		UEO342	Outils Numériques	10.5	0	21		3		1.5		X	
	UE : Langues étrangères et Gestion d'entreprise	UET350	UET351	Anglais 1		21			3	6	1.5	3	X	
	Com :		UET352	Gestion de projet		21			3		1.5		X	
<b>TOTAL</b>					<b>147</b>	<b>136.5</b>	<b>94.5</b>		<b>30</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>15</b>		

## Semestre 4

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Élément constitutif d'UE (ECUE)	Volume des heures de formation présentielle (14 semaines)				Nombre de Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	Aut res	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
	UE : Traitement du signal 2	UEF410	UEF411	Traitement numérique du signal	21	10.5	21		3	6	1.5	3		X
	Comp :		UEF412	Transmission du signal	21	21	10.5		3		1.5			X
2	UE : Transmission optique et RF	UEF420	UEF421	Transmission optique	10.5	10.5	10.5		3	6	1.5	3		X
	Comp :		UEF422	Transmission RF	21	10.5	10.5		3		1.5			X
3	UE : Programmation WEB pour les objets connectés	UEO430	UEO431	Programmation WEB	21	0	21		3	6	1.5	3		X
	Comp :		UEO432	WEB des objets connectés	21	0	21		3		1.5			X
	UE : Systèmes embarqués 1	UEO440	UEO441	Architecture et programmation embarquées	21	10.5	0		3	6	1.5	3	X	
	Comp :		UEO442	Mini-projets systèmes embarqués	0	0	42		3		1.5		X	
	UE : Langues étrangères et Gestion d'entreprise	UET450	UET451	Anglais 2		21			3	6	1.5	3	X	
	Com :		UET452	Gestion d'entreprise		21			3		1.5		X	
<b>TOTAL</b>					<b>136.5</b>	<b>105</b>	<b>136.5</b>		<b>30</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>15</b>		

## Semestre 5

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Élément constitutif d'UE (ECUE)	Volume des heures de formation présentielle (14 semaines)				Nombre de Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	Aut res	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
	UE : Circuits numériques avancés	UEF510	UEF511	Technologies HDL	10.5	10.5	21		3	6	1.5	3		X
	Comp :		UEF512	Architecture DSP	10.5	10.5	21		3		1.5			X
2	UE : Technologies sans fil pour IoT	UEF520	UEF521	Réseaux sans fil	21	21	0		3	6	1.5	3		X
	Comp :		UEF522	Architecture IOT	21	0	21		3		1.5			X
3	UE : Systèmes embarqués 2	UEF530	UEF531	Systèmes embarqués avancés	21	0	21		3	6	1.5	3		X
	Comp :		UEF532	Systèmes d'exploitation embarqués	21	0	21		3		1.5			X
	UE : Réseaux industriels	UEO540	UEO541	Automates programmables	21	0	21		3	6	1.5	3	X	
	Comp :		UEO542	Réseaux embarqués industriels	10.5	10.5	21		3		1.5		X	
	UE : Langues étrangères et développement personnel	UET550	UET551	Anglais 3		21			3	6	1.5	3	X	
	Com :		UET552	Droit, protection de données et éthique		21			3		1.5		X	
<b>TOTAL</b>					<b>136.5</b>	<b>94.5</b>	<b>147</b>		<b>30</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>15</b>		

## Programmes Détaillés : Semestre 1

### UEF111 : Analyse 1

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 10.5H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S1

Pré-requis :

#### Objectifs :

- Acquérir les notions de base de l'analyse

#### Contenu :

- Suites de nombres réels ou complexes
- Fonctions d'une variable réelle à valeurs réelles ou complexes
- Dérivée et dérivées successives, sens de variation, accroissement finis, fonction convexe
- Calcul d'Intégrales et Primitives

### UEF112 : Algèbre 1

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 10.5H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S1

Pré-requis :

#### Objectifs:

- Acquérir les notions de base de l'algèbre et les techniques de calculs nécessaires aux autres disciplines.

#### Contenu :

- Polynômes : Généralités sur les polynômes d'une variable à coefficients réels ou complexes, division euclidienne, division suivant les puissances croissantes, factorisation dans  $\mathbb{R}[X]$  et  $\mathbb{C}[X]$ .
- Fractions rationnelles dans  $\mathbb{R}(X)$  et  $\mathbb{C}(X)$ , décomposition en éléments simples
- Espaces vectoriels : définition, propriétés et exemples, sous espaces vectoriels, sous espaces supplémentaires, système libre, système générateur, bases, dimension
- Calcul matriciel, Réduction d'un endomorphisme. Systèmes d'équations linéaires.

## UEF121 : Électrostatique et Magnétostatique

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 21H ; TP : 10.5H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S1

Pré-requis :

### Objectifs:

- Acquérir les outils et les concepts théoriques de base sur l'électrostatique et la magnétostatique

### Contenu :

- Champs et potentiel électrostatique : Loi de Coulomb, champ électrique, potentiel électrique, lignes de champs et surfaces équipotentielles.
- Théorème de Gauss, énergie électrostatique : énergie d'un ensemble de charges ponctuelles et énergie d'une distribution continue de charges.
- Conducteurs électrostatiques : Propriétés des conducteurs, théorème de Coulomb, capacité, coefficients d'influence, pouvoir des pointes, condensateurs.
- Courants et conducteurs électriques : Densité de courant et équation de continuité, loi d'Ohm.
- Champ magnétique : Loi de Biot et Savart, théorème d'Ampère, calcul de champs magnétiques créés par des courants permanents, potentiel vecteur.
- Phénomènes d'induction : force de Laplace, théorème de Maxwell, énergie magnétique.

### Contenu du TP :

- Champs électrique entre deux plaques parallèles.
- Charge et décharge d'un condensateur.
- Lignes de champs et surfaces équipotentielles.
- Loi d'Ohm.
- Champs magnétique créé par une bobine plate. Bobines de Helmholtz.
- Champs magnétique généré à l'intérieur d'un solénoïde.

## UEF122 : Mécanique

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 21H ; TP : 10.5H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S1

Pré-requis :

### Objectifs :

- Acquérir les bases de la mécanique du point et les appliquer à des modèles simples.

### Contenu :

- Outils mathématiques : Calcul vectoriel, systèmes de coordonnées, bases locales des coordonnées cylindriques et sphériques, courbes abscisse curviligne, base de Serret-Frenet,
- Cinématique du point : espace et temps d'un observateur, mouvement et référentiel, vitesse, accélération, exemple de quelques mouvements simples.
- Changement de référentiel : référentiel absolu et référentiel relatif, loi de composition des vitesses, loi de composition des accélérations, mouvements relatifs de translation et mouvements relatifs de rotation uniforme autour d'un axe fixe.
- Principes de la mécanique du point : interaction et forces, référentiels galiléens et principe d'inertie, relation fondamentale de la dynamique, principe des actions réciproques, principe fondamental de la dynamique dans un référentiel non galiléen, applications.

### Contenu du TP :

- Relation fondamentale de la dynamique.
- Pendule élastique: étude statique et dynamique.



- Pendule pesant.
- Mise en évidence du principe d'inertie en utilisant une table de mécanique à mobile jet d'encre.
- Plan incliné.
- Conception, modélisation et impression 3D

## UEF131 : Systèmes d'exploitation

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 0H ; TP : 10.5H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S1

Pré-requis :

### Objectifs:

- Définir la notion de système d'exploitation ainsi que ses différentes fonctionnalités.
- Acquérir les notions de la gestion des fichiers, gestion des interruptions, des processus et de la mémoire.

### Contenu :

- Notion de système d'exploitation.
- Liens entre architecture physique et système d'exploitation.
- Classes de systèmes d'exploitation, types de systèmes d'exploitation, fonctions d'un système d'exploitation et structuration des systèmes d'exploitation.
- Programmation et exploitation des ordinateurs.
- Système de gestion des fichiers.
- Gestion des interruptions, des processus et de la mémoire.

### Contenu du TP :

- Programmation et exploitation des ordinateurs.
- Système de gestion des fichiers.
- Gestion des interruptions, des processus et de la mémoire.

## UEF132 : Algorithmique et Programmation

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 0H ; TP : 10.5H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S1

Pré-requis :

### Objectifs:

- Analyser un problème donné et définir l'algorithme traduisant la solution en utilisant un raisonnement logique.
- Traduire l'algorithme en langage C.

### Contenu :

- Concepts de base. Structures de données.
- Éléments du Langage C.
- Structures conditionnelles. Structures répétitives. Tableaux.
- Chaînes de caractères. Fonctions et procédures.

### Contenu du TP :

- Algorithmique de bases
- Les procédures et les fonctions
- Présentation de langage de programmation C
- Les fonctions : le passage de paramètres par variable

## UE0141 : Électronique Numérique

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 10.5H ; TP : 21H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S1

Pré-requis :

### Objectifs:

- Acquérir les notions de base qui permettent l'étude des systèmes logiques.

### Contenu :

- Systèmes de numération
- Fonctions logiques élémentaires. Systèmes binaires et algèbre de Boole.
- Logique combinatoire et séquentielle.
- Technologie des familles logiques. Les familles logiques bipolaires. Les familles logiques MOS.
- Pratique des circuits intégrés. Technologie des mémoires intégrées.

### Contenu du TP :

- Bascules. Compteurs numériques. Pratique des circuits intégrés. Technologie des mémoires intégrées.

## UE0142 : Circuits Électriques

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 10.5H ; TP : 21H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S1

Pré-requis :

### Objectifs:

- Initiation à l'électronique générale en étudiant les principales lois de l'électronique.
- Introduction des systèmes du premier et deuxième ordre.

### Contenu :

- Circuits électriques: Courant, tension: (Vecteur densité de courant, courant électrique, résistivité, lois d'Ohm, lois de Joule...). Les dipôles électriques (actifs, passifs...). Point de fonctionnement. Lois de Kirchoff (lois des nœuds, lois des mailles)
- Théorèmes généraux : Théorème de Millermann, Théorème de superposition, Théorème Thévenin, Théorème de Norton, Théorème Kennely.
- Régimes transitoire : Dipôles en régime transitoire; Relations courant tension et dipôles passifs linéaires en régime variable; Systèmes du premier ordre; Système du second ordre. Circuit LC, Circuit RL et Circuit RLC série. Relations énergétiques. Régime forcé du système ; Particularités des systèmes du second ordre.
- Régime Sinusoïdal : Notion d'impédance complexe. Dipôles passifs en régime sinusoïdal (RLC); Puissance dissipée dans les dipôles passifs; Adaptation d'impédance en puissance. Premier et deuxième ordre: résonance, amortissement, facteur de qualité, facteur de puissance.
- Filtres passifs : Étude des fonctions de transfert des filtres : gain en dB, diagramme de Bode, fréquence de coupure. Applications (filtre passe haut, filtre passe bas, etc.). Notions de circuits

électriques monophasé et triphasé. Couplage magnétique (cas du transformateur).

**Contenu du TP :**

- Initiation à l'utilisation des appareils de mesures.
- Utilisation des oscilloscopes.
- Théorèmes généraux: Superposition, Thévenin et Norton.
- Étude temporelle des circuits RC et CR.
- Étude de filtres passifs passe bas, passe haut, passe bande et coupe bande.

## Programmes Détaillés : Semestre 2

### UEF211 : Analyse 2

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 10.5H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S2

Pré-requis : Analyse 1

#### Objectifs:

- Acquérir les outils mathématiques avancés pour les métiers techniques

#### Contenu :

- Analyse de Fourier,
- Séries numériques
- Intégration sur un intervalle quelconque
- Transformée de Laplace.

### UEF212 : Algèbre 2

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 10.5H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S2

Pré-requis : Algèbre 1

#### Objectifs:

- Acquérir les notions avancées de l'algèbre et des techniques de calculs nécessaires aux autres disciplines.

#### Contenu :

- Probabilités et statistique
- Probabilités discrètes
- Variables aléatoires continues
- Statistiques.

### UEF221 : Électromagnétisme

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 21H ; TP : 10.5H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S2

Pré-requis : Électrostatique et magnétostatique

#### Objectifs:

- Acquérir les bases de l'électromagnétisme.

### Contenu :

- Rappels sur les phénomènes d'induction et énergie magnétique.
- Courant de déplacement et équations de Maxwell.
- Énergie électromagnétique et théorème de Poynting.
- Généralités sur les ondes (équation de d'Alembert, solutions, onde progressive plane, cylindrique, sphérique, ondes stationnaires).
- Ondes électromagnétiques dans le vide : structure de l'onde plane, onde plane monochromatique, différents états de polarisation des ondes planes, bilan d'énergie.
- Conditions aux limites et réflexion d'une onde plane monochromatique sur un conducteur parfait, application à une cavité résonante simple.
- Rayonnement des ondes électromagnétiques : dipôles oscillants, antennes.

### Contenu du TP :

- Mesure de l'induction magnétique.
- Ondes centimétriques.
- Hystérésis.
- Détermination de la vitesse de la lumière.
- Polarisation de la lumière.
- Antennes.

## UEF222 : Thermodynamique

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 21H ; TP : 10.5H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S2

Pré-requis :

### Objectifs:

- Acquérir et assimiler les notions élémentaires de la thermodynamique

### Contenu :

- Modèle du gaz parfait, Définition cinétique de la pression et de la température.
- Équation d'état, énergie interne d'un gaz parfait, présentation qualitative des gaz réels.
- Éléments de statique des fluides, Bilan d'énergie, Transformations réversibles et irréversibles.
- Principes de la thermodynamique, énergie interne, enthalpie, entropie.

### Contenu du TP :

- Calorimétrie.
- Loi de Stefan: Transfert de chaleur par rayonnement et conduction.
- Isothermes d'un gaz pur.
- Loi de Mariotte.

## UEF231 : Programmation Avancée

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 0H ; TP : 10.5H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S2

Pré-requis : Informatique 1

### Objectifs:

- Maîtriser les structures de données avancées.

### **Contenu :**

- Manipulation de projets constitués de plusieurs fichiers (fichiers source C et fichiers headers H).
- Utilisation de la compilation conditionnelle, des castings, des fonctions, des pointeurs.
- Listes chaînées.
- Piles, files : spécification des opérations (empiler, dépiler, enfiler, défiler, ....)

### **Contenu du TP :**

- Programmation modulaire en C.
- Structures de données complexes (piles, files)
- Programmation récursive.

## **UEF232 : Base de Données**

**Volume horaire :** Cours : 21H ; TD : 0H ; TP : 10.5H

**Système d'évaluation :** Mixte

**Semestre :** S2

**Pré-requis :** Informatique 1

### **Objectifs:**

- Introduction des concepts, des notions et des langages qui constituent les fondements des BD.

### **Contenu :**

- Introduction à l'approche BD.
- Modélisation conceptuelle des BD (EA et UML).
- Le modèle relationnel et son algèbre.
- Le Langage SQL et ses 5 sous-langages.
- Normalisation et formes normales.
- Dénormalisation vers les modèles relationnel-objet et NoSQL

### **Contenu du TP :**

- Exploiter un outil de Modélisation (PowerDesigner, Toad, Erwin, DB-Main, etc.).
- Maîtriser l'essentiel du Standard SQL

## **UE0241 : Électronique Analogique**

**Volume horaire :** Cours : 21H ; TD : 21H ; TP : 10.5H

**Système d'évaluation :** Mixte

**Semestre :** S2

**Pré-requis :**

### **Objectifs:**

- Apprentissage des circuits de redressement, filtrage, écrêtage et d'amplification.

### **Contenu :**

- Transistor à jonction bipolaire : montage de polarisation, Transistor bipolaire en régime dynamique.
- Amplificateur : principe et caractéristiques. Montages amplificateurs. Classes d'amplifications.
- Amplificateur push-pull, Étages Darlington. Étages différentiels. Amplificateur opérationnel et fonctions de base.

### Contenu du TP :

- Montage amplificateur émetteur commun.
- Montage amplificateur collecteur commun.
- Montage amplificateur base commune. Montage amplificateur source commune.

## UEO242 : Fonctions d'Électronique Numérique

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 21H ; TP : 10.5H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S2

Pré-requis : Électronique Numérique

### Objectifs:

- Pouvoir décrire un système logique complexe, le synthétiser et l'implémenter sur un circuit logique programmable

### Contenu :

- Technologie de conception : les transistors CMOS, processus de fabrication des circuits logiques description de quelques portes logique avec des transistors CMOS, les différents niveaux de modélisation de circuits numériques: niveau physique, électrique, logique, RTL.
- Le langage VHDL : Entity, architecture, les différentes modélisations : comportementale, structurelle, flot de données. Les instructions concurrentes et les instructions séquentielles. Les types, les opérateurs, les variables, les signaux, les délais...
- Validation des modèles VHDL : les tests bench, code coverage. Assertion
- Modélisations des circuits séquentielles : FSM, définition et les types des machines d'états, modélisation VHDL d'une machine de Moore, modélisation VHDL d'une machine de Mealy.

### Contenu du TP :

- Modélisation VHDL et simulation d'un système comportementale.
- Modélisation et simulation d'un système d'une façon structurelle.
- Modélisation et simulation d'une machine d'états

## Programmes Détaillés : Semestre 3

### UEF311 : Automatique

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 21H ; TP : 10.5H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S3

Pré-requis : Mathématique 1 et 2

#### Objectifs:

- Introduction des principaux concepts de l'automatique, des principes d'analyse, de synthèse, de modélisation et de régulation automatique des systèmes asservis linéaires continus et échantillonnés.

#### Contenu :

- Modélisation des systèmes linéaires continus : notions de signaux, de systèmes linéaires continus invariants, transformée de Laplace, notion de fonction de transfert (en boucle ouverte et en boucle fermée).
- Étude temporelle de systèmes linéaires continus : réponses indicielles de systèmes de premier ordre et de second ordre, performances (temps de réponse, temps de montée, dépassement, temps de pic).
- Asservissement et régulation continus : analyse (stabilité, précision, rapidité), synthèse (correction P, PI, PD et PID).
- Systèmes échantillonnés : principe de l'échantillonnage (bloqueurs d'ordre zéro et d'ordre un), transformée en Z, fonction de transfert échantillonnée.
- Asservissement discret.

#### Contenu du TP :

- Étude temporelle des systèmes de premier et de second ordre.
- Correcteurs PID continus.
- Correcteurs PID discrets.

### UEF312 : Instrumentation et métrologie

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 10.5H ; TP : 10.5H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S3

Pré-requis : Électronique 1

#### Objectifs:

- Comprendre, concevoir ou réaliser une chaîne de mesure, utilisant des capteurs particuliers.

#### Contenu :

- Mesures et incertitudes : réduction des erreurs accidentelles, traitement statistique de la mesure, calcul de l'incertitude sur une mesure, méthode des moindres carrés).
- Capteurs : caractéristiques métrologiques d'un capteur. Exemples: capteurs de température, capteurs de position et déplacement, capteurs de vitesse, débit et niveau de fluides, etc.
- Amplificateurs d'instrumentation



### Contenu du TP :

- Influence de la température sur un amplificateur d'instrumentation.
- Mesure de distance par infrarouge.
- Jauge de contraintes

## UEF321 : Traitement du Signal Analogique

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 21H ; TP : 10.5H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S3

Pré-requis : Mathématiques 1 et 2

### Objectifs:

- Acquérir les notions de base sur le traitement du signal analogique.
- Introduire les outils de caractérisation et de traitement des signaux déterministes ou aléatoires.

### Contenu :

- Introduction à la théorie de signal et rappels des notions mathématiques pour le traitement de signal
- Spectre d'un signal périodique et d'un signal quelconques.
- Produit de convolution et filtrage
- Conception des filtres analogiques
- Échantillonnage et reconstitution d'un signal.

### Contenu du TP :

- Spectre des signaux périodiques : sinusoïdal, carré et dents de scies.
- Filtrage.
- Conception et réalisation de filtres analogiques.

## UEF322 : Transmission de données

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 10.5H ; TP : 10.5H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S3

Pré-requis :

### Objectifs:

- Introduire les réseaux informatiques et leurs architectures en couches, particulièrement les trois premières couches du modèle OSI. Introduire les différents réseaux : Ethernet et Internet.
- Introduire les concepts de la transmission de données.

### Contenu :

- Introduction aux réseaux informatiques. Structures des réseaux téléinformatiques.
- Modèle de références OSI et TCP/IP.
- Réseaux Locaux : accès au médium, Ethernet partagé et commuté, équipements d'interconnexions de réseaux (Hub, Switch, routeur, ...)
- Couche physique : critère de performance (débit, capacité), transmission physique des données : le codage, la modulation, le modem et les interfaces.
- Couche liaison de données : MAC, LCC (format de trame, protocole HDLC, ...), correction d'erreurs
- Couche réseau : adressage IP, routage et fragmentation.

### Contenu du TP :

- Analyse du réseau.
- Analyse du protocole TCP/IP.
- Injection de paquets sur le réseau en utilisant l'outil Cisco Paquet Tracer

## UEF331 : Fonctions d'Électronique Analogique

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 10.5H ; TP : 10.5H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S3

Pré-requis : Électronique analogique

### Objectifs:

- Appliquer les acquis en électronique analogique pour la compréhension, conception ou réalisation de circuits électroniques analogiques faisant partie d'un système électronique.

### Contenu :

- Généralités.
- Alimentations stabilisées.
- Convertisseur DC-DC.
- Oscillateurs : quasi-sinusoïdaux, commandés en tension
- Boucle à verrouillage de phase (PLL)
- Acquisition des mesures : échantillonneur - bloqueur, convertisseurs A/D et D/A.

### Contenu du TP :

- Alimentations stabilisées.
- Oscillateurs : quasi-sinusoïdaux, commandés en tension
- Boucle à verrouillage de phase (PLL)
- Acquisition de données.

## UEF332 : Architecture des Microprocesseurs et Microcontrôleurs

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 0H ; TP : 21H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S3

Pré-requis : Électronique 1 et 2

### Objectifs:

- Acquérir les notions de base sur les architectures des systèmes à base de microprocesseur et microcontrôleur. Introduire le côté hardware des microcontrôleurs : types de signaux, les interfaces, etc.

### Contenu :

- Introduction aux microprocesseurs/microcontrôleurs, Structure générale d'un système à microprocesseur : les Bus, les Mémoires, les ports d'entrée/sortie et circuits spécialisés.
- Types de signaux : données, adresses, accès en lecture/écriture, états, interruptions, initialisation, etc.
- Les principaux circuits d'interface : architecture d'une interface, gestion d'une interface d'E/S, techniques d'interfaçage, cycles de lecture/écriture, les bus d'extension.
- Étude de cas : le microcontrôleur STM32: Le processeur Cortex-M0/3/4 : Architecture interne, gestion des interruptions, organisation de la mémoire SRAM et flash, Débogage. Étude des principaux modules du STM32 : GPIO, DMA, arbre d'horloge, alimentation.

### Contenu du TP :

- Flots de développement embarqué (éditeur, compilateur, assembleur, éditeur de lien, débogage et programmation).
- Mise en œuvre de l'initialisation du STM32 (configuration mémoire Flash, SRAM, arbre d'horloge, alimentation).
- Gestion des GPIO.
- Gestion DMA

## UEO341 : Programmation Orienté Objet

Volume horaire : Cours : 10.5H ; TD : 0H ; TP : 21H

Système d'évaluation : Contrôle continue

Semestre : S3

Pré-requis : Informatique 1 et 2

### Objectifs:

- Initier les étudiants à la programmation objet.
- Apprendre à identifier les objets et les classes dans un problème.

### Contenu :

- Concepts fondamentaux du paradigme objet (objets, classes, attributs et méthodes, ...)
- Le langage de modélisation unifié - UML
- Introduction générale à Java
- Les éléments de base du langage Java
- Les principes de la programmation orientée objet
- L'héritage, le polymorphisme, les classes abstraites et les interfaces.
- La gestion des exceptions

### Contenu du TP :

- Programmation utilisant JDK.
- Modélisation d'un problème en utilisant UML

## UEF342 : Outils Numériques

Volume horaire : Cours : 10.5H ; TD : 0H ; TP : 21H

Système d'évaluation : Contrôle continue

Semestre : S3

Pré-requis : Mathématiques 1 et 2

### Objectifs:

- Acquérir les méthodes de résolution des équations mathématiques sur Matlab

### Contenu :

- Résolution des systèmes Linéaire.
- Recherche des zéros d'une fonction.
- Interpolation et lissage de fonctions.
- Intégration numérique et dérivation numérique.

### Contenu du TP :

- Initiation à Matlab.
- Résolution des systèmes linéaires.
- Résolution des systèmes non linéaires
- Interpolation polynomiale.
- Calcul numérique approché d'une intégrale et résolution des équations différentielles.

## Programmes Détaillés : Semestre 4

### UEF411 : Traitement Numérique du Signal

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 10.5H ; TP : 21H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S4

Pré-requis : Traitement du signal 1

#### Objectifs:

- Introduire les outils de caractérisation et de traitement des signaux discrets.
- Acquérir les concepts de base pour le design des filtres numériques pour des processeurs DSP.

#### Contenu :

- Rappels sur les signaux et systèmes discrets.
- Transformée en Z et propriétés.
- Analyse fréquentielle.
- Conception des filtres numériques
- Transformée de Fourier discrète et FFT.
- Aspects d'implémentation des filtres pour les processeurs DSP.

#### Contenu du TP :

- Manipulation des signaux et systèmes discrets.
- Conversion A/D et D/A. Analyse spectre des signaux discrets.
- Réponses en Fréquence: Transformée en Z, réponses impulsionnelles et fréquentielles d'un système LTI.
- Propriétés des signaux carrés.

### UEF412 : Transmission du Signal

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 21H ; TP : 10.5H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S4

Pré-requis : Traitement du signal 1

#### Objectifs:

- Acquérir les concepts de base des différentes techniques de transmission de signal analogique et numérique.

#### Contenu :

- Introduction
- Transmission analogique
- Codage
- Transmission numérique en bande de base
- Transmission numérique sur porteuse.

#### Contenu du TP :

- Modulation analogique
- Compression
- Codes en lignes

## UEF420 : Transmission Optique

Volume horaire : Cours : 10.5H ; TD : 10.5H ; TP : 10.5H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S4

Pré-requis : Traitement du signal 1

### Objectifs:

- Comprendre comment un signal lumineux se propage dans une fibre optique, ainsi que les caractéristiques d'une fibre optique telles que bande passante.

### Contenu :

- Introduction
- Rappel sur l'optique géométrique.
- Propagation dans une fibre optique
- Fibre multi-mode et fibre mono-mode.
- Modulation et multiplexage dans une fibre optique.

### Contenu du TP :

- Atténuation dans une fibre optique
- Dispersion dans une fibre optique.
- Modulations

## UEF422 : Transmission RF

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 10.5H ; TP : 10.5H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S4

Pré-requis : Traitement du signal 1 ; Électromagnétisme

### Objectifs:

- Introduire les concepts nécessaires au design des circuits hyperfréquences

### Contenu :

- Lignes de transmission.
- Circuits RF passifs et actifs.
- Électronique de transmission : transistors RF, oscillateurs, amplificateur sélectif, modulateur.

### Contenu du TP :

- Conception d'une antenne planaire.
- Filtres passe bas avec composants localisés et planaires.
- Conception d'un amplificateur à faible bruit.

## UEO431 : Programmation WEB

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 0H ; TP : 21H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S4

Pré-requis : Informatique 1, 2 et 3

### Objectifs:

- Acquérir les compétences nécessaires pour le développement d'applications Web statiques et dynamiques grâce aux technologies côté clients et côté serveurs (HTML, java script, PHP et ASP).

### Contenu :

- Introduction : Internet, WWW, le modèle client- serveur.
- Structure d'un document HTML.
- Les principales balises HTML (Formatage de texte, Mise en page, tableaux).
- Les notions d'URL et de liens
- Les langages de script côté client : Javascript,
- Les langages de script côté serveur : PHP ou ASP.
- Connexion et manipulation des bases de données

### Contenu du TP :

- Formatage de texte, mise en page et tableaux en HTML.
- Initiation à Javascript.
- Manipulation des bases de données.

## UEO432 : WEB des Objets Connectés

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 0H ; TP : 21H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S4

Pré-requis : Informatique 1, 2 et 3

### Objectifs:

- Acquérir les compétences et techniques nécessaires pour le développement d'un objet Web.

### Contenu :

- Construction de réseaux pour objets : connexion d'objets - Protocoles réseaux pour objets.
- Architecture Web des objets : Couche accès - Couche recherche - Couche partage - Couche Composition
- Construction d'un objet Web
  - o API web: RESTfull basé sur websocket/http.
  - o Implémentation d'un objet Web : REST, CoAP, MQTT.
  - o Description et découverte d'un objet Web : méthodes et protocole de découverte (mDNS).
  - o Sécurité et partage d'un objet Web : problèmes de sécurité, certificat HTTPS et cryptage.
  - o Technique et pratique d'accès web et contrôle.
  - o Composition d'un objet Web : fusion physique, génération automatique d'interface utilisateur.
  - o Combinaison objet web et ressources web, création complexe de workflow pour objet (IFFT, NodeRed...).

### Contenu du TP :

- Javascript pour IoT : implémentation d'un serveur Web simple par Node.js.
- Utiliser Node.js sur RaspberryPi pour prototypage IoT : connexion des capteurs et actionneurs via GPIO.

- Représentation des ressources par JSON.
- Objet temps réel par websockets et webhooks sur RaspberryPi par Node.js et Express.
- Mise en œuvre de CoAP et MQTT sur RaspberryPi.

## UEO441 : Architecture et Programmation Embarquées

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 10.5H

Système d'évaluation : Régime Continu

Semestre : S4

Pré-requis : Électronique pour l'embarqué

### Objectifs:

- Savoir l'architecture des systèmes embarqués
- Être capable de programmer les processeurs embarqués

### Contenu :

- Architecture de base d'un système embarqué (composition en différents modules)
- Types/classes des processeurs embarqués
- Ressources hardware (oscillateurs, reset, contrôle charge DC /AC...)
- Ressources software (architecture logiciel, usage des ports E/S, délais d'attente (hard et soft)...)
  - Interface utilisateur (lecture bouton, clavier, afficheur multiplexés...)
- Périphériques de communication pour CI (UART, I2C, SPI...)

## UEO442 : Mini-projets Systèmes Embarquées

Volume horaire : Cours : 0H ; TD : 0H ; TP : 42H

Système d'évaluation : Régime Continu

Semestre : S4

Pré-requis : Électronique pour l'embarqué

### Objectifs:

- Manipuler les notions présentées dans le module Électronique pour l'embarqué et suivre ceux du cours architecture et programmation embarquées.

### Contenu du TP :

Les étudiants devront suivre les étapes suivantes durant le déroulement du mini projet :

- Composition du système embarqué à construire selon un cahier de charge simplifié.
- Identification du besoin matériel du système
- Vérification du fonctionnement des ressources matérielles.
- Intégration des ressources matérielles au processeur embarqué.
- Programmation des périphériques utilisés du MCU.
- Identification et implémentation des algorithmes logiciels de l'application.
- Intégration hard et soft du système
- Vérification finale du fonctionnement du système embarqué.



## Programmes Détaillés : Semestre 5

### UEF511 : Technologies HDL

Volume horaire : Cours : 10.5H ; TD : 10.5H ; TP : 21H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S5

Pré-requis : Électronique 2 ; Électronique pour l'embarqué

#### Objectifs:

- Savoir manipuler le langage HDL pour concevoir et développer des systèmes complexes (SoC /NoC) à base de processeur soft sur cible FPGA.

#### Contenu :

- Généralité sur les processeurs softcores (propriétaires et libres)
- Concept de base de communication pour architecture bus
- Les standards d'architecture de communication sur puce
- Synthèse d'architecture de communication sur puce
- Conception et étude de SoC (intégration d'IP-cores)

#### Contenu du TP :

- Mise en œuvre d'un SoC simple basé sur un processeur propriétaire (par exemple : microblaze)
- Mise en œuvre d'un SoC simple basé sur un processeur libre (exemple d'un processeur libre basé sur l'ISA RISC-V)
- Mise en œuvre d'un SoC constitué de plusieurs IP-cores pour des applications télécoms

### UEF512 : Architectures DSP

Volume horaire : Cours : 10.5H ; TD : 10.5H ; TP : 21H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S5

Pré-requis : Traitement du signal 1 et 2 et Architecture et Programmation Embarquées

#### Objectifs:

- Connaître l'architecture des processeurs DSP.
- Acquérir les bases pour pouvoir implémenter des applications temps réels nécessitant du traitement du signal numérique.

#### Contenu :

- Calculs en virgule fixe et virgule flottante.
- DSP intégré dans un MCU : DSC.
- Architecture classique d'un processeur DSP.
- Cas d'étude : Jeu d'instructions DSP du Cortex-M4.
- Étude de l'unité FPU du Cortex-M4.
- Techniques d'optimisation du code DSP pour Cortex-M4.
- Étude de la bibliothèque ARM CMSIS.
- Programmation temps réel des DSP.

### Contenu du TP :

- Création d'un signal sinusoïdale (quantification en virgule fixe) réglable en fréquence et amplitude en exploitant TIM, DAC et DMA du STM32F4.
- Design et implémentation d'un filtre FIR appliqué sur STM32F4 en utilisant ADC et DAC.
- Design et implémentation d'un filtre IIR appliqué sur STM32F4 en utilisant ADC et DAC.

## UEF521 : Réseaux sans Fil

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 21H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S5

Pré-requis : Traitement du signal 1 et 2

### Objectifs:

- Maîtriser les concepts et mécanismes de la transmission sans fil.
- Intégrer des technologies cellulaires et sans fil dans les systèmes informatiques.

### Contenu :

- Notions fondamentales de la transmission sans fil : Concept cellulaire, Spectre de fréquences et Règlementation.
- Modélisation du canal radio : variations lentes et multi-trajets.
- Techniques d'accès au canal OFDM et CDMA.
- Réseaux cellulaires 2G, 3G et 4G.
- Réseaux 5G.

## UEF522 : Architecture IOT

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 0H ; TP : 21H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S5

Pré-requis : Transmission des données

### Objectifs:

- L'objectif de ce cours est de permettre à l'étudiant de comprendre c'est quoi un réseau IoT, comment il fonctionne et comment choisir les éléments constituant un réseau IoT pour une application donnée.

### Contenu :

- Introduction à Internet of things
- Architecture d'un réseau IoT
- Acquisition et Transport des données: Technologies Courte portée : RFID, NFC, WPANs (Bluetooth, Zigbee), 6LowPAN
- Technologies de communication réseaux pour IoT : LP-WAN : LORA- SigFox
- Réseau de capteurs
- Conception de réseau IoT

## Contenu du TP :

Les TP pourront être réalisés sous forme de projets tutorés qui peuvent inclure :

- Acquisition de données via la technologie RFID, contrôlée par une carte à base de microcontrôleur (Arduino/STM32)
- Acquisition de données via la technologie Zigbee, contrôlée par Arduino/STM32/etc.
- Routage dans un réseau 6LowPan
- Déploiement d'un service Cloud pour l'acquisition des données d'un ou plusieurs capteurs.
- Activation sans fil d'actionneurs.

## UEF531 : Systèmes Embarqués Avancés

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 0H ; TP : 21H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S5

Pré-requis : Systèmes Embarqués 1

### Objectifs:

- Être capable d'élaborer des composants pour surveiller et contrôler des modules d'un système embarqué à travers les périphériques intégrés du MCU
- Savoir les architectures logicielles pour systèmes embarqués

### Contenu :

- Composants pour contrôle et surveillance (PWM, ADC, DAC, contrôleur PID...)
- Architectures logicielles pour des systèmes monoprocesseurs (introduction aux ordonnanceurs, ordonnanceurs coopératifs, conception multitâches, etc.)
- Architectures logicielles pour des systèmes multiprocesseurs (ordonnanceurs à horloge partagée via interruption, UART ou CAN)
- Conception des parties matérielles d'un système embarqué.
- Étude de l'interface aux capteurs, actionneurs et interface H/M toute en exploitant les périphériques existant d'un microcontrôleur.

### Contenu du TP :

- Utilisation du PWM (contrôle et surveillance d'un moteur CC/pas à pas)
- Utilisation de l'ADC (application au filtre A-A).
- Utilisation du DAC (contrôle d'un galvanomètre).
- Mise en œuvre d'un ordonnanceur simple pour un système monoprocesseur.

## UEF532 : Systèmes d'exploitation Embarqués

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 0H ; TP : 21H

Système d'évaluation : Mixte

Semestre : S5

Pré-requis : Systèmes Embarqués 1

### Objectifs:

- Comprendre l'utilité d'un RTOS dans un système embarqué.
- Identifier la structure et les différents types des RTOS.
- Mise en œuvre d'un RTOS sur processeur embarqué

### Contenu :

- Concepts temps réels
- Architecture et fonctionnement d'un noyau temps réel (tâches, interruptions...)
- Gestion et ordonnancement de tâches
- Gestion d'interruptions dans un OS temps réel
- Outils de synchronisation et communication entre tâches dans un noyau temps réel (sémaphores, mutex, flags, file de messages)
- Gestion de mémoire
- Portage d'un OS temps réel sur processeur embarqué.

### Contenu du TP :

- Application avec des tâches et interruption(s) : Allumage de diodes via boutons
- Pilote pour un clavier matriciel sous un RTOS
- Pilote pour capteurs utilisant ADC en mode interruption sous un RTOS
- Pilote pour actionneurs utilisant DAC/PWM sous un RTOS

## UEO541 : Automates Programmables

Volume horaire : Cours : 21H ; TD : 0H ; TP : 21H

Système d'évaluation : Contrôle Continue

Semestre : S5

Pré-requis : Automatique

### Objectifs:

- Comprendre la structure d'un système automatisé de production et de définir les différentes parties de ce système.
- Maitriser l'architecture matérielle et logicielle des automates programmables industriels (API) afin de mettre en place des architectures performantes, maintenables et évolutives, et d'interfacer les applications avec d'autres ressources en réseau.

### Contenu :

- Automates et automatismes : structures de différents automatismes, organisation et principe de base d'un automate, modules d'entrée-sortie d'un automate.
- Organisation logicielle des automates : type de données et registres internes, adressage des données, logiciel de support.
- Programmation Ladder : éléments de programmation, accès aux registres internes, mise en marche d'un programme Ladder.
- Programmation GRAFCET : description du GRAFCET, les structures de base, les règles d'évolution du GRAFCET, conversions du GRAFCET en Ladder.

### Contenu du TP :

- Prise en main du S7-1200.
- Commande semi-automatique de deux chariots.
- Commande de démarrage d'un moteur asynchrone.
- Commande à distance d'un bras manipulateur (Supervision par WINCC).
- Commande à distance d'un bras manipulateur (Serveur web).

## UEO542 : Réseaux Embarqués Industriels

Volume horaire : Cours : 10.5H ; TD : 10.5H ; TP : 21H

Système d'évaluation : Contrôle Continu

Semestre : S5

Pré-requis : Transmission des données et Systèmes embarqués 1

### Objectifs:

- Donner une connaissance détaillée et pratique des spécificités techniques des différents réseaux industriels (CAN, LIN, Flexray, etc.)

### Contenu :

- Bus RS485, ModBus et Profibus.
- LIN : généralité et application (étude de cas STM32F4).
- Protocole CAN : généralité, protocole, couche physique, medium et implémentation du CAN, composants CAN et applications (Etude de cas du CAN intégré du STM32F4), niveau Application : CANOpen, TTCAN, migration du CAN à CAN-FD.
- Application de l'Ethernet (étude de cas Ethernet intégré du STM32F4).
- Protocoles Time Triggered : Flexray, TTEthernet.

### Contenu du TP :

- Mise en œuvre d'un réseau à bus RS485 en utilisant STM32
- Mise en œuvre d'un réseau basé sur l'usage du LIN en utilisant STM32
- Mise en œuvre d'un réseau CAN
- Mise en œuvre d'un réseau LAN basé sur l'usage du module Ethernet du STM32