

# **MASTER INGENIERIE DES SYSTEMES COMPLEXES**

**1<sup>ère</sup> ANNEE**

**PARCOURS VISTA**

**SYLLABUS SIMPLIFIE**

**UE 11 : Projet collaboratif 1**

3 h d'encadrement personnalisé par étudiant

**UE 11 : Anglais 1 (TD : 18h)**

En cours de rédaction

## **UE 12 : Traitement Statistique des données (cours : 21h, TD : 15h, TP : 15h)**

### Objectifs

Préparer le cours d'estimation et de détection du M2 ISC/VISTA.

### Contenu

#### Partie I : Estimation

- Moindres carrés ordinaires (cas linéaire mono et multidimensionnel)
- Moindres carrés pondérés (cas linéaire mono et multidimensionnel)
- Moindre carrés pondérés (cas non-linéaire mono-dimensionnel)
- Maximum de vraisemblance (cas non-linéaire mono-dimensionnel)
- Equivalence entre maximum de vraisemblance et Moindres carrés pondérés pour des mesures gaussiennes.

#### Partie II : Performances

- Notion d'espérance mathématique et de matrice de variance-covariance d'un estimateur
- Calcul de ces grandeurs dans le cas linéaire.
- Caractérisation et détermination de région de confiance ellipsoïdale d'un estimateur.
- Introduction de la quantité d'information de Fisher et de borne de Cramèr-Rao dans le cas monodimensionnel. Distribution asymptotique de l'estimateur du maximum de vraisemblance.

### Prérequis

Le cours de probabilité de la 3<sup>ème</sup> année de la licence SI.

## **UE 12 : Commandes des Systèmes Complexes (cours : 21h, TD : 15h, TP : 15h)**

### Objectifs

Ce cours a pour objectif de présenter les bases théoriques et les concepts généraux pour l'analyse et la commande des systèmes dynamiques multivariables linéaires ou linéarisés autour d'un point de fonctionnement.

### Contenu

- Représentation d'état à temps continu et discret,
- Représentation d'état vs formalisme de Laplace,
- Résolution de l'équation d'état – Matrice de transition,
- Commandabilité et observabilité, critère de Kalman,
- Stabilité au sens de Lyapunov,
- Commande par retour d'état,
- Commande linéaire quadratique (LQR),
- Synthèse d'Observateurs (Luenberger, Kalman),

### Prérequis

Bases de l'automatique et notions élémentaires de l'analyse et la commande des systèmes linéaires continus et discrets. Identification et commande des systèmes. Algèbre linéaire.

## **UE 13 : Transmissions numériques (cours : 30h, TD : 18)**

### Objectifs

- être capable d'analyser et de concevoir des circuits de transmission de données numériques

### Contenu

- Transmissions numériques en bande de base : codage, propriétés spectrales, rapport signal/bruit, taux d'erreur
- Détection et correction d'erreurs
- Modulations numériques : GMFSK, PSK, QAM ..., efficacité spectrale
- Boucle de Costas
- Multiplexages, codages : FDMA, TDMA, CDMA, OFDMA ...
- Notion de canal multitrajets (canal sélectif en fréquence, OFDM avec préfixe cyclique)

### Prérequis

- Electronique numérique
- Systèmes électroniques : circuits et fonctions analogiques, Conversions CAN, CNA, échantillonnage, PLL, modulations analogiques, transmissions analogiques
- Traitement du signal

## **UE 13 : Réseaux sans fils (TD : 15h)**

### Objectifs

- être capable de développer des applications embarquées avec une communication par réseau sans fils (WiFi, BlueTooth, GSM, ZigBee)

### Contenu

- Architectures des réseaux sans fils : WiFi, BlueTooth, GSM et ZigBee
- Protocoles TCP/IP
- Réseau de capteurs
- Exemples de mise en œuvre sur des systèmes embarqués

### Prérequis

- Electronique numérique
- Transmissions numériques
- Microcontrôleur
- Langage C++

## **UE 13 : Systèmes embarqués (cours : 9h, TD : 9h, TP : 9h)**

### Objectifs

- être capable de concevoir et de programmer un système électronique embarqué

### Contenu

- Conception d'applications embarquées dans les domaines de l'instrumentation et du contrôle / commande
- Systèmes temps réel : ordonnancements des tâches, architecture des systèmes temps réel
- Mise en œuvre de l'OS temps réel FreeRTOS dans des systèmes embarqués
- Systèmes Linux embarqués. Temps réel sous Linux.

### Prérequis

- Systèmes électroniques : circuits analogiques, capteurs, acquisition de données, transmissions
- Electronique numérique : logique combinatoire, séquentielle, FPGA, programmation VHDL
- Microcontrôleur : architecture, programmation des circuits d'interface
- Langage C++

**UE 21 : Initiation à la recherche (TD : 6h)**

**UE 21 : Projet collaboratif 2 (TD : 6h)**

3 h d'encadrement personnalisé par étudiant

**UE 21 : Anglais 2 (TD : 18h)**



## UE 22 : Traitement d'antenne (Cours : 12h, TP : 15h)

### Objectif

Aborder les notions de base du traitement numérique d'antennes-réseau pour la goniométrie et le filtrage spatial linéaire de signaux de télécommunications RF sous hypothèse de champ lointain.

### Contenu

- Objectifs du traitement d'antennes-réseau
- Modélisation des signaux de télécommunications
- Modélisation du système sources/réseau (hypothèses simplificatrices)
- Filtrage spatial
- Gain d'antenne et fonction de directivité
- Formation de voies conventionnelle
- Filtrage adapté spatial (récepteur de Capon)

### Prérequis

Calcul matriciel, traitement du signal déterministe et aléatoire.

**UE 22 : Signal aléatoire (cours : 15h, TD : 15h, TP : 18h)**Objectifs

Préparer les cours d'estimation, de détection et modèle markoviens du M2 ISC/VISTA.

Contenu

Le cours est centré sur la description (définitions et propriétés) des signaux aléatoires stationnaires au second ordre (à temps continu et à temps discret) : fonction d'autocorrélation, densité spectrale de puissance.

Viennent ensuite les traitements que l'on peut faire sur ces signaux : filtrage de signaux aléatoires, exemple de bruits blancs, formule des interférences.

Prérequis

Le cours de probabilité de la 3<sup>ème</sup> année de la licence SI, ou l'équivalent et le cours de signal déterministe de cette même année de licence.

## UE 23 : Traitement d'image (cours : 12h, TD : 9h, TP : 9h)

### Objectifs

Ce cours fournit une présentation des principaux algorithmes de traitement de l'image bas niveau. Les techniques abordées concernent notamment la restauration, la segmentation (contour et région), l'estimation du mouvement,...

### Contenu

#### I. Généralités

#### II. L'image comme signal déterministe

- a. Transformée de Fourier et convolution 2D
- b. Application à la détection de contour, l'analyse de texture et la restauration
- c. Estimation du mouvement

#### III. L'image comme signal probabiliste

- a. Modèles markoviens en traitement de l'image
- b. Application à la restauration
- c. Application à la segmentation
- d. Application à l'estimation du champ de déplacement et au tracking

#### IV Approches mixtes pour la segmentation : contours actifs

### Prérequis

Bases du traitement du signal 1D : TF, convolution,...

Algèbre linéaire

Généralités sur les probabilités : Variables, vecteurs et signaux aléatoires, moments, lois conditionnelles, théorème de Bayes, ...

## UE 23 : Techniques d'optimisation (cours : 12h, TP : 12h)

### Objectifs

Savoir formuler un problème d'optimisation numérique (identifier les paramètres, définir la fonction de coût, décrire les contraintes)

Savoir le caractériser (linéaire ou non, avec ou sans contraintes)

Savoir choisir la méthode d'optimisation adaptée au problème.

### Contenu

#### 1. Rappels mathématiques

Positivité, Convexité

Notion de minimum

Dérivabilité, Gradient et Hessien

Conditions d'existence d'un point minimum

#### 2. Optimisation sans contraintes

Formulation du problème d'optimisation

Méthode du gradient

Méthodes des directions conjuguées

Méthodes de Newton et de Levenberg-Marquardt

#### 3. Optimisation avec contraintes

Méthode du simplexe

Méthode du point intérieur

Multiplicateurs de Lagrange

Conditions de Karush-Kuhn-Tucker

### Prérequis

Mathématiques : analyse numérique, notion de dérivabilité, de continuité.

Programmation scientifique : maîtriser les outils de programmation scientifique.

## UE 24 : Instrumentation (cours : 12h, TD : 15h, TP : 3h)

### Objectifs

Mettre en œuvre des fonctions électroniques permettant de traiter des signaux électriques à temps continu issus d'un capteur. Comprendre le fonctionnement d'une chaîne d'instrumentation.

### Contenu

Ce cours présente les techniques récentes permettant de mettre en œuvre une chaîne d'instrumentation. Il comprend une base théorique liée à la notion d'amplifications différentielles de précision mais aussi l'étude de composantes fondamentales permettant l'interprétation ou la reconstruction de l'information issues de capteurs. Capteur fournissant une information primitive (*tension et/ou en courants électriques*). Le cours introduit la notion de traitement linéaire du signal analogique et des principes de conversions associés pour la mesure. Plusieurs solutions architecturales seront étudiées en fonction d'un cahier des charges. En effet la notion de prétraitement in situ ou reportée aura un impact sur la définition du système d'instrumentation. Dans un premier temps les caractéristiques métrologiques : sensibilité, linéarité, rapidité, précision des capteurs sont présentés. Ensuite certains montages électroniques ou «conditionneur» sont étudiés (*ponts de Wheatstone, amplificateurs, différenciateurs, convertisseurs ...*). Les contraintes de mise en œuvre dues aux sources de bruits et à la présence de tensions ou de courants d'offsets seront aussi présentées. La notion et certains principes de calibration sont abordés. Le cours et les TD associés comportent des études de cas allant jusqu'à l'étude d'un système complet. Cette dernière étude comprend le calcul de l'amplificateur d'instrumentation à faible taux de réjection de mode commun et l'étude de convertisseurs analogique-numérique et numérique-analogique.

### Prérequis

Systèmes électriques linéaires & équations différentielle associées, fonctions de la variable complexe. Électronique analogique et numérique, transformée de Fourier, Série de Taylor, notion de traitement analogique et numérique du signal.

## **UE 24 : Electronique numérique et FPGA (TD : 30h)**

### Objectifs

Etre capable de concevoir un système numérique sur FPGA en utilisant les outils de synthèse logique.

### Contenu

Conception avancée de systèmes numériques sur FPGA: implantation de coeur de microcontrôleur, mise en oeuvre des blocs d'interface réseau, audio, vidéo ...

### Prérequis

Cours de L3 SI: Architecture et technologie des circuits logiques programmables, FPGA, langage VHDL, CAO.