



المدرسة الوطنية للمهندسين بتونس  
école nationale d'ingénieurs de Tunis

# Mastère Systèmes de Communications

Université Tunis El Manar

Etablissement : ENIT

BP.37 –1002 Tunis le Belvédère

Tel :71 874 700 –Fax : 71 872 729,

<http://www.enit.rnu.tn>

Ecole Doctorale Sciences et Techniques de l'Ingénieur

Tél :(+216) 71 874 700 (Postes 572 & 598)

[ecole.doctorale@enit.rnu.tn](mailto:ecole.doctorale@enit.rnu.tn)

<http://www.enit.rnu.tn/ed-sti>

Coordinateur du Mastère : Taoufik AGUILI

Département TIC

Laboratoire de Recherche SysCom

ENIT : BP.37 –1002 Tunis le Belvédère

Tel : 71 874 700 – Fax 71 872 729 –

[Taoufik.Aguili@enit.rnu.tn](mailto:Taoufik.Aguili@enit.rnu.tn)

## SOMMAIRE

- I- Potentiel d'encadrement :
  - a -Intervenants de laboratoires tunisiens :
  - b-Intervenants de laboratoires étrangers :
  - c- Commission de mastère
- II- Organisation du Mastère :
  - a-Equivalence pour les élèves ingénieurs de 3<sup>ème</sup> année
- III- Plan d'études

### IV- Les Modules

### I- Potentiel d'encadrement :

Le potentiel d'encadrement du Mastère SYSCOM de l'ENIT est composé au niveau national de 8 professeurs, 3 Maîtres de conférences, et 5 Maîtres-assistants habilités à encadrer des mémoires de mastère.

L'équipe enseignante du Mastère SYSCOM est composée comme suit :

#### **a -Intervenants de laboratoires tunisiens :**

- A. BOUALLEGUE: Professeur
- S. BELGHITH : Professeur
- H. ZANGAR : Professeur
- H. REZIG : Professeur
- R. ATTIA : Professeur
- T. AGUILI : Professeur
- A. SAMET : Professeur
- R. BOUALLEGUE : Professeur
- F. CHOUBANI : Maître de conférences
- R. BEN AYED : Maître de conférences
- S. HASNAOUI : Maître de conférences.
- A. BEN RABAA : Maître –Assistant
- M. ESCHEIKH : Maître –Assistant
- A. OULED ZAED Maître –Assistante
- S. ZAIBI AMMAR Maître –Assistante
- M. AMMAR : Maître –Assistant

#### **b-Intervenants de laboratoires étrangers :**

Ces intervenants ont déjà participé au Mastère « SYSCOM » de 1997 à 1999 et de 2003 à 2009 ; ils participent au Co-encadrements de thèses.

- K. BARKAOUI Professeur (CNAM -FRANCE)
- H. BAUDRAND Professeur (INPT-Toulouse FRANCE)
- R. PYNDIAH Professeur (ENST Bretagne-FRANCE)
- C. GOUTELARD Professeur (Université ORSAY-FRANCE)
- VU. THIEN Professeur (CNAM- FRANCE)
- D. PASQUET Professeur (ENSEA -FRANCE)
- S. HARARI Professeur (U. TOULOUSE ET VAR FRANCE)
- G. VITRANT Professeur (INPG FRANCE)
- C. ALIBERT Professeur (ENST PARIS -FRANCE)
- M.NEY Professeur (ENST PARIS -FRANCE).
- D.ROVIRAS Maître de conférences (CNAM- France).
- P.SOLE Professeur (ENST PARIS -FRANCE).
- G.REKAYA Maître de conférences (ENST PARIS –France).

**c- Commission de mastère**

La commission de mastère est composée comme suit :

- A. BOUALLEGUE: Professeur (ENIT),
- S. BELGHITH : Professeur (ENIT)
- H. ZANGAR : Professeur (FST)
- R. BOUALLEGUE : Professeur (SUPCOM)
- H. REZIG : Professeur (ENIT)
- R. ATTIA : Professeur (ENIT)
- T. AGUILI : Professeur (ENIT)
- A. SAMET : Professeur (EPT, INSAT)
- R. BEN AYED : Maître de conférences(ENIT)
- S. HASNAOUI Maître de conférences (FSB)
- N. HAMDI Maître de conférences(INSAT)
- K. GRYAA Maître de conférences (ESSTT).

**II- Organisation du Mastère :**

L'originalité du Mastère réside dans le caractère évolutif de ces enseignements. Ainsi, outre les enseignements de Mastère, une série de leçons de faible volume horaire (9h), ont été proposées. Ces leçons sanctionnées par un examen, ont pour but de présenter rapidement des informations concernant des axes de recherche récents. L'intérêt de ces leçons permettent d'intégrer dans l'équipe enseignante, des chercheurs de différents laboratoires tunisiens, de faire participer les chercheurs tunisiens à l'étranger et de faire mieux connaître la qualité des activités de recherche en Tunisie auprès des chercheurs provenant de laboratoires étrangers.

En particulier, ces dernières années ont permis de nouer des collaborations avec des chercheurs de laboratoires français, canadiens, et suisses ; collaborations qui se sont concrétisées en particulier par des co-encadrements de Mastère et de thèses : les vraies collaborations commencent en effet par les personnes avant de se concrétiser par les accords de coopération.

L'enseignement du Mastère Systèmes de Communications comporte :

- 12 modules de durée 20 H
  - 3 leçons de 27 H (3x9H).
1. Communications numériques
  2. Filtrage adaptatif Optimal
  3. Communications optiques
  4. Evaluation des performances des réseaux
  5. Systèmes N.L en communications
  6. Réseaux de transmission de données
  7. Méthodes numériques pour les micro-ondes et optiques
  8. Théorie de l'information et codage canal
  9. Techniques multimédia
  10. réseaux radio-cellulaires
  11. Modélisation des réseaux de Télécommunications
  12. Communications radio-fréquence et optique.

### a-Equivalence pour les élèves ingénieurs de 3<sup>ème</sup> année

Au vu des programmes des enseignements dispensés dans la troisième année filière Télécom ( ENIT), les élèves ingénieurs sont dispensés de tous les modules du Mastère SYSCOM si la moyenne des notes obtenues dans les modules fixés par la commission du Mastère, est supérieur à dix.

Pour les autres élèves ingénieurs, certains modules du Mastère SYSCOM leur sont attribués par équivalence avec les modules de leur cursus, après examen de leur dossier par la commission du Mastère.

### III- Plan d'études

• Communications numériques	20H
• Filtrage adaptatif Optimal	20H
• Communications optiques	20H
• Evaluation des performances des réseaux	20H
• Systèmes N.L en communications	20H
• Réseaux de transmission de données	20H
• Méthodes numériques pour les micro-ondes et optiques	20H
• Théorie de l'information et codage canal	20H
• Techniques multi-média	20H
• réseaux radio-cellulaires	20H
• Modélisation des réseaux de Télécommunications	20H
• Communications radio-fréquence et optique	20H

### IV – Les Modules

#### 1. COMMUNICATIONS NUMERIQUES :

Introduction aux transmissions numériques : message numérique – débit binaire et de symboles – source – émetteur – canal – récepteur, Transmission en bande de base : Codages en lignes – codes en ligne à signaux indépendants et non indépendants – codes en ligne à plusieurs niveaux – Transmission d'un code en ligne – détection probabilité d'erreur, Transmission sur un canal réel : Influence au filtrage – interférence inter – symboles – diagramme de l'œil – Répartition du filtrage sur une chaîne de transmission – rapport signal à bruit, Transmission sur onde porteuse : Définition – modulation d'amplitude – Modulation de phase – Modulation de fréquence – démodulations cohérente, Synchronisation Généralités – Récupération du rythme – Récupération de la porteuse.

#### 2. FILTRAGE ADAPTATIF OPTIMAL:

Introduction : Problème de filtrage - Filtrage optimal linéaire - F. de Wiener - Prédiction linéaire, Filtres de Kalman - Identification linéaire. Algorithmes de filtrage linéaire adaptatif : Famille des algorithmes du LMS – Famille des algorithmes du FLS. Analyse de performance : Conditions de convergence – Vitesse de convergence – Finesse de convergence – Capacité de poursuite. Filtrage adaptatif en sous-bande. Filtrage adaptatif non linéaire. Implantation en précision finie des structures adaptatives.

#### 3. COMMUNICATIONS OPTIQUES :

Les sources optiques - Principes généraux - Diodes électroluminescentes (DEL)- Diode Laser (LD).Les photodétecteurs optiques - Principe - Photodiodes PIN et PDA - Fibres et guides optiques - Guide plan - Guide circulaire (fibre optique)- Etude des modes dans les fibres optiques (F.O.P )Etude de la dispersion dans les F.O. P-Bilan de puissance d'une liaison optique.

#### 4. EVALUATION DES PERFORMANCES DES RESEAUX :

Rappels de probabilités. Processus stochastiques. Introduction aux files d'attente, Lois d'Erlang et qualité de service. Analyse des processus Markoviens. Optimisation linéaire et non linéaire. Simulation temporelles et par événements. Analyse d'affectation et d'optimisation de capacité.

#### 5. SYSTEMES NON LINEAIRES EN COMMUNICATION :

Introduction : Exemples de systèmes non linéaires - Systèmes discrets - Systèmes continus Applications. Systèmes linéaires : Systèmes linéaires continus-Systèmes linéaires discrets-Stabilité-Observabilité et contrôlabilité. Systèmes non linéaire : Continuité et stabilité- Points fixes – cycles et Bifurcations Ensemble attractif et attracteurs - Exposants de Lyapunov - Aspects statistiques du chaos opérateur de Frobenius -Dynamique symbolique. Application aux communications – Synchronisation - Génération de séquences pour le système CDMA.

#### 6. RESEAUX DE TRANSMISSION DE DONNEES :

Concepts généraux des réseaux : Réseaux à commutation, Types de commutation, Notion de services dans un réseau à commutation, Fonctions de contrôle interne dans un réseau. Le réseau téléphonique commuté : Architecture générale du réseau téléphonique, la commutation, La signalisation. Le modèle de référence à sept couches : Concepts fondamentaux d'une architecture en couches. Les techniques de contrôle de flux : contrôle du trafic, contrôle d'erreurs, contrôle de congestion. Le routage dans les réseaux . Transport et qualité de service dans les réseaux. Les réseaux locaux d'entreprise : Architecture de réseaux locaux, Système d'exploitation et services de communication, Câblage, Evolution.

#### 7. METHODES NUMERIQUES POUR LES MICRO-ONDES ET OPTIQUES :

Les Guides Electromagnétiques : Modes guidés et interprétations – Spectre des guides, Principe de totalité, Base complète, Relations générales d'orthogonalité, Guide adjoint. Formalisme Mathématique des opérateurs pour la résolution des équations de MAXWELL : Méthode de l'opération transverse ( M. O. T. ) – Méthode de résonance transverse ( M. R. T. ) – Méthode des circuits équivalents généralisés (M. C. E. G.) : ( Théorie de la M. C. E. G : mode de représentation, Fonction d'essai généralisée, représentation de la fonction d'essai généralisée dans les circuits équivalents, extraction des équations intégrales à partir des schémas équivalent). Méthodes de résolution numérique et formes varriationnelles : Méthode des différences finies – méthodes des éléments finis – méthodes des T. L. M – Méthodes de Galerkin – méthode des moindres carrés – Méthodes de Ralergh –Ritz – formes varriationnelles ( principe, forme varriationnelles généralisé – matrice R et discontinuités. Applications : Calcul des constantes de propagation dans les fonds métalliques et diélectriques et discontinuités dans les circuits planaires, modélisation électromagnétiques des antennes.

#### 8. THEORIE DE L'INFORMATION ET CODAGE CANAL :

Quantité d'information : définition de la source – Quantité d'information mutuelle – quantité d'information intrinsèque – Quantité d'information conditionnelle Quantités d'information moyennes, Canal de Transmission : Canal de transmission binaire symétrique – Canal de transmission avec effacement – Capacité d'un canal de transmission – Rôle du codage – Théorème de Shannon – Harley.

#### 9. TECHNIQUES MULI-MÉDIA

Communications numériques adaptatives, Compression audio, Compression vidéo, Techniques de traitement du signal pour les multi medias.

#### 10. RÉSEAUX RADIO – CELLULAIRES

Détection multi utilisateurs, structure des réseaux mobiles, conception et complémentation des systèmes radio mobiles, techniques avancées de communications numériques.

## **11. MODÉLISATION DES RÉSEAUX DE TÉLÉCOMMUNICATIONS**

Planifications des réseaux, ingénierie des protocoles, sécurité des réseaux et d'interconnexion, réseaux large bande.

## **12. COMMUNICATIONS RADIO-FRÉQUENCE ET OPTIQUE**

Modélisation électrosmotique en radiocommunication, antennes et réseaux, dispositifs optoélectronique et optique intégré, systèmes de transmission optique.