

## 'Interfaces radiofréquences intégrés'

**Enseignant(s) :** JM Fournier

**Code :** 5PMEM7I0

**Type :** Cours avec exercices

**Volume horaire :** 28 h

**Module de rattachement :**

O1\_S5\_M1 : Conception électronique

**Période :** S5

**Crédits ECTS :** 2

**OBJECTIF(S) :**

Acquérir des méthodologies de conception des fonctions de bases analogiques intégrées pour les applications radiofréquences.

**NIVEAU :** cours de spécialité

**PREREQUIS :** Cours de 1<sup>ère</sup> année SEI sur la conception des circuits intégrés analogiques

**CONTENU :**

- Généralités sur le traitement analogique du signal en RF
- Concepts de base en RF
- Architectures des interfaces RF et leur intégration
- Technologie et modélisation des composants intégrés pour la RF.
- Méthodologie de conception des fonctions analogiques RF intégrées
  - Amplificateurs faible bruit,
  - Mélangeurs,
  - Oscillateurs,
  - Amplis de puissance.

**BIBLIOGRAPHIE :**

- Thomas H. Lee "The design of CMOS Radio-frequency Integrated Circuits" Cambridge University Press 1998
- B. Razavi "RF Microelectronics" Prentice Hall 1998

**METHODE(S) & LANGUE D'ENSEIGNEMENT :**

des exercices à faire en travail personnel seront donnés aux élèves. La langue d'enseignement sera le français

**EVALUATION :** devoir surveillé de 2 h.

## 'RF Integrated Front-End'

### Staff involved :

**Code : 5PMEM7I0**

**Form of teaching :**

Lectures and Problem sessions during the Lectures

**Amount of teaching : 28 h**

**Part of module :**

**01\_S5\_M1: Electronic design**

**Time period : S5**

**ECTS Credits : 2**

### **OBJECTIVES :**

- Knowledge of RF microelectronics design

### **CONTENTS :**

- Analog Signal Processing in RF
- Basic concepts in RF design
- RF Front End Architectures for integration
- Technology and modeling of integrated devices for RF
- Design of basic RF circuits (LNA, Mixers, VCO, Power Amplifiers)

### **PREREQUISITES :**

Analog design concepts

**EVALUATION :** Written examination of 2 hours.

## Systèmes analogiques et mixtes pour le traitement du signal

**Enseignant(s) :** JM Fournier, D. Morche  
(CEA/LETI)

**Code :** 5PMEM7S0

**Type :** Cours avec exercices

**Volume horaire :** 20 h

**Module de rattachement :**  
O1\_S5\_M7 : Conception électronique

**Période :** S5

**Crédits ECTS :** 2

### **OBJECTIF(S) :**

Acquérir une méthodologie de conception de fonctions analogiques et mixtes intégrées pour le traitement du signal.

**NIVEAU :** cours de spécialité en conception analogique intégrée

**PREREQUIS :** Cours de 1<sup>er</sup> année SEI sur la conception des circuits intégrés analogiques et la conversion (CAN/CNA)

### **CONTENU :**

- Contexte du cours : conversion et filtrage
- Filtre analogique à temps continu (GmC)
- Filtre analogique à capacités commutés
- Opérateurs (Amplificateurs) à structure entièrement différentielle.
- Convertisseurs à sur-échantillonnage Sigma Delta.

### **BIBLIOGRAPHIE :**

- D.A. JOHNS, K . MARTIN (Willey, 1997)*Analog Integrated Circuits Design*
- DEL RIO R., MEDEIRO F., PEREZ-VERDU B., DE LA ROSA J.M.*CMOS cascade sigma-delta modulators for sensors & telecom* (Hardback, 2006)
- “*CMOS Mixed circuit design* “ R. Jacob Baker , (Willey, 1997) ISBN 0-471-22754-4

**METHODE(S) & LANGUE D'ENSEIGNEMENT :** des exercices à faire en travail personnel seront donnés aux élèves. La langue d'enseignement sera le français

**EVALUATION :** devoir surveillé de 2 h.

## Mixed signal processing for radiocommunications

**Staff involved :** J.M. Fournier, D. Morche

**Code :** 5PMEM7S0

**Form of teaching :**

Lectures and Problem sessions during the Lectures

**Amount of teaching :** 20 h

**Part of module :**

O1\_S5\_M7: Electronic Design

**Time period :** S5

**ECTS Credits :** 2

**OBJECTIVES :**

- Knowledge of analogue integrated systems for signal processing

**CONTENTS :**

- Application Area : Telecommunications
- Conversion Bottleneck
- Continuous-time GmC filters
- Switched-capacitors filter
- Differential output amplifiers and common mode feedback
- Over-samplings Sigma delta converters

**PREREQUISITES :**

Analogue integrated circuit design fundamentals

**EVALUATION SYSTEM :** Written examination.

# 'Intégrité du signal-Packaging'

**Enseignant(s) :** T. P. Vuong

**Code :** 5PMEM7P0

**Type :** *Cours magistral + Travaux dirigés*

**Volume horaire :** 8h CM + 4h TD

**Module de rattachement :** S5\_O1\_M1

**Période :**

S5

**Crédits ECTS :** 1

**OBJECTIF(S) :** Modéliser les phénomènes portant atteinte à l'intégrité du signal dans les circuits électroniques.

**NIVEAU :** cours avancé

**PREREQUIS :** Bases sur les lignes de transmission, propagation des ondes électromagnétiques et électronique analogique

**CONTENU :**

## Partie 1: Intégrité du signal

I. Notions de base :

1. Principes
2. Répartition spectrale, fréquence knee
3. Créneaux, temps de montée, mesures
4. Temps et distance

5. Réactance et conséquences (overshoot, ringing, crosstalk)

II. Conducteurs et parasites :

1. conducteurs
2. capacités
3. résistance
4. inductance

III. Lignes de transmission

1. circuit RC localisé
2. lignes RC, constante de temps d'Elmore
3. lignes RLC (lignes de transmission), terminaison

IV. Couplage (diaphonie, crosstalk)

1. amplitude
2. délai

V. Pollution

1. SSN
2. couplage de substrat

Partie 2 : Packaging

I. Boîtiers

1. Boîtier simple puce
2. Packaging process
3. Boîtier hybride

II. Influences du boîtier

**METHODE(S) & LANGUE D'ENSEIGNEMENT :** Cours magistral en français

**EVALUATION:** examen écrit

## 'Signal Integrity – Packaging'

**Code** : FSEI S5

**Form of teaching** : Lectures

**Amount of teaching** : 12 Hours

**Part of module** :

**Time period** : S5

**ECTS Credits** : 1

### **CONTENTS:**

Tight and loose coupling between transmission lines  
Emissivity and susceptibility of circuits  
Modelling effects due to packaging

## 'Antennes'

**Enseignant(s) :** T.-P. Vuong, F. Podevin

**Code :**

**5PMEM7A0**

**Type :** *Cours Magistral + Travaux Dirigés*

**Volume horaire :** *16h CM, 10h TD*

**Module de rattachement :**

*O1\_S5\_M7 : Conception électronique*

**Période :** *S5*

**Crédits ECTS :** 2

### OBJECTIFS

- Comprendre les mécanismes du rayonnement
- Caractériser une antenne comme composant d'un système
- Donner les outils pour analyser le fonctionnement des principaux types d'antenne

### NIVEAU :

Cours avancé, niveau Bac+5

### PREREQUIS :

- Equations de Maxwell, propagation des ondes
- Théorèmes généraux : Poynting, réciprocité, équivalence...

### CONTENU :

- Rayonnement du dipôle élémentaire,
- Paramètres caractéristiques des antennes : diagramme de rayonnement, directivité, ...,
- Antennes filaires,
- Groupement d'antennes,
- Ouvertures rayonnantes,
- Antennes patch microruban,
- Antennes adaptatives.

### BIBLIOGRAPHIE :

P. F. COMBES : Microondes, Circuits passifs, propagation, antennes, Vol. 2, éditions Dunod, 1997.

C.A. BALANIS : Antenna theory, analysis and design, John Wiley, 1997.

### METHODE(S) & LANGUE D'ENSEIGNEMENT :

Cours en Français.

### EVALUATION :

Examen écrit de 2h

# 'Antennas'

**Staff involved:** T.-P. Vuong and F. Podevin

**Code:** 5PMEM7A0

**Form of teaching:** Lectures + classworks

**Amount of teaching:** 26h

**Part of module:**

O1\_S5\_M7: electronic design

**Time period:** S5

**ECTS Credits:** 2

## **OBJECTIVES:**

Understanding of radiation mechanisms.

The antenna as part of a system.

Analysis and design methods for commonly used antennas.

## **PREREQUISITES:**

- Maxwell equations, wave propagation,
- General theorems : Poynting and reciprocity theorems, field equivalence principle...

## **CONTENTS:**

- Elementary dipole radiation,
- Fundamental parameters of antennas : radiation pattern, directivity and gain, input impedance...,
- Linear antennas,
- Arrays,
- Aperture antennas,
- Microstrip and patch antennas,
- Adaptive antennas.

## **REFERENCES:**

P. F. COMBES : Microondes, Circuits passifs, propagation, antennes, Vol. 2, éditions Dunod, 1997.

C.A. BALANIS : Antenna theory, analysis and design, John Wiley, 1997.

## **METHODS & LANGUAGE TEACHING:**

Lectures are given in French.

## **EVALUATION:**

2h of written examination

## 'Nouveaux standards de transmission RF'

**Enseignant(s) :** Y. Le Guennec

**Code :**

**5PMEM7NO**

...

**Type :** cours magistral

**Volume horaire :** 12h CM + 6h TD

**Module de rattachement :**

01\_S5\_M7 : Conception électronique

**Période :**

S5

**Crédits ECTS :** 1,5

**OBJECTIF(S) :** Connaître le principe de fonctionnement des systèmes de transmission RF : aborder les différents standards des systèmes radio mobiles et de transmission sans fils, actuels et futurs.

**NIVEAU :** cours avancé en systèmes de transmission radio

**PREREQUIS :** transmission numérique de données et systèmes de modulation, circuits RF

### CONTENU :

- Propriétés du canal radio
- Techniques d'accès
- Principes de base de la couche radio dans les systèmes radiomobiles GSM, EDGE, GPRS et UMTS
- Caractéristiques des systèmes PAN, WLAN et boucle locale (description des normes IEEE 802.11, WiMAX, UWB ...)

### BIBLIOGRAPHIE :

Sites web concernant les différentes normes (IEEE ...)

### METHODE(S) & LANGUE D'ENSEIGNEMENT :

Français

### EVALUATION :

Devoir surveillé de 1h

## 'New standards for RF transmission'

### Staff involved :

**Code :** *5PMEM7N0*

**Form of teaching :**

Lectures , Problem sessions

**Amount of teaching :** 18h

**Part of module :**

01\_S5\_M7: Electronic design

**Time period :** S5

**ECTS Credits :** 1.5

### CONTENTS

- Radio channel properties
- Medium access techniques
- Radio systems GSM, EDGE, GPRS and UMTS
- New systems PAN, WLAN and standards : Bluetooth, IEEE 802.11, WiMAX ...

## TP PHOG 'RF'

**Enseignant(s) :** Y. le Guennec, J.D. Arnould

**Code :**  
**5PMEM7TO**

**Type :** TP

**Volume horaire :** 16 h

**Module de rattachement :**  
*M7: Conception électronique*

**Période :**  
*S5*

**Crédits ECTS :** 1,5

**OBJECTIF(S) :** Techniques de mesures de circuits hyperfréquence et caractérisation de signaux hyperfréquences.

**NIVEAU :** TP avancés

**PREREQUIS :** Cours d'Antennes (SEI2A), Propagation guidée électromagnétique (SEI1A) Circuits Passifs Hyperfréquence et optoélectroniques (SEI1A) Circuits Actifs hyperfréquences et optoélectroniques (SEI1A)

### CONTENU :

- 1. Mesure automatique de facteur de bruit.
- 2. Etude de lignes d'interconnexion pour circuits sub-nanosecondes par réflectométrie temporelle.
- 3. Caractérisation microondes par analyse vectorielle de réseaux.
- 4. Antennes microondes

Les TP sont suivis de 4h de synthèse

### BIBLIOGRAPHIE :

### METHODE(S) & LANGUE D'ENSEIGNEMENT :

Travail en binome

Préparation théorique à effectuer avant la séance de TP

### EVALUATION :

Rédaction de Compte Rendu de TP noté pour le binôme

Examen oral/ en laboratoire / individuel de 1h pour chaque élève

## LAB SESSIONS 'MICROWAVES AND OPTICS' PHOG S5

**Staff involved : Y. le Guennec, J.D. Arnould**

**Code :** 5PMEM7T0

**Form of teaching :**  
Labwork

**Amount of teaching : 16 h**

**Part of module :**  
M7: Electronic design

**Time period :** S5

**ECTS Credits :** 1,5

### **CONTENTS :**

- Microwave Antennas
- Noise factor of RF devices
- Time domain reflectometry
- Vector network analysis of microwave circuits

### **EVALUATION :**

- 1 report for each session
- 1 practical exam (1 hour)

## Projet de conception d'un émetteur pour réseaux WiFi

**Enseignant(s)** : Y. Le Guennec, JM Fournier, T. Phu Vuong

**Code** : 5PMEM700

...

**Type** : *Project*

**Volume horaire** : 76h encadrées, 12h non encadrées

**Module de rattachement** :

*01\_S5\_M7 : Systèmes et circuits RF*

**Période** :

*S5*

**Crédits ECTS** : 7,5

### **OBJECTIF(S)** :

Le but de ce projet est de concevoir un émetteur WiFi en travaillant sur l'architecture du système, le design des circuits, l'évaluation des performances, le prototypage et le test.

**NIVEAU** : TP avancés

### **PREREQUIS** :

Systèmes et fonctions intégrés pour la RF Nouveaux standards de transmission RF

### **CONTENU** :

Ce projet aborde l'étude de l'émetteur WiFi sous trois aspects :

- Une étude système de l'interface d'émission incluant le modulateur OFDM en bande de base, le mélangeur, l'amplificateur et le filtre d'émission.

Une étude des circuits critiques avec deux solutions :

- Une solution hybride avec la réalisation et la caractérisation d'un filtre RF de rejection d'image et de l'amplificateur d'émission en technologie hybride

- Une solution entièrement intégrée en technologie CMOS 0,35µm avec l'étude (simulation) d'un mélangeur à réjection d'image et de l'amplificateur d'émission.

Enfin on étudiera l'impact des caractéristiques (IIP3, réjection de l'image, bruit) des circuits sur les performances de l'ensemble du système

Un prototype d'émetteur WiFi est réalisé et testé afin de comparer les performances obtenues en simulation et les mesures.

### **BIBLIOGRAPHIE** :

Wireless Communications and Networks, W. Stalling, 2<sup>nd</sup> Ed., 2004.

Cours sur les fonctions intégrées RF (J.M. Fournier)

### **METHODE(S) & LANGUE D'ENSEIGNEMENT** :

Travail en binôme

Outils de CAO ADS et Cadence disponible en libre service

12h de séances non encadrées

Travail en libre service possible en plus des séances encadrées et non encadrées

### **EVALUATION** :

Compte Rendu du travail de conception noté

Soutenance orale : 30min par binôme

## Lab sessions 'Mini-project on Microwave Systems'

### Staff involved :

**Code :** 5PMEM700

**Form of teaching :**

Labwork

**Amount of teaching :** 76h training

**Part of module :**

O1\_S5\_M7: RF circuits and systems

**Time period :** S5

**ECTS Credits :** 7,5

### OBJECTIVES :

The aim of this project is to investigate a WiFi emitter architecture, to work on circuit design, prototyping and test.

### CONTENTS :

This project deals with 3 features of the WiFi transceiver:

- A system simulation study including the baseband OFDM modulator, the RF mixer, the power amplifier and the emission filter.

A study of the critical circuits, using 2 different technologies :

- A solution based on hybrid circuit technology with characterization of the image rejection filter and power amplifier.

- A solution based on integrated circuit using CMOS 0,35 $\mu$ m technology, with simulation of an image rejection mixer and of the power amplifier.

Finally, the characteristics (IIP3, image rejection, noise) of the different circuits evaluated before final system simulation.

A Wifi emitter prototype is realized and tested, simulation results are compared to measurements.

### PREREQUISITES :

Course on integrated functions and systems for RF applications, New RF standards.

# Synthèse HLS

**Enseignant(s)** D. Houzet

**Code :**

**5PMEM700**

**Type :** Cours/TD

**Volume horaire :** 8h

**Module de rattachement :**

*O2\_S5\_M7 : Système et circuits RF*

**Période :**

*S5*

**Crédits ECTS :** 0,5

**OBJECTIF(S) :**

L'objectif de ce cours est de donner aux élèves une formation complémentaire pour aborder le projet de conception de systèmes intégrés mixtes analogique et numérique. Cette formation porte sur l'utilisation du langage C pour de la synthèse de haut niveau de la partie numérique du projet.

**NIVEAU :** *cours avancé, niveau Bac+5...*

**PREREQUIS :**

Systèmes mixtes pour le traitement du signal  
Cours et formation appliquée sur VHDL

**CONTENU :**

- Cours général sur la synthèse HLS et description du flot de conception autour de l'outil Mentor CatapultC
- TD d'application (sur outils CAO) sur une pré-étude système du projet par binôme d'élèves (partie numérique: OFDM).

**BIBLIOGRAPHIE :**

Documents sur la synthèse HLS (outil de CAO)

**METHODE(S) & LANGUE D'ENSEIGNEMENT :**

Cours/TD

**EVALUATION :**

*Devoirs surveillé 1H.*

## High Level Synthesis

**Code :** 5PMEM7Q0

**Form of teaching :**  
courses

**Amount of teaching :** 8h lectures

**Part of module :**  
O1\_S5\_M7: RF circuits and systems

**Time period :** S5

**ECTS Credits :** 0,5

### **OBJECTIVES :**

Knowledge of high level language and synthesis for digital description and analysis

### **CONTENTS :**

- course on C used for hardware description and synthesis
- . application to a study focused on the proposed projects for integrated mixed systems (synthesis of OFDM part of a modem with CatapultC tool)

### **PREREQUISITES :**

- . Analogue and mixed systems for signal processing
- . Basic courses on VHDL language

### **EVALUATION :**

exam 1H

## Synthèse de la conception d'un système wireless

**Enseignant(s)** T. P. Vuong

**Code** : 5PMEM7U0

**Type** : Cours/TD

**Volume horaire** : 16h

**Module de rattachement** :

*S5\_M1*

**Période** :

*S5*

**Crédits ECTS** : 0,5

**OBJECTIF(S) :**

Concevoir les briques de base pour la conception d'un système wireless

**NIVEAU** : *cours avancé, niveau Bac+5...*

**PREREQUIS :**

Conception des circuits RF  
Nouveaux standards de transmission RF

**CONTENU :**

I. Rappels

1. Paramètres S
2. Adaptations

II. Circuits RF :

1. Amplificateur de puissance à large bande
2. Amplificateur à faible bruit à large bande
3. Filtres
4. Coupleurs
5. Mélangeurs
6. Circulateurs

III. Système RF

1. Emetteur
2. Récepteur
3. Bande de base

**BIBLIOGRAPHIE :**

"Practical RF Circuit Design for Modern Wireless Systems," Les Besser and Rowan Gilmore, Artech House, ISBN 1-58053-521-6

**METHODE(S) & LANGUE D'ENSEIGNEMENT :**

Cours/TD  
Cours magistral en français

**EVALUATION :**

*DS 1h (Examen écrit)*

## Wireless System Design Synthesis

**Code :** 5PMEM7U0

**Form of teaching :**

Teaching

**Amount of teaching :** 8h lecture

**Part of module :**

Option 1\_S5\_M1

**Time period :** S5

**ECTS Credits :** 1

**OBJECTIVES :**

**CONTENTS :**

**PREREQUISITES :**

- Course on integrated functions and systems for RF applications, RF transmission standard.

## 'Systèmes de Transmission haut débit par fibre optique'

**Enseignant(s) :** J. Poëtte

**Code :**

**5PMEM8S0**

**Type :** CM+TD

**Volume horaire :** 12 H de CM, 4 H de TD

**Module de rattachement :**

Option 1\_S5\_M8

**Période :**

S5

**Crédits ECTS :** 1,5

### **OBJECTIF(S) :**

Compétences en techniques de multiplexage dans les systèmes de transmissions sur fibre optique, routage dans les réseaux optiques, réseaux radio sur fibre

### **NIVEAU :**

Cours avancés sur les systèmes de transmissions optiques

### **PREREQUIS :**

Communications et systèmes de modulation numériques (FSEL\_S3\_S4\_M4)  
Systèmes d'exploitation et réseaux (FSEL\_S3\_S4\_M5)

### **CONTENU :**

1. Techniques de multiplexages et de routage. Techniques et composants pour WDM, FTTH, CDMA optique, OTDM.

2. Réseaux optiques d'accès et réseaux longue distance

3. Fonctions optiques

- Causes de dégradation des signaux
- Techniques de régénération, d'amplification optique, de restitution de forme, et de re-synchronisation.

### **BIBLIOGRAPHIE :**

[1] G. P. Agrawal, « Fiber-Optic communication systems », 3<sup>th</sup> ed., Wiley, New York, 2002.

[2] I. et M. Joindot, « Les télécommunications par fibre optique », Collection Technique et Scientifique des Télécommunications, Editions Dunod 1996.

### **METHODE(S) & LANGUE D'ENSEIGNEMENT :**

Langue : français

Part du travail personnel : 2H pour l'approfondissement du cours à partir de la bibliographie, approfondissement des TD.

### **EVALUATION :**

Devoir surveillé, durée 1,5h.

## 'High data rate optical fibre transmission systems'

**Staff involved : J. Poëtte**

**Code :** 5PMEM8S0

**Form of teaching :** Lectures 12 H, problem session 4H  
Lectures , Problem sessions.

**Amount of teaching :**

**Part of module :**  
**Option 1\_S5\_M8**

**Time period :** S5

**ECTS Credits :** 1.5

### CONTENTS

1. Multiplexing and routing techniques and components for WDM, FFTH, optical CDMA, OTDM.
2. Access and long-haul optical networks
3. Optical functions: causes for degradation, optical regeneration, amplification and re-shaping, re-synchronization

### EVALUATION :

Exam 1.5 h.

## 'Fonctions OE et optomicroondes, interfaces OE'

**Enseignant(s) :** B. Cabon

**Code :**

**5PMEM800**

**Type :** CM

**Volume horaire :**

18 H de cours, 6 H TD

**Module de rattachement :**

*Option 1\_S5\_M8*

**Période :**

*S5*

**Crédits ECTS :** 2

### **OBJECTIF(S) :**

Acquérir des connaissances, sur les fonctions optoélectroniques et interfaces optique/électrique et électrique/optique dans les liaisons optiques, calculer le gain de liaison. Transmission et traitement optique de signaux rapides microondes et numériques.

### **NIVEAU :**

cours avancé sur les fonctions optoélectroniques dans les systèmes de transmission sur fibre optique

### **PREREQUIS :**

Circuits hyperfréquences et optoélectroniques (FSEL\_S3\_S4\_M2)

### **CONTENU :**

- 1- Liaison optomicroondes
  - Modulation directe d'une diode laser
  - Modulation externe
  - Photodétecteurs rapides
  - Gain de liaison
  
- 2- Traitement optique du signal microondes et de signaux numériques rapides
  - Filtrage microonde par voie optique
  - Conversion de fréquences microonde par voie optique
  
3. Contrôle optique de dispositifs microondes
  - passifs
  - actifs.

### **BIBLIOGRAPHIE :**

- [1] I. et M. Joindot, 'Les télécommunications par fibre optique', Collection Technique et Scientifique des Télécommunications, Editions Dunod 1996.  
Ref. bibliothèque PHELMA E03-JOI
- [2] Govind P.Agrawal : 'Fiber-Optic Communication Systems', A Wiley Interscience Publication, Wiley series in Microwave and Optical Engineering, John Wiley & Sons Inc., 2<sup>nd</sup> edition, New York, 1997  
Ref. bibliothèque PHELMA E03-JOI I07-AGR
- [3] OMW, proceedings of the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, and 3<sup>rd</sup> International summer-school (3 proceedings)  
Ref. bibliothèque PHELMA Q09 OMW

### **METHODE(S) & LANGUE D'ENSEIGNEMENT :**

Langue : Français

### **EVALUATION :**

Devoir surveillé 2h

## 'Optoelectronics and Optomicrowave Functions, OE transceivers'

**Staff involved : B. Cabon**

**Code :** 5PMEM800

**Form of teaching : Lectures**

Lectures , Problem sessions

**Amount of teaching :** 18 lecture, 6H exercise session

**Part of module :**

Option 1\_S5\_M8

**Time period :** S5

**ECTS Credits :** 2

### CONTENTS :

#### 1- Optoelectronic link

- Direct modulation of a laser diode
- External modulation
- Rapid photodetectors

#### 2. Microwave-photonic signal processing

- Optical filtering
- Optical frequency conversion

#### 3. Optical control of microwave devices

- passive devices
- active devices.

### EVALUATION :

Exam 1,5 h

## TP PHOG 'OPTIQUE' S5

### CONTENU :

- 1. Caractérisation de composants d'optique intégrée monomode.
- 2. Modulation de diode laser.
- 3. Techniques de modulation.
- 4. Transmission de signaux numériques sur fibres optiques.

Les TP sont suivis de 4h de synthèse

### BIBLIOGRAPHIE :

### METHODE(S) & LANGUE D'ENSEIGNEMENT :

Travail en binome  
Préparation théorique à effectuer avant la séance de TP

### EVALUATION :

Rédaction de Compte Rendu de TP noté pour le binome  
Examen oral/ en laboratoire / individuel de 1h pour chaque élève

**Enseignant(s) :** Y. le Guennec, L. Bastard

**Code :**

**5PMEM8T0**

**Type :** TP

**Volume horaire :** 16 h

**Module de rattachement :**

*S5\_01\_M8 : Systèmes optoélectroniques*

**Période :**

*S5*

**Crédits ECTS :** 1,5

**OBJECTIF(S) :** Techniques de mesures de circuits intégrés optiques, étude et caractérisation de systèmes de transmission par fibres optiques.

**NIVEAU :** TP avancés

**PREREQUIS :**

Propagation guidée électromagnétique (SEI1A).

## LAB SESSIONS 'MICROWAVES AND OPTICS' LHOOG S5

**Staff involved : Y. le Guennec, L. Bastard**

**Code :** 5PMEM8T0

**Form of teaching :**

Labwork

**Amount of teaching : 16 h**

**Part of module :**

S5\_O1\_M8: Optoelectronics systems

**Time period :** S5

**ECTS Credits :** 1,5

### CONTENTS :

- Characterisation of optical single mode integrated waveguides
- Modulation of laser diodes
- Digital modulation
- Digital transmission over optical fibres

### EVALUATION :

- 1 report for each session
- 1 practical exam (1 hour)