

3SQ1050 - Architecture radio

Responsables : **Mohammed SERHIR**

Langues d'enseignement : **FRANCAIS**

Campus où le cours est proposé : **CAMPUS DE PARIS - SACLAY**

Nombre d'heures d'études élèves (HEE) : **25**

Nombre d'heures présentielles d'enseignement (HPE) : **13**

Année académique : **2024-2025**

Niveau avancé : **non**

Présentation, objectifs généraux du cours :

L'objectif de ce module est de présenter l'étude des dispositifs radiocommunication. Il se focalisera sur l'analyse des architectures des transceivers en adoptant une approche conceptuelle et méthodologique. Du composant au niveau CMOS à l'architecture des sous-systèmes, les élèves sont sensibilisés aux méthodes d'analyse et de synthèse des blocs fonctionnels les plus utilisés. Les étages incontournables dans les architectures des émetteurs/récepteurs radiofréquences seront décrits selon une approche comparative et opérationnelle.

Ce cours est lié naturellement aux autres modules de la séquence (systèmes embarqués, systèmes de communication, conception IoT). Il vise à donner aux ingénieurs architectes les outils/méthodes pour :

- Prédire les performances et élaborer les spécifications techniques des systèmes et sous-système radio,
- Évaluer la pertinence des solutions radio selon les applications visées : spatiale (charge utile), véhicule autonome (consommation, rendement), miniaturisation et intégration des dispositifs (compatibilité électromagnétique).

À l'issue de ce cours les élèves seront capables d'analyser/dimensionner le cahier des charges d'un transceiver radio pour répondre aux compromis: consommation / rendement / dynamique / sensibilité. Du cahier des charges à la maquette, ce cours a pour objectif de rendre transparente l'interconnexion entre l'Homme et le monde numérique.

Période(s) du cours (n° de séquence ou hors séquence) :

SD9

Prérequis :

- Traitement de signal, transformée de Fourier, Filtrage
- Modulations numérique et analogique
- Physique des ondes, rayonnement et propagation,
- Systèmes électroniques
- Communication numérique

Plan détaillé du cours (contenu) :

Introduction : vue d'ensemble

Blocs fonctionnels (système)

- Amplification / Mélange
- Filtrage / Détection
- Paramètres S

Linéarité dans les transceivers

Variation temporelle, système avec et sans mémoire, distorsion harmonique, compression, interférence et intermodulation IP3,

Architecture radio: part1

Introduction, modulation et l'architecture, modulations analogiques, modulations numériques, interférence inter-symboles, constellation, optimisation/bande passante, modulation en quadrature, cahier des charges

Architecture radio: part2

Filtrage, couplage/isolation dans les étages Tx-Rx, solution Hétérodyne, gestion de la fréquence image/Oscillateur local, solution Hétérodyne à double transposition, Hétérodyne moderne, conversion directe,

Analyse du bruit dans les architectures radio, (étude en autonomie)

Modélisation du bruit, rapport signal à bruit, facteur de bruit d'une chaîne de réception

Déroulement, organisation du cours :

- 5 séances de cours magistral en Amphi
- 3 séances de Travaux Dirigés

Organisation de l'évaluation :

- Examen écrit à la fin du cours (1h30)
- La compétence C.1 est évaluée à travers un exercice parmi les exercices du contrôle final. Si la note brute à cet exercice est supérieure à 50%, l'élève aura validé la compétence C.1 dans le cadre de ce cours.
- La compétence C.3 est évaluée à travers un exercice parmi les exercices du contrôle final. Si la note brute à cet exercice est supérieure à 50%, l'élève aura validé la compétence C.3 dans le cadre de ce cours.

Moyens :

Équipe enseignante :

- Campus de Saclay : M. Serhir, I. Hinostroza
- Campus de Rennes : H. Farès, A. Nafkha, R. Salvador

Taille des TD (par défaut 35 élèves) : 2 groupes à Saclay, 1 groupe à Rennes

Acquis d'apprentissage visés dans le cours :

Le cours « Architecture Radio » apportera aux élèves les connaissances nécessaires pour :

- Analyser / évaluer les architectures usuelles des transceivers radio et en justifier les limites
- Dimensionner / spécifier les composants adéquats pour une application spécifique

Hiérarchiser les contraintes de conception sur les étages d'émission / réception

- Modéliser et évaluer le bruit dans une chaîne Tx-Rx radio

Description des compétences acquises à l'issue du cours

:

- C1.2: Know how to use a model presented in class in a relevant way (amplifiers / mixers analysis)
- C1.3: Solving the problem using appropriate approximations and simulations (non-linearities in transceivers)
- C1.4: Specify and design part of a system (matching between the transceiver architecture and the used signal modulation)
- C3.7: Assess the effectiveness, feasibility and robustness of proposed solutions

Bibliographie :

- Microwave and RF Design, M. Steer,
- Microwave Engineering, D. M. Pozar
- RF Microelectronics, B. Razavi
- CMOS Wireless Transceiver Design, J. Crols, M. Steyaert
- RF Circuit Design, Theory and Applications, R. Ludwig, P. Bretchko