

2EL2520 - Électronique pour les applications biomédicales

Responsables : **Emilie AVIGNON-MEELDZIJA**

Département de rattachement : **DÉPARTEMENT ÉLECTRONIQUE ET ÉLECTROMAGNÉTISME**

Langues d'enseignement : **FRANCAIS**

Type de cours : **Electif 2A**

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

Nombre d'heures d'études élèves (HEE) : **60**

Nombre d'heures présentielles d'enseignement (HPE) : **30**

Année académique : **2024-2025**

Catégorie d'électif : **Sciences de l'ingénieur**

Niveau avancé : **oui**

Présentation, objectifs généraux du cours :

L'objectif de ce cours est d'introduire des concepts fondamentaux d'électronique en se basant sur des applications biomédicales, plus particulièrement l'électronique d'interface (acquisition ECG, EEG, EOG), de traitement biomédical (filtrage Gm-C) ou encore de stimulation (pacemaker). Après plusieurs cours théoriques, l'étudiant développe ses compétences en électronique sur des cas pratiques comme la mesure de l'ElectroCardioGramm ou plus théorique comme un filtrage Gm-C pour des signaux EEG. Tout au long de ce cours l'étudiant est invité à simuler ses circuits avec des données biomédicales issues de bases de données en Open Access.

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

SG8

Prérequis :

L'objectif premier de ce cours est de sensibiliser les étudiants à l'électronique au travers d'applications pas à pas. Ainsi un haut niveau théorique en électronique n'est pas requis. Néanmoins, il est utile pour suivre ce cours d'avoir les toutes premières bases de calculs de circuits (lois des nœuds, loi des mailles, loi d'ohm...). Pour les étudiants de CS avoir suivi l'électif "Systèmes électroniques" en première année est un plus.

Plan détaillé du cours (contenu) :

Partie 1 : Introduction aux bases de l'électronique d'interface biomédicale (transistors, amplificateurs opérationnels, conception d'amplificateurs opérationnels), (12h00 HPE)

1.1 Introduction au cours, motivation

1.2 Le transistor MOS

1.3 Circuits de base pour interface à base de transistors MOS

1.4 Circuit à base d'opampes pour applications biomédicales : amplificateur d'instrumentation

1.5 Méthode de conception d'un amplificateur opérationnel au niveau du transistor

Partie 2 : Cas d'étude de circuits biomédicaux, (10h30 HPE)

2.1 Filtrage biomédical : Techniques Gm-C

2.2 Dispositifs biomédicaux embarqués : exemple de pacemakers, timers.

2.3 Différents circuits biomédicaux

Partie 3 : Travaux pratiques (6h00 HPE) :

3.1 Acquisition d'électrocardiogrammes (Filtres + Amplificateurs d'instrumentation)

3.2 Conception d'un filtre biomédical Gm-C

Partie 4 : Session d'entraînement (3h00 à la maison avec des heures de bureau pour les questions)
Un ensemble d'exercices et d'examens précédents est fourni avec la correction. Le professeur reste disponible pour répondre aux questions pendant les heures de bureau.

Déroulement, organisation du cours :

L'électronique étant une matière pratique, l'apprentissage se fera par des démonstrations de raisonnement sur des cas typiques.

L'objectif étant que l'étudiant soit suffisamment familiarisé et entraîné pour pouvoir reproduire ces raisonnements sur d'autres cas.

Organisation de l'évaluation :

La présence en TP est obligatoire car le travail fourni en séance (calculs, recherche de solutions...) constitue une partie de l'évaluation. Chaque TP compte 20% de la note finale. L'examen final de 2h00 compte pour 60% de la note finale.

La compétence C6 sera évaluée sur la base du TP/projet où il y aura des résultats à obtenir à partir de simulateur électronique. Il faudra une note supérieure à 12/20 en TP pour valider cette compétence. Les compétences C1 et C2 seront évaluées sur toutes les activités, mais il faudra une note d'examen écrit supérieure à 10/20 et une note de TP supérieure à 12/20 pour valider ces compétences.

Moyens :

L'électronique étant une matière difficile à maîtriser sans être confronté à des circuits, ce cours présente la particularité de se reposer sur des exemples pratiques pour déclencher l'apprentissage. De plus, la majorité des études de cas sont illustrées par des fichiers LtSpice que l'étudiant peut simuler en simultanéité avec les cours, PC et TP.

Acquis d'apprentissage visés dans le cours :

A l'issue de ce cours les étudiants l'ayant suivi seront capables de:

- concevoir un schéma électronique réalisant une chaîne de traitement de signal pour une application biomédicale ou de communication
- analyser un schéma électronique combinant amplificateurs opérationnels, transistors et éléments passifs

Description des compétences acquises à l'issue du cours

:

Skills:

C1: Analyse, design and build complex systems with scientific, technological, human and economic components
C2: Develop in-depth skills in a scientific or sectoral field and a family of professions
C6: Be at ease and innovative in the digital world

Bibliographie :

Tony Cahn Carusone, David A. Johns, Kenneth W. Martin "Analog Integrated Circuit Design" Wiley
R. Jacob Baker « CMOS Circuit Design, Layout and Simulation" IEEE Series on Microelectronics Systems and Wiley