

# TECHNOSUP

Les FILIÈRES TECHNOLOGIQUES des ENSEIGNEMENTS SUPÉRIEURS

---

## GÉNIE ÉLECTRIQUE

# Exercices et problèmes résolus de traitement du signal analogique

Tahar NEFFATI

Maître de conférences

IUT Cergy-Pontoise



# TABLE DES MATIERES

<b>1. Mathématique du signal</b>	
Définitions et rappels .....	7
Exercices corrigés .....	11
<b>2. Les oscillateurs</b>	
Définitions et rappels .....	41
Exercices corrigés .....	44
<b>3. Les filtres actifs</b>	
Définitions et rappels .....	81
Exercices corrigés .....	85
<b>4. Modulation d'amplitude</b>	
Définitions et rappels .....	119
Exercices corrigés .....	123
<b>5. Modulation de fréquence</b>	
Définitions et rappels .....	153
Exercices corrigés .....	157
<b>6. Bruit</b>	
Définitions et rappels .....	185
Exercices corrigés .....	189
<del>6. Bibliographie</del> .....	218

# Avant-propos

Lors des visites de stagiaires, les industriels de l'électronique se plaignent de ne pas trouver des techniciens et des ingénieurs compétents en électronique analogique, c'est vrai qu'il est assez difficile de comprendre et de maîtriser les circuits électriques, car il faut connaître les composants, les fonctions réalisées par ceux-ci et enfin savoir rassembler plusieurs composants en vue de réaliser un circuit spécifique.

Or, les emplois du temps des étudiants en IUT, BTS et en écoles d'ingénieurs sont souvent chargés et il est difficile de consacrer suffisamment de temps pour éplucher la bibliographie de chaque matière.

La transmission analogique continue et continuera probablement pour longtemps à exister. L'étude des filtres actifs, des générateurs de signaux, de la modulation et du bruit se trouve largement justifiée. Aucun ouvrage consacré exclusivement à des exercices de la transmission analogique n'a été publié. Si le premier livre « traitement du signal analogique - Cours » est un livre accessible à tout lecteur maîtrisant les lois fondamentales de l'électricité, ce deuxième tome consacré presque exclusivement aux exercices, nécessite des connaissances poussées de chaque chapitre traité. Néanmoins, au début de chaque chapitre, les notions les plus importantes sont rappelées en tant que besoin.

## Pré-requis et conseils de lecture

Pour une bonne compréhension de ce livre, une connaissance de l'électronique de base est nécessaire. Il s'agit de maîtriser les lois fondamentales de l'électricité (théorème de Thévenin, théorème de Norton, théorie des quadripôles...etc) ainsi qu'une bonne connaissance du fonctionnement des composants de base (diodes, transistors et amplificateurs opérationnels).

## Mathématique du signal

Ce premier chapitre est destiné à se familiariser surtout avec le développement en série de Fourier de différentes fonctions rencontrées souvent en électronique comme le redressement ou l'échantillonnage. La transformée de Laplace, outil indispensable pour étudier les systèmes et les fonctions de transfert est traitée aussi sans oublier le produit de corrélation et le produit de convolution.

## Les oscillateurs

Dans ce chapitre, différents montages d'oscillateurs sinusoïdaux de type  $RC$  sont étudiés. L'effet de la régulation et de contrôle automatique du gain est calculé sur un exemple. Les principaux oscillateurs  $LC$  sont calculés en utilisant soit un amplificateur opérationnel, soit un transistor (bipolaire ou à effet de champ). Deux exercices permettent de calculer et de comprendre les oscillateurs à quartz.

## **Les filtres électriques**

Un filtre électrique, n'est pas simplement un calcul de la fonction de transfert et des tracés des diagrammes de Bode. Plusieurs exercices permettent de calculer l'ordre à partir d'un gabarit, d'identifier l'approximation mathématique utilisée et les valeurs des composants. On passe ainsi d'un gabarit quelconque, à une réalisation pratique intéressante lors de l'étude d'un projet.

## **Modulation d'amplitude**

Comprendre par des exercices la transformation que doit subir un signal audiofréquence en modulation d'amplitude, calculer les éléments d'un émetteur ou d'un récepteur, sont des exemples d'exercices corrigés qui permettent aux lecteurs de mieux cerner les mystères de la transmission en modulation d'amplitude avec porteuse, sans porteuse ou à bande latérale unique.

## **Modulation de fréquence**

Le but de ce chapitre est de permettre aux lecteurs une familiarisation avec les fonctions de Bessel à travers le spectre en amplitude, étudier les différentes méthodes ainsi que les montages associés pour réaliser cette modulation et surtout utiliser et modéliser la boucle à verrouillage de phase pour l'émission et pour la réception.

## **Bruit**

Les exercices de ce chapitre permettent de progresser dans la compréhension de l'effet du bruit. Ainsi l'effet et la modélisation d'une résistance bruyante, du rapport signal sur bruit, du facteur de bruit permettent de comprendre par des cas simples l'intérêt qu'on doit apporter aux premiers étages amplificateurs par exemple ou maîtriser le gain dans le cas d'une modulation par rapport à une autre.