

Avant-propos

Aujourd'hui, l'électronique peut être considérée comme une discipline résultant de manière indissociable des progrès théoriques réalisés au cours du XX^e siècle dans les domaines de la compréhension et de la modélisation des composants, circuits, signaux et systèmes, et des formidables avancées qui ont eu lieu dans le domaine de la technologie des circuits intégrés.

Cet ouvrage tente de surmonter la difficulté d'éparpillement des savoirs consécutive à cette évolution en regroupant les principes généraux qui sont à la base de tous les composants et systèmes électroniques et les méthodes d'analyse et de synthèse nécessaires pour détailler et comprendre le fonctionnement de ces éléments et sous-ensembles. L'ouvrage est divisé en trois volumes. Chaque volume est conçu selon une idée directrice principale déclinée ensuite dans les différents concepts qui en découlent.

Ainsi, le volume 1, *Composants électroniques et fonctions élémentaires*, décrit la physique des composants à semi-conducteur et ses conséquences, c'est-à-dire les relations entre les grandeurs électriques caractéristiques et les fonctions électroniques élémentaires réalisables avec ces composants. Le volume 2, *Signaux et systèmes à temps continu*, traite des systèmes à temps continu, d'abord par une approche générale dans le premier chapitre, puis avec le sujet très riche des quadripôles dans le second chapitre. Le volume 3 est titré *Signaux et systèmes à temps discret et à niveaux quantifiés*. Les premiers, appelés aussi « systèmes échantillonnés », qui peuvent être analogiques ou numériques, sont étudiés dans le premier chapitre tandis que les seconds, qui sont des systèmes de conversion, font l'objet du second chapitre.

Chaque chapitre est assorti d'exercices avec des corrigés détaillés, qui ont deux objectifs :

- d'une part, ils permettent d'illustrer les principes généraux donnés dans le cours, en proposant de nouveaux montages d'application et en montrant comment on met en œuvre la théorie pour évaluer leurs propriétés ;
- d'autre part, ce sont des prolongements du cours qui illustrent des circuits déjà succinctement décrits, mais pour lesquels les propriétés détaillées n'ont pas été étudiées.

Le premier volume est accessible aux étudiants possédant la culture scientifique correspondant aux deux premières années d'université et permet d'acquérir les connaissances attendues en électronique en troisième année de licence en France, tandis que le niveau requis pour aborder le contenu des deux autres volumes devrait plutôt être celui de la première année de master ou du cursus d'une école d'ingénieur.

En résumé, l'électronique, telle qu'elle est présentée dans cet ouvrage, est une science de l'ingénieur qui étudie la modélisation des composants et des systèmes à partir de leurs propriétés physiques jusqu'à la mise en évidence de leurs fonctions, permettant la transformation des signaux électriques et le traitement des informations. Les différentes entités et leurs propriétés sont présentées de manière synthétique de façon à tracer des lignes directrices autour desquelles elles peuvent être regroupées, afin d'éviter éparpillement et redondance. Les représentations des signaux sont développées de manière équilibrée, ce qui implique que l'aspect spectral est mis à sa juste place. Un autre choix aurait été obsolète et à contre-courant de l'évolution moderne de cette science, à l'heure où une grande partie des problèmes de l'électronique se traitent d'abord à partir de critères relatifs à la réponse en fréquence, à la bande passante et à la modification du spectre des signaux. Ceci ne doit en rien reléguer l'application des lois de l'électrocinétique au second plan, car c'est une première étape obligée, l'électronique restant fondamentalement adossée aux circuits électriques. Les notions relatives aux circuits radiofréquence (RF) ne font pas l'objet d'un traitement séparé mais pourront être trouvées au gré des divers chapitres. La synthèse des circuits logiques relevant de l'électronique numérique et de l'informatique industrielle, la partie traitée est restreinte aux fonctions logiques utiles à la numération binaire et au séquençage élémentaire. L'auteur espère avoir contribué ainsi à apporter une base étendue pour l'analyse, la modélisation et la synthèse de la plupart des circuits actifs et passifs de l'électronique, constituant un point de départ solide pour aborder la conception et la simulation des circuits intégrés.

Introduction

Dans ce premier volume, la physique des dispositifs à semi-conducteur est abordée simplement au travers de l'électrostatique et des lois régissant le transport des charges mobiles. Elle permet d'énoncer les principes qui gouvernent le fonctionnement électrique des composants à semi-conducteur, qui est décrit et quantifié afin de déduire les relations qui régissent les grandeurs électriques externes.

Ainsi, dans les trois premiers chapitres consacrés respectivement aux diodes, transistors bipolaires et transistors à effet de champ, les relations vérifiées par les caractéristiques électriques de ces composants sont calculées et traduites en modèle électrique. Il est ensuite suffisant de s'intéresser aux tensions et courant statiques ou instantanés présents dans ces modèles électriques non linéaires ou linéarisés pour obtenir les propriétés des circuits actifs réalisés à l'aide de ces composants et d'éléments passifs. Cette démarche nécessitera dans quelques cas la résolution d'équations différentielles du premier ordre ou l'usage d'impédances et transmittances complexes pour la représentation des grandeurs en régime sinusoïdal (voir annexe 1).

Chaque chapitre fait une part importante aux applications qui découlent directement de ces modèles, sous la forme de fonctions analogiques et logiques, dont une majorité est basée sur les non-linéarités originelles des composants. Quant aux modèles linéarisés, ils sont surtout utiles à partir du second chapitre pour analyser en profondeur les montages amplificateurs, en particulier les amplificateurs opérationnels dans le quatrième chapitre. L'étude des représentations des signaux est limitée dans ce volume au strict minimum et renvoyée principalement dans l'annexe, excepté la problématique du bruit dans les amplificateurs dans le chapitre 4. Le contenu de l'annexe est également utile pour le public n'ayant pas une grande habitude des lois et théorèmes de l'électrocinétique, indispensables dans cette partie qui traite de nombreux circuits électroniques et schémas équivalents de composant.