



# PLAN DE COURS

**No du cours**  
**243-470**

**Session**  
**HIVER 2003**

Nom du cours : *Circuits intégrés linéaires*

Nom du (des) professeur(s) : Abdelkrim Raïs  
Guy Gournay

Département : **Avionique**

**Périodes de consultation :**

**Théorie** Professeur \_\_\_\_\_ Local \_\_\_\_\_

	lundi	mardi	mercredi	jeudi	vendredi
HEURE					

**Pratique** Professeur \_\_\_\_\_ Local \_\_\_\_\_

	lundi	mardi	mercredi	jeudi	vendredi
HEURE					

Nom de l'étudiant : \_\_\_\_\_

Groupe (théorie ) \_\_\_\_\_ (pratique) \_\_\_\_\_



## **OBJECTIFS GÉNÉRAUX**

Le cours "Circuits intégrés linéaires" vise à :

Initier l'étudiant aux principes de base de l'électronique, afin de le préparer à suivre des cours plus spécialisés en avionique.

Familiariser l'étudiant avec les circuits intégrés linéaires de base dans l'appareillage utilisé en avionique.

## **THÈMES**

Les thèmes principaux sont :

- introduction de la notion de rétro-action : négative, positive;
- introduction du modèle équivalent à un circuit intégré linéaire (amplificateur opérationnel) utilisé : sans rétroaction, avec rétroaction.

Nous insisterons particulièrement sur l'établissement du circuit équivalent à un étage à partir de ces modèles.

Ce schéma équivalent sera caractérisé par :

- son impédance d'entrée;
- son impédance de sortie;
- sa fonction de transfert.

Ces thèmes vont constituer la trame qui sous-tend ce cours. Ils seront introduits de manière progressive à travers les chapitres (voir organigramme, page suivante). À la fin de chaque chapitre (et après avoir fait les exercices s'y rapportant), l'étudiant devra posséder les outils dont il a besoin pour étudier le chapitre suivant.

## **CONTENU**

### **Théorique**

#### **3P Rappel**

Dans ce chapitre, nous allons exposer quelques notions de base qui nous seront très utiles. Ces outils seront présentés sous une forme appropriée à leur utilisation dans la suite de ce cours. C'est ainsi que nous rappellerons :

- les conventions relatives à l'écriture de la loi d'Ohm;
- le pont diviseur de tension ainsi que le diviseur de courant;
- les modèles équivalents aux transistors bipolaire et unipolaire;
- le théorème de superposition;
- les schémas équivalents de Thévenin et de Norton.

#### 4P La contre-réaction, application aux régulateurs de tension

Dans ce chapitre, nous allons introduire la notion de contre-réaction. Cette notion est fondamentale quand il s'agit d'étudier le comportement de systèmes physiques, chimiques ou biologiques stabilisés (ou dit aussi régulés). Nous allons voir son application dans le cas de l'électronique. Nous n'entrerons pas dans les détails. Son étude approfondie sera faite au chapitre 4. C'est ainsi que nous introduirons les quatre types de rétroaction négative qui sont :

- la réaction de tension non inverseuse;
- la réaction de tension inverseuse;
- la réaction de courant non inverseuse;
- la réaction de courant inverseuse.

Nous étudierons ensuite les alimentations régulées qui sont des dispositifs dont la tension de charge est maintenue constante grâce à une réaction de tension non inverseuse.

Application au système de communication avionique.

#### 6P Analyse harmonique d'un circuit (bande passante d'un amplificateur)

La connaissance du comportement en fréquence d'un circuit est fondamentale en électronique. Pour analyser l'effet de la fréquence, nous aurons besoin d'un certain nombre d'outils. Nous introduirons donc successivement les notions suivantes :

- analyse harmonique d'un filtre passe-haut;
- analyse harmonique d'un filtre passe-bas;
- théorème de Miller;
- décibel;
- diagramme de Bode;
- bande passante d'un amplificateur;
- temps de montée d'une impulsion.

<b>Examen No 1 (2 périodes)</b>
---------------------------------

#### 2P Amplificateurs intégrés (amplification différentielle)

Dans ce chapitre, nous allons nous familiariser avec les caractéristiques principales d'un amplificateur opérationnel tel que le Circuit intégré 741C.

En **continu**, nous analyserons :

- le courant de décalage d'entrée;
- le courant de polarisation moyen;
- la tension de décalage d'entrée.

En **alternatif**, nous analyserons :

- le gain en tension différentiel  $A$ ;
- le gain en mode commun  $A_{MC}$ ;
- le taux de réjection en mode commun CMRR;
- l'impédance d'entrée et de sortie;
- la bande passante.

## 5P Contré-réaction et amplificateur opérationnel

Dans ce chapitre, nous allons approfondir un peu plus notre connaissance de la contre-réaction en étudiant :

- l'amplificateur de tension (réaction de tension série) ;
- le convertisseur : courant - tension (réaction de tension parallèle).

En ce qui concerne l'amplificateur de tension, nous insisterons particulièrement sur :

- l'utilisation de l'amplificateur opérationnel;
- la stabilité du gain en tension;
- l'augmentation de l'impédance d'entrée;
- la diminution de l'impédance de sortie.

## 4P Domaines d'application des amplificateurs opérationnels

Dans ce chapitre, nous allons analyser quelques circuits à base d'amplificateurs opérationnels montés en contre-réaction. C'est ainsi que nous étudierons des montages à fonctionnement linéaire tels que :

- l'amplificateur de tension non inverseur :
  - le suiveur de tension;
  - l'amplificateur audio;
  - l'amplificateur de tension pour faible charge.
- l'amplificateur de tension inverseur :
  - l'amplificateur sommateur;
  - l'amplificateur différentiel pour appareils de mesure;
  - le montage source de courant commandé par tension.

Nous étudierons aussi quelques montages à fonctionnement non linéaires tels que :

- l'intégrateur;
- le différenciateur;
- le comparateur;
- le circuit d'interface pour T.T.L.;
- le trigger de Schmitt.

Application au système de communication et système audio avionique.

### Examen No 2 (2 périodes)

## 5P Filtres passifs et actifs

En utilisant les diagrammes de Bode de fonctions de transfert standards, nous allons étudier dans ce chapitre quelques filtres :

- passifs du premier et du second ordre;
- actifs du premier et du second ordre.

Application au système de navigation avionique.

#### 4P Générateurs de signaux (oscillateurs et temporisateurs)

Dans ce chapitre, nous allons étudier quelques oscillateurs à base de circuits intégrés, à savoir :

- l'oscillateur à Pont de Wien;
- l'oscillateur à déphasage.

Nous nous intéresserons également aux :

- oscillateurs pilotés au quartz;
- circuit intégré temporisateur 555.

#### 3P Les atténuateurs (notion de quadripôles)

Dans ce chapitre, nous allons introduire la notion de quadripôles qui nous facilitera l'étude des atténuateurs. Nous étudierons en particulier les quadripôles en T et en  $\Pi$  du point de vue de leur :

- impédance d'entrée;
- impédance caractéristique;
- adaptation d'impédance.

#### 3P Systèmes de communication et instrumentation (introduction aux blocs fonctionnels de base)

Dans ce chapitre, nous allons nous familiariser avec les blocs fonctionnels de base utilisés dans les systèmes de transmission et en instrumentation de mesure.

En **télécommunication**, nous introduirons :

- la boucle à verrouillage de phase;
- le synthétiseur de fréquence;
- la modulation;
- la démodulation;
- l'émission;
- la réception.

Exemples d'applications avionique.

En **instrumentation**, nous introduirons :

- le détecteur de température;
- le détecteur de proximité.

### Examen No 3 (Synthèse)

#### Pratique

Des manipulations sont proposées dans un cahier de laboratoire. Ce document, disponible à la COOP, sera obligatoire et devra être acheté dès la première rencontre prévue à l'horaire.

Quatorze (14) expériences seront proposées. Tout changement ou modification dans l'ordre des expériences du cahier de laboratoire sera annoncé par le responsable lors de la séance précédente.

## **MÉDIAGRAPHIE**

MALVINO, Albert, Principes d'électronique, 1988 (3ième édition).

LETOCHA, Jean, Circuits intégrés linéaires, McGraw-Hill.

BOYLESTAD & NASHELSKY, Semi-conducteurs et amplificateurs, Édition du Renouveau pédagogique.

Manuels de service, d'installation et de maintenance de fabricants d'équipement d'avionique et de constructeurs d'aéronefs.

## **CONTRÔLE DES PRÉSENCES**

La présence aux cours théoriques sera prise à chaque séance. Afin de se conformer aux exigences du Ministère des transports, un taux d'absences de plus de 5% non justifié pourra entraîner un échec.

Au laboratoire, toute absence non justifiable sera sanctionnée par la note "0" pour la séance en cours. En cas d'absence justifiée, l'expérience devra être reprise par l'étudiant après entente avec le responsable du laboratoire, en fonction des disponibilités du laboratoire et de l'étudiant.

## **TRAVAUX ET ÉVALUATION**

À la fin de chaque chapitre, une série d'exercices (de niveau de difficulté progressif) est proposée à l'étudiant. Ces exercices serviront d'évaluation formative et permettront, tant à l'étudiant qu'au responsable du cours, de contrôler l'acquisition des connaissances essentielles.

Ces exercices seront corrigés en classe sous forme d'exposés faits par des étudiants. Ces exposés permettent à l'étudiant d'améliorer la qualité de sa transmission orale de l'information ainsi que la qualité du français utilisé.

## **PONDÉRATION**

La note d'évaluation finale se décomposera de la façon suivante : 70% pour la théorie et 30% pour les laboratoires.

### **Examens théoriques (60 points)**

Trois (3) examens sur vingt (20) points de deux (2) périodes chacun :

- le premier examen portant sur la première partie du cours;
- le deuxième examen portant sur la seconde partie du cours;
- le troisième examen évaluera si l'objectif principal a été atteint.

Les examens se passeront sans documentation; tous les renseignements nécessaires, tables, formules spéciales, schémas, seront fournis avec la copie d'examen.

### **Devoirs ou mini-tests (10 points)**

- Au moins trois (3) mini-tests ou devoirs seront demandés pendant la session.
- 10 points seront alloués aux mini-tests, devoirs et exercices effectués au cours du semestre.

## **Laboratoires (30 points)**

Quatorze (14) expériences seront faites pendant la session et un examen, permettant de juger si les habiletés nécessaires ont été atteintes, sera fait au cours de la session. La pondération de ce test pourrait être de 50% de la note finale du laboratoire. Un cahier de laboratoire sera disponible à la COOP de l'école et devra être acheté au début de la session par chaque étudiant.

Les rapports relatifs à ces expériences doivent être bien structurés et rédigés en bon français.

Note de passage : **minimum 60%**

## **ÉVALUATION DES LABORATOIRES**

### **La moitié des points portera sur :**

- la qualité et le soin apportés au montage;
- le comportement et le respect des règles de sécurité;
- les mesures prises et la pertinence de ces mesures.

### **L'autre moitié sera allouée au rapport et à la préparation :**

Une préparation devra être faite avant chaque séance de laboratoire ; elle sera vérifiée par le responsable au début de chaque séance. Si elle n'est pas faite, l'équipe ne sera pas autorisée à faire l'expérience et la note "0" sera appliquée pour la séance.

Un étudiant absent à une séance de laboratoire aura la note "0" pour l'ensemble de ce laboratoire, c'est-à-dire pour le travail au laboratoire et pour le rapport.

Des explications de la part du responsable, permettant une entière compréhension de l'expérience, seront fournies au début de chaque séance de laboratoire. Si, pendant la préparation, des difficultés surgissent, l'étudiant pourra rencontrer le responsable durant ses disponibilités.

Il est fortement conseillé, pour la rédaction des rapports et pour la préparation de l'expérience, de consulter non seulement les volumes de référence recommandés mais tout autre volume ou document concernant le sujet. Le domaine de l'avionique est si vaste et si complexe que le cours, aussi élaboré soit-il, n'en couvre qu'une infime partie.

Les outils de base tels que : pince plate, pince coupante, pince à dénuder, extracteur de circuit intégré, petit tournevis plat, seront obligatoires au laboratoire. Leur absence pourra entraîner le renvoi du laboratoire pour la séance en cours.