

**Sigle : GEN1123 Gr. 01**  
**Titre : Électronique II**  
**Session : Hiver 2021 Horaire et local**  
**Professeur : Boutayeb, Halim**

**1. Description du cours paraissant à l'annuaire :**

**Objectifs**

Au terme de cette activité, l'étudiant(e) sera en mesure : de faire la conception des systèmes électroniques appliqués.

**Contenu**

Ce cours traite des principaux concepts et composants électroniques : modélisation et analyse des circuits non linéaires, ainsi que diverses fonctions et systèmes électroniques. Plus précisément, ce cours présente les circuits avec éléments non linéaires, les transistors bipolaires et à effet de champ, les amplificateurs opérationnels, les amplificateurs avec rétroaction et oscillateurs. VCO (Oscillateur contrôlé par tension) et PLL (boucle à verrouillage en phase). Amplificateurs à plusieurs étages et de puissance, classe A, B, et AB, réponse en fréquence. Facteurs parasites, échauffement, refroidissement. Réalisation d'un projet de conception.

Descriptif – Annuaire

**2. Objectifs spécifiques du cours :**

Le cours couvre 2 des 12 qualités requises des diplômé(e)s telles que définies dans les normes d'agrément des programmes de génie au Canada (<http://www.engineerscanada.ca/fr/ressources-en-matiere-dagrément>).

- **Qualité 1 : Connaissance en génie**
- **Qualité 4 : Conception**

**Les qualités 1 et 4 sont mesurées dans ce cours pour fins de rétroaction.**

| Objectifs spécifiques | Qualité | Indicateurs   | Introduit | Développé | Appliqué |
|-----------------------|---------|---|-----------|-----------|----------|
| Connaissance en génie | 1       | 4. Comprendre et appliquer les concepts de l'ingénierie propres au programme. |           | x         |          |
| Conception            | 4       | 3. Créer des modèles, simulations, prototypes et faire des tests.             |           | x         |          |
|                       |         | 4. Vérifier la conformité de la conception par rapport au cahier de charges.  | x         |           |          |

**3. Stratégies pédagogiques :**

Les formules pédagogiques suivantes seront utilisées, sujettes aux modifications, en particulier en fonction des conditions sanitaires :

- **Cours magistral** sur Zoom (une période de 3 h par semaine, incluant les présentations du projet et discussions). Les étudiant(e)s qui s'inscrivent à ce cours doivent s'assurer qu'ils ont : un ordinateur (avec un système d'exploitation Windows); une connexion Internet; une webcam; un microphone; la suite Office 365 (les étudiant(e)s ont un accès gratuit à la suite Office 365 : <https://uqo.ca/sti/outils-numeriques>).  
Lien : Guide d'utilisation de Zoom à l'intention des étudiants
- **Logiciels** : les étudiant(e)s doivent s'assurer de pouvoir accéder aux logiciels Multisim et Utilboard avec le support du STI (VPN, machine virtuelle, ...).
- **Travaux pratiques** (cinq périodes de 3 heures). Trois TP en présentiel (en observant les consignes actuelles de sécurité, dont la distanciation physique) et deux TP en non-présentiel (TP3 et TP4) sur Zoom.
- **Devoirs : décrire et résoudre des problèmes liés aux laboratoires.**
- **Travail sur le projet à réaliser** (en binôme) en présentiel et en non-présentiel validé par journaux de bord (total de 33 h). Lien : COVID-19 : Modalités de tenue des séances de TP et de projets de session en laboratoire
- **Lectures personnelles.**
- **Examens (intra et final) en présentiel dans un local de l'UQO.**

#### 4. Heures de disponibilité ou modalités pour rendez-vous :

Sur demande.

L'étudiant(e) peut envoyer un courriel pour fixer un rendez-vous (sur Zoom).

Bureau : B-2073, Téléphone : 819-595-3900, poste 2908, Courriel : halim.boutayeb@uqo.ca

#### 5. Plan détaillé du cours sur 15 semaines :

| Semaine | Thèmes  | Dates         |
|---------|---|---------------|
| 1       | <p><b>Présentation du cours, description du projet</b></p> <p><b>Transistors bipolaires</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Les courants des transistors BJT</li><li>2. Caractéristiques courant-tension et régions d'opération</li><li>3. Modèles dynamiques (grand signal/petit signal)</li><li>4. Exemple de circuit : montage émetteur commun</li></ol> <p><b>Notions sur les amplificateurs linéaires</b></p> <p><b>TP 1 : Conception d'un circuit d'amplification avec un transistor PNP</b><br/>(en présentiel)<br/>Groupe mardi 1 : 12 h 30 à 15 h 30 (12 janvier)<br/>Groupe jeudi 1 : 8 h 30 à 12 h 30 (14 janvier)</p> <p><b>Chaque groupe utilise l'horaire de l'autre groupe pour travailler sur son projet (choix du projet, cahier des charges)</b></p> | 11 janv. 2021 |
| 2       | <p><b>Transistor à effet de champ</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Les régions d'opération</li><li>2. Effet de la tension de substrat et les quatre types de transistor</li><li>3. Modèles dynamiques (grand signal/petit signal)</li><li>4. Exemple de circuit : montage source commune</li></ol> <p><b>TP 1 : Conception d'un circuit d'amplification avec un transistor PNP</b><br/>(en présentiel)<br/>Groupe mardi 2 : 12 h 30 à 15 h 30 (19 janvier)<br/>Groupe jeudi 2 : 8 h 30 à 12 h 30 (21 janvier)</p> <p><b>Chaque groupe utilise l'horaire de l'autre groupe pour travailler sur son projet (choix du projet, cahier des charges)</b></p>  | 18 janv. 2021 |
| 3       | <p><b>Miroirs et références de courant</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Miroirs de courant bipolaires</li><li>2. Miroirs de courant MOS</li><li>3. Références de courant bipolaires</li><li>4. Références de courant invariables en température</li></ol> <p><b>TP 2 : Miroirs et références de courant</b><br/>(en présentiel)<br/>Groupe mardi 1 : 12 h 30 à 15 h 30 (26 janvier)<br/>Groupe jeudi 1 : 8 h 30 à 12 h 30 (28 janvier)</p> <p><b>Chaque groupe utilise l'horaire de l'autre groupe pour travailler sur son projet (partie théorique, conception)</b></p>  | 25 janv. 2021 |
| 4       | <p><b>Amplificateur différentiel</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Notions fondamentales</li><li>2. Amplificateur différentiel à charge passive avec BJT</li><li>3. Amplificateur différentiel à charge passive avec MOS</li><li>4. Amplificateur différentiel à charge active avec BJT</li><li>5. Amplificateur différentiel à charge active avec MOS</li><li>6. Limites d'opération linéaire de l'amplificateur différentiel</li><li>7. Amplificateur différentiel de type <i>folded cascode</i></li></ol>   | 01 févr. 2021 |

|    |   |               |
|----|---|---------------|
|    | <p><b>TP 2 : Miroirs et références de courant</b><br/>(en présentiel)<br/>Groupe mardi 2 : 12 h 30 à 15 h 30 (02 février)<br/>Groupe jeudi 2 : 8 h 30 à 12 h 30 (04 février)</p> <p><b>Chaque groupe utilise l'horaire de l'autre groupe pour travailler sur son projet (partie théorique, conception)</b></p>  |               |
| 5  | <p><b>Étages de sortie et réponse en fréquence</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Étages de sortie avec transistors bipolaires</li> <li>2. Étages de sortie avec transistors MOS</li> <li>3. Théorème de Miller et réponse en fréquence du montage cascode</li> </ol> <p><b>TP 3 : Amplificateur différentiel</b><br/>(en non-présentiel)<br/>Groupe mardi : 12 h 30 à 15 h 30 (09 février)<br/>Groupe jeudi : 8 h 30 à 12 h 30 (11 février)</p> <p><b>Chaque groupe utilise l'horaire de l'autre groupe pour travailler sur son projet (théorie, conception et expérimentation)</b></p>   | 08 févr. 2021 |
| 6  | <p><b>Rétroaction négative</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Notions de base sur la rétroaction</li> <li>2. Les propriétés de la rétroaction</li> <li>3. Les mécanismes d'échantillonnage et de comparaison</li> <li>4. Effets de charge sur la rétroaction</li> <li>5. Résolution de circuits avec rétroaction</li> </ol> <p><b>TP 4 : Étages de sortie</b><br/>(en non-présentiel)<br/>Groupe mardi : 12 h 30 à 15 h 30 (16 février)<br/>Groupe jeudi : 8 h 30 à 12 h 30 (18 février)</p> <p><b>Chaque groupe utilise l'horaire de l'autre groupe pour travailler sur son projet (théorie, conception et expérimentation)</b></p> | 15 févr. 2021 |
| 7  | <p><b>Stabilité et amplificateur opérationnel</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stabilité d'un amplificateur en boucle fermée</li> <li>2. Compensation par ajout d'un pôle dominant</li> <li>3. Gain en mode différentiel</li> <li>4. Gain en mode commun</li> <li>5. Taux de rejet en mode commun</li> <li>6. Compensation capacitive</li> <li>7. Taux de montée et de descente</li> <li>8. Tension de décalage</li> </ol> <p><b>Séance de travail en laboratoire pour le projet (23 et 25 février)</b></p>  | 22 févr. 2021 |
| 8  | <b>Semaine d'études</b>   | 01 mars 2021  |
| 9  | <p><b>Révision en vue de l'examen</b><br/><b>Séance de travail en laboratoire pour le projet (09 et 10 mars)</b></p>  | 08 mars 2021  |
| 10 | <p><b>Examen de mi-session (présentiel)</b><br/><b>Séance de travail en laboratoire pour le projet (16 et 18 mars)</b></p>  | 15 mars 2021  |
| 11 | <p><b>Oscillateurs à transistors</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Principes de base</li> <li>2. Oscillateur Hartley</li> <li>3. Oscillateur Colpitts</li> <li>4. Oscillateur Clapp</li> <li>5. Stabilité des oscillateurs</li> <li>6. Oscillateurs à cristal</li> </ol>  | 22 mars 2021  |

|    |   |               |
|----|---|---------------|
|    | <p><b>TP 5 : Réponse en fréquence et rétroaction négative</b><br/>(en présentiel)<br/>Groupe mardi 1 : 12 h 30 à 15 h 30 (23 mars)<br/>Groupe jeudi 1 : 8 h 30 à 12 h 30 (25 mars)</p> <p><b>Chaque groupe utilise l'horaire de l'autre groupe pour travailler sur son projet (théorie, simulations, conception)</b></p>  |               |
| 12 | <p><b>Boucle à verrouillage de phase (PLL)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Composants de la boucle</li> <li>2. Modes de fonctionnement</li> <li>3. Comparateurs de phase</li> <li>4. Filtre de compensation</li> <li>5. Amplificateur de tension</li> <li>6. Oscillateur contrôlé en tension (VCO)</li> <li>7. Gain de boucle</li> <li>8. Comportement de la boucle</li> </ol> <p><b>TP 5 : Réponse en fréquence et rétroaction négative</b><br/>(en présentiel)<br/>Groupe mardi 2 : 12 h 30 à 15 h 30 (30 mars)<br/>Groupe jeudi 2: 8 h 30 à 12 h 30 (01 avril)</p> <p><b>Chaque groupe utilise l'horaire de l'autre groupe pour travailler sur son projet (théorie, simulations, conception)</b></p> | 29 mars 2021  |
| 13 | <p><b>Lundi de Pâques (Jour férié)</b></p> <p><b>Séance de travail en laboratoire pour le projet (06 et 08 avril)</b></p>   | 05 avril 2021 |
| 14 | <p><b>Boucle à verrouillage de phase (PLL)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Réponse en fréquence et largeur de bande</li> <li>2. Démodulation FSK</li> <li>3. Compensation de boucle</li> <li>4. Stabilité</li> <li>5. Synthétiseurs de fréquence</li> </ol> <p><b>Présentations des projets</b></p> <p><b>Révision</b></p> <p><b>Évaluation des projets en laboratoire (13 et 14 avril)</b></p>   | 12 avril 2021 |
| 15 | <b>Examen final (présentiel)</b>  | 19 avril 2021 |

## 6. Évaluation du cours :

| Outils d'évaluation           | Pondération | Indicateurs évalués   |
|-------------------------------|-------------|-----------------------|
| Travaux pratiques (4 séances) | 15 %        | 1.4                   |
| Projet                        | 20 %        | 4.3 (15 %); 4.4 (5 %) |
| Examen de mi-session          | 35 %        | 1.4                   |
| Examen final                  | 30 %        | 1.4                   |

Il faut obtenir une moyenne minimale de 50 % aux travaux pratiques pour que les notes des travaux comptent.  
Par **indicateur mesuré**, on entend qu'à la fin du cours, un niveau de performance (0,1,2,3) est donné pour chaque indicateur et pour chaque étudiant(e) selon la grille ci-dessous :

| Indicateurs  | Niveau 0       | Niveau 1          | Niveau 2          | Niveau 3      |
|--|----------------|-------------------|-------------------|---------------|
| 1.4 Comprendre et appliquer les concepts de l'ingénierie propres au programme. | Moins de 52 %. | Entre 52 et 63 %. | Entre 64 et 83 %. | Plus de 84 %. |

|   |   |  |  |   |
|---|---|--|--|---|
| 4.3 Créer des modèles, simulations, prototypes, et faire des tests.           | Création de modèles, simulations, prototypes et/ou exécution des tests inadéquate ou inexistante. | Création acceptable de modèles, simulations, prototypes, mais exécution de tests insuffisante. | Création de modèles, simulations, prototypes et exécution de tests adéquate. | Création de modèles, simulations, prototypes et exécution de tests remarquable. |
| 4.4 Vérifier la conformité de la conception par rapport au cahier de charges. | Vérification inadéquate ou inexistante.   | Vérification partielle.  | Vérification acceptable.   | Vérification exhaustive.  |

## 7. Politiques départementales et institutionnelles :

- [Politique du département d'informatique et d'ingénierie relative à la tenue des examens](#)
- [Note sur le plagiat et sur la fraude](#)
- [Politique relative à la qualité de l'expression française écrite chez les étudiants et les étudiantes de premier cycle à l'UQO](#)
- Absence aux examens : [cadre de gestion](#), [demande de reprise d'examen \(formulaire\)](#)

À l'UQO, **les violences à caractère sexuel, c'est tolérance zéro!**

La communauté universitaire s'engage à lutter contre les inconduites, le harcèlement et les violences à caractère sexuel : parce que **le respect, c'est l'affaire de tout le monde!**

N'oubliez pas de faire la formation obligatoire :

[uqo.ca/bimi/formation-obligatoire](https://uqo.ca/bimi/formation-obligatoire)

Pour de plus amples renseignements :

[bimi@uqo.ca](mailto:bimi@uqo.ca)



## Références :

[1] Notes de cours sur Moodle

[2] Sedra, Adel S., et Smith, Kenneth C., "Microelectronic Circuits", 7<sup>e</sup> édition, Oxford University Press, 2016, 1421 p.

[3] Dimitrijevic, Sima, "Understanding Semiconductor Devices", Oxford University Press, 2000, 574 p.

[4] Gray, P. R., Hurst, P. J., Lewis, S. et Meyer, R. G., "Analysis and Design of Analog Integrated Circuits" Wiley, 2001, 875 p.

[5] Allen, P. E. et Holberg, D. R., "CMOS Analog Circuit Design", Oxford University Press, 2002, 784p.

[6] Baker, R. J., Li, H. W. et Boyce, D. E., "CMOS Circuit Design, Layout and Simulation", Wiley-IEEE Press, 1998, 902 p.

[7] Razavi, Behzad, "Design of Analog CMOS Integrated Circuits", McGraw-Hill, 2001, 684 p.

## 9. Page Web du cours :

<https://moodle.uqo.ca>

**PHASE 3 DU PROTOCOLE DE MODALITÉ DES ACTIVITÉS D'ENSEIGNEMENT – HIVER 2021**

**ANNEXE DE CONTINGENCE OBLIGATOIRE<sup>1</sup>**

**POUR LES PLANS DE COURS EN HYBRIDE, EN PRÉSENTIEL ET EN NON-PRÉSENTIEL AVEC EXAMENS EN PRÉSENTIEL<sup>2</sup>**

|                |                |                 |  |   |         |
|----------------|----------------|-----------------|--|---|---------|
| <b>Sigle :</b> | GEN1123        | <b>Groupe :</b> |  | <b>Modalité initiale du cours<sup>3</sup> :</b> | Hybride |
| <b>Titre :</b> | Électronique 2 |                 |  |   |         |

|  |  |
|--|--|
| <b>Supports numériques à l'enseignement en non-présentiel qui seraient privilégiés :</b><br>(plateformes, logiciels, applications, sites, etc. – Exemples : Zoom, Teams, Moodle, courriels...) | : Zoom, logiciels Multisim et Utilboard, Moodle, courriels |
|--|--|

| ADAPTATION DU CALENDRIER              |  |  |
|---------------------------------------|--|--|
| Séances/ dates                        | Activités prévues en présentiel <sup>4</sup> | Activités de remplacement en non-présentiel                                  |
| 01 : 12 et 14 janvier                 | Laboratoire 1                                | Simulations sur Multisim des montages du laboratoire et exercices théoriques |
| 02 : 19 et 21 janvier                 | Laboratoire 1 (suite)                        | Simulations sur Multisim des montages du laboratoire et exercices théoriques |
| 03 : 26 et 28 janvier                 | Laboratoire 2                                | Simulations sur Multisim des montages du laboratoire et exercices théoriques |
| 04 : 2 et 4 février                   | Laboratoire 2 (suite)                        | Simulations sur Multisim des montages du laboratoire et exercices théoriques |
| 05 :                                  |  |  |
| 06 :                                  |  |  |
| 07 :                                  |  |  |
| 08 :                                  |  |  |
| 09 :                                  |  |  |
| 10 : 15 mars                          | Examen intra                                 | Devoir à rendre ou examen en ligne   |
| 11 : 23 et 25 mars                    | Laboratoire 5                                | Simulations sur Multisim des montages du laboratoire et exercices théoriques |
| 12 : 30 mars et 1 <sup>er</sup> avril | Laboratoire 5 (suite)                        | Simulations sur Multisim des montages du laboratoire et exercices théoriques |
| 13 :                                  |  |  |
| 14 :                                  |  |  |
| 15 : 19 avril                         | Examen final                                 | Devoir à rendre ou examen en ligne   |

<sup>1</sup> Insérez cette annexe dûment remplie à votre plan de cours (copier-coller, ou, insérer une/des page(s) dans Word). Les notes de bas de pages peuvent demeurer au sein de l'annexe ajoutée.

<sup>2</sup> Selon les directives de la santé publique, l'UQO pourrait devoir ne plus donner accès à l'ensemble de ses campus – ou certains de ses campus selon les zones. Elle émettrait alors en ce sens un avis à sa collectivité universitaire. L'ensemble des séances de cours et d'examens en présentiel devraient ainsi avoir lieu en non-présentiel.

<sup>3</sup> **PRÉSENTIEL** : L'ensemble des séances de cours se donnent sur un des campus de l'UQO. **NON-PRÉSENTIEL** : Aucun cours ne se donne en présentiel. Toutefois, des séances d'examen pourront être possibles en présentiel, en fonction des directives de la santé publique et de l'UQO. **HYBRIDE** : Alternance, selon le calendrier proposé au plan de cours, entre des séances en présentiel et en non-présentiel. Des séances d'examen pourront être possibles en présentiel, en fonction des directives de la santé publique et de l'UQO.

<sup>4</sup> Ici, vous pouvez copier-coller les activités déjà prévues à votre plan de cours initial. Selon la modalité initiale de votre cours, il se peut que vous ayez 15 séances d'activités (cours et/ou examens) à remplacer, ou seulement quelques séances d'activités (cours et/ou examens).