

Sigle : GEN6083

Titre : Technologie des systèmes radio fréquences

Session : Automne 2022 Horaire et local

Professeur : Boutayeb, Halim

1. Description du cours paraissant à l'annuaire :

Objectifs

Permettre aux étudiants de maîtriser les connaissances nécessaires pour analyser la performance d'une liaison radiofréquence pour les communications sans fil. Étude et conception des blocs fonctionnels des émetteurs/récepteurs. Maîtriser la conception assistée par ordinateur de circuits radiofréquences passifs et actifs.

Contenu

Propagation des ondes électromagnétiques. Milieux de propagation. Lignes de transmission. Méthodes d'adaptation d'impédances. Paramètres Z, Y, ABCD et S. Éléments localisés et distribués. Dispositifs RF passifs : filtres, coupleurs, déphaseurs, antennes, etc. Dispositifs RF actifs : amplificateurs, mélangeurs de fréquences et oscillateurs. Méthodes de conception. Étude paramétrique et l'optimisation. Réalisation de projets avec les outils de conception assistée par ordinateur (CAO) et présentation de logiciels de design

Descriptif – Annuaire

2. Objectifs spécifiques du cours :u cours :

- Analyse de composants RF passifs (antennes, filtres, etc.) avec un logiciel avancé
- Concevoir un code numérique en utilisant la méthode des différences finies dans le domaine temporel
- Vérifier et valider la conformité du prototype conçu par rapport aux spécifications données.

3. Stratégies pédagogiques :égies pédagogiques :

- Cours magistraux : 3 h/semaine de cours en présentiel.
- Projet en travail individuel (développement d'un code numérique FDTD).
- Devoirs en groupe de deux (conceptions d'un mélangeur et d'un amplificateur avec le logiciel Keysight-ADS)
- Examen final.

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

Prendre rendez-vous en envoyant un courriel à halim.boutayeb@uqo.ca

Le rendez-vous aura lieu soit en présentiel (Bureau B-2004) ou par vidéoconférence via Zoom.

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

Semaine	Thèmes	Dates
1	Notions fondamentales <ul style="list-style-type: none"> • Équations de Maxwell • Conditions aux limites • Trois types de conditions aux frontières • Équation d'Helmholtz • Solutions générales d'ondes planes • Construction des solutions et potentiels électriques et magnétiques • Théorème de la solution unique 	14 sept. 2022
2	Introduction aux méthodes numériques <ul style="list-style-type: none"> • Concept physique et modèle mathématique de solutions statiques et dynamiques • Problèmes électromagnétiques en deux ou trois dimensions 	21 sept. 2022

	<ul style="list-style-type: none"> • Discrétisation spatiale et transformation spectrale • Convergence numérique, précision des résultats et extrapolation de Richardson 	
3	Méthode des différences finies dans le domaine temporel <ul style="list-style-type: none"> • Différences finies • Les bases de la méthode FDTD • Résolutions des équations de Maxwell au sens des différences centrées • Critère de stabilité • Dispersion numérique • Échantillonnage spatial et taille de la mémoire • Conditions aux frontières • Interface entre deux milieux 	28 sept. 2022
4	Méthode des différences finies dans le domaine temporel (suite) <ul style="list-style-type: none"> • Excitation • Solutions dans le domaine fréquentiel • Raffinement subcellulaire • PML • Modèle des fils minces 	5 oct. 2022
5	Semaine d'études	12 oct. 2022
6	Méthode des différences finies dans le domaine temporel (suite) <ul style="list-style-type: none"> • Composants RLC • Formalisme des fentes minces • Transformation champ proche champ lointain • Analyse des structures périodiques Présentation des projets FDTD <ul style="list-style-type: none"> • 	19 oct. 2022
7	Bases sur les systèmes RF et micro-ondes <ul style="list-style-type: none"> • Introduction et Historique • Classification des systèmes RF&Micro-ondes et développements futurs • Principaux paramètres d'une liaison radio • Modulation • Architecture des transmetteurs/récepteurs 	26 oct. 2022
8	Outils d'analyse des paramètres S <ul style="list-style-type: none"> • Onde TEM • Ligne de transmission • Matrice de répartition • Diviseurs de puissance • Abaque de Smith • Adaptation d'impédance Circuits micro-rubans	2 nov. 2022
9	Bruits, distorsions et paramètres de non-linéarité <ul style="list-style-type: none"> • Introduction aux dispositifs actifs micro-ondes • Notions sur le bruit • Bases sur les performances des composants actifs • Comportements non-linéaires 	9 nov. 2022

10	Caractérisation des transistors RF <ul style="list-style-type: none"> • Définition des gains • Unilatéralité • Cercles de stabilité • Stabilité inconditionnelle • Stabilisation d'un transistor 	16 nov. 2022
11	Caractérisation des transistors RF (suite) <ul style="list-style-type: none"> • Adaptation simultanée entrée-sortie • Gain maximum stable • Facteur de bruit • Cercle de facteur de bruit • Compromis entre facteur de bruit et gain 	23 nov. 2022
12	Mélangeurs <ul style="list-style-type: none"> • Conversion de fréquence • Paramètres des mélangeurs • Mélangeurs à diodes • Mélangeurs à transistors • Mélangeurs balancés et double-balancés • Mélangeurs à rejet d'image • Comparaisons de mélangeurs 	30 nov. 2022
13	Amplificateurs RF et micro-ondes <ul style="list-style-type: none"> • Classes des amplificateurs et efficacités • Gains, stabilité, bruit et adaptation • LNA • Amplificateurs de puissance 	7 déc. 2022
14	Examen final	14 déc. 2022
15	Présentations de projets	19 déc. 2022

6. Évaluation du cours :

- Projet (travail individuel) : 40 %.
 - o Développement d'un code numérique en utilisant la méthode des différences finies dans le domaine temporel. Projets proposés : cavité Fabry-Pérot, FSS en mouvement, diviseur de Wilkinson, matériau main gauche. Tout autre projet de même niveau de difficulté peut être accepté après avoir obtenu l'accord du professeur.
- Devoirs (travail en groupe) : 40 %
 - o Conception d'un mélangeur à faible consommation d'énergie
 - o Conception d'un amplificateur RF.
- Examen final : 20 %

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)

La communauté universitaire s'engage à lutter contre les inconduites, le harcèlement et les violences à caractère sexuel. Dénonçons toute forme de violence.

Ensemble, accomplissons un pas de plus en complétant la formation obligatoire en ligne : "La banalisation des violences à caractère sexuel".

uqo.ca/bimi/formation-obligatoire

Pour de plus amples renseignements consultez :

bimi@uqo.ca



8. Principales références : es références :

Méthodes numériques en électromagnétisme :

1. K. F. Warnick, Numerical Methods for Engineering An introduction using MATLAB® and computational electromagnetics examples, 2nd Edition, 2020
2. T. Itoh, Numerical Techniques for Microwave and Millimeter-Wave Passive Structures, Chapitres 5, 6 et 8, John Wiley Interscience Publication, 1989.
3. M. N. O. Sadiku, Numerical Techniques in Electromagnetics, CRC Press, 1992.
4. A. Taflove, Computational electrodynamics: the Finite Difference Time Domain Method, Artech House, Inc, 3rd ed, 2005.
5. E. Yamashita, Analysis Methods for Electromagnetic Wave Problems, Artech House, 1990.
6. R. Harrington, Time-Harmonic Electromagnetic Fields, McGraw Hill, 1961.
7. K. S. Yee, Numerical solution of initial boundary value problems involving Maxwell's equations in isotropic media, IEEE Transaction Antennas and Propagation, vol.14, 1966, pp. 302-307.
8. M. Mrozowski, Stability condition for the explicit algorithm of the time domain analysis of Maxwell's equations, IEEE Microwave and Guided Wave Letters, Vol. 4, n°8, août 1994.
9. G. Mur, Absorbing boundary conditions for the finite difference approximation of the time domain electromagnetic field equations, IEEE Transaction Electromagnetic Compatibility, vol. 23, pp. 377-382, 1981.
10. J-P. Bérenger, A perfectly matched layer for the FDTD solution of wave-structure interaction problems, IEEE Transaction Antennas and Propagation, vol. 44, n° 1, pp. 1-8, January 1996.
11. R. E. Collin, Foundations for Microwave Engineering, The IEEE Press Series on Electromagnetic Wave Theory, 2001

Systèmes RF :

1. M.B. Steer, "Microwave and RF design : a system approach", SciTech Pub., 2010.
2. K. Chang, I. Bahl, V. Nair, "RF and microwave circuit and component design for wireless systems ", Wiley, 2002.
3. D.M. Pozar, "Microwave and RF wireless systems ", John Wiley, 2001.
4. R. Gilmore, L. Besser, "Practical RF circuit design for modern wireless systems", volumes 1&2, Artech House Publishers, 2003.
5. G. Gonzalez, "Microwave Transistor Amplifiers Analysis and Design", Prentice-Hall, 1998.

9. Page Web du cours :ge Web du cours :

<https://moodle.uqo.ca>