

Au vu du contexte sanitaire lié à la propagation du coronavirus, les modalités d'organisation et d'évaluation des unités d'enseignement ont pu, dans différentes situations, être adaptées ; ces éventuelles nouvelles modalités ont été -ou seront- communiquées par les enseignant-es aux étudiant-es.

5 crédits	30.0 h + 30.0 h	Q2
-----------	-----------------	----

Enseignants	Jacques Laurent ;Macq Benoît ;Vandendorpe Luc ;
Langue d'enseignement	Anglais
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Thèmes abordés	<p>Ce cours est le cours de traitement des signaux pour les étudiants en master ELEC.</p> <p>Il est consacré aux notions de changement de cadence d'échantillonnage, aux structures efficaces pour réaliser ces opérations, à la transformée de Fourier discrète, à ses propriétés et son utilisation en convolution, aux effets de la troncature des signaux et aux fenêtres, aux propriétés des filtres à réponse impulsionnelle finie et à phase linéaire, à leur conception par différentes méthodes optimales ou non.</p>
Acquis d'apprentissage	<p>Eu égard au référentiel AA du programme « Master ingénieur civil électriciens », ce cours contribue au développement, à l'acquisition et à l'évaluation des acquis d'apprentissage suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AA1.1, AA1.2, AA1.3</li> <li>• AA2.1, AA2.2</li> <li>• AA6.1</li> </ul> <p><b>Au terme du cours, l'étudiant sera capable de :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modéliser l'échantillonnage d'un signal et d'en comprendre les conséquences sur le spectre de ce signal ;</li> <li>• Décrire et utiliser les opérations à mener pour interpoler, sous-échantillonner un signal, ou convertir sa cadence d'échantillonnage par un facteur rationnel, qu'il s'agisse de signaux passe-bas ou passe-bande ;</li> <li>• Représenter les systèmes fonctionnant à cadence unique ou à cadences multiples au moyen de graphes ; effectuer des opérations de commutation de branches ; obtenir un graphe transposé ;</li> <li>• Décrire les opérations de changement de cadence tant en temporel qu'en fréquentiel ;</li> <li>1 • Comprendre et utiliser les composantes polyphases ;</li> <li>• Comprendre et utiliser les transformées de Fourier discrètes directe et inverse ;</li> <li>• Tronquer un signal au moyen d'un signal fenêtre ;</li> <li>• Donner, tant en temporel qu'en ce qui concerne les pôles et zéros, les caractéristiques des signaux de taille finie, qui ont une phase linéaire en fréquentiel ;</li> <li>• Synthétiser des filtres à réponse impulsionnelle finie et à phase linéaire par la méthode des fenêtres, par échantillonnage de la réponse en fréquence et par la méthode de Remez ;</li> <li>• Synthétiser des filtres à réponse infinie par la méthode de Prony et par la transformée bilinéaire</li> <li>• Intégrer différents concepts, tels que phase linéaire et complexité pour effectuer une synthèse de filtre optimale et la valider graphiquement en examinant les pôles et les zéros</li> <li>• Effectuer une analyse spectrale paramétrique et non paramétrique</li> <li>• Maîtriser les factorisations conduisant à l'algorithme de la FFT</li> <li>• Synthétiser des filtres adaptés et adaptatif par l'équation de Yule-Walker.</li> <li>• Comprendre la théorie des ondelettes et en quoi cette théorie peut servir de cadre aux représentations multirésolution.</li> <li>• Utiliser l'environnement logiciel Python pour synthétiser des systèmes de traitement du signal.</li> </ul> <p>-----</p> <p><i>La contribution de cette UE au développement et à la maîtrise des compétences et acquis du (des) programme(s) est accessible à la fin de cette fiche, dans la partie « Programmes/formations proposant cette unité d'enseignement (UE) ».</i></p>
Modes d'évaluation des acquis des étudiants	<p><b>En raison de la crise du COVID-19, les informations de cette rubrique sont particulièrement susceptibles d'être modifiées.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour ce qui concerne le cours, les étudiants sont évalués individuellement et par écrit sur des résolutions de problèmes et sur des questions de théorie.</li> <li>• Concernant les séances d'exercices numériques sous Python, les étudiants sont évalués sur ordinateur (en session ou hors session).</li> </ul>

Méthodes d'enseignement	<p><b>En raison de la crise du COVID-19, les informations de cette rubrique sont particulièrement susceptibles d'être modifiées.</b> Le cours est organisé en</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 14 séances de cours</li> <li>• 12 séances d'exercices encadrées (les corrigés des séances d'exercices sont postés a posteriori sur Moodle)</li> </ul>
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Echantillonnage : théorème, interpolation, séquence</li> <li>• Changement de cadence d'échantillonnage : sous-échantillonnage et interpolation pour signaux passe-bas et signaux passe-bande, enveloppe complexe</li> <li>• Structures de traitement et théorie des graphes : commutation, transposition, structures directe et polyphase</li> <li>• Transformée de Fourier discrète, propriétés, convolution, troncature et fenêtre</li> <li>• Filtres à réponse impulsionnelle finie, linéarité de phase, types et propriétés des pôles et zéros</li> <li>• Synthèse des filtres RIF : méthode des fenêtres, échantillonnage de la réponse en fréquence, synthèse minimax et méthode de Remez</li> <li>• Synthèse des filtres RII: méthode de Prony, méthode de synthèse par la transformation bilinéaire</li> <li>• Comparaison des filtres RII et RIF: discussion sur la phase linéaire et la complexité</li> <li>• Analyse spectrale non-paramétrique par la transformée de Fourier discrete: compromis entre la résolution et le niveau des lobes secondaires</li> <li>• Algorithme du calcul de la transformée de Fourier rapide (FFT)</li> <li>• Analyse spectrale paramétrique: identification d'un modèle auto-régressif - équation de Yule-Walker et algorithme de Levinson-Durbin</li> <li>• Filtrage adapté et adaptatif.</li> <li>• Théorie de la multiresolution et des transformées en ondelettes: liens entre échantillonnage et projection sur un espace vectoriel généré par des fonctions de base orthonormées de type indice. Illustration par la transformée de Haar.</li> <li>• Acquisition compressive.</li> <li>• Exercices sur l'utilisation de Python pour le prototypage de systèmes de traitement du signal</li> </ul>
Ressources en ligne	<p>Moodle  <a href="http://moodleucl.uclouvain.be/course/view.php?id=4843">http://moodleucl.uclouvain.be/course/view.php?id=4843</a></p>
Bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Syllabus de cours disponible sur Moodle</li> <li>• Transparents et articles de référence disponibles sur Moodle</li> <li>• Enregistrement de la 1ère moitié du cours, disponible en podcast</li> </ul> <p>Lectures notes on Moodle</p>
Faculté ou entité en charge:	ELEC

<b>Programmes / formations proposant cette unité d'enseignement (UE)</b>				
Intitulé du programme	Sigle	Crédits	Prérequis	Acquis d'apprentissage
Master [120] : ingénieur civil biomédical	GBIO2M	5		
Master [120] : ingénieur civil en mathématiques appliquées	MAP2M	5		
Master [120] : ingénieur civil électricien	ELEC2M	5		