

MT2 : Microtechniques 2e année

Cliquez sur le lien pour aller sur la description du module désiré:

- **MT_21 Bases scientifiques 2**
- **MT_22 Bases d'automatique, de réglage et de traitement du signal**
- **MT_23 Bases d'électronique**
- **MT_24 Matériaux et conception**
- **MT_25 Microtechniques**
- **MT_26 Projet & Université d'été 2**
- **MT_27 Option ingénieur en horlogerie**
- **MT_28 Option ingénieur en électronique**
- **MT_29 Option ingénieur de recherche**

Descriptif de module : MT_21 Bases scientifiques 2

Filière : Microtechniques, degré 2

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées d'année en année mais restent inchangées durant l'année académique en cours.

1. Module : MT_21 Bases scientifiques (12 ECTS)	2019-2020
---	-----------

Type de formation : de Bachelor Master

Type de module : Obligatoire A choix Additionnel

Niveau du module : Basic level course Intermediate level course
 Advanced level course Specialized level course

Langue : Français | Semestre de référence : S3/S4 | Responsable du module : **Jérôme Extermann**

2. Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Appliquer les les outils, la techniques mathématiques et ses méthodes à la résolution de problèmes de physique et de technique de l'ingénieur ;
- Modéliser et mettre en équation des systèmes oscillants ainsi que des systèmes à propagation d'onde,
- Mettre en œuvre des systèmes optiques simples et connaître les bases de la théorie quantique ;
- Appliquer les notions, lois et méthodes ci dessus à la résolution des problèmes en lien avec la pratique professionnelle.

3. Unités de cours

Unité de cours (UC)	Caractère	Sem. Automne	Sem. Printemps
Mathématiques 3 (MTH3) – MT_211	Obligatoire	64p.*	
TP & Projet			
Mathématiques 4 (MTH4) – MT_212	Obligatoire		32p.*
TP & Projet			
Physique 3 (PHY3) – MT_213	Obligatoire	32p.*	
TP & Projet	Obligatoire	32p.*	
Physique 4	Obligatoire		32p.*

(PHY4) – MT_214			
TP & Projet	Obligatoire		32p.*

**Indications en périodes d'enseignement de 45 min.*

Répartition
horaire :

Enseignement : 168 heures

Travail
autonome : 192 heures

Total : 360 heures équivalent à 12 ECTS

4. Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le « Règlement d'études ».

Coefficients de calcul de la note déterminante du module:

MT_211 – MTH3 = 24%

MT_212 – MTH4 = 16%

MT_213 – PHY3 = 30%

MT_214 – PHY4 = 30%

Concernant la note minimale, c'est la moyenne pondérée par matière des 2 semestres qui fait foi.

Ce module est non remédiable.

En cas de contestation du résultat d'une évaluation, celle-ci devra être faite directement auprès du professeur concerné, au plus tard 2 semaines après le rendu de l'évaluation (hors vacances).

5. Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le « Règlement d'études ».

Détail des pré-requis : avoir validé MT_11 Mathématiques et informatique

MT_12 Conception mécanique

MT_13 Conception électrique

MT_14 Projet et méthodes

Objectifs d'apprentissage

Développer les outils et techniques mathématiques fondamentales à l'art de l'ingénieur.

Contenus

- Équations différentielles linéaires du premier et du second ordre, systèmes différentiels linéaires du premier ordre,
- Fonctions de plusieurs variables, dérivées partielles, différentielle,
- Transformées de Laplace et exemples d'application,
- Séries de Fourier,
- Algèbre linéaire : espaces vectoriels, systèmes de vecteurs, applications linéaires, matrices, déterminants, diagonalisation, isométries.

Répartition horaire

Enseignement : heures (96 périodes de 45 minutes)

Travail autonome : Heures

Total : heures de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu : évaluations écrites, présentations orales et/ou rapports écrits.

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

La note MT_211 est acquise à la fin du 1^{er} semestre.

La note MT_212 est acquise à la fin du 2^{ème} semestre.

Références bibliographiques

- Aide Mémoire de Mathématiques pour les Sciences de l'Ingénieur ; D. Fredon, Dunod ,
- Fonctions de plusieurs variables : Déborah Hugues-Halett, Chenelière Éditions,
- Équations différentielles et Transformée de Laplace : Réal Gélinas, Éditions SMG,
- Analyse de Fourier et Applications, Claude Gasquet, Dunod,
- Algèbre Linéaire : Théorie, Exercices & Applications, David-C Lay, De Boeck,
- Les Matrices, Théorie et Pratique, Denis Serre, Dunod,
- La théorie des distributions et ses applications, J. Dupraz, ENSTA, Cepadues-Éditions,
- Analyse Vectorielle, Murray R. Spiegel, Série Schaum.

Responsable de l'enseignement

M. Roland Rozsnyo (roland.rozsnyo@hesge.ch)

Unité de cours : MT_213 – Physique 3 (PHY3) MT_214 – Physique 4 (PHY4)

Objectifs

Former et acquérir les connaissances en physique générale nécessaires aux applications de l'ingénieur en microtechnique.

Pratique des méthodes mathématiques de l'ingénieur.

Travaux en laboratoire

Acquisition de la méthode de travail scientifique.

Vérification des lois fondamentales et méthodologie de la mesure.

Contenus

Oscillateurs libres et forcés :

- sans perte d'énergie et avec dissipation d'énergie,
- oscillateurs à 2 degrés de liberté,
- excitation harmonique et solution stationnaire,
- résonance de position; de puissance, méthodes des amplitudes complexes,
- oscillations forcées à 2 degrés de liberté.

Phénomènes ondulatoires :

- onde indéformable à une dimension,
- équation de d'Alembert 1D, ondes harmoniques, ondes sinusoïdales,
- ondes indéformables mécaniques, (corde tendue, barreau solide, ondes dans un fluide)
- ondes indéformables sur une ligne électrique idéale (célérité & impédance de la ligne électrique),
- réflexion et transmission d'ondes,
- solutions stationnaires de l'équation de d'Alembert.

Ondes électromagnétiques (EM):

- historique et rappel des équations de Maxwell, dérivation de l'équation d'onde EM
- ondes EM planes dans le vide, polarisation, impédance d'onde, vecteur de Poynting,
- ondes EM sphériques & conservation de l'énergie,
- introduction à la production du champ électromagnétique : le rayonnement du dipôle, formule de Larmor, antennes,
- principe de Huygens et phénomènes de diffraction,

Optique géométrique :

- introduction et cadre de l'optique géométrique,
- principe de Fermat et Optique géométrique,
- application : loi de la réflexion et miroirs,
- application : Loi de la réfraction, lentilles, combinaisons de lentilles,
- introduction à l'optique matricielle
- introduction à l'optique ondulatoire
- applications: l'Œil & instruments: Loupe. Microscope, télescope.
- introduction aux aberrations géométriques et chromatiques

Répartition horaire

Enseignement :	96	heures	(64 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	112	heures	
Total :	208	heures	de travail pour ce cours

Forme d'enseignement

- Ex cathedra (amphi)
 Frontal participatif
 Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu : évaluations écrites, présentations orales et/ou rapports écrits.

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

La note MT_213 est acquise à la fin du 1^{er} semestre.

La note MT_214 est acquise à la fin du 2^{ème} semestre.

Références & Bibliographie

- *Benson Physique 1. Mécanique, De Boeck*
- *E. Hecht "Physique", De Boeck Université,*
- *Benson Physique 1, 2, 3 Mécanique, électricité & physique moderne : De Boeck ,*
- *Michel del Pedro : Mécanique vibratoire, Presses polytechniques romandes,*
- *Berkley, cours de physique volume 3 : Ondes, édition Armand Colin.*
- *Perez et al. Electromagnétisme : Fondements et applications, Dunod.*
- *Perez Optique : Fondements et applications, Dunod.*
-

Responsables de l'enseignement

M. Romain Boulandet (romain.boulandet@hesge.ch)

M. Jérôme Extermann (jerome.extermann@hesge.ch)

Descriptif de module : MT_22

Bases d'automatique, de réglage et de traitement du signal

Filière : Microtechniques, degré 2

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées d'année en année mais restent inchangées durant l'année académique en cours.

1. Module : MT_22 Bases d'automatique, de réglage et de traitements du signal (8 ECTS) 2019-2020

Type de formation : de Bachelor Master

Type de module : Obligatoire A choix Additionnel

Niveau du module : Basic level course Intermediate level course
 Advanced level course Specialized level course

Langue : Français | Semestre de référence : S3/S4 | Responsable du module : **Jean-Marc Allenbach**

2. Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Évaluer les caractéristiques et les réponses temporelles d'un système analogique linéaire.
- Mesurer la similitude entre deux signaux.
- Analyser le contenu fréquentiel des signaux
- Analyser et mettre en pratique les relations temps - fréquences et temps – lieu des pôles et des zéros.
- Assurer la stabilité d'un système réglé.
- Asservir un système du premier ou du deuxième ordre à une consigne.
- Simuler un système continu linéaire avec le logiciel *Matlab* ou une opération de traitement du signal avec le logiciel *Python*.

3. Unités de cours

Unité de cours (UC)	Caractère	Sem. Automne	Sem. Printemps
Signaux et systèmes continus (SYC) – MT_221	Obligatoire	32p.*	
TP & Projet	Obligatoire	32 p.*	
Traitement du signal (TDS) – MT_222	Obligatoire	32p.*	
TP & Projet	Obligatoire	16p.*	
Système asservis 1 (SAS1) – MT_223	Obligatoire		32p.*
TP & Projet	Obligatoire		16p.*

Répartition horaire :	Enseignement :	120	heures	
	Travail autonome :	120	heures	
	Total :	240	heures	équivalent à 8 ECTS

4. Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le « Règlement d'études ».

Coefficients de calcul de la note déterminante du module:

$$\text{MT}_{221} - \text{SYC} = 34\%$$

$$\text{MT}_{222} - \text{TDS} = 33\%$$

$$\text{MT}_{223} - \text{SAS1} = 33\%$$

Ce module est non remédiable.

En cas de contestation du résultat d'une évaluation, celle-ci devra être faite directement auprès du professeur concerné, au plus tard 2 semaines après le rendu de l'évaluation (hors vacances).

5. Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le « Règlement d'études ».

Détail des pré-requis : avoir validé MT_11 Mathématiques et informatique

Unité de cours : MT_221 – Signaux et systèmes continus (SYC)

Objectifs d'apprentissage

- Évaluer les caractéristiques et les réponses temporelles d'un système analogique linéaire.
- Décrire le comportement des systèmes utilisant des contres réactions.
- Maîtriser la transformée de Fourier. Représentation spectrale.
- Analyser et mettre en pratique les relations temps - fréquences.
- Analyser et mettre en pratique les relations temps – lieu des pôles et des zéros.

- Modéliser les systèmes continus invariants dans le temps.

Travaux en laboratoire

Ils se composent de séances d'exercices encadrés, lors de chaque séance de cours.

De plus des travaux pratiques seront organisés dans le but d'expérimenter les concepts théoriques les plus importants. Ils feront appel à une maquette d'entraînement rotatif et à des sons musicaux enregistrés. Le logiciel Python sera employé.

Contenus

Partie théorique vue aux cours

- Notions de base sur les systèmes continus
 - Entrées, sorties, perturbations
 - Linéarité, causalité, stationarité
 - Principe de superposition
- Notions de base sur les signaux
 - Echelon unité, sinus, impulsion de Dirac
 - Signaux périodiques et signaux non périodiques
 - Représentation d'un signal périodique par combinaison de sinus (Fourier)
 - Représentation d'un signal par combinaison d'impulsions de Dirac
- Réponse des systèmes linéaires
 - Excitation en entrée et conditions initiales
 - Régime transitoire et régime permanent
 - Réponse indicielle, réponse harmonique, réponse impulsionnelle
 - Convolution dans le domaine temporel
- Fonction de transfert d'un système linéaire
 - Transformation de Laplace
 - Théorèmes de la valeur initiale et de la valeur finale
 - Convolution dans le domaine fréquentiel
 - Transformation de Laplace inverse
- Analyse de la réponse d'un système linéaire dans le domaine temporel
 - Gain statique
 - Pôles/zéros, équation caractéristique et ordre d'un système linéaire
 - Propriétés des systèmes du premier ordre
 - Propriétés des systèmes du deuxième ordre
- Analyse de la réponse d'un système linéaire dans le domaine fréquentiel
 - Réponse harmonique, rapport d'amplitudes, déphasage d'un système linéaire du premier ordre
 - Diagramme de Bode pour systèmes d'ordre supérieur
 - Diagramme de Bode d'un retard pur
 - Diagramme de Nyquist

Travaux pratiques

Transformées de Laplace et de Fourier.

Convolution.

Analyse de stabilité des systèmes linéaires (pôles, Bode, Nyquist).

Répartition horaire

Enseignement :	48	heures	(64 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	48	Heures	
Total :	96	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu : évaluations écrites et rapports écrits.

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Support de cours

- Polycopié «Systèmes dynamiques» par le Prof. D. Bonvin, EPFL.
- Polycopié «Systèmes asservis», Volume 1, J.-M. Allenbach.

Références bibliographiques

- « Linear Systems and Signals », B.P. Lathi, Berkeley-Cambridge Press, 2nd edition, 2005, 656 pages, ISBN 0-941413-34-9.
- « Automatic Control Systems », B.C. Kuo et F. Golnaraghi, Wiley, 2003, 609 pages, ISBN 0-471-13476-7.

Responsable de l'enseignement

M. Michel Lauria (michel.lauria@hesge.ch)

Unité de cours : MT_222 – Traitement du signal (TDS)

Objectifs

- Caractériser un signal déterministe ou aléatoire.
- Modéliser un signal comme une combinaison linéaire de fonctions de base.
- Analyser le contenu fréquentiel de signaux.
- Simuler une opération de traitement du signal avec Python (modélisation, analyse temporelle et spectrale, sous-échantillonnage, interpolation).

Contenus

- Signaux de base et classification des signaux.
- Représentation vectorielle des signaux et changement de base
- Séries et transformée de Fourier.
- Signaux aléatoires.
- Échantillonnage et interpolation.
- Reconstruction idéale et effective du signal.

- La fonction de corrélation

Travaux en laboratoire

Quatre travaux pratiques d'une durée de quatre périodes seront organisés dans le but d'expérimenter des concepts théoriques avec des exemples pratiques. Les exercices de ces travaux pratiques devront être implémentés en Python avec l'application web Jupyter Notebook

Répartition horaire

Enseignement :	<input type="text" value="36"/>	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	<input type="text" value="36"/>	heures	
Total :	<input type="text" value="72"/>	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu avec :
- Tests théoriques en ligne
 - Tests pratiques sur ordinateur
 - Rendus des rapports Jupyter complétés lors des séances d'exercices ou des laboratoires
 - Evaluation de rendus d'exercices par les pairs
 - .

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Référence & Bibliographie

- Polycopié du cours
- Théorie et Traitement des Signaux, PPUR, Lausanne, Frédéric de Coulon.
- Signal Processing and Linear Systems, B. P. Lathi.
- Analysez les signaux 1D, openclassrooms, L. Andriamaholisoa et G. Chevereau, <https://openclassrooms.com/fr/courses/4500266-analysez-les-signaux-1d>

Responsable de l'enseignement

Unité de cours : MT_223 – Systèmes asservis 1 (SAS1)

Objectifs

Asservir un système du premier ou du deuxième ordre à une consigne.
Dimensionnement des régulateurs classiques tels que P, PI, PID.
Asservir les systèmes d'ordre supérieur à 2.
Caractériser les performances d'un système en boucle fermée vis à vis de la consigne.
Caractériser les performances d'un système en boucle fermée vis à vis des perturbations.

Travaux en laboratoire:

Ils se composent de séances d'exercices encadrés, lors de chaque séance de cours.
De plus des essais concrets seront organisés dans le but d'expérimenter les concepts théoriques les plus importants. Les logiciels *Matlab* et *Simulink* seront employés. Ces travaux pratiques porteront sur des expériences aptes à appliquer les régulateurs classiques sur des systèmes physiques réels tels que par exemple la régulation de vitesse pour un entraînement rotatif. Ce sera aussi l'occasion de comparer le comportement d'un modèle de simulation à celui de l'équipement réel qu'il représente.

Contenus

Boucle ouverte et boucle fermée.
Inventaire des principaux régulateurs.
L'écart statique et ses remèdes.
Dimensionnements fréquentiels pour performances temporelles.
Dimensionnements dans le lieu des racines pour performances temporelles.
Dimensionnements pour suivi de consigne et correction des perturbations.
Dimensionnements empiriques.
Modèle d'état d'un système linéaire continu.

Répartition horaire

Enseignement :	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	36	heures	
Total :	72	heures	de travail pour ce cours

Forme d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu : évaluations écrites, présentations orales et/ou rapports écrits.

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références & Bibliographie

- *Systèmes asservis, volume1*, hepia, Genève, J.-M. Allenbach.
- *Automatic Control Systems*, Prentice Hall, Englewood, B.C. Kuo
- *Conception de systèmes automatiques*, PPUR, Lausanne. H. Bühler.
- *Systèmes asservis, volume3*, hepia, Genève, J.-M. Allenbach.

Responsable de l'enseignement

M. Jean-Marc Allenbach (jean-marc.allenbach@hesge.ch)

Descriptif de module : MT_23 Bases d'électronique

Filière : Microtechniques, degré 2

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées d'année en année mais restent inchangées durant l'année académique en cours.

1. Module : MT_23 Bases d'électronique (11 ECTS)	2019-2020
--	-----------

Type de formation : de Bachelor Master

Type de module : Obligatoire A choix Additionnel

Niveau du module : du Basic level course Intermediate level course
 Advanced level course Specialized level course

Langue : Français | Semestre de référence : S3/S4 | Responsable du module : **Nicola Giandomenico**

2. Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Comprendre les systèmes électroniques analogiques et numériques fondamentaux ;
- Connaître et mettre en œuvre le conditionnement de signaux analogiques ;
- Connaître et mettre en œuvre les principaux types et techniques de filtrage d'un signal analogique ;
- Connaître et mettre en œuvre les principaux types d'alimentations linéaires ;
- Connaître et mettre en œuvre une première topologie d'alimentation à découpage ;
- Monter, tester et dépanner un circuit électronique ;
- Appliquer les différentes méthodes de résolution sur des circuits électrotechniques en régime variable ;
- Analyser des circuits électriques compliqués par différents types de méthodes ;
- Expliquer les fonctionnements de base de systèmes triphasés ainsi que celui de quelques types d'entraînements électriques ;
- Comprendre les bases d'un système informatique embarqué à microcontrôleur ;
- Mettre en œuvre les composants de base des systèmes numériques tels qu'un microprocesseur, de la mémoire, des interfaces programmables, la programmation de base en C et quelques notions d'assembleur ;
- Interfacer des actionneurs, des capteurs odométriques, une caméra linéaire, des capteurs de distance.

3. Unités de cours

Unité de cours (UC)	Caractère	Sem. Automne	Sem. Printemps
Electrotechnique 2 (TDC2) – MT_231	Obligatoire	24p.*	
TP & Projet	Obligatoire	8p.*	
Electronique 3 (ELC3) – MT_232	Obligatoire	32p.*	
TP & Projet	Obligatoire	16p.*	

Electronique 4 (ELC4) – MT_233	Obligatoire		32p.*
TP & Projet	Obligatoire		16p.*
Systèmes numériques 1 (SNU1) MT_234	Obligatoire	32p.*	
TP & Projet	Obligatoire	32p.*	

**Indications en périodes d'enseignement de 45 min.*

Répartition
horaire :

Enseignement :

144 heures

Travail
autonome :

186 heures

Total :

330 heures équivalent à 11 ECTS

4. Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le « Règlement d'études ».

Coefficients de calcul de la note déterminante du module:

MT_231 – TDC2 = 17%

MT_232 – ELC3 = 25%

MT_233 – ELC4 = 25%

MT_234 – SNU1 = 33%

Concernant la note minimale, c'est la moyenne pondérée par matière des 2 semestres qui fait foi.

Ce module est non remédiable.

En cas de contestation du résultat d'une évaluation, celle-ci devra être faite directement auprès du professeur concerné, au plus tard 2 semaines après le rendu de l'évaluation (hors vacances).

5. Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le « Règlement d'études ».

Détail des pré-requis : Avoir validé MT_11 Mathématiques et informatique
MT_13 Conception électrique

Objectifs d'apprentissage

- Appliquer les différentes méthodes de résolution sur des circuits électrotechniques en régime variable.
- Analyser des circuits électriques compliqués par différents types de méthodes.
- Expliquer les fonctionnements de base de systèmes triphasés ainsi que celui de quelques types d'entraînements électriques.
- Mettre au point un protocole de laboratoire en électrotechnique

Contenus

Circuits en régime sinusoïdale

- phaseurs ;
- puissances : active, réactive, apparente, complexe ;
- optimisation du transfert de puissance vers une charge réactive ;

Transformateurs monophasés :

- à vide ;
- rendement.

Systèmes triphasés équilibrés :

- générateur, champ tournant ;
- mesures de puissances (en laboratoire).

Entraînements électriques :

- généralités ;
- machines DC, synchrone, BLDC, pas à pas.

Grandeurs dimensionnantes : tension, courant dans les convertisseurs électriques et électromécaniques.

Répartition horaire

Enseignement :

24

 heures (32 périodes de 45 minutes)

Travail autonome :

34

 Heures

Total :

58

 heures de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Le cours a lieu sous forme de classe inversée : chaque semaine, les étudiants préparent le cours chez eux à l'aide du polycopié distribué. Ils peuvent remplir un aide-mémoire sous forme d'une fiche A5 par séance fournie par le professeur. Au cours suivant, les étudiants répondent à un test (fiches autorisées) par groupes de 4 aléatoirement formés par le professeur. À l'issue du test, le professeur agrmente le cours du polycopié par des compléments, illustrations, exercices adaptés en fonction des difficultés relevées lors du test.

Les séances de cours sont intercalées avec des séances de laboratoire.

Pour chaque séance de laboratoire, le professeur fournit la thématique et le matériel disponible. Par binômes, les étudiants doivent établir et soumettre au professeur un protocole la semaine précédant le laboratoire. Les binômes, doivent ensuite établir un poster afin de présenter les résultats de leur travail lors de la séance de cours suivante.

Modalités d'évaluation

- ☒ Contrôle continu : évaluations écrites, présentations orales et/ou rapports écrits.

En plus des tests hebdomadaires, un examen final reprend tous les thèmes abordés lors du cours au travers de situations concrètes.

La note de l'unité d'enseignement est calculée selon une pondération expliquée au début du cours.

Référence & Bibliographie

- Polycopié du cours électrotechnique et protocole de laboratoire
- Electrotechnique Théodore Wildi, DeBoeck Université, ISBN :2804131718

Responsable de l'enseignement

M. Hervé Eusèbe (herve.eusebe@hesge.ch)

Unité de cours : MT_232 – Electronique 3 (ELC3) MT_233 – Electronique 4 (ELC4)

Objectifs

Ce cours apporte les bases qui permettront à l'étudiant de comprendre les montages électroniques les plus courants, la plupart utilisant des amplificateurs opérationnels. Il sera en mesure de dialoguer avec un spécialiste en électronique ainsi que de concevoir des circuits élémentaires.

A la fin du cours, l'étudiant sera capable de :

- analyser et concevoir des circuits comprenant des amplificateurs opérationnels (AO) ;
- connaître les principales limitations des AO réels ;
- analyser et concevoir des filtres passifs et actifs du premier et second ordre ;
- connaître les principaux types de références de tension et alimentations linéaires et les mettre en oeuvre ;
- calculer le dimensionnement thermique (statique) d'une alimentation linéaire ;
- introduction sur les topologies des alimentations à découpage ;
- réaliser des montages pratiques et fonctionnels par le moyen des laboratoires ;
- maîtriser l'usage des principaux instruments de mesures en basse fréquence (< 1 MHz).

Travaux en laboratoire:

Les expériences de laboratoire sont étroitement liées à la matière du cours et en facilitent l'assimilation. Elles ont aussi pour but de donner à l'étudiant une certaine aisance avec l'usage des instruments de mesures de base, ainsi que d'en connaître les principales limitations.

Les travaux de laboratoire permettent également à l'étudiant de réaliser un montage en suivant une fiche technique et d'acquérir les fondements pour le dépannage.

Uniquement pour le second semestre, en fonction de l'avancement de la mise en place d'un nouveau concept en collaboration avec SNU, il est éventuellement prévu de concevoir une carte par étapes. Elle réalisera les fonctions de base classiques de l'électronique analogique (par exemple amplification et filtrage). Cette carte permettra d'interfacer un capteur. Cette mesure sera ensuite exploitée par SNU

(par exemple sous la forme d'une conversion analogique-numérique). L'ensemble des labos d'électronique et de système numérique permettra de réaliser un système complet et donner une vision globale du conditionnement et du traitement d'un capteur.

Contenus

Premier Semestre

Rappel base d'analyse des circuits :

- Principe de superposition, Thévenin, Norton
- Réponse temporelle
- Régime sinusoïdal

Montages de base avec AO idéal :

- Amplificateurs, intégrateurs, différentiateurs, etc.

Limitations des AO réels :

- Tension d'offset et courants d'entrées ;
- Effet du gain fini ;
- Impédances d'entrée et de sortie ;
- Plages d'entrée et de sortie, limites liées à l'alimentation ;
- Comportement fréquentiel, slew rate ;
- Utilisation des fiches techniques.

Montages non linéaires :

- Limiteurs, redresseurs ;
- Détecteurs de crête ;

Deuxième semestre

Amplificateurs différentiels :

- Amplificateurs d'instrumentation ;
- Applications.

Filtres :

- Réponse fréquentielle, diagrammes de Bode ;
- Filtres du 2^{ème} ordre, circuits RLC;
- Filtres actifs élémentaires ;
- Filtres d'ordre plus élevé, caractéristiques de Butterworth, Bessel, Tchebycheff.
- Notions de filtres à capacités commutées

Alimentations linéaires :

- Références de tension ;
- Régulateurs linéaires de tension ;
- Dimensionnement thermique ;
- Notions des critères de stabilité.

Alimentations à découpage :

- Principes
- Étude d'une topologie

Répartition horaire

Enseignement : heures (96 périodes de 45 minutes)

Travail autonome : heures

Total : heures de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu avec :
- Evaluations écrites
 - Rapports écrits de travaux

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

La note MT_232 est acquise à la fin du 1^{er} semestre.

La note MT_233 est acquise à la fin du 2^{ème} semestre.

Support de cours

- Polycopié : Chapitres tirés du Polycopié « Electronique I et II » par le Prof. Maher Kayal, EPFL.
- Présentations *Powerpoint* tirées du cours « Electronique » par André Decurnex, EPFL.
- Polycopiés : Electronique 3, parties 1 et 2, filière microtechnique, N.Giandomenico

Référence & Bibliographie

- En français : Traité de l'électronique, analogique et numérique, volume 1 : techniques analogiques par Paul Horowitz & Winfield Hill, éditeur Elektor, ISBN : 2-86661-070-9/ catalogue 023975
- En français : Traité d'électricité, électronique par Jean-Daniel Chatelain et Roger Dessoulavy, Presses polytechniques romandes vol VIII, ISBN 2-88074-048-7
- En anglais : The art of electronics par Paul Horowitz & Winfield Hill, Cambridge university press, ISBN 0-521-37095-7

Responsables de l'enseignement

M. Nicola Giandomenico (nicola.giandomenico@hesge.ch)

Unité de cours : MT_234 – Systèmes numériques 1 (SNU1)

Objectifs

Ce cours, complété par des laboratoires pratiques, permet de comprendre les bases d'un système informatique embarqué basé principalement autour d'un microcontrôleur. L'étudiant sera amené à découvrir les composants de base tels qu'un microprocesseur, de la mémoire, des interfaces programmables mais surtout la programmation de base en C. Le lien entre le matériel et le logiciel est principalement traité par de nombreux exemples pratiques.

Cet enseignement est principalement dédié à l'apprentissage de la matière avec exercices et laboratoires formels. L'étudiant apprend à utiliser un outil de développement pour microcontrôleur, comprenant un éditeur, un assembleur/compilateur et un outil de débogage (debugger). L'apprentissage de la programmation C est le cœur de ce semestre, mais les laboratoires permettront d'aborder aussi la programmation de périphériques de base, tels que celles des entrées/sorties (GPIO) et des minuteurs (timer). L'utilisation de bibliothèques fait également partie du programme et permettra d'effectuer des travaux pratiques qui facilitent l'accès à certains périphériques, comme un écran LCD par exemple. Les étudiants apprendront également à développer leur autonomie en recherchant par eux-mêmes comment programmer un périphérique sur la base de documents techniques conséquents, comme c'est le cas de ceux des microcontrôleurs.

Contenus

Nombres et caractères vus par un ordinateur, bases, opérations, conversions de bases. Rappel sur la logique de base, portes, registres, éléments combinatoires et séquentiels, manipulation des bits, logigrammes.

Modèle simplifié d'un système informatique, étude des composantes de base :

- étude d'un microcontrôleur et de quelques périphériques
- développements pratiques sur une carte électronique contenant un microcontrôleur et dont les périphériques sont reliés à du matériel (écran LCD, boutons, leds, etc.)

Répartition horaire

Enseignement :	48	heures	(64 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	60	heures	
Total :	108	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu : évaluations écrites, présentations orales et/ou rapports écrits.

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

La note MT_234 est acquise à la fin du 1^{er} semestre.

Référence & Bibliographie

- Programmer en langage C, Claude Delannoy, ed. Eyrolles
- Manuels de référence ARM CORTEX M3
- Manuel de référence LPC1769

Responsable de l'enseignement

M. Vincent Pilloux (vincent.pilloux@hesge.ch)

Descriptif de module : MT_24 Matériaux et conception

Filière : Microtechniques, degré 2

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées d'année en année mais restent inchangées durant l'année académique en cours.

1. Module : MT_24 Matériaux et conception (13 ECTS)	2019-2020
---	-----------

Type de formation : de Bachelor Master

Type de module : Obligatoire A choix Additionnel

Niveau du module : du Basic level course Intermediate level course
 Advanced level course Specialized level course

Langue : Français | Semestre de référence : S3/S4 | Responsable du module : **Marc Jobin**

2. Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Compléter des notions de base concernant les matériaux céramiques et polymères
- Illustrer les liens entre les structures, les propriétés physiques et les procédés de mise en œuvre.
- Appliquer une démarche systémique incluant l'éventail des propriétés dans le choix des matériaux.
- Appliquer des compétences de base en chimie générale.
- Appliquer concrètement les connaissances théoriques de base en mécanique
- Savoir utiliser à un niveau intermédiaire un logiciel de CAO
- Comprendre le fonctionnement d'un mouvement horloger mécanique
- Comprendre et dimensionner les éléments d'un mouvement mécanique simple.

3. Unités de cours

Unité de cours (UC)	Caractère	Sem. Automne	Sem. Printemps
Matériaux 3 (MAT3) – MT_241	Obligatoire	32p.*	
TP & Projet	Obligatoire	32p.*	
Matériaux 4 (MAT4) – MT_242	Obligatoire		32p.*
TP & Projet			32p.*
Chimie 1 (CHI1) – MT_243	Obligatoire	32p.*	
TP & Projet			
Chimie 2	Obligatoire		32p.*

(CHI2) MT_244			
TP & Projet			
Conception assistée par ordinateur 2 (CAO2) MT_245			
TP & Projet	Obligatoire	32p.*	
Eléments de construction 1 (EDC1) MT_246	Obligatoire	32p.*	
TP & Projet			

**Indications en périodes d'enseignement de 45 min.*

Répartition
horaire :

Enseignement :

192 heures

Travail
autonome :

198 heures

Total :

390 heures équivalent à 13 ECTS

4. Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le « Règlement d'études ».

Coefficients de calcul de la note déterminante du module:

MT_241 – MAT3 = 24%

MT_242 – MAT4 = 24%

MT_243 – CHI1 = 13%

MT_244 – CHI2 = 13%

MT_245 – CAO2 = 13%

MT_246 – EDC1 = 13%

Ce module est non remédiable.

Concernant la note minimale, c'est la moyenne pondérée par matière des 2 semestres qui fait foi.

En cas de contestation du résultat d'une évaluation, celle-ci devra être faite directement auprès du professeur concerné, au plus tard 2 semaines après le rendu de l'évaluation (hors vacances).

- ☒ Ex cathedra (amphi) ☒ Frontal participatif ☒ Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- ☒ Contrôle continu : évaluations écrites, présentations orales et/ou rapports écrits.

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

La note MT_241 est acquise à la fin du 1^{er} semestre.

La note MT_242 est acquise à la fin du 2^{ème} semestre.

Références bibliographiques

- W.D. Callister « Sciences et Génie des Matériaux », Ed. Modulo
- M. Jobin, Matériaux MT2 (slides du cours)
- M. Jobin, Protocoles de laboratoires.

Responsable de l'enseignement

M. Marc Jobin (marc.jobin@hesge.ch)

Unité de cours : MT_243 – Chimie 1 (CHI1) MT_244 – Chimie 2 (CHI2)
--

Objectifs

L'objectif de ce cours est de permettre aux l'étudiant-e-s d'acquérir ou de revoir des compétences de base en chimie générale.

Contenus

Notions générales concernant la matière

- L'organisation de la matière en général, corps purs et mélanges
- Les propriétés de la matière (physiques et chimiques)
- Les méthodes de séparation

La structure des atomes

- Le noyau
- Les électrons
- Classification périodique (organisation)
- Stabilité électronique des éléments

Les molécules

- Les formules moléculaires
- Les liaisons ioniques
- Les liaisons covalentes
- Diagramme de Lewis et résonance
- Hybridation des orbitales atomiques
- Stéréochimie des molécules covalentes
- La liaison métallique
- Les liaisons faibles - Interactions de Van der Waals
- Nomenclature de la chimie inorganique

Les réactions chimiques :

- L'équation chimique
- Calculs stoechiométriques – expressions des concentrations
- Les équilibres chimiques et leurs variations
- Principe de Le Chatelier
- Les électrolytes (forts et faibles)
- Les réactions de précipitations
- Les réactions acides/bases
- Les calculs de pH (acides, bases forts et faibles, sels, systèmes tampons, acides, bases polyfonctionnels)
- Titrations, les indicateurs colorés
- Oxydoréductions
- Électrochimie (piles, corrosion, électrolyse)
- Formation des complexes
- Photochimie

Thermodynamique chimique

- Généralités et définitions
- Le travail mécanique de la pression extérieure
- Échange de chaleur d'un corps pur monophasé
- L'énergie interne
- L'enthalpie
- L'entropie
- L'enthalpie libre et les réactions spontanées, évolution et équilibre d'une réaction
- Les diagrammes d'Ellingham

Cinétique chimique

- Généralités et définitions
- Loi de vitesse, influence de la température
- Cinétiques formelles, dégénérescence de l'ordre
- Notion de catalyse

Chimie organique

- Représentation des molécules organiques
- Bases de la nomenclature organique
- Hydrocarbures
- Fonctions (halogénés, alcools, aldéhydes, cétones, acides carboxyliques, esters, amines)
- Isomérisation
- Les grandes réactions de la chimie organique (substitutions, additions, éliminations, condensations, polymérisations, oxydoréductions)
- Les macromolécules – polymères

Répartition horaire

Enseignement : heures (64 périodes de 45 minutes)

Travail autonome : heures

Total : heures de travail pour ce cours

Forme d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu avec :
- Evaluations écrites, mini test préparatifs
 - Rapports écrits de travaux

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

La note MT_243 est acquise à la fin du 1^{er} semestre.

La note MT_244 est acquise à la fin du 2^{ème} semestre.

Références & Bibliographie

- Chimie générale pour Ingénieurs, Claude K.W Friedli
- Chimie inorganique, P.W. Atkins
- Chimie des solutions, S. S Zumdahl
- Chimie générale, S.S Zumdahl
- <http://www.uel-pcsm.education.fr/consultation/reference/chimie/index.htm>
- <http://hscordia.free.fr/>
- <http://www.chemtopics.com/media.htm>
- <http://chimge.unil.ch/>
- <http://www.faidherbe.org/site/cours/dupuis/accueil.htm>
- <http://subaru2.univ-lemans.fr/enseignements/chimie/01/theme0.html>

Responsable de l'enseignement

Mme Martina Zsely-Schaffter (martina.zsely-schaffter@hesge.ch)

Unité de cours : MT_245 – Conception assistée par ordinateur 2 (CAO2)

Objectifs

- Acquérir et appliquer les règles de base de la conception de produits microtechniques.
- Connaître les notions de base de conception des pièces déformées à froid et des pièces moulées.
- Construire des produits microtechniques pensés selon un type de fabrication.
- Appliquer concrètement les connaissances théoriques et technologiques.

Contenus

- Modélisation de mécanismes
- Acquisitions de fonctions avancées du logiciel de CAO.

Construction microtechnique :
Démarche de projet, cahier des charges.
Analyse d'un système microtechnique et description de son fonctionnement (mouvement de montre).
Construction de mécanismes complets (comparateur, réducteur, bras manipulateur...)
Justification des choix, calculs et dimensionnement des composants.
Technologie de fabrication : découpage, pliage, emboutissage, moulage (matières plastiques).
Définition des pièces, assemblage et fabrication.
Rédaction de rapports de conception.
Présentation de son travail.

Répartition horaire

Enseignement :	<input type="text" value="24"/>	heures	(64 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	<input type="text" value="24"/>	heures	
Total :	<input type="text" value="48"/>	heures	de travail pour ce cours

Forme d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

Contrôle continu : évaluations écrites, présentations orales et/ou rapports écrits.

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références & Bibliographie

- Polycopié "Construction microtechnique 2" / Pierre Iseli / hepia
- Polycopié "Technologie microtechnique" / Pierre Iseli / hepia
- Polycopié "Mécanique industrielle" / Pierre Iseli / hepia
- Aide en ligne "Pro/E"
- Extrait de Normes 2010 SNV
- Guide de mécanique / Jean-Louis Fanchon / Nathan
- Sciences et Technologies industrielles / Jean-Louis Fanchon / Nathan
- Conception des machines, Principes et applications / PPUR / Spinnler Georges

Responsable de l'enseignement

Mme Aline Monney (aline.monney@hesge.ch)

Unité de cours : MT_246 – Eléments de construction 1 (EDC1)

Objectifs

- Apprendre le fonctionnement d'un mouvement mécanique simple.
- Connaître et apprendre à utiliser les éléments de construction sur la base des constituants d'un mouvement mécanique simple.
- Dimensionner les éléments de construction horlogère (microtechnique) en fonction de la résistance des matériaux.

- Apprendre à utiliser la normalisation NIHS *Industrie horlogère suisse*.

Contenus

- Eléments de construction horlogère.
- Mécanique rationnelle.
- Résistance des matériaux.
- Fabrication micromécanique.

Répartition horaire

Enseignement :	24	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	24	heures	
Total :	48	heures	de travail pour ce cours

Forme d'enseignement

- Ex cathedra (amphi)
 Frontal participatif
 Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux écrits), avec :
 - Evaluations écrites ou orales
 - Contrôle continu avec exercices notés

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

La note MT_246 est acquise à la fin du 1^{er} semestre.

Références & Bibliographie

- Polycopié Vincent Beux
- Traité de construction horlogère Presse Polytechnique et Universitaire Romande
- Théorie d'horlogerie Fédération des Ecoles Techniques
- Normalisation NIHS
- Extrait de Normes 2010 SNV.

Responsable de l'enseignement

M. Vincent Beux (vincent.beux@hesge.ch)

Descriptif de module : MT_25 Microtechniques

Filière : Microtechniques, degré 2

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées d'année en année mais restent inchangées durant l'année académique en cours.

6. Module : MT_25 Microtechniques (4 ECTS)	2019-2020
---	------------------

Type de formation : de Bachelor Master

Type de module : Obligatoire A choix Additionnel

Niveau du module : Basic level course Intermediate level course
 Advanced level course Specialized level course

Langue : Français | Semestre de référence : S3/S4 | Responsable du module : **Marc Heuschkel**

7. Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- d'analyser un système microtechnique jusqu'à ses composants élémentaires, d'en déduire sa structure et être capable d'identifier les éléments de base de type capteurs et d'expliquer leur fonctionnement ;
- d'utiliser un descriptif technique d'un système de mesure capteur pour comparer, choisir, et utiliser dans un contexte d'application défini.

8. Unités de cours

Unité de cours (UC)	Caractère	Sem. Automne	Sem. Printemps
Microtechniques 1 (MIC1) – MT_251	Obligatoire		32p.*
TP & Projet	Obligatoire		16p.*
Microtechniques 2 (MIC2) – MT_252	Obligatoire		32p.*
TP & Projet	Obligatoire		16p.*

*Indications en périodes d'enseignement de 45 min.

Répartition horaire :	Enseignement :	72	heures	
	Travail autonome :	48	heures	
	Total :	120	heures	équivalent à 4 ECTS

9. Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le « Règlement d'études ».

Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

$$\text{MT}_{251} - \text{MIC1} = 50\%$$

$$\text{MT}_{252} - \text{MIC2} = 50\%$$

Concernant la note minimale, c'est la moyenne pondérée par matière des 2 semestres qui fait foi.

Ce module est non remédiable.

En cas de contestation du résultat d'une évaluation, celle-ci devra être faite directement auprès du professeur concerné, au plus tard 2 semaines après le rendu de l'évaluation (hors vacances).

10. Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le « Règlement d'études ».

Détail des pré-requis : avoir suivi MT_11 Mathématiques et informatique

MT_12 Conception mécanique

MT_13 Conception électrique

MT_14 Projet et méthodes

Unité de cours : MT_251 – Microtechniques 1 (MIC1)
MT_252 – Microtechniques 2 (MIC2)

Objectifs d'apprentissage

Ce cours vise à former le-la futur-e ingénieur-e aux éléments de bases des systèmes microtechniques, à leurs principes de fonctionnement, à quelques notions de base de leur conception, ainsi qu'à leurs domaines applications.

A la fin de ce cours, l'étudiant-e sera capable de :

- discuter du rôle et des défis principaux des microtechniques dans le développement industriel et économique, et connaître la terminologie associée ;
- analyser un système microtechnique jusqu'à ses composants élémentaires, d'en déduire sa structure et être capable d'identifier les éléments de base de type capteurs et d'expliquer leur fonctionnement ;
- expliquer les principes physiques sous-jacents aux capteurs à impédances électriques, ainsi que de les dimensionner pour des applications classiques ;

- utiliser un descriptif des caractéristiques et performances techniques d'un système de mesure capteur pour comparer, choisir, et utiliser dans un contexte d'application défini.

Contenus

Introduction :

- définitions, contexte historique, géographique et économique des microtechniques ;
- principales organisations, manifestations et publications en microtechniques ;
- grands axes de recherches et d'applications, exemples.

Systèmes microtechniques :

- notions de systèmes, sous-systèmes, flux d'énergie et d'information ;
- méthode de description ;
- notions de composants de base, de transducteurs et d'interfaces ;
- notions de microsystèmes et de systèmes asservis.

Systèmes de mesure et capteurs :

- notions et principes de base des systèmes de mesure ;
- caractéristiques métrologiques des capteurs (statiques et dynamiques) ;
- études des principes physiques des capteurs résistifs, inductifs, et capacitifs ;
- notions de signaux de sorties numériques et de principes de bases d'interfaces électroniques pour ces types de capteurs ;
- exemples d'application des capteurs en microtechniques et en bio-ingénierie.

Travaux en laboratoire

Pendant les séances de travaux pratiques, divers notions et éléments de bases en microtechnique (caractéristiques métrologiques, principes de mesure et de capteurs (principalement résistifs, capacitifs et inductifs,) seront étudiés de manière plus approfondies à l'aide d'expériences pratiques.

Répartition horaire

Enseignement :	72	heures	(96 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	48	Heures	
Total :	120	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu : évaluations écrites, présentations orales et/ou rapports écrits.

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

La note MT_251 est acquise à la fin du 1^{er} semestre.

La note MT_252 est acquise à la fin du 2^{ème} semestre.

Références bibliographiques

- Les capteurs en instrumentation industrielle, Georges Asch, éd. Dunod.
- Sensors and Signal Conditioning, Ramon Pallas-Areny et John Webster, éd. John Wiley & Sons, Inc.

Responsable de l'enseignement

M. Marc Heuschkel (marc.heuschkel@hesge.ch)

Descriptif de module : MT_26 Projet & Université d'été 2

Filière : Microtechniques, degré 2

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées d'année en année mais restent inchangées durant l'année académique en cours.

1. Module : MT_26 Projet & Université d'été 2 (6 ECTS)	2019-2020
--	-----------

Type de formation : de Bachelor Master

Type de module : Obligatoire A choix Additionnel

Niveau du module : Basic level course Intermediate level course
 Advanced level course Specialized level course

Langue : Français | Semestre de référence : S3/S4 | Responsable du module : **Nicola Giandomenico**

2. Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Développer l'autonomie et le travail en équipe.
- Concevoir un microsystème mécanique ou électronique

3. Unités de cours

Unité de cours (UC)	Caractère	Sem. Automne	Sem. Printemps
Projet thématique (PRT) – MT_261	Obligatoire		32p.*
TP & Projet	Obligatoire		
Université d'été 2 (UNI) MT_262	Obligatoire		
TP & Projet	Obligatoire		48p.*

**Indications en périodes d'enseignement de 45 min.*

Répartition
horaire :

Enseignement : 60 heures

Travail autonome : 120 heures

- Individuel ou par équipe de deux;
- conception d'un dispositif à dominante horlogerie, électronique ou physique appliquée:
 - Réalisation du dossier de conception incluant :
 - Schémas de principe et plans d'ensemble
 - Plans de détail pour la fabrication
 - Validation des plans de fabrication
 - Réalisation d'un dossier;
- travail libre après établissement d'une organisation prévisionnelle (planning, répartition des tâches, ...);
- un tuteur et une équipe d'enseignants « à disposition » encadre le projet.

Répartition horaire

Enseignement :	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	48	Heures	
Total :	72	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi)
 Frontal participatif
 Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu : évaluations écrites, présentations orales et/ou rapports écrits.

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Tutoriel Altium Designer, Nicola Giandomenico

Responsable de l'enseignement

M. Alvaro Hüsey (alvaro.hussy@hesge.ch)

M. Nicola Giandomenico (nicola.giandomenico@hesge.ch)

Unité de cours : MT_262 – Université d'été 2 (UNI2)

Objectifs

- Réaliser et tester un petit système électronique (options conception électronique et physique appliquée)
- Introduction aux plans d'expériences (option matériaux et horlogerie)
- Introduction à la simulation numérique appliquée à la mécanique et l'électromagnétisme.

- Confronter les mesures d'expériences physiques simples avec les résultats donnés par les simulations numériques correspondantes réalisées sous Comsol ®.

Contenus

Mise en pratique des compétences suivantes :

- mathématiques appliquées et simulations en sciences physique ;
- pratique des mesures physiques ;
- conception et réalisation de produits et systèmes microtechniques ;
- électronique et micro-informatique ;
- travail en équipe ;
- etc.,

Répartition horaire

Enseignement :	36	heures	(60 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	72	heures	
Total :	108	heures	de travail pour ce cours

Forme d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu : évaluations écrites, présentations orales et/ou rapports écrits.

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références & Bibliographie

- Guides d'expériences de laboratoires,
- Fiches techniques

Responsables des enseignements

M. Roland Rozsnyo (roland.rozsnyo@hesge.ch),

M. Jean-Luc Bolli (jean-luc.bolli@hesge.ch).

M. Alvaro Hüsey (alvaro.hussy@hesge.ch)

Descriptif de module : MT_27 Option ingénieur en horlogerie

Filière : Microtechniques, degré 2

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées d'année en année mais restent inchangées durant l'année académique en cours.

1. Module : MT_27 Option ingénieur en horlogerie (6 ECTS)	2019-2020
--	------------------

Type de formation : de Bachelor Master

Type de module : Obligatoire A choix Additionnel

Niveau du module : Basic level course Intermediate level course
 Advanced level course Specialized level course

Langue : Français | Semestre de référence : S3/S4 | Responsable du module : **Vincent Beux**

2. Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- Apprendre à conduire une étude ;
- Dimensionner les éléments de construction horlogère ;
- Sélectionner les bonnes méthodes de fabrication et d'assemblage horloger permettant d'obtenir la qualité souhaitée ;
- Déterminer les moyens d'assemblage et de lubrification adéquats suivant la problématique.

3. Unités de cours

Unité de cours (UC)	Caractère	Sem. Automne	Sem. Printemps
Construction horlogère 1 (COH1) MT_271	Obligatoire		64p.*
Eléments de construction 2 (EDC2) MT_272	Obligatoire		32p.*
Qualité horlogère (QHO) MT_273	Obligatoire		16p.*
Complications horlogères (CHO) MT_274	Obligatoire		16p.*

*Indications en périodes d'enseignement de 45 min.

Répartition horaire : Enseignement : 96 heures

Travail autonome :	84	heures	
Total :	180	heures	équivalent à 6 ECTS

4. Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le « Règlement d'études ».

Coefficients de calcul de la note déterminante du module:

MT_271 – COH1 = 50%

MT_272 – EDC2 = 25%

MT_273 – QHO = 12%

MT_274 – CHO = 13%

Ce module est non remédiable.

En cas de contestation du résultat d'une évaluation, celle-ci devra être faite directement auprès du professeur concerné, au plus tard 2 semaines après le rendu de l'évaluation (hors vacances).

5. Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le « Règlement d'études ».

Détail des pré-requis : Avoir suivi MT_11 Mathématiques et informatique

Avoir validé MT_12 Conception mécanique

Unité de cours : MT_271 – Construction horlogère 1 (COH1)

Objectifs

- Apprendre à conduire une étude.
- Construire un mouvement mécanique simple.
- Approfondir les connaissances sur le logiciel CAO Pro Engineer.
- Appliquer concrètement les connaissances théoriques.

Répartition horaire

Enseignement : 48 heures (64 périodes de 45 minutes)

Travail autonome :

42

heures

Total :

90

heures

de travail pour ce cours

Forme d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu : évaluations écrites, présentations orales et/ou rapports écrits.

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références & Bibliographie

- Traité de construction horlogère Presse Polytechnique et Universitaire Romande
- Théorie d'horlogerie Fédération des Ecoles Techniques
- Extrait de normes NIHS
- Extrait de normes SNV
- Polycopié « Construction horlogère » Denis Rudaz

Responsable de l'enseignement

M. Denis Rudaz (denis.rudaz@hesge.ch)

Unité de cours : MT_272 – Eléments de construction 2 (EDC2)

Objectifs

Les objectifs de ce cours sont d'approfondir les éléments de l'enseignement EDC1 :

- Apprendre le fonctionnement d'un mouvement mécanique simple.
- Connaitre et apprendre à utiliser les éléments de construction sur la base des constituants d'un mouvement mécanique simple.
- Dimensionner les éléments de construction horlogère (microtechnique) en fonction de la résistance des matériaux.
- Apprendre à utiliser la normalisation NIHS *Industrie horlogère suisse*.

Contenus

- Eléments de construction horlogère.
- Mécanique rationnelle.
- Résistance des matériaux.

- Fabrication micromécanique.

Répartition horaire

Enseignement : heures (32 périodes de 45 minutes)

Travail autonome : heures

Total : heures de travail pour ce cours

Forme d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux écrits), avec :
- Evaluations écrites ou orales
 - Contrôle continu avec exercices notés

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références & Bibliographie

- Polycopié Vincent Beux
- Traité de construction horlogère Presse Polytechnique et Universitaire Romande
- Théorie d'horlogerie Fédération des Ecoles Techniques
- Normalisation NIHS
- Extrait de Normes 2010 SNV.

Responsable de l'enseignement

M. Vincent Beux (vincent.beux@hesge.ch)

Unité de cours : MT_273 – Qualité horlogère (QHO)

Objectifs

- Savoir d'où vient la discipline de la Qualité et comment elle s'est développée dans les entreprises.
- Savoir ce qu'est que le système de management de la Qualité et comment il s'articule dans une entreprise industrielle.
- Connaître les différents outils de la Qualité et savoir comment les utiliser dans le cadre d'une résolution de problème en horlogerie.
- Analyser une non-conformité d'un produit ou la défaillance d'un processus et savoir résoudre la problématique en utilisant les différentes méthodes et outils Qualité.

Contenus

- L'origine de la Qualité, les organismes de normalisation, la politique Qualité, le système Qualité (cartographie) et le manuel Qualité.
- Les coûts de la Qualité, le processus d'amélioration continue, les outils de la Qualité et les diverses méthodes de résolution de problème.

Répartition horaire

Enseignement : heures (16 périodes de 45 minutes)

Travail autonome : heures

Total : heures de travail pour ce cours

Forme d'enseignement

Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux écrits), avec :
- Evaluations écrites ou orales
 - Contrôle continu avec exercices notés

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références & Bibliographie

▪ ...

Responsable de l'enseignement

M. Patrick Jaton (Patrick.Jaton@edu.ge.ch)

Unité de cours : MT_274 – Complication horlogère (CHO)

Objectifs d'apprentissage

Amener les connaissances indispensables dans les domaines de la microtechnique horlogère, soit :

- connaître la nomenclature et le fonctionnement de la montre mécanique ;
- étudier les influences extérieures qui agissent sur le bon fonctionnement d'une montre et étudier les dispositifs de protection ;
- déterminer les défauts d'engrènement, les rendements et les pertes de moments de force des divers mécanismes qui constituent un mouvement de montre mécanique ;
- connaître la nomenclature et le fonctionnement des complications (date, chronographe, remontoir automatique etc..) de la montre mécanique ;

Contenus

Cours théorique

- Décrire les principales complications horlogères
- Expliquer les contraintes techniques de chacune de ces complications
- Calculer les efforts nécessaires au fonctionnement des complications
- Modifier les complications au besoin
- Critiquer certaines explications données dans des livres de référence

Répartition horaire

Enseignement :	<input type="text" value="12"/>	heures	(16 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	<input type="text" value="11"/>	heures	
Total :	<input type="text" value="23"/>	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu : évaluations écrites.

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références bibliographiques

- Bovay, P. & [al.] (2011). *Traité de construction horlogère*. Lausanne : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.
- Humbert, B. (2007). *Les Montres Calendrier Modernes*. Neuchâtel Editions Antoine Simonin
- Humbert, B (1990). *Le Chronographe. Son Fonctionnement. Sa Réparation*. La Conversion Editions Scriptar S.A.
- Hüsey, A. (2013). *Support de cours de construction horlogère*. Genève : hepia.
- Lecoultr, F. (2000). *Les montres compliquées*. Neuchâtel : Editions Antoine Simonin.
- Raymond, C.-A. & [al.] (1998). *Théorie d'horlogerie*. Le Sentier : Fédération des Ecoles Techniques.
- Sermier, C. & Papi, G. (2006). *Finitions et décorations horlogères haut de gamme*. Le Locle : Audemars Piguet.

Responsable de l'enseignement

M. Sacha Maffioli (sacha.maffioli@hesge.ch)

Descriptif de module : MT_28 Option ingénieur en électronique

Filière : Microtechniques, degré 2

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées d'année en année mais restent inchangées durant l'année académique en cours.

1. Module : MT_28 Option ingénieur en électronique (6 ECTS)	2019-2020
---	-----------

Type de formation : de Bachelor Master

Type de module : Obligatoire A choix Additionnel

Niveau du module : Basic level course Intermediate level course
 Advanced level course Specialized level course

Langue : Français | Semestre de référence : S3/S4 | Responsable du module : **Valérie Duay**

2. Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- développer rapidement des petites applications logicielles intégrant une interface graphique, le contrôle d'un ou plusieurs capteurs et la gestion de données ;
- connaître les caractéristiques principales des composants optiques et optoélectroniques utilisés en microtechnique et savoir les sélectionner en fonction de l'application envisagée ;
- mettre en oeuvre un petit système numérique constitué de composants tels qu'un microprocesseur, des actionneurs, des capteurs odométriques, une caméra linéaire, des capteurs de distance.

3. Unités de cours

Unité de cours (UC)	Caractère	Sem. Automne	Sem. Printemps
Applications mobiles avec capteurs (AMC) – MT_281	Obligatoire		
TP & Projet	Obligatoire		32p.*
Optoélectronique (OPE) MT_282	Obligatoire		32p.*
TP & Projet	Obligatoire		
Systèmes numériques 2 (SNU2) MT_283	Obligatoire		32p.*
TP & Projet	Obligatoire		32p.*

*Indications en périodes d'enseignement de 45 min.

Répartition horaire : Enseignement : 96 heures

Travail autonome :	84	heures	
Total :	180	heures	équivalent à 6 ECTS

4. Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le « Règlement d'études ».

Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

MT_281 – AMC = 25%

MT_282 – OPE = 25%

MT_283 – SNU2 = 50%

Ce module est non remédiable.

En cas de contestation du résultat d'une évaluation, celle-ci devra être faite directement auprès du professeur concerné, au plus tard 2 semaines après le rendu de l'évaluation (hors vacances).

5. Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le « Règlement d'études ».

Détail des pré-requis : Avoir suivi MT_11 Mathématiques et informatique

Avoir validé MT_13 Conception électrique

Unité de cours : MT_281 – Applications mobiles avec capteurs (AMC)

Objectifs

Ce cours vise à initier le-la futur-e ingénieur-e au développement rapide d'applications logicielles pouvant interagir avec des capteurs (caméra, accéléromètre, microphone, ...). Les applications seront développées avec Python et Kivy et testées sur un appareil mobile (smartphone ou tablette). Kivy est une bibliothèque libre et open source pour Python. Elle permet de développer en peu de temps des applications multiplateformes fonctionnant sous Windows, OS X, Linux, Android et iOS.

A la fin de ce cours, l'étudiant sera capable de :

- utiliser les concepts de la programmation orientée objet pour assurer une bonne conception de ses programmes.
- développer rapidement de petites applications avec Python et la librairie Kivy intégrant une interface graphique, le contrôle d'un ou plusieurs capteurs et la gestion de données.
- acquérir les bases nécessaires pour continuer de manière autonome son apprentissage en développement d'applications logicielles.

Contenus

- les outils de développement : PyCharm, Kivy Launcher.
- la création d'interfaces graphiques (widgets, mise en page, langage KV, ...).
- la programmation événementielle.
- le contrôle des capteurs d'un téléphone portable ou d'une tablette (caméra, accéléromètre, microphone, ...).
- la gestion de données (lecture, sauvegarde, transmission, ...).
- la réalisation d'un mini-projet.

Répartition horaire

Enseignement :	<input type="text" value="24"/>	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	<input type="text" value="21"/>	heures	
Total :	<input type="text" value="45"/>	heures	de travail pour ce cours

Forme d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu avec :
- Test théorique en ligne
 - Mini-projet

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références & Bibliographie

- Polycopié du cours
- Site officiel de la librairie Kivy: <https://kivy.org/#home>.
- Kivy Blueprints, Mark Vasilkov, Packt Publishing, 2015
- Kivy Cookbook, Hugo Solis, Packt Publishing, 2015
- Kivy: Interactive Applications in Python, Roberto Ulloa, Packt Publishing, 2013

Responsable de l'enseignement

Mme Valérie Duay (valerie.duay@hesge.ch)

Unité de cours : MT_282 – Option Optoélectronique (OPE)

Objectifs

Ce cours vise à initier le futur ingénieur aux principes de fonctionnement et aux caractéristiques des composants optiques et opto-électroniques couramment utilisés dans les systèmes microtechniques, afin d'être capable de les sélectionner en fonction de l'application envisagée.

A la fin de ce cours, l'étudiant sera capable de :

- comprendre les notions de base d'optique utilisées en opto-électronique ;
- connaître les caractéristiques principales des composants optiques et optoélectroniques utilisés en microtechnique ;
- savoir les sélectionner en fonction de l'application envisagée ;
- comprendre le fonctionnement de différents microsystèmes optiques.

Contenus

Introduction :

- qu'est-ce que la photonique ;
- aspects ondulatoire et corpusculaire de la lumière ;
- radiométrie et photométrie ;
- interaction lumière-matière (phénomènes d'émission et d'absorption,...).

Les sources de lumières :

- caractéristiques: intensité, spectre, cohérence,... ;
- mécanismes d'émission des sources ;
- sources thermiques, diodes électroluminescentes LED, laser à semi-conducteur.

Les photodétecteurs :

- caractéristiques: sensibilité, temps de réponse, signal-sur-bruit, ... ;
- photorésistances, photodiodes, capteurs d'images CCD et CMOS.

Les matériaux optiques :

- propriétés optiques: indice de réfraction, dispersion, atténuation, etc. ;
- les verres, cristaux, céramiques ;
- les polymères (PMMA, polyméthacrylate de méthyle).

Les microsystèmes optiques :

- exemples de microsystèmes optiques: lecteur CD-DVD, souris optique ;
- les MEMS optiques ou MOEMS ;

Répartition horaire

Enseignement :	<input type="text" value="24"/>	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	<input type="text" value="21"/>	heures	
Total :	<input type="text" value="45"/>	heures	de travail pour ce cours

Forme d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu avec :
- Evaluations écrites.

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références & Bibliographie

- Optique, E. Hecht, Pearson Education France, 2005
- Fundamentals of Photonics, B.E.A. Saleh, M.C. Teich, J. Wiley & Sons, 2007
- Optoelectronics and Photonics: principles and Practices, S. O. Kasap, Pearson Education, 2001.

Responsable de l'enseignement

M. Stéphane Bourquin (stephane.bourquin@hesge.ch)

Unité de cours : MT_283 – Systèmes numériques 2 (SNU2)

Objectifs

L'objectif de ce cours est de mettre en application les notions théoriques étudiées lors de l'enseignement SNU1. Il est principalement dédié à l'étude des périphériques qu'un microcontrôleur peut adresser par le biais de différents types de communication série (SPI, I2C, UART, ...).

Contenus

Étude d'interfaces programmables de base :

- port parallèle ;
- convertisseur A/D ;
- timer ;
- PWM ;
- interfaces série asynchrone et synchrone (SPI, I2C, CAN, UART).

Programmation des interfaces, interruptions ;
Exemples d'applications.

Répartition horaire

Enseignement :	48	heures	(64 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	42	heures	
Total :	90	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- ☒ Contrôle continu : évaluations écrites, présentations orales et/ou rapports écrits.

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Référence & Bibliographie

- «Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface». David A. Patterson, John L. Hennessy. Morgan Kaufmann.
- LPC176x/5x User manual Rev 3.1 – 2 April 2014 NXP Semiconductors
- Cortex™-M3 Revision: r1p1 Technical Reference Manual
- LE BUS I2C. De la théorie à la pratique, Dominique Paret, Dunod, 01/11/1994

Responsable de l'enseignement

M. Hervé Eusèbe (hervé.eusèbe@hesge.ch)

Descriptif de module : MT_29 Option ingénieur de recherche

Filière : Microtechniques, degré 2

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées d'année en année mais restent inchangées durant l'année académique en cours.

1. Module : MT_29 Option ingénieur de recherche (6 ECTS)	2019-2020
--	-----------

Type de formation : de Bachelor Master

Type de module : Obligatoire A choix Additionnel

Niveau du module : Basic level course Intermediate level course
 Advanced level course Specialized level course

Langue : Français | Semestre de référence : S3/S4 | Responsable du module : **Stéphane Bourquin**

2. Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- développer rapidement des petites applications logicielles intégrant une interface graphique, le contrôle d'un ou plusieurs capteurs et la gestion de données ;
- connaître les caractéristiques principales des composants optiques et optoélectroniques utilisés en microtechnique et savoir les sélectionner en fonction de l'application envisagée ;
- comprendre les notions de base de la radioprotection opérationnelle.

3. Unités de cours

Unité de cours (UC)	Caractère	Sem. Automne	Sem. Printemps
Applications mobiles avec capteurs (AMC) – MT_291	Obligatoire		
TP & Projet	Obligatoire		32p.*
Optoélectronique (OPE) MT_292	Obligatoire		32p.*
TP & Projet	Obligatoire		
Option Radioprotection opérationnelle (REC) MT_293	Obligatoire		32p.*
TP & Projet	Obligatoire		
Bio-ingénierie 1	Obligatoire		32p.*

(BIO1) MT_294			
TP & Projet	Obligatoire		

**Indications en périodes d'enseignement de 45 min.*

Répartition horaire :	Enseignement :	96	heures	
	Travail autonome :	84	heures	
	Total :	180	heures	équivalent à 6 ECTS

4. Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le « Règlement d'études ».

Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

MT_291 – AMC = 25%

MT_292 – OPE = 25%

MT_293 – REC = 25%

MT_294 – BIO1 = 25%

Ce module est non remédiable.

En cas de contestation du résultat d'une évaluation, celle-ci devra être faite directement auprès du professeur concerné, au plus tard 2 semaines après le rendu de l'évaluation (hors vacances).

5. Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le « Règlement d'études ».

Détail des pré-requis : Avoir suivi MT_11 Mathématiques et informatique

Avoir validé MT_13 Conception électrique

Unité de cours : MT_291 – Applications mobiles avec capteurs (AMC)

Objectifs

Ce cours vise à initier le-la futur-e ingénieur-e au développement rapide d'applications logicielles pouvant interagir avec des capteurs (caméra, accéléromètre, microphone, ...). Les applications seront développées avec Python et Kivy et testées sur un appareil mobile (smartphone ou tablette). Kivy est une bibliothèque libre et open source pour Python. Elle permet de développer en peu de temps des applications multiplateformes fonctionnant sous Windows, OS X, Linux, Android et iOS.

A la fin de ce cours, l'étudiant sera capable de :

- utiliser les concepts de la programmation orientée objet pour assurer une bonne conception de ses programmes.
- développer rapidement de petites applications avec Python et la librairie Kivy intégrant une interface graphique, le contrôle d'un ou plusieurs capteurs et la gestion de données.
- acquérir les bases nécessaires pour continuer de manière autonome son apprentissage en développement d'applications logicielles.

Contenus

- les outils de développement : PyCharm, Kivy Launcher.
- la création d'interfaces graphiques (widgets, mise en page, langage KV, ...).
- la programmation événementielle.
- le contrôle des capteurs d'un téléphone portable ou d'une tablette (caméra, accéléromètre, microphone, ...).
- la gestion de données (lecture, sauvegarde, transmission, ...).
- la réalisation d'un mini-projet.

Répartition horaire

Enseignement :	<input type="text" value="24"/>	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	<input type="text" value="21"/>	heures	
Total :	<input type="text" value="45"/>	heures	de travail pour ce cours

Forme d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu avec :
- Evaluation écrite
 - Mini-projet

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références & Bibliographie

- Polycopié du cours
- Site officiel de la librairie Kivy: <https://kivy.org/#home>.
- Kivy Blueprints, Mark Vasilkov, Packt Publishing, 2015
- Kivy Cookbook, Hugo Solis, Packt Publishing, 2015
- Kivy: Interactive Applications in Python, Roberto Ulloa, Packt Publishing, 2013

Responsable de l'enseignement

Mme Valérie Duay (valerie.duay@hesge.ch)

Unité de cours : MT_292 – Option Optoélectronique (OPE)

Objectifs

Ce cours vise à initier le futur ingénieur aux principes de fonctionnement et aux caractéristiques des composants optiques et opto-électroniques couramment utilisés dans les systèmes microtechniques, afin d'être capable de les sélectionner en fonction de l'application envisagée.

A la fin de ce cours, l'étudiant sera capable de :

- comprendre les notions de base d'optique utilisées en opto-électronique ;
- connaître les caractéristiques principales des composants optiques et optoélectroniques utilisés en microtechnique ;
- savoir les sélectionner en fonction de l'application envisagée ;
- comprendre le fonctionnement de différents microsystèmes optiques.

Contenus

Introduction :

- qu'est-ce que la photonique ;
- aspects ondulatoire et corpusculaire de la lumière ;
- radiométrie et photométrie ;
- interaction lumière-matière (phénomènes d'émission et d'absorption,...).

Les sources de lumières :

- caractéristiques: intensité, spectre, cohérence,... ;
- mécanismes d'émission des sources ;
- sources thermiques, diodes électroluminescentes LED, laser à semi-conducteur.

Les photodétecteurs :

- caractéristiques: sensibilité, temps de réponse, signal-sur-bruit, ... ;
- photorésistances, photodiodes, capteurs d'images CCD et CMOS.

Les matériaux optiques :

- propriétés optiques: indice de réfraction, dispersion, atténuation, etc. ;
- les verres, cristaux, céramiques ;
- les polymères (PMMA, polyméthacrylate de méthyle).

Les microsystèmes optiques :

- exemples de microsystèmes optiques: lecteur CD-DVD, souris optique ;
- les MEMS optiques ou MOEMS ;

Répartition horaire

Enseignement : heures (32 périodes de 45 minutes)

Travail autonome : heures

Total : heures de travail pour ce cours

Forme d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu avec :
- Evaluations écrites.

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références & Bibliographie

- Optique, E. Hecht, Pearson Education France, 2005
- Fundamentals of Photonics, B.E.A. Saleh, M.C. Teich, J. Wiley & Sons, 2007
- Optoelectronics and Photonics: principles and Practices, S. O. Kasap, Pearson Education, 2001.

Responsable de l'enseignement

M. Stéphane Bourquin (stephane.bourquin@hesge.ch)

Unité de cours : MT_293 – Option Radioprotection opérationnelle (REC)

Objectifs

Donner aux étudiants des compétences en radioprotection opérationnelle.
Comprendre le principe d'optimisation de la radioprotection (ALARA) et savoir le mettre en oeuvre.
Ce cours n'est pas destiné aux seuls spécialistes et peut être suivi par tous les étudiants intéressés par la radioprotection.

Contenus

Eléments de physique nucléaire :

- notions fondamentales de radioactivité ;
- désintégrations de type β^- , β^+ , α . Capture électronique, émission γ , conversion interne ;
- interaction des rayonnements avec la matière.

Action biologique des radiations.

Radioprotection opérationnelle :

- quantification du risque en radioprotection, notion de dose équivalente, notion de détriment ;
- principes de radioprotection ;
- grandeurs fondamentales ;
- grandeurs dosimétriques opérationnelles ;
- grandeurs d'appréciation, limites secondaires et valeurs directrices ;
- dosimétrie.

Loi sur la radioprotection (LRaP).

Ordonnance sur la radioprotection (ORaP).

Ordonnance sur l'utilisation des sources radioactives non scellées.

Ordonnance sur la dosimétrie individuelle.

Transport de sources radioactives.

Répartition horaire

Enseignement :	<input type="text" value="24"/>	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	<input type="text" value="21"/>	heures	
Total :	<input type="text" value="45"/>	heures	de travail pour ce cours

Forme d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu : évaluations écrites, présentations orales et/ou rapports écrits.

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références & Bibliographie

- Polycopié "La radioprotection" de G. Triscone
- Loi sur la radioprotection (LRaP)
- Ordonnance sur la radioprotection (ORaP)
- Ordonnance sur la dosimétrie individuelle
- Ordonnance sur l'utilisation des sources radioactives non scellées
- Abrégé de biophysique des radiations, Guelfo G. Poretti, Presses polytechniques romandes, EPFL, CH-1015 Lausanne, 1988.

Responsable de l'enseignement

M. Gilles Triscone (gilles.triscone@hesge.ch)

Unités de cours : MT_294 – Bio-ingénierie 1 (BIO1)

Objectifs

Apprendre quelques bases sur la structure et la fonction du vivant.
Apprendre quelques principes d'organisation du vivant au niveau moléculaire, cellulaire et de l'individu.
Se sensibiliser et familiariser avec l'interaction entre les matériaux et la matière vivante.

Contenus

A partir d'exemples d'interfaces implants-tissus biologiques (i.e pacemaker cardiaque et cérébral) :

Introduction aux différents milieux biologiques, et aux exigences d'utilisations des matériaux dans ces milieux : tests de toxicité et de biocompatibilité.
Aperçus des instruments utilisés en médecine et en biologie (les technologies appliquées dans l'exploration du monde vivant).
Introduction à l'ingénierie tissulaire et génétique.
Les réactions tissulaires à l'implantation de prothèses, le rôle du système immunitaire.
L'utilisation des biomatériaux dans la fabrication d'interface bio-électroniques.
Les biofilms : Biofilms. Biofouling. Surfaces de matériaux et stérilité.

Répartition horaire

Enseignement :	<input type="text" value="24"/>	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	<input type="text" value="21"/>	heures	
Total :	<input type="text" value="45"/>	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu : évaluations écrites, présentations orales et/ou rapports écrits.

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

La note MT_294 est acquise à la fin du 2^{ème} semestre de deuxième année.

Référence & Bibliographie

- Engineering tissues for in vitro applications S.R. Kethani, Current Opinion in Biotechnology 2006, 17:524–531.

Responsable de l'enseignement

M. Luc Stoppini (luc.stoppini@hesge.ch)

M. Adrien Roux (adrien.roux@hesge.ch)

Descriptif de module : MT_29 Option ingénieur de recherche

Filière : Microtechniques, degré 2

La description de ce module définit les conditions cadres du déroulement de l'enseignement des cours le constituant. Ces conditions peuvent être modifiées ou renouvelées d'année en année mais restent inchangées durant l'année académique en cours.

6. Module : MT_29 Option ingénieur de recherche (6 ECTS)	2019-2020
--	-----------

Type de formation : de Bachelor Master

Type de module : Obligatoire A choix Additionnel

Niveau du module : Basic level course Intermediate level course
 Advanced level course Specialized level course

Langue : Français | Semestre de référence : S3/S4 | Responsable du module : **Stéphane Bourquin**

7. Objectifs d'apprentissage

À la fin du module, l'étudiant-e sera capable de :

- développer rapidement des petites applications logicielles intégrant une interface graphique, le contrôle d'un ou plusieurs capteurs et la gestion de données ;
- connaître les caractéristiques principales des composants optiques et optoélectroniques utilisés en microtechnique et savoir les sélectionner en fonction de l'application envisagée ;
- comprendre les notions de base de la radioprotection opérationnelle.

8. Unités de cours

Unité de cours (UC)	Caractère	Sem. Automne	Sem. Printemps
Applications mobiles avec capteurs (AMC) – MT_291	Obligatoire		
TP & Projet	Obligatoire		32p.*
Optoélectronique (OPE) MT_292	Obligatoire		32p.*
TP & Projet	Obligatoire		
Option Radioprotection opérationnelle (REC) MT_293	Obligatoire		32p.*
TP & Projet	Obligatoire		
Bio-ingénierie 1	Obligatoire		32p.*

(BIO1) MT_294			
TP & Projet	Obligatoire		

**Indications en périodes d'enseignement de 45 min.*

Répartition horaire :	Enseignement :	96	heures	
	Travail autonome :	84	heures	
	Total :	180	heures	équivalent à 6 ECTS

9. Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le « Règlement d'études ».

Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

MT_291 – AMC = 25%

MT_292 – OPE = 25%

MT_293 – REC = 25%

MT_294 – BIO1 = 25%

Ce module est non remédiable.

En cas de contestation du résultat d'une évaluation, celle-ci devra être faite directement auprès du professeur concerné, au plus tard 2 semaines après le rendu de l'évaluation (hors vacances).

10. Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le « Règlement d'études ».

Détail des pré-requis : Avoir suivi MT_11 Mathématiques et informatique

Avoir validé MT_13 Conception électrique

Unité de cours : MT_291 – Applications mobiles avec capteurs (AMC)

Objectifs

Ce cours vise à initier le-la futur-e ingénieur-e au développement rapide d'applications logicielles pouvant interagir avec des capteurs (caméra, accéléromètre, microphone, ...). Les applications seront développées avec Python et Kivy et testées sur un appareil mobile (smartphone ou tablette). Kivy est une bibliothèque libre et open source pour Python. Elle permet de développer en peu de temps des applications multiplateformes fonctionnant sous Windows, OS X, Linux, Android et iOS.

A la fin de ce cours, l'étudiant sera capable de :

- utiliser les concepts de la programmation orientée objet pour assurer une bonne conception de ses programmes.
- développer rapidement de petites applications avec Python et la librairie Kivy intégrant une interface graphique, le contrôle d'un ou plusieurs capteurs et la gestion de données.
- acquérir les bases nécessaires pour continuer de manière autonome son apprentissage en développement d'applications logicielles.

Contenus

- les outils de développement : PyCharm, Kivy Launcher.
- la création d'interfaces graphiques (widgets, mise en page, langage KV, ...).
- la programmation événementielle.
- le contrôle des capteurs d'un téléphone portable ou d'une tablette (caméra, accéléromètre, microphone, ...).
- la gestion de données (lecture, sauvegarde, transmission, ...).
- la réalisation d'un mini-projet.

Répartition horaire

Enseignement :	<input type="text" value="24"/>	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	<input type="text" value="21"/>	heures	
Total :	<input type="text" value="45"/>	heures	de travail pour ce cours

Forme d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu avec :
- Evaluation écrite
 - Mini-projet

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références & Bibliographie

- Polycopié du cours
- Site officiel de la librairie Kivy: <https://kivy.org/#home>.
- Kivy Blueprints, Mark Vasilkov, Packt Publishing, 2015
- Kivy Cookbook, Hugo Solis, Packt Publishing, 2015
- Kivy: Interactive Applications in Python, Roberto Ulloa, Packt Publishing, 2013

Responsable de l'enseignement

Mme Valérie Duay (valerie.duay@hesge.ch)

Unité de cours : MT_292 – Option Optoélectronique (OPE)

Objectifs

Ce cours vise à initier le futur ingénieur aux principes de fonctionnement et aux caractéristiques des composants optiques et opto-électroniques couramment utilisés dans les systèmes microtechniques, afin d'être capable de les sélectionner en fonction de l'application envisagée.

A la fin de ce cours, l'étudiant sera capable de :

- comprendre les notions de base d'optique utilisées en opto-électronique ;
- connaître les caractéristiques principales des composants optiques et optoélectroniques utilisés en microtechnique ;
- savoir les sélectionner en fonction de l'application envisagée ;
- comprendre le fonctionnement de différents microsystèmes optiques.

Contenus

Introduction :

- qu'est-ce que la photonique ;
- aspects ondulatoire et corpusculaire de la lumière ;
- radiométrie et photométrie ;
- interaction lumière-matière (phénomènes d'émission et d'absorption,...).

Les sources de lumières :

- caractéristiques: intensité, spectre, cohérence,... ;
- mécanismes d'émission des sources ;
- sources thermiques, diodes électroluminescentes LED, laser à semi-conducteur.

Les photodétecteurs :

- caractéristiques: sensibilité, temps de réponse, signal-sur-bruit, ... ;
- photorésistances, photodiodes, capteurs d'images CCD et CMOS.

Les matériaux optiques :

- propriétés optiques: indice de réfraction, dispersion, atténuation, etc. ;
- les verres, cristaux, céramiques ;
- les polymères (PMMA, polyméthacrylate de méthyle).

Les microsystèmes optiques :

- exemples de microsystèmes optiques: lecteur CD-DVD, souris optique ;
- les MEMS optiques ou MOEMS ;

Répartition horaire

Enseignement : heures (32 périodes de 45 minutes)

Travail autonome : heures

Total : heures de travail pour ce cours

Forme d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu avec :
- Evaluations écrites.

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références & Bibliographie

- Optique, E. Hecht, Pearson Education France, 2005
- Fundamentals of Photonics, B.E.A. Saleh, M.C. Teich, J. Wiley & Sons, 2007
- Optoelectronics and Photonics: principles and Practices, S. O. Kasap, Pearson Education, 2001.

Responsable de l'enseignement

M. Stéphane Bourquin (stephane.bourquin@hesge.ch)

Unité de cours : MT_293 – Option Radioprotection opérationnelle (REC)

Objectifs

Donner aux étudiants des compétences en radioprotection opérationnelle.
Comprendre le principe d'optimisation de la radioprotection (ALARA) et savoir le mettre en oeuvre.
Ce cours n'est pas destiné aux seuls spécialistes et peut être suivi par tous les étudiants intéressés par la radioprotection.

Contenus

Eléments de physique nucléaire :

- notions fondamentales de radioactivité ;
- désintégrations de type β^- , β^+ , α . Capture électronique, émission γ , conversion interne ;
- interaction des rayonnements avec la matière.

Action biologique des radiations.

Radioprotection opérationnelle :

- quantification du risque en radioprotection, notion de dose équivalente, notion de détriment ;
- principes de radioprotection ;
- grandeurs fondamentales ;
- grandeurs dosimétriques opérationnelles ;
- grandeurs d'appréciation, limites secondaires et valeurs directrices ;
- dosimétrie.

Loi sur la radioprotection (LRaP).

Ordonnance sur la radioprotection (ORaP).

Ordonnance sur l'utilisation des sources radioactives non scellées.

Ordonnance sur la dosimétrie individuelle.

Transport de sources radioactives.

Répartition horaire

Enseignement :	<input type="text" value="24"/>	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	<input type="text" value="21"/>	heures	
Total :	<input type="text" value="45"/>	heures	de travail pour ce cours

Forme d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu : évaluations écrites, présentations orales et/ou rapports écrits.

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

Références & Bibliographie

- Polycopié "La radioprotection" de G. Triscone
- Loi sur la radioprotection (LRaP)
- Ordonnance sur la radioprotection (ORaP)
- Ordonnance sur la dosimétrie individuelle
- Ordonnance sur l'utilisation des sources radioactives non scellées
- Abrégé de biophysique des radiations, Guelfo G. Poretti, Presses polytechniques romandes, EPFL, CH-1015 Lausanne, 1988.

Responsable de l'enseignement

M. Gilles Triscone (gilles.triscone@hesge.ch)

Unités de cours : MT_294 – Bio-ingénierie 1 (BIO1)

Objectifs

Apprendre quelques bases sur la structure et la fonction du vivant.
Apprendre quelques principes d'organisation du vivant au niveau moléculaire, cellulaire et de l'individu.
Se sensibiliser et familiariser avec l'interaction entre les matériaux et la matière vivante.

Contenus

A partir d'exemples d'interfaces implants-tissus biologiques (i.e pacemaker cardiaque et cérébral) :

Introduction aux différents milieux biologiques, et aux exigences d'utilisations des matériaux dans ces milieux : tests de toxicité et de biocompatibilité.
Aperçus des instruments utilisés en médecine et en biologie (les technologies appliquées dans l'exploration du monde vivant).
Introduction à l'ingénierie tissulaire et génétique.
Les réactions tissulaires à l'implantation de prothèses, le rôle du système immunitaire.
L'utilisation des biomatériaux dans la fabrication d'interface bio-électroniques.
Les biofilms : Biofilms. Biofouling. Surfaces de matériaux et stérilité.

Répartition horaire

Enseignement :	<input type="text" value="24"/>	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	<input type="text" value="21"/>	heures	
Total :	<input type="text" value="45"/>	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

- Ex cathedra (amphi) Frontal participatif Atelier / Laboratoire / Séminaire

Modalités d'évaluation

- Contrôle continu : évaluations écrites, présentations orales et/ou rapports écrits.

La note de l'unité d'enseignement est calculée en faisant une moyenne pondérée des diverses notes obtenues pendant le semestre. Les dates et les pondérations sont transmises au début du cours.

La note MT_294 est acquise à la fin du 2^{ème} semestre de deuxième année.

Référence & Bibliographie

- Engineering tissues for in vitro applications S.R. Kethani, Current Opinion in Biotechnology 2006, 17:524–531.

Responsable de l'enseignement

M. Luc Stoppini (luc.stoppini@hesge.ch)

M. Adrien Roux (adrien.roux@hesge.ch)