Descriptif de module : IT_20 – Séminaires, options et projets 2

Filière : **Ingénierie des technologies de l'information**

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 : IT_20 - Séminaires, options et projets 2 (4 ECTS) 2019-2020

Type de formation : ☒ 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 **: S4** | Responsable du module : **M. Fabien Vannel**

2. Objectifs d'apprentissage

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

- Proposer un projet tenant compte de contraintes imposées
- Traiter un projet de complexité moyenne
- Opérer et défendre ses choix
- Démontrer son aptitude à gérer le temps
- Mettre en évidence ses compétences par la présentation orale et par les réponses aux questions des professeurs
- Développer les compétences dans le domaine du travail en équipe et de la gestion de projet

3. Unités de cours

Unité de cours (UC)	Caractère	Sem. Automne	Sem. Printemps
Université d'été 2 (UNI2) IT_201	Obligatoire		45p

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

Répartition horaire : Enseignement : 34 heures (taux d'encadrement de 53%)

Travail autonome : 30 heures

Total : 64 heures équivalent à 4 ECTS

4. Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le « Règlement d'études ».
Ce module peut faire l'objet d'une remédiation
Coefficients de calcul de la note déterminante du module:

IT_201 _ UNI2 = 100%

5. Prérequis

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

Voir le tableau des « Dépendances inter-modules », pour la filière Ingénierie des technologies de l'information

Détail des pré-requis :

- Conditions d'admission HES

Unité de cours : IT_201 – Université d'été 2 (UNI 2) 2019-2020

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de:

- Proposer un projet tenant compte de contraintes imposées
- Trouver par lui-même les informations permettant de résoudre un problème
- Acquérir les connaissances complémentaires pour résoudre le problème
- Travailler en groupe et gérer le temps
- Présenter son travail

Contenus

Le contenu de ce cours est spécifique à chaque orientation.
Il peut être est changé chaque année en fonction d'intervenants par exemple.
Travail par groupe, puis réalisation d'une application de démonstration.

Répartition horaire

Enseignement :	34	heures	(45 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	30	heures	
Total :	64	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

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

Modalités d'évaluation

☒ Contrôle continu (présentation orale)

La note de l'unité d'enseignement est calculée en tenant compte du travail effectué en groupe et d'une présentation orale.

Références bibliographiques

- Variables selon les thèmes traités

Descriptif de module : IT_21 – Humanités 2

Filière : **Ingénierie des technologies de l'information**

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 : IT_21 – Humanités 2 (4 ECTS) 2019-2020

Type de formation : ☒ 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 : **M. Thomas Perrot**

2. Objectifs d'apprentissage

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

- Maîtriser les principaux concepts et tendances de l'économie du numérique et mener une recherche documentée sur un marché du numérique
- Appréhender les manières complexes dont les technologies numériques s'insèrent dans les rapports sociaux (classes, genre et sexualité, âges et générations, race, maladie et handicap)
- Mieux maîtriser les outils de collecte, de gestion et de présentation de l'information
- Mieux maîtriser les techniques de présentation orale avec diaporama et de présentation vidéo
- Choisir et appliquer un processus de développement de projet adéquat
- Comprendre les bases d'une planification de projet
- Comprendre les aspects de base pour le suivi et le pilotage d'un projet
- Comprendre les avantages et les limites des différents modèles de développement de projets logiciels

3. Unités de cours

Unité de cours (UC)	Caractère	Sem. Automne	Sem. Printemps
Technologies de l'information et société 1 (TIS1) IT_211	Obligatoire	16p	
Technologies de l'information et société 2 (TIS2) IT_212	Obligatoire		16p
Gestion de projets 1 (GPR1) IT_213	Obligatoire	16p	
Gestion de projets 2 (GPR2) IT_214	Obligatoire		16p

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

Répartition horaire : Enseignement : 48 heures (taux d'encadrement de 25%)

Travail autonome : 144 heures

Total : 192 heures équivalent à 4 ECTS

4. Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le « Règlement d'études ».
Ce cours peut faire l'objet d'une remédiation.
Coefficients de calcul de la note déterminante du module:

IT_211 - TIS1	=	25%
IT_212 – TIS2	=	25%
IT_213 – GPR1	=	25%
IT_214 – GPR2	=	25%

5. Prérequis

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

Voir le tableau des « Dépendances inter-modules », pour la filière Ingénierie des technologies de l'information

Détail des pré-requis :

- Conditions d'admission HES

Unité de cours : IT_211-212 -Technologies de l'information et société 1&2 (TIS1-2) 2019-2020

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de:

- Maîtriser les principaux concepts et tendances de l'économie du numérique et mener une recherche documentée sur un marché du numérique
- Appréhender les manières complexes dont les technologies numériques s'insèrent dans les rapports sociaux (classes, genre et sexualité, âges et générations, race, maladie et handicap)
- Mieux maîtriser les outils de collecte, de gestion et de présentation de l'information
- Mieux maîtriser les techniques de présentation orale avec diaporama et de présentation vidéo

Contenus

Ce cours est conçu en deux parties. La première (1er semestre) consiste en une découverte des principaux concepts et tendances de l'économie contemporaine du numérique. Les étudiant.e.s exploreront notamment ces derniers en choisissant un marché du numérique qui les intéresse et en en faisant l'analyse. Le partage des résultats de ce travail se fera sous la forme d'une présentation orale avec diaporama. Le seconde partie (2ème semestre) est conçue comme une introduction aux manières complexes dont les technologies numériques s'insèrent dans les rapports sociaux (classes, genre et sexualité, âges et générations, race, maladie et handicap). Ici, les étudiant.e.s produiront un travail documenté sur une des dimensions qui les intéresse et présenteront leurs résultats sous la forme d'une vidéo de quelques minutes.

Répartition horaire

Enseignement :	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	72	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 (présentation orale et/ou travaux 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 indicatives

- BIHR, Alain, 2012. *Les rapports sociaux de classes*, Lausanne : Editions Page deux.
- BIHR, Alain et PFEFFERKORN, Roland, 2014. *Dictionnaire des inégalités*. Paris : Armand Colin.
- CARDON, Dominique, 2019. Chapitre 5 : L'économie des plateformes. In *Culture numérique*, Paris : Presses de SciencePo, p. 291-350.
- DORLIN, Elsa, 2009. *Sexe, race et classe. Pour une épistémologie de la domination*, Paris : Presses universitaires de France.
- CURIEN, Nicolas, 2005. *Économie des réseaux*. Paris : La Découverte.
- ÉLIE, François, 2009. *Économie du logiciel libre*. Paris : Eyrolles.
- FASSA, Farinaz, LEPINARD, Eléonore et ROCA i ESCODA, Marta, 2016. *L'intersectionnalité : enjeux théoriques et politiques*, Paris : La Dispute.
- GUIBERT, Gérôme, REBILLARD, Franck et ROCHELANDET, Fabrice, 2016. *Médias, culture et numérique : approches socioéconomique*s. Paris : Armand Colin.
- HORN, François, 2004. *L'économie des logiciels*. Paris : La Découverte.
- MAUGER, Gérard, 2015. *Âges et générations*, Paris : La Découverte.
- MUSSO, Pierre, 2008. *Les télécommunications*. Paris : La Découverte.
- PFEFFERKORN, Roland, 2012. *Genre et rapports sociaux de sexe*, Lausanne: Editions Page deux.
- SRNICEK, Nick, 2018. *Capitalisme de plateforme. L'hégémonie de l'économie numérique.* Montréal : Lux.
- ZUBOFF, Shoshana, 2019. *The Age of Surveillance Capitalism.* Londres : Profile Books.

Unité de cours : IT_213-214 – Gestion de projet (GPR 1&2) 2019-2020

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de:

- Choisir et appliquer un processus de développement de projet adéquat
- Comprendre les bases d'une planification de projet
- Comprendre les aspects de base pour le suivi et le pilotage d'un projet
- Comprendre les avantages et les limites des différents modèles de développement de projets logiciels

Contenus

- Cycle de vie logiciel
- Processus de développement prédictifs
- Processus de développement itératifs
- Processus de développement Agiles
- Bases de la planification de projet
- Bases du suivi et pilotage de projet

Répartition horaire

Enseignement :	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	72	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 (présentations orales)

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

Références bibliographiques

- Variables selon les thèmes traités

Descriptif de module : IT_22 –Mathématiques & sciences de l'ingénieur-e 2

Filière : **Ingénierie des technologies de l'information**

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 : IT_22 – Mathématiques & sciences de l'ingénieur-e 2 (10 ECTS) 2019-2020

Type de formation :	☒ 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 : **M. Orestis Malaspinas**

2. Objectifs d'apprentissage

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

- Connaître et savoir mettre en œuvre des notions de base de calcul différentiel et intégral, de techniques d'optimisation, de séries de Fourier et de probabilités discrètes ;

L'étudiant-e en orientation logiciel et systèmes complexes sera en outre capable de :

- Connaître plusieurs sujets de mathématiques discrètes utiles dans le domaine des technologies de l'information et de la communication et savoir les intégrer dans une application ;

L'étudiant-e en orientation informatique matérielle ou en orientation communication, réseaux et multimédia sera en outre capable de :

- Connaître les circuits RC, RL, LC et RLC série et parallèle et leur utilisation en théorie du filtrage ;
- Comprendre des solutions de l'équation des ondes et leur utilisation pour la transmission de l'information digitale

3. Unités de cours

Unité de cours (UC)	**Caractère**	**Sem. Automne**	**Sem. Printemps**
Mathématiques en technologies de l'information 3 (MTI3) – IT_221	Obligatoire	48p	
Mathématiques en technologies de l'information 4 (MTI4) – IT_222	Obligatoire		48p
Sciences de l'ingénieur 1 (SCI1) – IT_223	Obligatoire	32p	
Sciences de l'ingénieur 2 (SCI2) – IT_224	Obligatoire		48p
Sciences orientation logiciels 1 (SCL1) IT_225	Obligatoire	32p	
Sciences orientation logiciels 2 (SCL2) IT_226	Obligatoire		48p

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

Répartition horaire :	Enseignement :	192	heures	(taux d'encadrement de 44%)
	Travail autonome :	108	heures	
	Total :	300	heures	équivalent à 10 ECTS

4. Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le « Règlement d'études ».
Ce cours peut faire l'objet d'une remédiation.
Coefficients de calcul de la note déterminante du module:

IT_221 – MTI3	=	30%
IT_222 – MTI4	=	30%
IT_223 – SCI1	=	20%
IT_224 – SCI2	=	20%
IT_225 – SCL1	=	20%
IT_226 – SCL2	=	20%

5. Prérequis

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

Voir le tableau des « Dépendances inter-modules », pour la filière Ingénierie des technologies de l'information

Détail des pré-requis :

- Avoir suivi ou avoir une équivalence pour le module IT_12 "Mathématiques et sciences de l'ingénieur-e 1"

Unité de cours : IT_221-222 – Maths en technologies de l'information 2 (MTI 3-4) 2019-2020

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Trouver des primitives simples (méthodes : directe, par substitution et par partie)
- Savoir résoudre les équations différentielles à coefficients constants d'ordre un et deux, notamment celles associées aux composants électroniques des ordinateurs (circuits résistifs, capacitifs et inductifs);
- Savoir développer des fonctions périodiques en séries de Fourier;
- Connaître les fondamentaux des probabilités discrètes et introduction aux variables aléatoires.

Contenus

- Calcul intégral
- Optimisation continue
- Transformées de Fourier
- Introduction aux probabilités et statistiques

Répartition horaire

Enseignement :	72	heures	(96 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	40	heures	
Total :	112	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

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

Modalités d'évaluation

☒ Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques)

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

- H. Stöcker, « Toutes les mathématiques et les bases de l'informatique », Coll. Sciences Sup, Ed, Dunod 2002
- F.Ayres, E. Mendelson « Calcul différentiel et intégral », Série Schaum, Ed. McGraw-Hill 1999
- E.W.Swokowski, J.A. Cole, « Analyse », Ed. De Boeck 1993
- M. J. Kochenderfer, T. A. Wheeler, « Algorithms for Optimization », MIT press, 2018

Unité de cours : IT_223-224 – Sciences de l'ingénieur 1&2 (SCI 1-2) 2019-2020

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de:

- Savoir modéliser les circuits RC, RL, LC et RLC série et parallèle
- Comprendre l'utilisation des circuits RC, RL, RLC en théorie du filtrage
- Savoir évaluer la réponse fréquentielle de ces filtres
- Comprendre le modèle du câble coaxial et l'équation des télégraphistes qui lui est associée
- Savoir transformer l'équation des télégraphistes en deux équations des ondes (cas des pertes négligeables)
- Comprendre la solution stationnaire de l'équation des ondes
- Comprendre la solution dite des caractéristiques de l'équation des ondes
- Savoir utiliser les solutions stationnaires et des caractéristiques pour dimensionner un élément de transmission de l'information digitale

Contenus

- Etudes des circuits RC, RL, RLC, en régime transitoire et permanent.
- Applications à la théorie du filtrage analogique.
- Etudes de la physique des câbles coaxiaux, de l'équation des télégraphistes, des ondes et leurs applications.

Répartition horaire

Enseignement :	60	heures	(80 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	28	heures	
Total :	88	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

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

Modalités d'évaluation

☒ Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques)

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

- D. Halliday, R. Resnick et J. Walker, « Physique, Vol. 2, Electricité et Magnétisme », Ed. Dunod
- E. Hecht, « Physique », Ed. de Boeck Univ.
- M. Alonso et E.J. Finn, « Physique Générale », 2eme édition, InterEditions, Paris, 1986;
- D.C. Giancoli, « Physique Générale 2 – Electricité et Magnésisme », Ed. DeBoeck Université, 1997 ;
- E.Hecht, « Physique », DeBoeck Université, 1999;
- D. Halliday, R.Resnick et J. Walker, "Fundamentals of Physics", 7th edition, Ed. John Wiley and Sons, Inc., 2005;
- M. Purcell, "Berkeley – Cours de Physique ", Ed. Dunod, 1998;
- Feynman, Leighton et Sands, « Le Cours de Physique de Feynman », InterEditions, Paris, 1979
- C. Giancoli, « Physique Générale 3 – Ondes », Ed. DeBoeck Université, 1997;

Unité de cours : IT_225 – Sciences orientation logiciels 1-2 (SCL 1-2) 2019-2020

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de:

- Connaître plusieurs sujets de mathématiques discrètes utiles en informatique et en télécommunication ;
- Intégrer les notions apprises dans un programme informatique ou une application de télécommunications
- Savoir mieux modéliser un problème en ingénierie des technologies de l'information (en particulier dans le choix de méthodes de résolution et de structures adaptées à la représentation de problème)

Contenus

- Machines de Turing
- Graphes et arbres
- Programmation linéaire
- Méthodes d'optimisation
- Analyse de complexité des algorithmes

Répartition horaire

Enseignement :	60	heures	(80 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	40	heures	
Total :	100	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

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

Modalités d'évaluation

☒ Contrôle continu (présentation orale, travaux écrits et/ou travaux pratiques)

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

- F.Droesbeke, M. Hallin, C. Lefevre, «Les graphes par l'exemple» Ed. Ellipses 2001.
- M. Gondran, M. Minoux, « Graphes et algorithmes », 2ème éd, Ed, Eyrolles 1995
- J. Hopcroft, R. Motwani, J. Ullman, « Introduction to Automata Theory, Languages and Computation », 2nd edition. Addison-Wesley 2001
- P. Wolper, « Introduction à la calculabilité », 3ème éd, Ed. Dunod 2006

Descriptif de module : IT_23 – Programmation matérielle et mobile

Filière : **Ingénierie des technologies de l'information**

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 : IT_23 – Programmation matérielle et mobile (8 ECTS) 2019-2020

Type de formation : ☒ 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 : M. **Fabien Vannel**

2. Objectifs d'apprentissage

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

- Décrire l'architecture d'un microcontrôleur
- Connaître des notions d'assembleur ARM
- Programmer en langage C un microcontrôleur ainsi qu'utiliser certains périphériques (GPIO, TIMER)
- Concevoir un programme informatique utilisant plusieurs sources d'interruptions et des DMA
- Connaître les bases de l'optimisation logicielle appliquée au matériel
- Savoir expliquer les architectures à processeurs pipeline ainsi que le fonctionnement des mémoires caches
- Comprendre et maîtriser les méthodes de base du traitement et de l'analyse automatique d'images numériques
- Programmer des applications sur des dispositifs mobiles (smartphone, tablette) basées sur OpenCV.

3. Unités de cours

Unité de cours (UC)	Caractère	Sem. Automne	Sem. Printemps
Processeurs (PRO) – IT_231	Obligatoire	64p	
Vision numérique (VIS) – IT_232	Obligatoire		64p

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

Répartition horaire : Enseignement : 96 heures (taux d'encadrement de 40%)

Travail autonome : 144 heures

Total : 240 heures équivalent à 8 ECTS

Hes·so GENÈVE
Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale

4. Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le « Règlement d'études ».
Ce module peut faire l'objet d'une remédiation.
Coefficients de calcul de la note déterminante du module :

IT_231 – PRO	=	50%
IT_232 – VIS	=	50%

5. Prérequis

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

Voir le tableau des « Dépendances inter-modules », pour la filière Ingénierie des technologies de l'information

Détail des pré-requis :

- Avoir suivi le module architecture et technologies des ordinateurs.

Unité de cours : Processeurs (PRO) 2019-2020

Objectifs d'apprentissage
À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Décrire l'architecture d'un microcontrôleur
- Connaître des notions d'assembleur ARM
- Programmer en langage C un microcontrôleur ainsi qu'utiliser certains périphériques (GPIO, TIMER)
- Concevoir un programme informatique utilisant plusieurs sources d'interruptions
- Pouvoir programmer des transferts par DMA
- Connaître les bases de l'optimisation logicielle appliqué au matériel et disposer de notions pour programmer des systèmes embarqués en réduisant la consommation d'énergie
- Savoir expliquer les architectures à processeurs pipeline ainsi que le fonctionnement des mémoires caches

Contenus

- Architecture d'un processeur (RISC, CISC, Von Neumann, Harvard)
- Langage Assembleur ARM Cortex-M3
- Interface programmable GPIO
- Gestion du temps par TIMER
- Interruptions matérielles et exceptions
- Consommation énergétique, optimisation et programmation « green »
- Mémoires caches, pipeline et DMA

Répartition horaire

Enseignement :	48	heures	(64 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	72	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 (présentation orale et/ou travaux 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

- Documentation technique ARM (Cortex-M3)
- Documentation technique NXP (LPC1769)
- Programmation en langage d'assemblage ARM Cortex TM-M3, *MAHOUT Vincent*

Unité de cours : Vision numérique (VIS) 2019-2020

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de:

- Comprendre et maîtriser les méthodes de base du traitement et de l'analyse automatique d'images numériques.
- Appliquer ces méthodes pour résoudre des problèmes concrets en vision numérique.
- Implémenter des algorithmes de traitement d'images en Matlab (avec la toolbox "Image Processing") et sous Android (avec la librairie "OpenCV").
- Programmer des applications sur des dispositifs mobiles (smartphone, tablette) basées sur OpenCV.

Contenus

- Transformation d'intensité et filtrage spatial
- Filtrage dans le domaine fréquentiel
- Traitement d'images couleurs
- Traitement morphologique d'images
- Segmentation d'images
- Représentation et reconnaissance de formes

Répartition horaire

Enseignement :	48	heures	(64 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	72	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 (présentation orale et/ou travaux 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

- Digital Image Processing using Matlab, Gonzalez and Woods, Prentice Hall, 2004.
- Reconnaissance des formes et analyse de scènes, Murat Kunt, PPUR, 2000.
- Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library, Gary Bradski, O'Reilly Media, 2011.

Descriptif de module : IT_24 – Microcontrôleurs et électronique

Filière : **Ingénierie des technologies de l'information**

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 : IT_24 – Microcontrôleurs et électronique (10 ECTS) 2019-2020

Type de formation : ☒ 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 : M. **Fabien Vannel**

2. Objectifs d'apprentissage

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

- Analyser un système électronique analogique
- Interfacer un système électronique avec un microcontrôleur
- Proposer des solutions à base de microcontrôleurs pour des systèmes embarqués
- Programmer en langage C un microcontrôleur, les interfaces programmables associées et communiquer avec des périphériques externes

3. Unités de cours

Unité de cours (UC)	Caractère	Sem. Automne	Sem. Printemps
Electronique (NIQ) – IT_241	Obligatoire	64p	
Microcontrôleurs et périphériques (MIP) – IT_242	Obligatoire		96p

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

Répartition horaire :	Enseignement :	120	heures	(taux d'encadrement de 40%)
	Travail autonome :	180	heures	
	Total :	300	heures	équivalent à 10 ECTS

4. Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le « Règlement d'études ».
Ce module peut faire l'objet d'une dérogation.
Coefficients de calcul de la note déterminante du module:

IT_241 – NIQ	=	40%
IT_242 – MIP	=	60%

5. Prérequis

Pour les conditions générales de prérequis des modules voir le « Règlement d'études ».
Voir le tableau des « Dépendances inter-modules », pour la filière Ingénierie des technologies de l'information

Détail des pré-requis :

- Avoir suivi le module architecture et technologies des ordinateurs.

Unité de cours : IT_241 Electronique (NIQ) 2019-2020

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Analyser un circuit électronique analogique simple
- Choisir et dimensionner les composants électroniques pour une application donnée
- Mettre en œuvre des interfaces avec des composants numériques
- Comprendre les notions de base liées à la basse consommation d'énergie des systèmes électroniques

Contenus

- Amplificateurs opérationnels et générateurs d'horloge
- Diodes, transistor MOS et exemples d'applications
- Gestion d'alimentation dans les systèmes électroniques à basse consommation
- circuits d'interface entre les grandeurs physiques et le système du traitement de l'information ou entre les différents modules constitutifs

Répartition horaire

Enseignement :	48	heures	(64 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	70	heures	
Total :	118	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

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

Modalités d'évaluation

☒ Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux 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 durant le cours.

Références bibliographiques

- Notes de cours
- Introduction aux circuits intégrés numériques : du transistor au microprocesseur : cours et exercices, Ahmed Riadh Baba-Ali
- Introduction à l'électronique analogique, 2000

Unité de cours : IT_242 Microcontrôleurs et périphériques (MIP) 2019-2020

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Développer une application à base de microcontrôleur
- Connaître les différentes interfaces proposées par les microcontrôleurs et savoir en mettre en œuvre plusieurs d'entre elles
- Avoir des notions d'optimisation et de gestion de l'énergie
- Proposer une méthodologie de travail pour la gestion d'un projet en C

Contenus

- Les interfaces de communications (UART, I2C, SPI, CAN bus, USB…)
- Interfaces programmables spécifiques
- Périphériques externes spécifiques (écran LCD, carte SD, accéléromètres, …)
- Basse consommation et gestion de l'énergie
- Les environnements de programmation dédiés au microcontrôleur ARM
- Une partie du temps est composée de laboratoires pratiques
- Un projet en groupe est proposé avec une application autour d'une maquette de trains miniatures

Répartition horaire

Enseignement :	72	heures	(96 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	110	heures	
Total :	182	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

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

Modalités d'évaluation

☒ Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux 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

- Documentation technique NXP LPC1769
- Fundamentals of embedded software with the ARM® Cortex-M3, Daniel W. Lewis
- Microcontroller programming : an introduction, Syed R. Rizvi

Descriptif de module : IM_25 Systèmes informatiques

Filière : **Ingénierie des technologies de l'information**

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 : IT_25 – Systèmes informatiques (7 ECTS) 2019-2020

Type de formation : ☒ 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 : **M. Stéphane Malandain**

2. Objectifs d'apprentissage

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

- Mettre en œuvre les concepts de programmation orientée objet et de programmation déclarative
- Approfondissement d'un langage permettant d'assimiler facilement ces deux concepts
- Fondement théorique des bases de données relationnelles (algèbre relationnelle, dépendances fonctionnelles et normalisation)
- Conception et réalisation de différents modèles de bases de données (conceptuel, logique et physique)
- Étude du langage SQL pour la gestion et la manipulation d'une base de données
- Étude de base de données dénormalisées (NoSQL)

3. Unités de cours

Unité d'Enseignement (UE)	**Caractère**	**Sem. Automne**	**Sem. Printemps**
Programmation orientée objets avec Java (OOB) IT_251	Obligatoire	64p	
Systèmes de bases de données (SBD) IT_252	Obligatoire		48p

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

Répartition horaire : Enseignement : 84 heures (taux d'encadrement de 36%)

Travail autonome : 144 heures

Total : 228 heures équivalent à 7 ECTS

Hes·so GENÈVE
Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale

4. Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le « Règlement d'études ».
Ce module peut faire l'objet d'une remédiation.
Coefficients de calcul de la note déterminante du module:

IT_251 - OOB	= 60%
IT_252 - SBD	= 40%

5. Prérequis

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

Voir le tableau des « Dépendances inter-modules », pour la filière Ingénierie des technologies de l'information

Détail des pré-requis :

- Avoir suivi les modules d'algorithmique et programmation IT_14

Unité de l'UE : IT_251- Programmation orientée objets avec Java (OOB) 2019-2020

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Comprendre les paradigmes de programmation orientée objet et de programmation déclarative
- Réaliser une base d'architecture logicielle extensible et modulaire
- Maîtriser un langage statique qui encourage de tels paradigmes

Contenus

- Syntaxe d'un langage orienté objet basé sur les classes
- Classes vs objets
- Mécanisme d'abstraction avec les interfaces et les classes abstraites
- Redéfinition
- Polymorphisme de sous-typage et ad-hoc (surcharge)
- Polymorphisme paramétrique à l'aide de la généricité
- Collections (tableaux statiques, listes, tableaux associatifs, *streams*...)
- Gestion des exceptions et de l'absence de valeurs (Optional)

Répartition horaire

Enseignement :	48	heures	(64 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	72	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 (présentation orale et/ou travaux 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

- Effective Java, 3rd edition 2018, Joshua Bloch, Addison-Wesley Professional
- Clean Code, 1st edition 2008, Robert C. Martin, Prentice Hall
- The Clean Coder, 1st edition 2011, Robert C. Martin, Prentice Hall
- Modern Java in Action, 1st edition 2019, Raoul-Gabriel Urma et al., Manning publications Co.
- Functional Programming in Java, 1st edition 2014, Venkat Subramaniam, Pragmatic Bookshelf

Unité de l'UE : IT_252 Systèmes de bases de données (SBD) 2019-2020

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de:

- Comprendre les fondements théoriques des bases de données relationnelles (algèbre relationnelle, dépendances fonctionnelles et normalisation)
- Concevoir et réaliser différents modèles de bases de données (conceptuel, logique et physique)
- Mettre en oeuvre une base de données et l'intégrer dans une application nécessitant une persistance
- Maîtriser le langage SQL pour la gestion et la manipulation d'une base de données
- Comprendre l'intérêt d'une base de données dénormalisées (NoSQL) et réaliser son modèle logique

Contenus

- Etude du modèle conceptuel (modèle entité-association)
- Etude du modèle logique (modèle relationnel)
- Approfondissement de concepts avancés de modélisation (spécialisation, généralisation, associations ternaires...)
- Mettre en place une stratégie de cohérence des données en appliquant des contraintes d'intégrités référentielles
- Formalisation théorique des bases de données relationnelles, algèbre relationnel et normalisation
- Langage SQL pour la gestion et la manipulation
- Fonctionnalités avancées du langage tel que : les transactions, les déclencheurs, les procédures stockées...

Répartition horaire

Enseignement :	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	72	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 (présentation orale et/ou travaux 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

- Base de données et modèle de calcul, 4e édition 2005, Jean-Luc Hainaut, Dunod
- Database Modeling & Design, 4e édition 2006, Toby Teorey et al., Elsevier
- Fundamentals of Database Systems, 6e édition 2011, Ramez Elmasri and Shamkant B. Navathe, Addison-Wesley
- NoSQL For Mere Mortals, 2015, Dan Sullivan, Addison-Wesley
- Base de données, 4e édition 2018, Jean-Luc Hainaut, Dunod

Descriptif de module : IT_26 – Ingénierie logicielle

Filière : **Ingénierie des technologies de l'information**

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 : IT_26 – Ingénierie logicielle (10 ECTS) 2019-2020

Type de formation : ☒ 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 : **M. Yassin Rekik**

2. Objectifs d'apprentissage

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

- Connaître les bases de la compilation et les problématiques liées à l'analyse sémantique et la génération de code
- Comprendre la théorie simplifiée des grammaires et des expressions rationnelles
- Utiliser un analyseur lexical et syntaxique existant
- Connaître divers algorithmes dans les domaines de l'algorithmique et de l'optimisation
- Mettre en œuvre des algorithmes tels que des algorithmes de graphes, de recherche de motifs, de classification ou d'optimisation sur de petites applications complètes

3. Unités de cours

Unité d'Enseignement (UE)	**Caractère**	**Sem. Automne**	**Sem. Printemps**
Applications Web (WEB) IT_261	Obligatoire	32p	
Techniques de compilation (TCP) IT_262	Obligatoire		48p
Algorithmes avancés (ALG) IT_263	Obligatoire	48 p	
Ingénierie orientée-objets (IOO) IT_264	Obligatoire		32p

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

Répartition horaire : Enseignement : 120 heures (taux d'encadrement de 40%)

Travail autonome : 180 heures

Total : 300 heures équivalent à 10 ECTS

Hes·so GENÈVE
Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale

4. Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le « Règlement d'études ».
Ce module peut faire l'objet d'une remédiation.
Coefficients de calcul de la note déterminante du module:

IT_261 – WEB	= 20%
IT_262 – TCP	= 30%
IT_263 – ALG	= 30%
IT_264 – IOO	= 20%

5. Prérequis

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

Voir le tableau des « Dépendances inter-modules », pour la filière Ingénierie des technologies de l'information

Détail des pré-requis :

- Avoir suivi les modules d'algorithmique et programmation

Unité de l'UE : IT_261 – Applications Web (WEB) 2019-2020

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Connaître les technologies et outils principaux pour le développement web au niveau du Front end
- Développer un site web en utilisant les techniques et outils usuels
- Développer un site web en utilisant un framework

Contenus

- Les bases du web : Le front- end
- html 5, CSS
- javascript
- bootstrap
- Le framework Angular JS

Répartition horaire

Enseignement :	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	40	heures	
Total :	64	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

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

Modalités d'évaluation

☒ Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux 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

- Html 5 : Une référence pour le développeur web, Rodolphe Rimelé, Eyrolles, 2013
- Javascript : The Good Part, Douglas Croakford (2008)

Unité de l'UE : IT_262 – Techniques de compilation (TCP) 2019-2020

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de:

- Connaître les techniques de base nécessaires à la compilation des langages de type II et III de Chomsky.
- Comprendre la théorie simplifiée des langages formels, des grammaires et des expressions rationnelles, ainsi que le processus de la compilation.
- Réaliser un analyseur lexical et syntaxique avec les outils appropriés.
- Comprendre les mécanismes et problèmes posés par l'analyse sémantique et la génération de code.

Contenus

- Introduction à la compilation
- Langages formels – concepts de grammaires
- Langages réguliers, expressions rationnelles
- Méthodes de spécification des langages (eBNF)
- Analyse lexicale
- Analyse syntaxique (ascendante, descente récursive avec analyseur LL(k), analyse prédictive non récursive)
- Mise en œuvre d'un analyseur lexical et syntaxique (type Lex et Yacc)
- Analyse sémantique (traduction dirigée par la syntaxe)
- Etude simplifiée d'une machine virtuelle
- Réalisation d'un compilateur

Répartition horaire

Enseignement :	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	40	heures	
Total :	76	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

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

Modalités d'évaluation

☒ Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux 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

- A. Aho, R.Sethi, J.Ullman, Compilateurs : principes, techniques et outils, InterEditions 1991
- R. Wilhelm, D. Maurer, Les compilateurs : théorie, construction, génération, Masson 1994.
- J. Levine, T. Masson, D. Brown, lex & yacc, Edition O'Reilly International Thomson 1995.
- M. Gautier, Compilation des langages de programmation, ellipses, 2006

Unité de l'UE : IT_263 Algorithmes avancés (ALG) 2019-2020

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de:

- Comprendre l'importance de la notion de complexité
- Connaître et comprendre quelques techniques d'optimisation importantes et de maîtriser leur application sur des cas réels
- Savoir résoudre des problèmes pratiques
- Savoir modéliser à l'aide d'un graphe et utiliser quelques algorithmes de graphes
- Appréhender la complexité du travail en groupe

Contenus

- Notion de complexité
- Recherche aveugle et heuristique
- Problèmes à satisfaction de contraintes
- Programmation linéaire (méthode du simplexe)
- Algorithme du recuit simulé
- Algorithmes génétiques et programmation génétique
- Théorie des graphes : algorithme de Dijkstra et flot maximal (algorithme de Ford-Fulkerson)

Répartition horaire

Enseignement :	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	50	heures	
Total :	86	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

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

Modalités d'évaluation

☒ Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux 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

- P. Breguet, A. Guerid, H. Rothlisberger. Algorithmes et structures de données. PPUR 2002.
- F. Droesbeke, M. Hallin, C. Lefevre. Les graphes par l'exemple. Ellipses 2001.
- J. Dréo, A. Petrowski, E. Taillard, P. Siarry. Métaheuristiques pour l'optimisation difficile. Eyrolles 2003.
- E.K.P. Chong, S.H. Zak. An Introduction to Optimization. Wiley-Interscience 2008
- M. Affenzeller, S. Winkler, S. Wagner, A. Beham. Genetic Algorithms and Genetic Programming: Modern Concepts and Practical Applications. Chapman and Hall/CRC Press 2009.

Unité de l'UE : IT_264 Ingénierie orientée-objets (IOO) 2019-2020

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de:

- Comprendre les objectifs et les techniques de modélisation de logiciels
- Réaliser une modélisation UML d'un système logiciel
- Comprendre les patrons de conception les plus utilisés
- Bien choisir et bien utiliser un patron de conception dans une solution logicielle

Contenus

- Modélisation UML
- Modélisation fonctionnelle
- Modélisation structurelle
- Modélisation du comportement
- Présentation des patrons de conception
- Utilisation et adaptation des patrons de conception

Répartition horaire

Enseignement :	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	50	heures	
Total :	74	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

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

Modalités d'évaluation

☒ Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux 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

- UML 2 par la pratique, Pascal Roques
- UML : a beginner's Guide, Jason T. Roff
- Head First Design Patterns, Bert Bates, Kathy Sierra, Eric Freeman, Elisabeth Robson

Descriptif de module : IT_27 – Réseaux et sécurité

Filière : **Ingénierie des technologies de l'information**

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 : IT_27 – Réseaux et sécurité (6 ECTS) 2019-2020

Type de formation : ☒ 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 : **Mme Noria Foukia**

2. Objectifs d'apprentissage

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

- **Décrire les composants de base des réseaux de transmissions de données**
  - Décrire les principes de constitution de différents réseaux et leur configuration
  - Comprendre les mécanismes de routage dans l'intranet et internet
  - Connaître les principes utilisés pour la sécurité de transmission de données informatiques
  - Assimiler les fonctionnements de protocoles récents tel que le multicast, Ipv6, IP mobile, …
- **Décrire synthétiquement les méthodes de transmission utilisées dans les réseaux de diffusion**
  - Décrire les principales problématiques posées par le canal de transmission
  - Décrire les éléments nécessaires à la mise en œuvre de systèmes de transmission en bande de base ou à modulation discrète et en savoir calculer les principaux paramètres
  - Maîtriser les bases des techniques de codage et modulation numériques
- **Approfondir les solutions de sécurité qui sont associées aux technologies réseaux**
  - Evaluer les risques internes et externes liés à l'utilisation du réseau (intranet et internet)
  - Maitriser les mécanismes/solutions (protocoles et algorithmes) qui garantissent la sécurité (confidentialité, authenticité, intégrité) au niveau réseau

3. Unités de cours

Unité d'Enseignement (UE)	Caractère	Sem. Automne	Sem. Printemps
Sécurité réseaux (SER) IT_271	Obligatoire		48p
Réseaux et protocoles informatiques (RPI) IT_272	Obligatoire	48p	-

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

Répartition horaire : Enseignement : 60 heures (taux d'encadrement de 33%)

Travail autonome : 120 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 ».
Ce module peut faire l'objet d'une remédiation.
Coefficients de calcul de la note déterminante du module:

IT_271 – SER	= 50%
IT_272 – RPI	= 50%

5. Prérequis

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

Voir le tableau des « Dépendances inter-modules », pour la filière Ingénierie des technologies de l'information

Détail des pré-requis :

- Avoir suivi le module 'fondements des communications'.

Unité de l'UE : IT_271 – Sécurité réseaux (SER) 2019-2020

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de:

- Maitriser les différentes techniques de scan et filtrage sécuritaire du réseau.
- Maitriser les outils et technique de sniffing du réseau
- Maitriser certains logiciels de protection des systèmes et des réseaux : sniffer, pare-feu, antivirus, détection d'intrusion
- Connaître la typologie des incidents de sécurité et des attaques réseaux
- Connaître certains protocoles de sécurité pour les Réseaux locaux et l'Internet
- Connaître les protocoles sécurisations de réseaux privés virtuels (VPN, IPSec)

Contenus

- Typologie des attaques réseaux et des solutions existantes
- Scan, filtrage, Pare-feu
- Certificat et Autorité de certification
- SSL, DNS
- Réseaux Privés Virtuels
- IPsec
- Détection d'Intrusion
- Sécurité Réseaux Virtuel (VLAN)
- Sécurité réseaux sans fil (WIFI)

Répartition horaire

Enseignement :	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	80	heures	
Total :	116	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

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

Modalités d'évaluation

☒ Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux 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

Unité de l'UE : IT_272 Réseaux et protocoles informatiques (RPI) 2019-2020

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable :

- De décrire les divers principes des méthodes de configurations dynamiques (DHCP, DNS)
- De comprendre les mécanismes de routage dans l'intranet et internet (routage dynamique)
- D'énoncer les buts et possibilités offerts par l'utilisation du Multicast
- D'expliquer les nouveautés et mécanismes liés au protocole IPv6
- D'interpréter les problématiques et sera sensibilisé sur l'importance de la sécurité des infrastructures et des données informatiques.

Contenus

- Configurations dynamiques (DHCP, PXE, DNS)
- Caractéristiques des différents protocoles de routage simple
- Mécanismes et protocoles utilisés pour la transmission de flux multicast (host to routeur, routeur to routeur)
- Introduction au protocole IPv6
- Études des aspects sécurité (physique, logique, RAID) sur l'infrastructure et sur la sécurité des données (SAN)

Répartition horaire

Enseignement :	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	80	heures	
Total :	116	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

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

Modalités d'évaluation

☒ Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux 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

- TCP/IP règles et protocoles par W.R. Steven
- O'Relly : understanding IPv6, IP routing
- Support de cours

Descriptif de module : IT_28 – Réseaux de communications

Filière : **Ingénierie des technologies de l'information**

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 : IT_28 – Réseaux de communications 2019-2020

Type de formation :	☒ 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 : **Mme Noria Foukia**

2. Objectifs d'apprentissage

Dans ce module, l'étudiant-e doit être capable de :

- Réaliser un Audit de sécurité d'un système d'information avec la mise en place de tests de pénétration
- Rédiger un rapport d'audit les solutions proposées pour correction
- S'informer et maintenir une veille dans le domaine de la sécurité
- De passer une certification dans le domaine de la sécurité (Security+ / CEH)
- Connaître les différents protocoles associés aux accès distants
- Reconnaître les problèmes liés à la voix sur IP (VoIP)

- **Décrire les composants de base des réseaux de transmissions de données**
  - Décrire les principes de constitution de différents réseaux et leur configuration
  - Comprendre les mécanismes de routage dans l'intranet et internet
  - Connaître les principes utilisés pour la sécurité de transmission de données informatiques
  - Assimiler les fonctionnements de protocoles récents tel que le multicast, Ipv6, IP mobile, …

- **Décrire synthétiquement les méthodes de transmission utilisées dans les réseaux de diffusion**
  - Décrire les principales problématiques posées par le canal de transmission
  - Décrire les éléments nécessaires à la mise en œuvre de systèmes de transmission en bande de base ou à modulation discrète et en savoir calculer les principaux paramètres
  - Maîtriser les bases des techniques de codage et modulation numériques
- **Approfondir les solutions de sécurité qui sont associées aux technologies réseaux**
  - Evaluer les risques internes et externes liés à l'utilisation du réseau (intranet et internet)
  - Maitriser les mécanismes/solutions (protocoles et algorithmes) qui garantissent la sécurité (confidentialité, authenticité, intégrité) au niveau réseau

3. Unités de cours

Unité d'Enseignement (UE)	Caractère	Sem. Automne	Sem. Printemps
Gestion de confiance, vie privée et Blockchains (CPB) IT_281	Obligatoire	48p	
Gestion et audit des SI (AUD) IT_282	Obligatoire		48p
Architecture des réseaux (ARE) IT_283			64p

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

Répartition horaire :	Enseignement :	120	heures	(taux d'encadrement de 38%)
	Travail autonome :	192	heures	
	Total :	312	heures	équivalent à 10 ECTS

Modalités d'évaluation et de validation

Les modalités générales de validation des modules sont définies dans le « Règlement d'études ».
Ce module peut faire l'objet d'une remédiation.
Coefficients de calcul de la note déterminante du module:

IT_281 – CPB	= 30%
IT_282 – AUD	= 30%
IT_283 – ARE	= 40%

4. Prérequis

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

Voir le tableau des « Dépendances inter-modules », pour la filière Ingénierie des technologies de l'information

Unité de l'UE : IT_281 – Gestion de confiance, Vie Privée et Blockchains, 2019-2020

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Connaître les solutions blockchains et crypto-monnaies les plus importantes
- Savoir concevoir et programmer un « smart contract »

Contenus

- Après avoir présenté l'historique et l'écosystème des blockchains et des crypto-monnaies, la solution technique blockchain derrière la crypto-monnaie Bitcoin est détaillée
- Ensuite, les smart contract sont introduits, principalement à travers la description de la solution Ethereum.
- Des aides à la décision pour l'utilisation d'une blockchain pour un domaine d'application donné sont ensuite enseignées.
- Les étudiants doivent présenter en groupe un des projets majeurs de l'écosystème blockchain puis choisir un sujet personnel d'application blockchain.
- Le design de ce sujet personnel blockchain est conçu puis programmer avec NEO.
- En plus de la note de présentation de groupe et du projet personnel (code, rapport et présentation), des QCMs et questions de cours viennent compléter l'évaluation.

Répartition horaire

Enseignement :	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	85	heures	
Total :	121	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

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

Modalités d'évaluation

☒ Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux 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

- The Age of Cryptocurrency: How Bitcoin and the Blockchain Are Challenging the Global Economic Order", Paul Vigna and Michael J. Casey
- "Blockchain: Blueprint for a New Economy", Melanie Swan
- "Blockchain: Ultimate guide to understanding blockchain, bitcoin, cryptocurrencies, smart contracts and the future of money", Mark Gates
- "Blockchain Technology Explained: The Ultimate Beginner's Guide About Blockchain Wallet, Mining, Bitcoin, Ethereum, Litecoin, Zcash, Monero, Ripple, Dash, IOTA and
- Smart Contracts", Alan T. Norman
- "Mastering Bitcoin: Programming the Open Blockchain", Andreas M. Antonopoulos
  "Introducing Ethereum and Solidity: Foundations of Cryptocurrency and Blockchain
- Programming for Beginners", Chris Dannen
  "Hasgraph vs Blockchain: The Future of Cryptocurrency", Stephen Keller

Unité de l'UE : IT_282 Gestion et audit des SI 2019-2020

Objectifs d'apprentissage

A la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Définir le cadre (scope) et réaliser un Audit de sécurité / test de pénétration
- D'utiliser les outils de bases au hacking
- Comprendre, reconnaître et exploiter des vulnérabilités
- Rédiger un rapport, expliquer les attaques et proposer des solutions/correction
- S'informer et maintenir une veille dans le domaine de la sécurité
- De passer une certification dans le domaine de la sécurité (Security+ / CEH)

Contenus

- Droit et devoir - Vocabulaire
- CTF, Reverse, ...
- Boîte à outil
- Frameworks - Vulnérabilités - Rédaction de rapport d'audit
- Attaques Web, binaires, mobile

Répartition horaire

Enseignement :	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	45	heures	
Total :	81	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

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

Modalités d'évaluation

☒ Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux 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

- Blue Team Field Manual (BTFM) (RTFM)
- ISBN-13: 978-1541016361
- ISBN-10: 154101636X
- CEH Certified Ethical Hacker Exam Guide (All-In-One) 4th Edition
- ISBN-13: 978-1260454550 ISBN-10: 126045455X

Unité de l'UE : IT_283 Architecture des réseaux (ARE) 2019-2020

Objectifs d'apprentissage

À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de:

- Comprendre les mécanismes de routage évolués
- Maîtriser les différentes technologies utilisées pour assurer des accès distants
- Se sensibiliser sur les aspects de redondance et performances dans les réseaux WAN
- Connaître les principes de fonctionnement de la voix sur IP
- Reconnaître les problèmes liés à la translation d'adresses et de comprendre les différentes solutions

Contenus

- Concepts d'une architecture redondante
- Caractéristique des différents protocoles de routage évolués (OSPF, BGP)
- Etudes des fonctionnalités offertes par Multi Protocol Label Switching (MPLS)
- Les réseaux distants (RAS). Etudes de protocoles associés (PPP, PpoE)
- Introduction à la voix sur IP (VoIP)
- Problématique de la translation d'adresses (NAT Traversal, STUN, TURN, ALG) pour les applications spécifiques (par ex VoIP)

Répartition horaire

Enseignement :	48	heures	(64 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	62	heures	
Total :	110	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

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

Modalités d'évaluation

☒ Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux 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

- Cours polycopiés
- O'Relly : virtual private network, MPLS Ciscopress

Descriptif de module : IT_29 – Système d'exploitation et sécurité

Filière : **Ingénierie des technologies de l'information**

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 : IT_29 – Systèmes d'exploitation et sécurité (11 ECTS) 2019-2020

Type de formation :	☒	Bachelor	☐ Master		
Type de module :	☒	Obligatoire	☐ A choix	☐	Additionnel
Niveau du module :	☐	Basic level course		☒	Intermediatelevel course
	☐	Advanced level course		☐	Specialized level course

Langue : Français | Semestre de référence : S3-S4 | Responsable du module : **Mme Noria Foukia**

2. Objectifs d'apprentissage

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

- Comprendre les concepts mis en œuvre dans les domaines de la programmation concurrente, des systèmes d'exploitation et de la sécurité des systèmes d'information
- Développer des applications système
- Programmer et valider des applications concurrentes
- Evaluer et mettre en œuvre des politiques de sécurité informatique

3. Unités de cours

Unité d'Enseignement (UE)	**Caractère**	**Sem. Automne**	**Sem. Printemps**
Programmation concurrente (PCO) IT_291	Obligatoire	80p	
Programmation des systèmes (PSY) IT_292	Obligatoire	32p	
Sécurité des systèmes d'information (SSI) IT_293	Obligatoire		48p
Système d'exploitation (PSS) IT_294	Obligatoire		32p

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

Répartition horaire :	Enseignement :	144	heures	(taux d'encadrement de 41%)
	Travail autonome :	204	heures	
	Total :	348	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 ».
Ce module peut faire l'objet d'une remédiation.
Coefficients de calcul de la note déterminante du module:

IT_291– PCO	=	30%
IT_292– PSY	=	20%
IT_293 – SSI	=	30%
IT_294 – PSS	=	20%

5. Prérequis

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

Voir le tableau des « Dépendances inter-modules », pour la filière Ingénierie des technologies de l'information

Détail des pré-requis :

- Avoir suivi le module IT_14 «Algorithmique et programmation»

Unité de l'UE : IT_291–Programmation concurrente (PCO) 2019-2020

Objectifs d'apprentissage
À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de:

- Mettre en œuvre les concepts, notions et pratiques, nécessaires à la conception et à la réalisation de programmes concurrents

Contenus
La programmation concurrente se distingue de la programmation séquentielle par le fait qu'elle met en œuvre simultanément plusieurs flots d'exécution, matérialisés par des threads ou des processus. Elle est plus ardue, car elle nécessite notamment de gérer les interactions complexes, inhérentes à des situations telles que:

- *compétition*: les tâches sont en compétition (*concurrence*) pour l'accès à des ressources partagées ou critiques;
- *coopération*: lorsque les tâches collaborent à la finalisation d'une action ou d'un échange.

Contrairement à la programmation séquentielle, où l'on observe un ordre *total* d'exécution des instructions, l'ordre d'exécution d'un programme concurrent est *partiel*. Car, cet ordre est influencé par divers facteurs dont la politique d'ordonnancement du système, laquelle introduit du non déterminisme.

La programmation concurrente s'impose notamment dans les systèmes d'exploitation modernes afin de tirer partie des architectures multi-cœurs et dans les systèmes embarqués en interaction continue avec leur environnement. Ce cours a pour but d'amener l'apprenant aux méthodes, concepts et pratiques permettant de réaliser des programmes concurrents, en utilisant le formalisme des Threads POSIX (Pthreads) :

- Introduction à la programmation concurrente
- Algorithmes et mécanismes d'exclusion mutuelle par attente active
- Mécanismes d'exclusion mutuelle par attente passive
- Mécanismes de synchronisation avec sémaphores, barrières de synchronisation et variables de condition
- Introduction à la programmation asynchrone

Répartition horaire

Enseignement :	60	heures	(80 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	78	heures	
Total :	138	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

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

Modalités d'évaluation

☒ Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux écrits)

La note de l'unité d'enseignement est calculée sur la base d'un travail écrit et des travaux de laboratoire.

Références bibliographiques

- Remzi H. et Andrea C. Arpaci-Dusseau. Operating Systems: Three Easy Pieces. Arpaci-Dusseau Books, 2014.
- Richard H. Carver, Kuo-Chung Tai. Modern Multithreading. Wiley 2006
- Thomas W. Doeppner. Operating Systems in Depth, Wiley, 2010.
- Asynchronous Programming in Rust, https://rust-lang.github.io/async-book/

Unité de l'UE : IT_292 Programmation de systèmes (PSY) 2019-2020

Objectifs d'apprentissage
À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de:

- Distinguer les composants internes de base d'un système d'exploitation de type UNIX et avoir un premier aperçu général de son fonctionnement.
- Utiliser un système d'exploitation de type UNIX en ligne de commande à l'aide du shell bash.
- Savoir Écrire ou Interpréter des scripts appliqués aux opérations du système en bash ou en python.
- Programmer en langage C des applications faisant directement appel aux appels systèmes POSIX d'un système d'exploitation.

Contenus
Cette unité d'enseignement constitue une introduction pratique à la programmation de systèmes en langage C, shell-script et python. La programmation est orientée application système, conjointement à une introduction aux outils système. Ce cours est dispensé parallèlement à un cours plus fondamental aux systèmes d'exploitation : la programmation concurrente.

- Introduction aux systèmes d'exploitation.
- Prise en main de la ligne de commande UNIX
- Programmation de scripts systèmes
- Appels systèmes, entrées/sorties et opérations sur les fichiers en C
- Processus et tubes

Répartition horaire

Enseignement :	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	31	heures	
Total :	55	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

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

Modalités d'évaluation

☒ Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux 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

- Graham Glass et King Ables, Unix for programmers and Users (3rd edition), Person education 2003
- Georges Hansel, Jean-Marc Champarnaud, Passeport pour UNIX et le langage C, Vuibert 1999

Unité de l'UE : IT_293 Sécurité des systèmes d'information (SSI) 2019-2020

Objectifs d'apprentissage
À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de :

- Comprendre les principes de base de la sécurité des systèmes d'information. Les principaux risques et mécanismes propres à assurer la sécurité des systèmes d'information seront étudiés. Ces mécanismes seront mis en œuvre et testés lors de travaux pratiques à l'aide d'outils généralement utilisés dans le domaine de la sécurité.

Contenu
Les principes de sécurité seront étudiés sont : confidentialité, authenticité, intégrité et disponibilité.
L'apprentissage s'articule au travers des chapitres suivants :

- Notion de base pour le chiffrement et introduction à la cryptographie
- Définition et composants d'un système d'informations (SI)
- Défense périmétrique
- Infrastructure à clé publique
  - ✓ Autorité de certification, certificat numérique
  - ✓ Étude détaillée du protocole SSL
- Authentification
  - ✓ Facteurs d'authentification
  - ✓ *Etude détaillée de Kerberos*
- Confidentialité
- Empreinte digitale et fonctions de hachage
- Intrusion et classification des intrusions (virus, cheval de Troie, ...)

Répartition horaire

Enseignement :	36	heures	(48 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	63	heures	
Total :	99	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

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

Modalités d'évaluation

☒ Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux 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

- Sécurité des réseaux : Applications et standards par William Stallings (Vuibert).
- Bruce Schneier's Applied Cryptography, seconde édition, 2015
- Bruno Martin, Codage, cryptologie et applications, De Bruno Martin, 2004

Unité de l'UE : IT_294 Systèmes d'exploitation (PSS) 2019-2020

Objectifs d'apprentissage
À la fin du cours, l'étudiant-e doit être capable de:

- Savoir écrire des applications client-serveur simples, basées sur les processus, les sockets BSD et le statut des descripteurs de fichiers.
- Maîtriser la théorie du fonctionnement interne de base d'un système de fichier de type UNIX
- Savoir écrire des fonctions essentielles à un système de fichier simple, tel que Minix-FS.

Contenus
Dans la continuité du cours de programmation système, elle aborde les communications inter-processus à travers le réseau, et traite par l'exemple et en détail le fonctionnement d'un composant fondamental aux systèmes d'exploitation : les systèmes de fichiers stockés en mémoire non volatile

- Principes généraux et rappels sur les communications inter-processus.
- Sockets AF_INET/AF_INET6/Unix
- Entrées sorties non bloquantes.
- Structure des données d'un système de fichier en mémoire de masse.
- Fonctions de gestions internes au système de fichier
- Interface système de type POSIX pour le système de fichier.

Répartition horaire

Enseignement :	24	heures	(32 périodes de 45 minutes)
Travail autonome :	32	heures	
Total :	56	heures	de travail pour ce cours

Modalités d'enseignement

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

Modalités d'évaluation

☒ Contrôle continu (présentation orale et/ou travaux 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

- Remzi H. et Andrea C. Arpaci-Dusseau. Operating Systems: Three Easy Pieces. Arpaci-Dusseau Books, 2014.
- Maurice J Bach, The design of the UNIX operating system, Prentice Hall, 1986