

**ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE
DE LAUSANNE**

SECTION D' ELECTRICITE

LIVRET DES COURS

ANNEE ACADEMIQUE 1989-1990

LIVRET DES COURS
ANNEE ACADEMIQUE 1989/1990

TABLE DES MATIERES :

Informations et conseils sur le plan d'études des ingénieurs électriciens	0.1
Objectifs de la formation des ingénieurs électriciens	0.4
Plan d'études de la Section des ingénieurs électriciens	0.5
Table des matières des résumés de cours de la Section d'électricité	0.15
Cours du 1er semestre	1.1
Cours du 2e semestre	2.1
Cours du 3e semestre	3.1
Cours du 4e semestre	4.1
Cours du 5e semestre	5.1
Cours du 6e semestre	6.1
Cours du 7e semestre	7.1
Cours du 8e semestre	8.1

La classification des cours de chaque semestre et la numérotation des pages sont les suivantes .:

- | | | | |
|----|---------------------------|---|---------------------------|
| 1. | <i>cours obligatoires</i> | : | <i>ordre alphabétique</i> |
| 2. | <i>cours à option</i> | : | <i>selon les noms des</i> |
| 3. | <i>cours facultatifs</i> | : | <i>enseignants</i> |

SECTION D'ELECTRICITE

INFORMATIONS ET CONSEILS SUR LE PLAN D'ETUDES DES INGENIEURS ELECTRICIENS

1. Introduction

La multiplicité des domaines d'activité pouvant être abordés par l'ingénieur électricien polytechnicien nécessite tout d'abord l'établissement d'une base en enseignement scientifique fondamental complétant les études préuniversitaires et permettant, grâce à une formation mathématique de l'esprit, l'abord de problèmes complexes tout en facilitant des reconversions possibles dans le futur.

Le savoir-faire, l'imagination et le sens des réalités seront acquis par l'intermédiaire des séances d'exercices, de projets et de laboratoires.

Le sens des responsabilités sera développé par le choix qui doit être effectué pour les programmes à option, ainsi que par la fréquentation de cours de sciences humaines organisés par l'Ecole.

A titre d'orientation sur les débouchés qu'offre la profession d'ingénieur électricien, le Département d'électricité met à disposition (au secrétariat du DE) un dossier des offres d'emplois parues récemment.

Pour faciliter la résolution de problèmes particuliers, chaque volée d'étudiants est suivie pendant les 4 années d'études normales par le même professeur jouant le rôle de conseiller d'études.

En cours de semestre, l'étudiant évalue lui-même la progression de ses études et son degré d'assimilation par la résolution d'exercices et la réalisation de travaux personnels. Des examens situés à la fin de la première année d'études (1er propédeutique), de la deuxième (2ème propédeutique) et de la 4ème (examen final de diplôme), combinés avec les résultats annuels obtenus aux branches de promotion théoriques et pratiques (laboratoires et projets), constituent les étapes d'une promotion qui conduit au titre d'ingénieur électricien diplômé.

2. Premier cycle d'études d'ingénieur électricien

Les études comportent un tronc commun de branches obligatoires visant à donner une formation générale, indispensable à tout ingénieur électricien : cours de base de mathématiques, physique et chimie, fondements de l'électricité et de l'électronique, et d'informatique. Cet enseignement est groupé principalement dans les deux premières années d'études (1er cycle), de sorte que tout étudiant terminant son 4ème semestre disposera d'une base suffisamment large pour aborder des branches techniques plus spécifiques.

Le cours d'électrotechnique de 1ère année comprend d'emblée une part importante de travail pratique individuel en laboratoire qui permet à l'étudiant de mettre en oeuvre et d'expérimenter lui-même les lois fondamentales de l'électricité. Ce cours est complété par des séminaires et des visites illustrant les activités du Département d'électricité et les différents aspects de la profession d'ingénieur électricien.

Les projets du 1er cycle se partagent en une première partie de formation de base en dessin et construction, d'une deuxième partie de projets où l'étudiant s'exerce à la conception constructive d'un appareil électrique et d'une troisième partie où la conception d'un programme d'ordinateur d'une certaine taille est abordée.

Des cours de sciences humaines sont offerts tout au long des deux cycles d'études. Le Département d'électricité recommande tout particulièrement aux étudiants de ne pas négliger leur préparation dans ces domaines dont la connaissance leur sera indispensable dans leurs activités professionnelles futures.

3. Deuxième cycle d'études d'ingénieur électricien

Au début de la 3e année, l'étudiant choisit une orientation parmi les quatre suivantes :

- Automatique et conduite des processus
- Énergie et machines
- Microélectronique et instrumentation
- Communications.

Malgré ce choix, la formation au 2e cycle reste de type général, sans spécialisation poussée. En effet, les cours de 3e année sont en grande partie communs à toutes les orientations. Seuls quelques cours spécifiques aux orientations préparent à des applications plus particulières traitées en 4e année. La formation théorique est complétée par des laboratoires et des projets qui sont à nouveau identiques pour toutes les orientations. L'étudiant est sensibilisé aux implications de la technique sur l'environnement et sur la société par le biais d'un projet HTE (Homme - Technique - Environnement).

Le choix d'une orientation fixe le programme de 3e année entièrement. Par contre, en 4e année, un menu de cours à option est proposé pour chaque orientation. Ces cours permettent d'approfondir les études dans des domaines plus particuliers. Ils ne conduisent pas pour autant à une spécialisation plus poussée que l'orientation elle-même. L'étudiant choisit six cours annuels au programme de son orientation. Deux cours supplémentaires sont à choix libre dans les quatre menus de cours à option. L'étudiant a également la possibilité de les choisir parmi les cours de 3e année qui ne sont pas obligatoires pour son orientation. Un cours à option annuel peut être remplacé par deux cours semestriels. Ces derniers sont indiqués au plan d'études.

Les cours à option d'une orientation s'appuient sur la matière enseignée en 3e année pour la même orientation. Il est possible, cependant, qu'un étudiant n'ait pas les préalables requis pour un cours à option libre. Dans ce cas, il est responsable d'apprendre de sa propre initiative la matière qui lui manque.

Contraintes horaires : Le temps limité disponible au programme imposant de placer plusieurs cours à option aux mêmes heures, certains cours ne peuvent donc pas être suivis en parallèle.

Inscriptions : Pour gérer ce programme à option et faciliter l'organisation de l'horaire des cours, les étudiants doivent obligatoirement déposer une inscription aux cours de leur choix au secrétariat du Département d'électricité, à la date fixée par ce dernier et pour le nombre minimum de cours exigé par le plan d'études.

Les cours recevant un nombre d'inscriptions insuffisant ne seront pas organisés ou il n'en sera pas tenu compte - s'ils sont prévus de toute manière pour d'autres sections - dans l'établissement de l'horaire.

Les laboratoires et projets à option des 7ème et 8ème semestres complètent la formation théorique reçue dans le cadre des cours obligatoires et à option.

Au 7ème semestre, les étudiants choisissent un laboratoire de 4h/semaine et un projet de 12h/semaine parmi ceux annoncés par le Département d'électricité. Les deux activités ne peuvent pas être accomplies dans la même unité, afin d'éviter une spécialisation excessive.

Au 8ème semestre, l'étudiant s'inscrit à un seul projet de 16h/semaine.

Les étudiants doivent prendre contact avec les promoteurs des projets avant de s'inscrire au secrétariat du Département. Les inscriptions doivent être faites avant la fin du semestre précédent.

4. Diplôme d'ingénieur électricien

L'examen de diplôme comprend tout d'abord les deux examens propédeutiques au cours du 1er cycle, puis l'examen final de diplôme constitué d'une partie théorique et d'une partie pratique.

L'examen final de diplôme comprend :

- 4 interrogations portant chacune sur un cours à option annuel suivi par l'étudiant en 4e année et quelques cours obligatoires de 3e année;
- un travail de spécialité consacré à la résolution individuelle d'un problème concret, permettant de mettre en évidence, en plus des connaissances acquises, l'imagination, le sens des réalités et le sens des responsabilités du candidat.

5. Doctorat ès sciences techniques

Le doctorat est le grade le plus élevé décerné à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne. Il est attribué à un ingénieur ayant effectué un travail original et personnel (thèse) démontrant son aptitude à la recherche scientifique ou technique. Dans la règle, ce projet est effectué sous la supervision d'un professeur de l'Ecole. Le candidat au doctorat est tenu de présenter chaque année un rapport faisant le point sur l'état d'avancement du projet. A la fin du projet, le rapport final de thèse, rédigé dans une des trois langues officielles, est évalué par un jury d'experts, dont au moins un est extérieur à l'Ecole. A la suite de cette évaluation, le Département organise un examen oral portant sur le sujet de thèse et la matière à laquelle ce sujet est emprunté. Les membres du Conseil des Maîtres peuvent assister à cet examen. En cas de réussite, le Département propose au Président de l'Ecole de décerner le grade de Docteur et une séance de soutenance publique est organisée.

Les informations détaillées concernant le doctorat sont contenues dans le Règlement de doctorat, qui peut être obtenu auprès du secrétariat académique de l'EPFL.

Lausanne, le 01.08.1989
MH/ca

EPFL - SECTION D'ELECTRICITE

OBJECTIFS DE LA FORMATION DES INGENIEURS ELECTRICIENS

1. Général

Acquisition d'un certain :

- savoir polytechnique (culture large)
- savoir apprendre (méthodologie, adaptabilité)
- savoir-faire (compétences professionnelles spécifiques)

Contribution au développement d'une :

- personnalité dynamique (esprit d'entreprise, responsabilité, créativité)
- et humaniste (éthique professionnelle, honnêteté intellectuelle).

2. Méthodologie

Développement de la capacité de maîtriser et d'utiliser à bon escient les divers aspects d'un problème technique :

- expérimentation
- analyse
- modélisation
- simulation
- synthèse
- conception
- approche systémique.

La formation assure des *bases* larges et générales, communes au domaine de l'électricité, conduisant à un approfondissement dans des *orientations déterminées* par le Département d'électricité et à quelques *applications* particulières, offertes à titre d'*exemples* et non de spécialisations, et choisies par l'étudiant.

De façon à assurer l'ensemble des objectifs méthodologiques, la formation professionnelle est réalisée par le biais de laboratoires et de projets. Cette formation apparaît à chacun des semestres du 2ème cycle. Les sujets des projets sont répartis de telle façon que chaque étudiant puisse développer tous les aspects de la formation professionnelle, soit :

- la compétence expérimentale
- l'analyse, la simulation et la modélisation
- la conception et la synthèse
- les aspects non techniques (*homme-technique-environnement*).

01.09.1989

MH/ca

ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Ecublens

1015 Lausanne

Plan d'études

de la Section d'Electricité

arrêté par le CEPF le 11 mai 1989 en vertu de l'article 7, 3^e alinéa
de l'ordonnance sur le CEPF du 16 novembre 1983¹⁾

valable seulement
pour l'année académique 1989/90

¹⁾ RS 414.110.3

		Les noms sont indiqués sous réserve de modification		1			2			3			4									
Matière		Enseignants		c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p							
Analyse I, II ou 1.6/2.9	Matzinger	DMA	4	4		4	4														200	
Analyse I, II (cours en allemand) 1.9	Zwahlen	DMA	4	4		4	4														200	
Analyse III, IV 3.1/4.1	Arbenz	DMA								3	2		2	2							115	
Algèbre linéaire I, II 1.2/2.2	Cairol	DMA	2	1		2	1														75	
Probabilité et statistique 3.10/4.11	Ruegg	DMA								2	1		2	1							75	
Analyse numérique 3.2/4.2	Arbenz	DMA								2	1		2	1							75	
Programmation I, II 1.8/2.8	Schiper	DI	1			2	1		2												75	
Mécanique générale I, II 1.3/2.5	Gruber	DP	3	2		2	2														115	
Physique générale I, II 2.3/3.5	Fivaz	DP				4	2			4	2										150	
Physique générale III 4.5	Ilegems	DP											3	1							40	
Physique générale TP 4.3	Benoit	DP													2						20	
Chimie appliquée 1.4	Lerch/Plattner/Javet	DC	3	1																	60	
Electrotechnique I + II 1.7/2.4	Robert + Germond	DE	2	2		2	2	1	2												140	
Systèmes logiques 1.5	Mange	DI	1			2															45	
Systèmes microprogrammés 2.6	Mange	DI				1			2												30	
Electromagnétisme I, II 3.7/4.8	Mosig	DE								2	1		2	1							75	
Electrométrie I, II 3.9/4.10	Robert	DE								1			2	1		2					75	
Electronique I, II 3.3/4.4	Declercq	DE								2	1		2	1		2					125	
Circuits et systèmes I, II 3.8/4.9	Neiryneck	DE								1	2		2	1							75	
Projet 1 ^{er} cycle I, II 1.1/2.1	Barmaverain/Heiniger + Barmaverain	DME			4				2												80	
Projet 1 ^{er} cycle III 3.4	Fontolliet/Descombaz	DE										2									30	
Projet 1 ^{er} cycle IV (informatique) 4.7	Moinat	DE													4						40	
Mathématiques (répétition) 1.10	Arbenz	DMA	(2)																		(30)	
Instruments de travail 1.11/2.10/3.11/4.12	Prof. d'orientation	UHD	(2)			(2)				(2)			(2)									
Programmation III 3.6	Moinat	DI								2											30	
Programmation IV 4.6	Moinat	DI											1								10	

ÉLECTRICITÉ

5^e semestre6^e semestre

Matière	Enseignants	Les noms sont indiqués sous réserve de modification	5 ^e semestre												6 ^e semestre													
			A			E			M			C			A			E			M			C				
			c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p		
Électromécanique I, II 5.11/6.10	Jufer	DE	2	1		2	1		2	1		2	1		2	1		2	1		2	1		2	1		75	
Réglage automatique I, II 5.12/6.13	Longchamp	DME	2	1		2	1		2	1		2	1		2	1		2	1		2	1		2	1		75	
Matériaux de l'électrotechnique I 5.7	Gallay	DE	2	1		2	1		2	1		2	1													45		
Matériaux de l'électrotechnique II 6.5	Gallay	DE													2			2			2			2			20	
Télécommunications I, II 5.6/6.4	Fontollet	DE	2	1		2	1		2	1		2	1		2	1		2	1		2	1		2	1		75	
Informatique industrielle I, II 5.14/6.14	Nussbaumer	DI	2		1	2		1	2		1	2		1	2		1	2		1	2		1	2		1	75	
Traitement des signaux I 5.5	De Coulon	DE	2	1		2	1		2	1		2	1														45	
Traitement des signaux II 6.12	Kunt	DE																			2	1		2	1		30	
Electronique industrielle I, II 5.2/6.2	Bühler	DE	2	1		2	1								2	1		2	1								75	
Energie I, II 5.8/6.8	Germond	DE	2	1		2	1								2	1		2	1								75	
Transmission de chaleur 6.9	Gianola	DME													2	1		2	1		2			2			30	
Electronique III 5.3	Declercq	DE							2	1		2	1														45	
Systèmes logiques 5.15	Stauffer	DI	1		2	1		2	1		2	1		2													45	
Systèmes microprogrammés 6.15	Stauffer	DI													1		2	1		2	1		2	1		2	30	
Propagation et rayonnement 6.7	Gardioli/Rossi	DE																		2			2				20	
Composants microélectroniques 5.9	Ilegems	DP						2																			30	
Conception de c.i. numériques 6.3	Declercq	DE																		2	1						30	
Fiabilité 5.1	Boyer	DE										2															30	
Mathématiques des communications	Arbenz	DMA																					1	1			20	
Optoélectronique I 5.10	Ilegems	DP						2				2															30	
Optique ondulatoire et optique guidée 6.6	Gardioli	DE																		1	1		1	1			20	
TP Electronique 5.4	Declercq	DE		4			4			4			4														60	
TP Electromécanique 6.11	Jufer	DE														4			4			4			4		40	
Projet V (Informatique) 5.13	Moinat	DE		4			4			4			4														60	
Projets HTE 5.18/6.18	Dos Ghali	DE														4			4			4			4		40	
Cours HTE/Séminaires 5.16/6.16	Divers	UHD	(2)			(2)			(2)			(2)			(2)			(2)			(2)			(2)			(50)	
Instruments de travail 5.17/6.17	Prof. d'orientation	UHD	(2)			(2)			(2)			(2)			(2)			(2)			(2)			(2)			(50)	
Mécanique des matériaux ¹⁾	Del Pedro	DME													2	1		2	1								30	
Droit/Economie d'entreprise ¹⁾	Rusconi/vacat	DME	2			2			2			2			2			2			2			2			50	

ÉLECTRICITÉ

7^e semestre8^e semestre

		Les noms sont indiqués sous réserve de modification																									
		A			E			M			C			A			E			M			C				
Matière	Enseignants		c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p	
Cours à option:																											
Electronique Industrielle III, IV	7.3/ Böhler 8.1	DE	2			2									2			2									50
Electronique de puissance	7.4/ Böhler 8.2	DE	2			2									2			2									50
Réglage automatique III, IV	7.15/ Longchamp 8.15	DME	2												2												50
Simulation I, II	7.10/8.8 Gillet	DME	2												2												50
Informatique Industrielle III, IV	7.19/8.19 Nussbaumer/Décotignie	DI	2		1	2		1	2		1				2		1	2		1	2		1				75
Machines électriques	7.25/8.24 Tu Xuan + Simond	DE	2			2									2			2									50
Entraînements électriques I + Traction électrique	7.28/8.25 Wavre + Simond	DE	2			2									2			2									50
Compatibilité électromagnétique	8.12 Ianoz	DE																2									20
Microprocesseurs I, II	7.18/8.18 Nicoud	DI	2	1					2	1		2	1		2	1					2	1		2	1		75
Conduite des réseaux	7.9/8.7 Germond	DE	2			2									2			2									50
Conception de c.i. VLSI	7.12/8.10 Hochet	DE							2											2							50
Conception de c.i. analogiques	7.27 Vittoz /8.28	DE							2											2							50
CAO (outils de conception pour c.i.)	7.16/8.16 Mlynsek	DE							2											2							50
Modulation optique*	7.24 Thévenaz	DE							2			2															30
Détecteurs optoélectroniques*	8.20 Paratte	DE																		2							20
Hyperfréquences	7.8/8.6 Gardiol	DE							2			2								2				2			50
Filtres électriques	7.17/8.17 Neiryneck	DE							2			2								2				2			50
Phénomènes et méthodes non linéaires	7.11/8.9 Hasler	DE							2											2							50
Electroacoustique	7.22/8.22 Rossi	DE							2			2								2				2			50
Traitement d'images et reconnaissance des formes	7.14 Kunt /8.14	DE										2									2						50
Captteurs Intégrés*	7.21 De Rooij	DE										2															30
CAO moteurs et appareillage	7.26 vacat /8.27	DE							2											2							50
Haute tension*	7.1 Aguet	DE							2																		30
Mécanique appliquée	7.23/8.26 Spinnler	DME	2			2									2			2									50
Télétrafic*	7.7 Fontolliet	DE										2															30
Signaux et information	7.5/8.3 De Coulon	DE										2												2			50
Traitement numérique des signaux et images	7.13/8.13																										
Commutation	7.6/8.11 Kocher	DE										2												2			50
Télématique*	8.4 Fontolliet + Hubaux	DE										2												2			50
Communications optiques*	8.5 Fontolliet	DE																						2			20
Processus stochastiques*	8.23 Fontolliet	DE																						2			20
Télévision*	7.2 Ruegg	DMA																									20
Téléinformatique I, II	7.20/8.21 Baud	DE										2															30
	Petitpierre	DI										2	1											2	1		75
TP avancés		DE			4			4			4			4													60
Projet VII		DE			12			12			12			12													180
Projet VIII		DE															16		16				16		16		160

[illegible]

**RÈGLEMENT D'APPLICATION DU CONTRÔLE DES ÉTUDES
DU DÉPARTEMENT D'ÉLECTRICITÉ
(SECTION D'ÉLECTRICITÉ)**

Sessions d'examen Printemps 1990 Été 1990 Automne 1990

Le Conseil des Ecoles,
vu l'article de l'ordonnance du contrôle des études du 2.7.1980

arrête

Article premier

Le règlement suivant est applicable à la Section d'électricité.

Article 2 – Examen propédeutique I

<i>Branches théoriques</i>	<i>coefficient</i>
1. Analyse I, II (écrit)	1
2. Algèbre linéaire I, II (écrit)	1
3. Mécanique générale I, II (écrit)	1
4. Physique générale I (écrit)	1
5. Electrotechnique I, II (oral)	1
6. Chimie appliquée (écrit)	1

<i>Branches pratiques</i>	
7. Projet 1 ^{er} cycle I, II (hiver + été)	1
8. Electrotechnique I, II, Laboratoire (hiver + été)	1
9. Systèmes logiques et systèmes microprogrammés (hiver + été)	1
10. Programmation I, II (hiver + été)	1

Conditions de réussite:
moyenne des branches 1 à 6 $\geq$ 6,0 et
moyenne des branches 1 à 10 $\geq$ 6,0.

Article 3 – Examen propédeutique II

<i>Branches pratiques</i>	<i>coefficient</i>
6. Systèmes logiques et systèmes microprogrammés (hiver + été)	1
7. Informatique industrielle I, II (hiver + été)	1
8. Electronique, Laboratoire (hiver)	1
9. Electromécanique, Laboratoire (été)	1
10. Projet V (hiver)	1

Conditions de réussite:
moyenne des branches 1 à 5 $\geq$ 6,0 et
moyenne des branches 6 à 10 $\geq$ 6,0.

<i>Orientation Energie et machines:</i>	<i>coefficient</i>
---	--------------------

<i>Branches théoriques – Session de printemps</i>	
1. Traitement des signaux I (écrit)	1

<i>Branches théoriques – Session d'été</i>	
2. Matériaux de l'électrotechnique I, II (oral)	2
3. Télécommunications I, II (oral)	2
4. Réglage automatique I, II (écrit)	2
5. Transmission de chaleur (oral)	1

<i>Branches pratiques</i>	
6. Systèmes logiques et systèmes microprogrammés (hiver + été)	1
7. Informatique industrielle I, II (hiver + été)	1
8. Electronique, Laboratoire (hiver)	1
9. Electromécanique, Laboratoire (été)	1
10. Projet V (hiver)	1

Conditions de réussite:
moyenne des branches 1 à 5 $\geq$ 6,0 et
moyenne des branches 6 à 10 $\geq$ 6,0.

<i>Orientation Microélectronique et instrumentation:</i>	<i>coefficient</i>
--	--------------------

<i>Branches théoriques</i>	<i>coefficient</i>
1. Analyse III, IV (écrit)	1
2. Physique générale II, III (écrit)	1
3. Electromagnétisme I, II (oral)	1
4. Circuits et systèmes I, II (écrit)	1
5. Analyse numérique (écrit)	1
6. Probabilité et statistique (écrit)	1
7. Electronique I, II (écrit)	1
8. Programmation III, IV (écrit)	1

<i>Branches pratiques</i>	
9. Electrométrie I, II, Laboratoire (hiver + été)	1
10. TP de physique générale (été)	1
11. Electronique I, II, Laboratoire (hiver + été)	1
12. Projet 1 ^{er} cycle III (hiver)	1
13. Projet 1 ^{er} cycle IV (été)	1

Conditions de réussite:

moyenne des branches 1 à 8 $\geq 6,0$ et

moyenne des branches 1 à 13 $\geq 6,0$.

Article 4 – Admission en 3^e année

Les étudiants choisissent l'une des quatre orientations:

- Automatique et conduite des processus
- Energie et machines
- Microélectronique et instrumentation
- Communications

Article 5 – Promotion en 4^e année

Orientation automatique et conduite des processus:

<i>Branches théoriques – Session de printemps</i>	<i>coefficient</i>
1. Traitement des signaux I (écrit)	1

<i>Branches théoriques – Session d'été</i>	
2. Matériaux de l'électrotechnique I, II (oral)	2
3. Télécommunications I, II (oral)	2
4. Energie I, II (oral)	2
5. Transmission de chaleur (oral)	1

Branches théoriques – Session de printemps

1. Composants microélectroniques (écrit)	1
2. Electronique III (écrit)	1

Branches théoriques – Session d'été

3. Electromécanique I, II (oral)	2
4. Réglage automatique I, II (écrit)	2
5. Télécommunications I, II (oral)	2
6. Propagation et rayonnement (écrit)	1
7. Transmission de chaleur (oral)	1

Branches pratiques

8. Systèmes logiques et systèmes microprogrammés (hiver + été)	1
9. Informatique industrielle I, II (hiver + été)	1
10. Electronique, Laboratoire (hiver)	1
11. Electromécanique, Laboratoire (été)	1
12. Projet V (hiver)	1

Conditions de réussite:

moyenne des branches 1 à 7 $\geq 6,0$ et

moyenne des branches 8 à 12 $\geq 6,0$.

Orientation Communications: *coefficient*

Branches théoriques – Session de printemps

1. Fiabilité (oral)	1
2. Electronique III (écrit)	1

Branches théoriques – Session d'été

3. Electromécanique I, II (oral)	2
4. Réglage automatique I, II (écrit)	2
5. Matériaux de l'électrotechnique I, II (oral)	2
6. Propagation et rayonnement (écrit)	1
7. Transmission de chaleur (oral)	1

Branches pratiques

8. Systèmes logiques et systèmes microprogrammés (hiver + été)	1
9. Informatique industrielle I, II (hiver + été)	1
10. Electronique, Laboratoire (hiver)	1
11. Electromécanique, Laboratoire (été)	1
12. Projet V (hiver)	1

Conditions de réussite:

moyenne des branches 1 à 7 $\geq 6,0$ et

moyenne des branches 8 à 12 $\geq 6,0$.

Article 6 – Cours à option (branches théoriques)

1. En 4^e année, l'étudiant choisit 8 cours annuels:
 - 6 dans la liste de cours à option propre à son orientation.
 - 2 parmi tous les cours à option ou parmi les cours de 3^e année qui ne sont pas obligatoires pour son orientation.L'étudiant a la possibilité de choisir ces cours à option dans les plans d'études des autres sections. Ce choix doit être ratifié par le conseiller d'études.
2. Un cours annuel peut être remplacé par deux cours semestriels. Les cours semestriels sont explicitement mentionnés dans le plan d'études.
3. Un cours annuel fait l'objet d'une seule épreuve avec coefficient 2. Un cours semestriel fait l'objet d'une épreuve avec coefficient 1.
4. Les cours à option sont interrogés pour l'admission à l'examen final et à l'examen final. Le Département peut décider de la répartition des épreuves entre ces deux examens.

Article 7 – Admission à l'examen final

Branches théoriques – Session de printemps

Les options semestrielles qui ne font pas partie de l'examen de diplôme (maximum 4).

Branches théoriques – Session d'été

1 à 8. Un nombre d'options tel que le total annuel corresponde à un coefficient de 8.

Branches pratiques	coefficient
9. Projet HTE (hiver)	1
10. TP avancé (hiver)	1
11. Projet VII (hiver)	2
12. Projet VIII (été)	2

Conditions de réussite:
moyenne des branches 1 à 8 $\geq 6,0$ et
moyenne des branches 9 à 12 $\geq 6,0$.

Article 8 – Examen final

Examen final (EF)	coefficient
Orientation Automatique et conduite des processus:	
1. Electromécanique	2
2. Electronique industrielle I, II	2
3. Réglage automatique I, II	2
4 à 10 max. Un nombre d'options tel que le total corresponde à un coefficient de	8 (total)

Orientation Energie et machines:

1. Electromécanique	2
2. Electronique industrielle I, II	2
3. Energie	2
4 à 10 max. Un nombre d'options tel que le total corresponde à un coefficient de	8 (total)

Orientation Microélectronique et instrumentation:

1. Matériaux de l'électrotechnique I, II	2
2. Traitement des signaux I, II	2
3. Optoélectronique I + Optique ondulatoire et optique guidée	2
4. Conception de circuits intégrés numériques	1
5 à 10 max. Un nombre d'options tel que le total corresponde à un coefficient de	8 (total)

Orientation Communications:

1. Télécommunications I, II	2
2. Traitement des signaux I, II	2
3. Optoélectronique I + Optique ondulatoire et optique guidée	2
4. Mathématiques des communications	1
5 à 10 max. Un nombre d'options tel que le total corresponde à un coefficient de	8 (total)

Condition d'admission au travail pratique de diplôme:
moyenne générale $\geq 6,0$.

Travail pratique de diplôme (TPD)

Une seule note est attribuée au TPD. La réussite du TPD implique l'obtention d'une note $\geq 6,0$.

La durée du travail pratique de diplôme est de deux mois.

Diplôme

La note de diplôme s'obtient en calculant la moyenne des notes EF + TPD.

Article 9 – Abrogation du droit en vigueur

Le règlement spécial des épreuves de diplôme de la Section d'électricité est abrogé.

Article 10 – Entrée en vigueur

Le présent règlement entre en vigueur le 11 mai 1989.

Au nom du Conseil des Ecoles polytechniques fédérales:

Le président: H. Ursprung
Le secrétaire: J. Fulda

TABLE DES MATIERES DES RESUMES DE COURS DE LA SECTION D'ELECTRICITE

Classification par enseignant :

Enseignant(s)	Titre du cours	Semestre(s)	Page(s)
Aguet M.	Haute tension	7e	7.1
Arbenz K.	Analyse III	3e	3.1
Arbenz K.	Analyse IV	4e	4.1
Arbenz K.	Analyse numérique I	3e	3.2
Arbenz K.	Analyse numérique II	4e	4.2
Arbenz K.	Mathématiques (répétition)	1er	1.10
Arbenz K.	Mathématiques des communications	6e	6.1
Barmaverain W.	Projets 1er cycle I	1er	1.1
Barmaverain W.	Projets 1er cycle II	2e	2.1
Baud M.	Télévision	7e	7.2
Benoît W./ /Kocian/Riesen	TP de mécanique générale et de physique générale	4e	4.3
Boyer P.	Fiabilité	5e	5.1
Bühler H.	Electronique industrielle I	5e	5.2
Bühler H.	Electronique industrielle II	6e	6.2
Bühler H.	Electronique industrielle III	7e	7.3
Bühler H.	Electronique industrielle IV	8e	8.1
Bühler H.	Electronique de puissance	7e/8e	7.4/8.2
Cairol R.	Algèbre linéaire I	1er	1.2
Cairol R.	Algèbre linéaire II	2e	2.2
Declercq M.	Electronique I	3e	3.3
Declercq M.	Electronique II	4e	4.4
Declercq M.	Electronique III	5e	5.3
Declercq M.	Conception de circuits intégrés numériques	6e	6.3
Declercq M.	TP d'Electronique	5e	5.4
Decotignie J.-D.	Informatique industrielle III	7e	7.19
Decotignie J.-D.	Informatique industrielle IV	8e	8.19
De Coulon F.	Signaux et information	7e/8e	7.5/8.3
De Coulon F.	Traitement des signaux I	5e	5.5
Descombaz P.	Projets 1er cycle III	3e	3.4
De Rooij N.	Capteurs intégrés	7e	7.21
Divers	Instruments de travail	1er/2e/3e/4e	1.11/2.10/3.11/4.12
Divers	Instruments de travail	5e/6e/7e/8e	5.17/6.17/7.30/8.30
Divers	Cours HTE/Séminaires	5e/6e/7e/8e	5.16/6.16/7.29/8.29
Dos Ghali J.	Préparation du projet Homme - Technique - Environnement	6e	5.18/6.18
Dos Ghali J.	Projet Homme - Technique - Environnement	6e	6.18/7.31
Fivaz R.	Physique générale I	2e	2.3
Fivaz R.	Physique générale II	3e	3.5
Fontolliet P.-G.	Projets 1er cycle III	3e	3.4

Fontolliet P.-G.	Télécommunications I : Transmission	5e	5.6
Fontolliet P.-G.	Télécommunications II : Systèmes	6e	6.4
Fontolliet P.-G.	Télétrafic	7e	7.7
Fontolliet P.-G.	Télématique	8e	8.4
Fontolliet P.-G.	Communications optiques	8e	8.5
Fontolliet P.-G.	Commutation	7e	7.6
Gallay R.	Matériaux de l'électrotechnique I	5e	5.7
Gallay R.	Matériaux de l'électrotechnique II	6e	6.5
Gardiol F.	Hyperfréquences	7e/8e	7.8/8.6
Gardiol F.	Optique ondulatoire et optique guidée	6e	6.6
Gardiol F.	Propagation et rayonnement	6e	6.7
Germond A.	Electrotechnique II	2e	2.4
Germond A.	Energie I	5e	5.8
Germond A.	Energie II	6e	6.8
Germond A.	Conduite des réseaux	7e/8e	7.9/8.7
Gianola J.-C.	Transmission de chaleur	6e	6.9
Gillet D.	Simulation I	7e	7.10
Gillet D.	Simulation II	8e	8.8
Gruber Ch.	Mécanique générale I	1er	1.3
Gruber Ch.	Mécanique générale II	2e	2.5
Hasler M.	Phénomènes et méthodes non linéaires	7e/8e	7.11/8.9
Heiniger W.	Projets 1er cycle I	1er	1.1
Hochet B.	Conception de circuits intégrés VLSI	7e/8e	7.12/8.10
Hubaux J.-P.	Commutation	8e	8.11
Ianoz M.	Comptabilité électromagnétique	8e	8.12
Ilegems M.	Composants microélectroniques	5e	5.9
Ilegems M.	Optoélectronique	5e	5.10
Ilegems M.	Physique générale III	4e	4.5
Javet Ph.	Chimie appliquée	1er	1.4
Jufer M.	Electromécanique I	5e	5.11
Jufer M.	Electromécanique II	6e	6.10
Jufer M.	TP d'Electromécanique	6e	6.11
Kocher M.	Traitement numérique des signaux et images	7e/8e	7.13/8.13
Kunt M.	Traitement des signaux II	6e	6.12
Kunt M.	Traitement d'images et reconnaissance des formes	7e/8e	7.14/8.14
Lerch P.	Chimie appliquée	1er	1.4
Longchamp R.	Réglage automatique I	5e	5.12
Longchamp R.	Réglage automatique II	6e	6.13
Longchamp R.	Réglage automatique III	7e	7.15
Longchamp R.	Réglage automatique IV	8e	8.15
Mange D.	Systèmes logiques	1er	1.5
Mange D.	Systèmes microprogrammés	2e	2.6
Matzinger H.	Analyse I	1er	1.6
Matzinger H.	Analyse II	2e	2.7
Moinat J.-P.	Programmation III	3e	3.6
Moinat J.-P.	Programmation IV	4e	4.6
Moinat J.-P.	Projet 1er cycle IV (informatique)	4e	4.7

Moinat J.-P.	Projet 1er cycle V (informatique)	5e	5.13
Mosig J.-R.	Electromagnétisme I	3e	3.7
Mosig J.-R.	Electromagnétisme II	4e	4.8
Mlynek D..	CAO (outils de conception pour circuits intégrés)	7e/8e	7.16/8.16
Neiryneck J.	Circuits et systèmes I	3e	3.8
Neiryneck J.	Circuits et systèmes II	4e	4.9
Neiryneck J.	Filtres électriques	7e/8e	7.17/8.17
Nicoud J.-D.	Microprocesseurs I	7e	7.18
Nicoud J.-D.	Microprocesseurs II	8e	8.18
Nussbaumer H.	Informatique industrielle I	5e	5.14
Nussbaumer H.	Informatique industrielle II	6e	6.14
Nussbaumer H.	Informatique industrielle III	7e	7.19
Nussbaumer H.	Informatique industrielle IV	8e	8.19
Paratte P.A.	Détecteurs optoélectroniques	8e	8.20
Petitpierre C.	Téléinformatique I	7e	7.20
Petitpierre C.	Téléinformatique II	8e	8.21
Plattner E.	Chimie appliquée	1er	1.4
Robert Ph.	Electrométrie I	3e	3.9
Robert Ph.	Electrométrie II	4e	4.10
Robert Ph.	Electrotechnique I	1er	1.7
Rossi M.	Electroacoustique	7e/8e	7.22/8.22
Rossi M.	Propagation et rayonnement	6e	6.7
Ruegg A.	Probabilité et statistique	3e	3.10/4.11
Ruegg A.	Processus stochastiques	8e	8.23
Schipper A.	Programmation I	1er	1.8
Schipper A.	Programmation II	2e	2.8
Simond J.-J.	Machines électriques	8e	8.24
Simond J.-J.	Traction électrique	8e	8.25
Spinnler G.	Mécanique appliquée	7e/8e	7.23/8.26
Stauffer A.	Systèmes logiques	5e	5.15
Stauffer A.	Systèmes microprogrammés	6e	6.15
Thévenaz	Modulation optique	7e	7.24
Tu Xuan M.	Machines électriques	7e	7.25
Vacat	CAO moteurs et appareillage	7e/8e	7.26/8.27
Vittoz E.	Conception de circuits intégrés analogiques	7e/8e	7.27/8.28
Wavre N.	Entraînements électriques	7e	7.28
Zwahlen B.	Analyse I	1er	1.9
Zwahlen B.	Analyse II	2e	2.9

Titre : PROJET 1er CYCLE I					
Enseignant : Pierre BARMAVERAIN, maître de construction EPFL/DME Wilfred HEINIGER, maître de construction EPFL/DME,					
Heures totales : 60		Par semaine : Cours		Exercices	Pratique 4
Destinataires et contrôle des études :					Branches
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques : Pratiques
ELECTRICITE	1er	☒	☐	☐	☐ : ☒
.....		☐	☐	☐	☐ : ☐
.....		☐	☐	☐	☐ : ☐
.....		☐	☐	☐	☐ : ☐

OBJECTIFS

A la fin du cours l'étudiant sera capable de lire un dessin technique (reconnaissance des pièces), de comprendre le fonctionnement de certains organes de machines (cinématique, circulation de forces et d'énergie). Il aura utilisé un logiciel de DAO.

CONTENU

Règle du dessin technique

Description et concept du logiciel de DAO

Analyse des efforts dans un mécanisme

Théorie sur les éléments de liaison, transmission de puissance et de guidage en rotation.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec des exercices

DOCUMENTATION : Norme VSM, feuilles photocopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : ...

Préparation pour : projet 2.3

Titre : ALGEBRE LINEAIRE I						
Enseignant : R. CAIROLI, Professeur EPFL/DMA						
Heures totales : 45		Par semaine: Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
MATERIAUX.....	1er	☒	☐	☐	☒	☐
ELECTRICIENS.....	1er	☒	☐	☐	☒	☐
INFORMATIENS	1er	☒	☐	☐	☒	☐
ETS	1er	☒	☐	☐	☒	☐

OBJECTIFS

Apprendre à l'étudiant les techniques du calcul vectoriel et du calcul matriciel.

CONTENU

1. Espaces vectoriels. Introduction, vecteurs, combinaisons linéaires, générateurs, dépendance et indépendance linéaires, notions de base et de dimension, produit scalaire.
2. Applications linéaires et matrices. Applications linéaires, matrice d'une application linéaire, composée et inverse d'une application linéaire, produit de matrices, matrices inversibles, matrice d'un changement de base, transformation de la matrice d'une application linéaire dans un changement de base.
3. Systèmes d'équations linéaires. Rang d'une matrice, systèmes homogènes, systèmes inhomogènes.
4. Déterminants. Définition, propriétés, développements suivant une ligne ou une colonne, règle de Cramer, calcul de l'inverse d'une matrice, volume d'un parallélépipède de dimension n .

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Exposé oral, exercices en salle par groupes.

DOCUMENTATION: Algèbre linéaire, tome 1, PPR.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Analyse I, Géométrie.

Préalable requis:

Préparation pour:

Titre : MECANIQUE GENERALE I						
Enseignant : Christian GRUBER, Professeur EPFL/DP						
Heures totales : 75		Par semaine : Cours 3 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches Théoriques Pratiques	
ELECTRICITE.....	1er	☒	☐	☐	☒	☐
MATERIAUX.....	1er	☒	☐	☐	☒	☐
PHYSIQUE	1er	☒	☐	☐	☒	☐
RACCORDEMENT ETS....		☒	☐	☐	☒	☐

OBJECTIFS

L'étudiant devra connaître les lois de la cinématique et de la dynamique du point matériel. Il sera capable d'effectuer une analyse qualitative de l'évolution des systèmes et de trouver les forces responsables du mouvement.

CONTENU

Espace de configuration

Description de la position d'un système matériel; éléments de calcul vectoriel; torseur; centre de masse.

Cinématique

Description du mouvement du point et du solide; étude de quelques cas simples; mouvements relatifs; composition des vitesses et accélérations.

Dynamique

Lois de Newton; analyse des forces et des lois phénoménologiques associées; référentiel d'inertie; équations générales du mouvement; puissance, travail, énergie; lois de conservation.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra et exercices dirigés en salle

DOCUMENTATION: Mécanique générale: Ch. Gruber PPR; ouvrages recommandés, corrigés d'exercices

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Bonne formation au niveau maturité

Préparation pour : Mécanique générale II, Physique générale, mécanique appliquée, résistance aux matériaux.

Titre : CHIMIE APPLIQUEE						
Enseignant : Ph. Javet, E. Plattner, P. Lerch, Professeurs EPFL						
Heures totales : 60		Par semaine : Cours 3 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches Théoriques Pratiques	
Génie civil, Mécanique.....	1e	☒	☐	☐	☒	☐
Electricité, Physiciens	1e	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechniciens	1e	☒	☐	☐	☒	☐
Génie rural et géomètre.....	1e	☒	☐	☐	☒	☐

OBJECTIFS

Acquérir ou compléter les connaissances de base en chimie générale et préparer ainsi l'accès aux enseignements ultérieurs en science et technologie moderne des matériaux.

Maîtriser le langage et la symbolique utilisés en chimie.

Illustrer le mode de pensée inductif grâce aux démonstrations présentées au cours notamment.

Servir de base aux relations interdisciplinaires; la chimie ou ses applications jouent un rôle croissant dans les sciences de l'ingénieur; le cours doit permettre au futur ingénieur de comprendre les bases de travail du chimiste et d'engager avec succès le dialogue.

CONTENU

- Structure atomique, tableau périodique, liaisons chimiques
- Etats de la matière, lois de base; règle de nomenclature
- Réaction chimique; stoechiométrie, bilan énergétique; équilibres chimiques; affinités et potentiel chimiques; éléments de cinétique et de photochimie.
- Métaux, non-métaux; fabrication de quelques composés importants; notions de chimie industrielle
- Introduction à la chimie organique
- Physico-chimie de l'eau; propriétés des ions en solutions; acides et bases. Oxydo-réduction, loi de Nernst, série d'électrochimique. L'état colloïdal.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathédra avec démonstration; exercices en salle

DOCUMENTATION : livre PPR

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Formation de base, préalable aux études de propriétés de la matière et des technologies. Niveau en chimie de la maturité fédérale.

Préparation pour :

Titre : SYSTEMES LOGIQUES					
Enseignant : Daniel MANGE, Professeur EPFL/DI					
Heures totales : 45	Par semaine :	Cours 1	Exercices	Pratique 2	
Destinataires et contrôle des études :					
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches
Electriciens	1	☒	☐	☐	Théoriques ☐ Pratiques ☒
.....		☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Acquisition par les étudiants d'un certain nombre de *méthodes systématiques* permettant la conception et l'analyse de systèmes électroniques digitaux, ainsi que l'apprentissage d'un certain *savoir-faire* dans la réalisation pratique, le câblage et le dépannage de ces mêmes systèmes.

CONTENU

1. **SYSTEMES LOGIQUES COMBINATOIRES.** Définition des modèles logiques; variable logique; fonctions logiques d'une et plusieurs variables (ET, OU, NON, NAND, OU-exclusif, Majorité, fonction universelle); modes de représentation des fonctions logiques; algèbre logique (algèbre de Boole).
2. **SIMPLIFICATION DES SYSTEMES COMBINATOIRES.** Réalisation des systèmes combinatoires (multiplexeur, démultiplexeur) et hypothèses relatives à la simplification; simplification par la méthode de la table de Karnaugh; utilisation des portes "OU-exclusif"; systèmes itératifs.
3. **BASCULES BISTABLES.** Notion de système séquentiel; élément de mémoire, définition et modèles des bascules; analyse détaillée d'un cas particulier: la bascule D; modes de représentation des divers types de bascules (bascule JK, diviseur de fréquence).
4. **COMPTEURS.** Définition, représentation par un chronogramme, un graphe ou une table d'états. Méthodes générales de synthèse et d'analyse. Réalisation d'une horloge électronique.
5. **SYSTEMES SEQUENTIELS SYNCHRONES.** Définition, analyse, représentation par un graphe et une table d'états. Applications: compteur réversible, registre à décalage. Méthode générale de synthèse: élaboration de la table d'états, réduction et codage des états, réalisation du système combinatoire. Codage minimal et codage 1 parmi M. Réalisation avec portes NAND, multiplexeurs ou démultiplexeurs. Applications: discriminateur du sens de rotation, détecteur de séquence, serrure électronique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours-laboratoire intégré.

DOCUMENTATION : Volume V du. Traité d'Electricité: "Analyse et synthèse des systèmes logiques" (D. Mange). "Travaux pratiques de systèmes logiques", manuel d'utilisation des logidules (D. Mange, A. Stauffer)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : néant

Préparation pour : systèmes microprogrammés

Titre : ANALYSE I							
Enseignant : H. MATZINGER, professeur, EPFL/DP							
Heures totales :120		Par semaine: Cours 4 Exercices 4 Pratique					
Destinataires et contrôle des études					Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Electricité.....	1er	☒	☐	☐	☒	☐	
Microtechnique.....	1er	☒	☐	☐	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS Développer les compétences nécessaires pour permettre à l'étudiant de suivre les cours ultérieurs et plus avancés de mathématiques ainsi que les cours en sciences de l'ingénieur. Donner les bases du langage et des méthodes du calcul différentiel et intégral utilisés par l'ingénieur. A la fin de cet enseignement, l'étudiant devrait être capable de savoir utiliser le calcul différentiel et intégral pour résoudre des problèmes mathématiques tels que l'ingénieur les rencontre.

CONTENU

- I. Rappel concernant les limites.
- II. **LES NOMBRES COMPLEXES** : Opérations élémentaires sur les nombres complexes. Les formules d'Euler. Les fonctions hyperboliques. Fonctions rationnelles. Oscillations harmoniques.
- III. **CALCUL DIFFERENTIEL** (Fonction d'une variable) : Dérivées. Méthodes de calcul de dérivées, dérivées d'ordre supérieur. Fonctions trigonométriques inverses et fonctions hyperboliques inverses. Etude de fonctions. "Maxima et minima". Approximation (locale) linéaire. Formes indéterminées, règle de Bernoulli-l'Hospital.
- IV. **INTEGRALES** : L'intégrale définie. Propriétés de l'intégrale définie. L'intégrale indéfinie (primitives). Intégration de fonctions rationnelles. Le "théorème fondamental du calcul infinitésimal". Applications des intégrales Aires planes. Longueur d'un arc.
- V. **INTRODUCTION A LA NOTION DE SERIE.**
- VI. **SERIES DE TAYLOR** : Approximations locales par des polynômes. La formule de Taylor. Séries de Taylor. Le domaine de convergence. Opérations élémentaires sur les séries entières. Intégration et dérivation de séries entières.
- VII. **CALCUL DIFFERNTIEL DE FONCTIONS DE PLUSIEURS VARIABLES** : Fonctions de plusieurs variables. Fonctions différentiables, dérivées partielles. Dérivées de fonctions composées. Dérivées directionnelles, gradient. Développement de Taylor. "Maxima et minima". Extrema liés (multiplicateurs de Lagrange).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, exercices en groupes.

DOCUMENTATION:

Jacques Douchet et Bruno Zwahlen, Calcul différentiel et intégral, Presses polytechniques romandes, Lausanne.

N. Piskounov, Calcul différentiel et intégral, tome I, Editions de Moscou.

J. Bass, Mathématiques, tome II, Analyse, 1ère année, Editions Masson & Cie, Paris.

Collections d'exercices

Ayres Frank Jr., Série Schaum, Théorie et applications du Calcul différentiel et intégral (McGraw-Hill Editeurs)

Ouvrage de références : Petite encyclopédie des mathématiques (éd. K. Pagoulatos, Paris).

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Niveau d'une maturité C

Préparation pour: Analyse II

Titre : ELECTROTECHNIQUE I								
Enseignant : Philippe ROBERT, professeur EPFL/DE								
Heures totales : 90		Par semaine : Cours 2		Exercices 2		Pratique 2		
Destinataires et contrôle des études :							Branches	
Section(s)		Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques		Pratiques
ELECTRICITE.....		1	☒	☐	☐	☒		☒
.....			☐	☐	☐	☐		☐
.....			☐	☐	☐	☐		☐
.....			☐	☐	☐	☐		☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables :

- d'interpréter les principales applications techniques de l'électricité au moyen des lois fondamentales de l'électricité.
- de maîtriser le calcul élémentaire des circuits électriques.
- d'effectuer des mesures électriques simples.

CONTENU

Lois fondamentales de l'électricité. Modélisation des phénomènes électriques et électro-magnétiques observables expérimentalement. Charge et champ électriques, permittivité, théorème de Gauss, potentiel électrique et tension. Courant, lois d'Ohm, de Joule et de Kirchhoff. Champ et induction magnétiques, perméabilité, potentiel magnétique, théorème d'Ampère, loi d'induction.

Principaux éléments de circuits. Modèle d'un circuit électrique : source idéale de tension, de courant; résistance, capacité, inductance, inductance mutuelle.

Combinaisons simples d'éléments linéaires et méthodes de simplification. Regroupement d'éléments en série et en parallèle. Identification de diviseurs de tension et de courant. Transformation étoile-triangle. Reconfiguration de sources. Théorèmes de Thévenin et Norton. Principe de superposition. Méthodes systématiques.

Circuits en régime continu. Régime permanent continu; mise en équation des circuits linéaires à résistances; pont de Wheatstone; circuits avec éléments non linéaires.

Aperçu sur la technologie des composants électriques. Résistances; condensateurs; inductances; transformateurs.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, complété par des séances d'exercices, de laboratoire et des visites d'entreprises.

DOCUMENTATION : Traité d'Electricité, Vol. I

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour : tous les cours d'électricité.

Titre : PROGRAMMATION I						
Enseignant : André SCHIPER, Professeur EPFL/DI						
Heures totales : 45	Par semaine: Cours 1 Exercices Pratique 2					
Destinataires et contrôle des études				Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
ELECTRICITE.....	1	☒	☐	☐	☐	☐
MICROTECHNIQUE.....	1	☒	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

L'étudiant apprendra à utiliser un système informatique et acquerra les notions de base de la programmation.

CONTENU

Connaissances générales de l'ordinateur. Rôle du processeur et de la mémoire principale. Mémoires auxiliaires et unités périphériques.

Fonction d'un système d'exploitation. Langage de commande et éditeur.

Forme générale d'un programme. Déclarations et instructions. Types de donnée élémentaires; constantes et variables.

Expressions logiques et arithmétiques. Affectation. Appel de procédure. Instructions d'entrée-sortie. Structure de bloc. Instructions conditionnelle et de boucle. Définition de fonctions et procédures; portée des identificateurs.

Types structurés tableau et enregistrement.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra. Exercices par groupes et travaux sur microordinateur.

DOCUMENTATION: J.-L. THIBAUD, Manuel de référence Rainbow-100 et système UCSD.
P. GROGONO, La Programmation en Pascal, InterEditions.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: ---

Préparation pour: Programmation II

Titre : ANALYSIS I						
Enseignant : Bruno ZWAHLEN, professeur EPFL/DMA						
Heures totales : 120		Par semaine : Cours 4 Exercices 4 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Génie civil, Génie rural et géom.,	1e	☒	☐	☐	☒	☐
Mécanique, Microtechnique..	1e	☒	☐	☐	☒	☐
Electricité, Physique,	1e	☒	☐	☐	☒	☐
Mathéma., Matériaux, Inform.	1e	☒	☐	☐	☒	☐

OBJECTIFS

Etude du calcul différentiel et intégral : notions, méthodes, résultats.

CONTENU**INHALT :**

Differential- und Integralrechnung der Funktionen einer Variablen.

- Grundbegriffe (reelle und komplexe Zahlen, Grenzwert)
- Funktionen
- Stetigkeit
- Ableitungen
- Lokales Verhalten einer Funktion, Maxima und Minima
- Die Taylorsche Entwicklung, Potenzreihen
- Spezielle Funktionen
- Integrale und Stammfunktionen
- Uneigentliche Integrale

Lineare Differentialgleichungen.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathedra, exercices en salle

DOCUMENTATION : Calcul différentiel et intégral I et III, J. Douchet et B. Zwahlen, PPR 1983 et 1987.

Un cours photocopié en allemand sera à disposition au début de l'année académique

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : MATHEMATIQUES (répétition)						
Enseignant : Kurt ARBENZ, professeur EPFL/DMA						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2 Exercices			Pratique	
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
Electricité.....	1er	☐	☒	☐	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

L'étudiant insuffisamment préparé, en particulier le porteur d'une maturité non scientifique de type A, B, D ou E raffermira ou acquerra les connaissances mathématiques élémentaires nécessaires.

CONTENU

Algèbre des nombres complexes; propriétés des fonctions élémentaires : tangente, normale, maxima et minima, point d'inflexion; éléments de géométrie analytique; calcul vectoriel et matriciel; exercices supplémentaires de calcul différentiel et intégral.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Cours de base et spécifiques en mathématiques et physique

Préparation pour :

Titre : INSTRUMENTS DE TRAVAIL								
Enseignant : DIVERS								
Heures totales : H+E : 50		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique		
Destinataires et contrôle des études :								
Section(s)		Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches		
						Théoriques		Pratiques
Electricité.....		1er/2e	☐	☒	☐	☒		☒
Electricité.....		3e/4e	☐	☒	☐	☒		☒
Divers.....			☐	☐	☐	☐		☐
.....			☐	☐	☐	☐		☐

OBJECTIFS

Voir livret des cours spécial de l'Ecole disponible au Service académique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : PROJET 1er CYCLE II						
Enseignant : Pierre BARMAVERAIN, maître de construction EPFL/DME						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique : 2
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
ELECTRICITE	2ème	☒	☐	☐	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

A la fin du cours l'étudiant saura maîtriser les méthodes et outils de travail utilisés lors de la conception et il sera capable de concevoir individuellement de petits ensembles électromécaniques.

CONTENU

Exercices de construction avec utilisation de documents techniques, programmes de calculs, catalogues et normes.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex en salle de dessin (4h toutes les deux semaines)

DOCUMENTATION : Fiches photocopiées + documentation professionnelle

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Projet 1er semestre

Préparation pour : Projet 3 semestre + Mécanique appliquée 7ème semestre

Titre : ALGEBRE LINEAIRE II						
Enseignant : R. CAIROLI, Professeur EPFL/DMA						
Heures totales : 30		Par semaine: Cours 2		Exercices 1		Pratique
Destinataires et contrôle des études				Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
MATERIAUX.....	2e	☒	☐	☐	☒	☐
ELECTRICIENS.....	2e	☒	☐	☐	☒	☐
INFORMATIENS	2e	☒	☐	☐	☒	☐
ETS	2e	☒	☐	☐	☒	☐

OBJECTIFS

Familiariser l'étudiant avec les outils nécessaires pour résoudre des problèmes liés à la réduction de matrices à la forme diagonale.

CONTENU

1. Valeurs propres et vecteurs propres. Définitions et premières propriétés, polynôme caractéristique d'une matrice, diagonalisation d'une matrice, matrices semblables, applications.
2. Transformations linéaires dans les espaces euclidiens. Isométries et matrices orthogonales, déplacements, similitudes, affinités.
3. Réduction des formes quadratiques. Formes quadratiques, réduction, quadriques et coniques, surfaces de révolution, représentation graphique des quadriques, ellipsoïde d'inertie.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Exposé oral, exercices en salle par groupes.

DOCUMENTATION: Algèbre linéaire, tome 2, PPR.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Analyse II.

Préalable requis:

Préparation pour:

Titre : PHYSIQUE GENERALE I : Thermodynamique et phénomènes ondulatoires						
Enseignant : Roland FIVAZ, professeur EPFL/DP						
Heures totales : 60		Par semaine : Cours 4		Exercices 2		Pratique
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
ELECTRICITE.....	2e	☒	☐	☐	☒	☐
MICROTECHNIQUE.....	2e	☒	☐	☐	☒	☐
RACCORDEMENT ETS		☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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

- formuler les principes de la thermodynamique et leur relation avec le chaos moléculaire présent dans tout système physique,
- décrire les transformations subies par le système et en relier les états d'équilibre initial et final,
- représenter les phénomènes ondulatoires par les équations d'onde ainsi que les effets de leur superposition,
- décrire les phénomènes physique relevant de la thermodynamique et de la théorie des ondes, ainsi que les expériences par lesquelles ils sont mis en évidence.

CONTENU

- Equilibre thermique et chaos moléculaire. Equations d'état.
- Travail, chaleur. Cycle thermodynamique et premier principe. Rendement des machines thermiques.
- Réversibilité et deuxième principe. Entropie et potentiels thermodynamiques.
- Conservation des potentiels et accès à l'équilibre.
- Applications : transformations de phase, capillarité.
- Phénomènes ondulatoires : équations d'onde et solutions, impédance, intensité, énergie.
- Superpositions : réfraction et réflexion, ondes stationnaires, interférences, diffraction, effet Doppler, vitesse de groupe.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec démonstrations, exercices en salle.

DOCUMENTATION : Polycopiés

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Calcul différentiel et intégral

Préparation pour : Cours du 2e cycle

Titre : MECANIQUE GENERALE II						
Enseignant : Christian GRUBER, professeur EPFL/DP						
Heures totales : 40		Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches Théoriques Pratiques	
ELECTRICITE.....	2ème	☒	☐	☐	☒	☐
MATERIAUX.....	2ème	☒	☐	☐	☒	☐
PHYSIQUE	2ème	☒	☐	☐	☒	☐
RACCORDEMENT ETS....		☒	☐	☐	☒	☐

OBJECTIFS

L'étudiant devra connaître les lois de la dynamique des systèmes matériels; il sera capable de les appliquer à l'étude de l'équilibre et du mouvement, de solides et de systèmes de points matériels.

CONTENUSystèmes à 1 degré de liberté

Mouvements oscillatoires libres et forcés; résonance. Applications : particule dans un potentiel central; problèmes à deux corps.

Gravitation universelle

Equivalence masse d'inertie et masse gravifique; champ gravifique; lois de Képler

Dynamique du solide

Tenseur d'inertie; équation d'Euler; gyroscope.

Eléments de statique

Conditions d'équilibre, forces de réaction et tensions; position d'équilibre.

Changement de référentiel et relativité restreinte

Principe de la relativité de Galilée; forces d'inertie et de Coriolis. Théorie relativiste : expériences fondamentales; transformations de Lorentz et conséquences.

Mécanique lagrangienne (Introduction)

Equations de d'Alembert et de Lagrange pour les systèmes holonômes.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra et exercices dirigés en classe

DOCUMENTATION: Mécanique générale: Ch. Gruber, PPR; ouvrages recommandés, corrigés d'exercices

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Mécanique Générale I, Analyse I

Préparation pour : Physique Générale, mécanique appliquée, résistance des matériaux.

Titre : SYSTEMES LOGIQUES					
Enseignant : Daniel MANGE, Professeur EPFL/DI					
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 1		Exercices Pratique 2	
Destinataires et contrôle des études :				Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques Pratiques
ELECTRICIENS.....	1	☒	☐	☐	☐ ☒
RACCORDEMENT ETS		☒	☐	☐	☐ ☒
.....		☐	☐	☐	☐ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐

OBJECTIFS

Acquisition par les étudiants d'un certain nombre de *méthodes systématiques* permettant la conception et l'analyse de systèmes électroniques digitaux, ainsi que l'apprentissage d'un certain *savoir-faire* dans la réalisation pratique, le câblage et le dépannage de ces mêmes systèmes.

CONTENU

1. **SYSTEMES LOGIQUES COMBINATOIRES.** Définition des modèles logiques; variable logique; fonctions logiques d'une et plusieurs variables (ET, OU, NON, NAND, OU-exclusif, Majorité, fonction universelle); modes de représentation des fonctions logiques; algèbre logique (algèbre de Boole).
2. **SIMPLIFICATION DES SYSTEMES COMBINATOIRES.** Réalisation des systèmes combinatoires (multiplexeur, démultiplexeur) et hypothèses relatives à la simplification; simplification par la méthode de la table de Karnaugh; utilisation des portes "OU-exclusif"; systèmes itératifs.
3. **BASCULES BISTABLES.** Notion de système séquentiel; élément de mémoire, définition et modèles des bascules; analyse détaillée d'un cas particulier: la bascule D; modes de représentation des divers types de bascules (bascule JK, diviseur de fréquence).
4. **COMPTEURS.** Définition, représentation par un chronogramme, un graphe ou une table d'états. Méthodes générales de synthèse et d'analyse. Réalisation d'une horloge électronique.
5. **SYSTEMES SEQUENTIELS SYNCHRONES.** Définition, analyse, représentation par un graphe et une table d'états. Applications: compteur réversible, registre à décalage. Méthode générale de synthèse: élaboration de la table d'états, réduction et codage des états, réalisation du système combinatoire. Codage minimal et codage 1 parmi M. Réalisation avec portes NAND, multiplexeurs ou démultiplexeurs. Applications: discriminateur du sens de rotation, détecteur de séquence, serrure électronique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours-laboratoire intégré.

DOCUMENTATION : Volume V du Traité d'Electricité: "Analyse et synthèse des systèmes logiques" (D. Mange). "Travaux pratiques de systèmes logiques", manuel d'utilisation des logidules (D. Mange, A. Stauffer)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : néant

Préparation pour : systèmes microprogrammés

Titre : ANALYSE II**Enseignant : H. MATZINGER, professeur, EPFL/DP****Heures totales : 80****Par semaine: Cours 4 Exercices 4 Pratique****Destinataires et contrôle des études**

Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option
Electricité.....	2ème	☒	☐	☐
Microtechnique.....	2ème	☒	☐	☐
.....		☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐

Branches

Théoriques	Pratiques
☒	☐
☒	☐
☐	☐
☐	☐

OBJECTIFS Développer les compétences nécessaires pour permettre à l'étudiant de suivre les cours ultérieurs et plus avancés de mathématiques ainsi que les cours en sciences de l'ingénieur. Donner les bases du langage et des méthodes du calcul différentiel et intégral utilisés par l'ingénieur. A la fin de cet enseignement, l'étudiant devrait être capable de savoir utiliser le calcul différentiel et intégral pour résoudre des problèmes mathématiques tels que l'ingénieur les rencontre.

CONTENU (Suite du cours ANALYSE I)

- VIII. **INTEGRALES DE FONCTIONS DE PLUSIEURS VARIABLES** : Intégrales doubles. Changement de variables dans une intégrale double. Intégrales triples.
- IX. **CHAMPS VECTORIELS PLANS ET POTENTIELS** : Intégrales curvilignes planes. Gradient et potentiel. Différentielles totales.
- X. **EXEMPLES D'EQUATIONS DIFFERENTIELLES D'ORDRE 1** : La "croissance exponentielle". Equations à variables séparées, changement de variable, équations "homogènes". Equations aux différentielles totales, facteur intégrant. Familles de courbes, enveloppes, équation de Clairaut.
- XI. **EQUATIONS DIFFERENTIELLES LINEAIRES A COEFFICIENTS CONSTANTS** : L'équation $y' + ay = f(x)$. L'équation $y'' + ay' + by = 0$. L'équation $y'' + ay' + by = f(x)$. Seconds membres particuliers. L'équation $y^{(n)} + a_1 y^{(n-1)} + \dots + a_n y = 0$. L'équation $y^{(n)} + a_1 y^{(n-1)} + \dots + a_n y = f(x)$.
- XII. **EQUATIONS LINEAIRES A COEFFICIENTS VARIABLES** : L'équation $y' + a(x)y = f(x)$. L'ensemble des solutions d'équations linéaires. Equations à coefficients analytiques. Equations d'Euler.
- XIII. **METHODES PARTICULIERES, EXEMPLES D'EQUATIONS NON LINEAIRES** : Abaissement de l'ordre.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra, exercices en groupes.**DOCUMENTATION:**

Jacques Douchet et Bruno Zwahlen, Calcul différentiel et intégral, Presses polytechniques romandes, Lausanne

N Piskounov, Calcul différentiel et intégral, tome I, Editions de Moscou.

J. Bass, Mathématiques, tome II, Analyse, 1ère année, Editions Masson & Cie, Paris.

Collection d'exercices :

Ayres Frank Jr., Série Schaum, Théorie et applications du Calcul différentiel et intégral (McGraw-Hill Editeurs)

Ouvrage de références : Petite encyclopédie des mathématiques (éd. K. Pagoulatos, Paris)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**Préalable requis:** Niveau d'une maturité C**Préparation pour:** Analyse II

Titre : PROGRAMMATION II						
Enseignant : André SCHIPER, Professeur EPFL/DI						
Heures totales : 30		Par semaine: Cours 1		Exercices		Pratique 2
Destinataires et contrôle des études				Branches		
Section(s)	Semestre.	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
ELECTRICITE.....	2	☒	☐	☐	☐	☐
MICROTECHNIQUE.....	2	☒	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

L'étudiant apprendra à utiliser un langage de programmation (Pascal), ainsi qu'à utiliser et adapter les structures de données classiques.

CONTENU

Récurtivité.

Types structurés fichier et ensemble.

Pointeurs.

Eléments d'algorithmique numérique et non numérique; étude de quelques structures de données élémentaires.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT: Ex cathedra. Exercices par groupes et projets sur microordinateur.

DOCUMENTATION: J.-L. THIBAUD, Manuel de référence Rainbow-100 et système UCSD.
P. GROGONO, La Programmation en Pascal, InterEditions.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Programmation I

Préparation pour: Divers cours et laboratoires requérant l'usage de l'ordinateur.

Titre : ANALYSIS II						
Enseignant : Bruno ZWAHLEN, professeur EPFL/DMA						
Heures totales : 80		Par semaine : Cours 4 Exercices 4 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Génie civil, Génie rural et géom.,	2e	☒	☐	☐	☒	☐
Mécanique, Microtechnique..	2e	☒	☐	☐	☒	☐
Electricité, Physique.....	2e	☒	☐	☐	☒	☐
Mathémat., Matériaux, Inform.	2e	☒	☐	☐	☒	☐

OBJECTIFS

Etude de calcul différentiel et intégral : notions, méthodes, résultats.

CONTENU**INHALT :**

Differential- und Integralrechnung der Funktionen mehrerer Variablen.

- Funktionen mehrerer Variablen
- Partielle Ableitungen
- Maxima und Minima, Extrema mit Nebenbedingungen, implizite Funktionen
- Die Taylorsche Entwicklung
- Mehrfache Integrale.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathedra, exercices en salle

DOCUMENTATION : Calcul différentiel et intégral II et IV, J. Douchet et B. Zwahlen, PPR 1985 et 1988. Un cours photocopié en allemand sera à disposition au début de l'année académique

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Analysis I, Algèbre linéaire I

Préparation pour :

Titre : INSTRUMENTS DE TRAVAIL						
Enseignant : DIVERS						
Heures totales : H+E : 50		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	1er/2e	☐	☒	☐	☒	☒
Electricité.....	3e/4e	☐	☒	☐	☒	☒
Divers.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Voir livret des cours spécial de l'Ecole disponible au Service académique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : ANALYSE III						
Enseignant : Kurt ARBENZ, professeur EPFL/DMA						
Heures totales : 75		Par semaine : Cours 3 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	3e	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique.....	3e	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront en mesure d'aborder les disciplines appliquées avec un appareil mathématique suffisant et efficace.

CONTENU

- Analyse vectorielle : Algèbre vectorielle; différentiation vectorielle; gradient, divergence et rotationnel; intégration vectorielle, théorème de la divergence, théorème de Stokes et autres théorèmes concernant les intégrales; coordonnées curvilignes; applications.

- Séries de Fourier : Fonctions périodiques, séries de Fourier; fonctions paires et impaires, série de Fourier en cosinus ou sinus; notation complexe pour les séries de Fourier; fonctions orthogonales, égalité de Parseval.

- Intégrale de Fourier : L'intégrale de Fourier; transformées de Fourier; théorème de la convolution; application.

- Calcul opérationnel : Transformée de Laplace unilatérale et bilatérale, théorèmes de transformation; dictionnaire d'images; décomposition en éléments simples d'une fonction rationnelle; exemples de résolution des équations différentielles aux coefficients constants.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices en salle.

DOCUMENTATION : Compléments d'analyse, PPR.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Analyse I et II.

Préparation pour : Analyse IV.

Titre : ANALYSE NUMERIQUE I						
Enseignant : K. ARBENZ, professeur EPFL/DMA						
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 2		Exercices 2		Pratique
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	3	☒	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

L'étudiant apprendra à résoudre numériquement divers problèmes mathématiques d'intérêt pratique et à discuter la valeur des algorithmes proposés.

CONTENU

Itération scalaire, convergence, accélération de la convergence, solution numérique d'équations non linéaires; systèmes d'équations linéaires, l'algorithme d'échange des variables; inégalités linéaires, optimisation; interpolation par la méthode des splines; introduction à la théorie des éléments finis.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposé oral et exercices en salle

DOCUMENTATION : Polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS Programmation et Analyse I et II

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : ELECTRONIQUE I						
Enseignant : Michel DECLERCQ, Professeur EPFL/DE						
Heures totales : 75		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique 2				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	3e	☒	☐	☐	☒	☒
Microtechnique.....	3e	☒	☐	☐	☒	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Le cours a pour but de permettre au futur ingénieur de comprendre et de concevoir correctement les circuits électroniques de base. La poursuite de cet objectif nécessite notamment la connaissance des composants électroniques modernes et de leurs propriétés, et la maîtrise de leur mise en oeuvre dans les circuits. Le cours met l'accent sur la compréhension "physique" des phénomènes et des techniques de circuits, sur l'interprétation des résultats de calcul ou de mesures, le sens des approximations et leurs limites de validité.

CONTENU

- COURS

Introduction
 Rappel de théorie des circuits
 Semiconducteurs et composants électroniques
 L'amplificateur opérationnel et ses applications
 Les bascules et autres circuits à réaction positive
 Oscillateurs sinusoïdaux
 Utilisation des transistors en commutation : les circuits logiques

- EXERCICES ET TRAVAUX PRATIQUES

Les exercices et travaux pratiques permettent à l'étudiant de confronter systématiquement la théorie aux résultats expérimentaux.

Diverses expériences en liaison directe avec la matière présentée au cours donnent l'occasion de mettre en oeuvre différents types de circuits intégrés et de composants discrets.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : cours ex-cathedra et exercices dirigés en salle. Travaux pratiques en laboratoire

DOCUMENTATION : notes de cours polycopiées, *Traité d'Electricité*, vol. VIII. Notices de laboratoire.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electrotechnique I + II

Préparation pour : Electronique II

Titre : PROJET III : Projet de construction						
Enseignant : Pierre DESCOMBAZ, chargé de cours EPFL/DE - Pierre-Gérard FONTOLLIET, professeur EPFL/DE						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique 2
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
ELECTRICITE.....	3e	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Etre capable de :

- Concevoir la construction d'un appareil électrique, électromécanique ou électronique selon un cahier des charges donné;
- Représenter graphiquement la solution adoptée (dessins d'ensemble et de détail);
- Choisir dans des catalogues les composants électroniques et/ou électromécaniques nécessaires;
- Exprimer et communiquer ses idées par voie graphique (dessins, croquis, schémas, plans), écrite (rapport explicatif et justificatif) et orale (bref exposé public lors de la défense à la fin du semestre);
- Etablir un dossier de réalisation à l'intention d'un atelier de production.

CONTENU

- Appréhension d'un problème individuel;
- Analyse comparative de solutions esquissées;
- Conception constructive dans l'espace;
- Respect des normes et des précautions de sécurité;
- Eléments pratiques de compatibilité électromagnétique;
- Connaissance des composants;
- Problèmes d'évacuation de la chaleur;
- Aspects ergonomiques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : - Travail individuel sous la conduite d'un constructeur expérimenté.
- Sujets de nature électromécanique ou électronique.

DOCUMENTATION : - Guide photocopié, normes VSM (extraits).

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Projets de construction I et II.

Préparation pour : Projets de 2e cycle.

Titre : PHYSIQUE GENERALE II : Thermodynamique statistique, élasticité, viscosité, mécanique des fluides						
Enseignant : Roland FIVAZ, professeur EPFL/DP						
Heures totales : 90		Par semaine : Cours 4 Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
ELECTRICITE.....	3e	☒	☐	☐	☒	☐
MICROTECHNIQUE.....	3e	☒	☐	☐	☒	☐
RACCORDEMENT ETS		☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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

- interpréter les principes de la thermodynamique en termes de statistique sur les états microscopiques,
- représenter les déformations des solides et les écoulements des fluides par la théorie de l'élasticité et par la mécanique des fluides,
- décrire les phénomènes physiques relevant de ces théories ainsi que les expériences qui les mettent en évidence

CONTENU

- Principes de la mécanique statistique, configurations microscopiques, dénombrement Distribution de Boltzmann. Fonctions de partition et potentiel chimique.
- Propriétés élastiques des solides et des fluides, contraintes intérieures et déformations.
- Statistique et dynamique des fluides parfaits ou visqueux, équations d'Euler, de Bernoulli, de Navier-Stokes.
Application aux écoulements; tourbillons, portance, similitude; le nombre de Reynolds et la turbulence.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec démonstrations, exercices en salle.

DOCUMENTATION : Polycopiés

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Calcul différentiel et intégral

Préparation pour : Cours du 2e cycle

Titre : PROGRAMMATION III						
Enseignant : Jean-Pierre MOINAT, chargé de cours EPFL/DI						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2		Exercices		Pratique
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
ELECTRICITE.....	3	☒	☐	☐	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Compléter la formation des étudiants en programmation et leur donner une méthodologie pour la création de logiciels techniques. Compléter leur connaissance du langage Pascal.

CONTENU**Introduction**

Particularités des langages de programmation, visibilité et durées de vie des objets, hiérarchie des opérateurs, types et primitives élémentaires vus sous l'angle de leur interaction.

Structures de contrôle

Séquences, répétitions et choix d'un point de vue général. Sous-programmes et mécanismes de passage des paramètres (valeur, référence, descripteur).

Structures de données

Généralités. Structures statiques (tableaux, agrégats et ensembles) et dynamiques (pointeurs, chaînes de caractères, fichiers, piles, vecteurs, files d'attente, listes ordonnées et arbres binaires).

Méthodologie

Modularité. Conception orientée objets, styles de programmation (descendant, montant, etc.), récursivité, documentation.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : cours ex cathedra

DOCUMENTATION : notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Programmation I et II

Préparation pour : Programmation IV et Projet IV informatique

Titre : ELECTROMAGNETISME I						
Enseignant : Juan Ramon MOSIG, chargé de cours EPFL/DE						
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 2		Exercices 1		Pratique
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	3	☒	☐	☐	☒	☐
Raccordement TEL		☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

A la fin du cours, l'étudiant connaîtra les principes de la théorie électromagnétique et ses applications. Il saura appliquer des techniques numériques simples pour résoudre à l'ordinateur des problèmes obéissant aux équations de Laplace et de Poisson.

CONTENU

- Chapitre 1. *Notions Fondamentales* : Modèle de Maxwell; Unités et notations; Définition des domaines d'application. Problèmes à plusieurs dimensions; équations de Maxwell; classement des problèmes électromagnétiques; conditions aux limites; relations constitutives; énergie électrique et magnétique, lignes de champ.
- Chapitre 2. *Electrostatique sans charges d'espace* : Electrostatique sans charges; potentiel; unicité; capacité et résistance; séparation de variables : coordonnées cartésiennes, cylindriques circulaires, sphériques; transformations conformes; méthodes numériques pour traitement à l'ordinateur : différences finies, éléments finis.
- Chapitre 3. *Electrostatique avec charges d'espace* : Equation de Poisson, méthodes de résolution : séparation de variables, méthodes intégrales; champ électrique du dipôle; méthode des images. Fonctions de Green et équations intégrales. Méthode des moments.
- Chapitre 4. *Magnétostatique et quasistatique* : Sans courants. Perméance et réluctance. Equation de Laplace. Avec courants. Relations intégrales pour le potentiel vecteur et le champ. Variation lente du courant : tension induite, inductances mutuelle et propre.
- Chapitre 5. *Champs variant dans le temps* : Représentation temporelle. Bilan d'énergie, unicité. Représentation fréquentielle : vecteurs-phaseurs. Poynting. Réciprocité. Polarisation linéaire, circulaire et elliptique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exercices en salle et exemples traités à l'ordinateur. Séances d'exercices avec autocontrôle.

DOCUMENTATION : "Electromagnétisme" volume III du Traité d'Electricité de l'EPFL, ou "Curso intermedio de Electromagnetismo", eds. Limusa, Mexico

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Analyse I et II.

Préparation pour : Hyperfréquences, Propagation et rayonnement, Electromécanique.

Titre : CIRCUITS ET SYSTEMES I						
Enseignant : Jacques NEIRYNCK, professeur EPFL/DE						
Heures totales : 45		Par semaine : Cours et Exercices 3 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	3	☒	☐	☐	☒	
Mathématiques.....	5	☐	☐	☒	☒	☐
Raccordement TEL.....		☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

L'étudiant saura maîtriser les principes de base des réseaux de Kirchhoff et, en particulier, les relations entre modèle mathématique et réalité expérimentale. Il sera capable d'utiliser les techniques mathématiques telles que la transformée de Fourier et la transformée de Laplace pour la réalisation des équations différentielles qui constituent ce modèle mathématique.

CONTENU

1. Les postulats fondamentaux de la théorie des circuits et leur signification physique: les éléments constitutifs des réseaux; les règles de connexion des éléments; énergétique; les circuits électriques; les systèmes mécaniques.
2. Analyse des signaux par la transformée de Fourier: analyse temporelle et analyse fréquentielle; les distributions; la transformée de Fourier; la série de Fourier.
3. Résolution des équations différentielles par la transformée de Laplace: transformation de Laplace; calcul opérationnel; résolution de l'équation différentielle ordinaire; systèmes d'équations intégral-différentielles.
4. Analyse élémentaire des réseaux: circuits résonants en régime sinusoïdal; l'analyse transitoire des réseaux; réseaux du premier ordre, réseaux du second ordre.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Présentation des points importants ex cathedra. Illustration par exercices.

DOCUMENTATION : Vol. IV du Traité d'électricité

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Analyse et algèbre

Préparation pour : Théorie des filtres

Titre : ELECTROMETRIE I						
Enseignant : Philippe ROBERT, professeur EPFL/DE						
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 1 Exercices Pratique 2				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Electricité.....	3e	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Etre capable de résoudre concrètement un problème de mesure simple par un choix judicieux de la méthode, des appareils respectivement des composants et des circuits à mettre en oeuvre, et par la maîtrise des moyens d'analyse des résultats.

CONTENU

Introduction :

Eléments constitutifs et interfaces d'un système de mesure.

Erreurs de mesure :

Origines des erreurs systématiques et fortuites. Mesures de la tendance moyenne et de la dispersion des résultats, erreur maximum et erreur probable. Lois de composition des erreurs.

Circuits de mesure fondamentaux

Principaux circuits en pont exploités en courant continu et en courant alternatif. Conditions d'équilibre et fonctionnement hors équilibre. Méthodes de résonance, wobulation.

Mesure de signaux périodiques non sinusoïdaux

Simulation d'un système de mesure :

Utilisation d'un logiciel spécialisé pour l'étude des performances d'un système de mesure.

Travaux pratiques :

Mesures d'impédances, de grandes résistances (teraohmmètre), de condensateurs (pont de Wien). Mise en oeuvre d'une méthode de wobulation, mesure des propriétés de composants par résonance. Prise en main d'un logiciel de simulation. Mesure de signaux périodiques non sinusoïdaux. Application à l'analyse détaillée de processus de mesure réalisés concrètement auparavant.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours-laboratoire intégré.

DOCUMENTATION : Vol. XVII TE : Systèmes de mesure. Notices de laboratoire.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electrotechnique I et II

Préparation pour : Electrométrie II

Titre : PROBABILITÉ ET STATISTIQUE I						
Enseignant : Alan RUEGG, professeur EPFL						
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches Théoriques Pratiques	
ÉLECTRICITÉ	3e	☒	☐	☐	☒	☐
MICROTECHNIQUE.....	3e	☒	☐	☐	☒	☐
MATÉRIAUX.....	3e	☒	☐	☐	☒	☐
RACCORDEMENT ETS		☒	☐	☐	☒	☐

OBJECTIFS

Connaître les notions et méthodes fondamentales en calcul des probabilités. Savoir construire un modèle probabiliste à partir d'une situation concrète. Etre capable d'utiliser quelques méthodes élémentaires de statistique.

CONTENU

- Espace de probabilités discrets et continus; variables aléatoires; densité de probabilité et fonction de répartition; espérance mathématique et variance
- Probabilités conditionnelles et événements indépendants; formule des probabilités totales
- Exemples de lois de probabilité bidimensionnelles
- Approximation de la loi binomiale par la loi normale et la loi de Poisson
- Estimation de la moyenne d'une variable aléatoire
- Test du khi-deux
- Applications à des problèmes de fiabilité.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, exercices en groupe

DOCUMENTATION : "Probabilités et Statistique", ouvrages parus aux PPR

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Analyse I

Préparation pour : Electrométrie, traitement des signaux, télécommunications, signaux et information, fiabilité et processus stochastiques

Titre : INSTRUMENTS DE TRAVAIL						
Enseignant : DIVERS						
Heures totales : H+E : 50		Par semaine : Cours		Exercices	Pratique	
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Electricité.....	1er/2e	☐	☒	☐	☒	☒
Electricité.....	3e/4e	☐	☒	☐	☒	☒
Divers.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Voir livret des cours spécial de l'Ecole disponible au Service académique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : ANALYSE IV					
Enseignant : Kurt ARBENZ, professeur EPFL/DMA					
Heures totales : 40		Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique			
Destinataires et contrôle des études :					
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches Théoriques Pratiques
Electricité.....	4e	☒	☐	☐	☒ ☐
Microtechnique.....	4e	☒	☐	☐	☒ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront en mesure d'aborder les disciplines appliquées avec un appareil mathématique suffisant et efficace.

CONTENU

Définition de la fonction d'une variable complexe; étude de la fonction homographique; fonction e^z , $\ln z$, z^n , $\cos z$, $\sin z$; dérivée d'une fonction; conditions de Riemann-Cauchy, intégrale d'une fonction de la variable complexe le long d'un chemin fermé; formule intégrale de Cauchy; série de Taylor et de Laurent; théorie des résidus; calcul de quelques intégrales; représentation conforme.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices en salle.

DOCUMENTATION : Variables complexes, PPR.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Analyse I, II, III.

Préparation pour :

Titre : ANALYSE NUMERIQUE II						
Enseignant : K. ARBENZ, professeur EPFL/DMA						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2		Exercices 1		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	4	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique.....	4	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront en mesure de traiter par ordinateur une sélection de problèmes qui se posent dans la technique.

CONTENU

- Résolution d'un système d'équations linéaires: Notation matricielle, règle de Cramer; méthode d'élimination de Gauss-Jordan; méthodes itératives, convergence d'un algorithme, algorithme de Jacobi.
- Méthodes des moindres carrés: Système d'équations linéaires surdéterminées, estimation en sens des moindres carrés; approximation d'une fonction par un polynôme.
- Vecteurs et valeurs propres d'une matrice symétrique: Calcul de la plus grande valeur propre, calcul du vecteur propre associé; calcul des autres valeurs propres et vecteurs propres.
- Résolution des équations non-linéaires à une ou plusieurs inconnues: Linéarisation, méthode de Newton-Raphson; minimum d'une fonction sans contraintes.
- Intégration et différentiation numérique: Interpolation polynomiale, intégration par la méthode de Simpson, différentiation par interpolation polynomiale.
- Intégration de l'équation algébrique: Méthode de Bernoulli pour une racine dominante réelle, deux racines complexes conjuguées dominantes; applications.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices en salle.

DOCUMENTATION : Analyse numérique, PPR.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Programmation I, Analyse I, II.

Préparation pour : Programmation II.

Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE GENERALE							
Enseignant : Willy Benoit Prof., P. Kocian, A. Riesen, Adj. scientifiques							
Heures totales : 20		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique 2	
Destinataires et contrôle des études :				Branches			
Section(s)	Semestre.	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Electricité.....	4	☒	☐	☐	☐	☒	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Les étudiants pourront acquérir la connaissance des phénomènes physiques de base ainsi que de leurs applications. L'accent sera mis sur l'assimilation de synthèse (phénomènes classés dans des chapitres différents, mais obéissant aux mêmes lois) ainsi que sur les méthodes d'observation et de mesure et la manipulation d'appareils et d'instruments. Le sens de l'initiative et la créativité sont encouragés.

CONTENU

En rapport avec le contenu des cours de mécanique et de physique des section concernées.

En rapport avec certains enseignements de base dispensés par les départements concernés.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : en laboratoire

DOCUMENTATION : notes photocopiées, bibliothèque spécialisée à disposition

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS cours de mathématique, mécanique générale et de physique générale

Préalable requis :

Titre : ELECTRONIQUE II						
Enseignant : Michel DECLERCQ, Professeur EPFL/DE						
Heures totales : 50		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique 2				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	4e	☒	☐	☐	☒	☒
Microtechnique.....	4e	☒	☐	☐	☒	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Le cours a pour but de permettre au futur ingénieur de comprendre et de concevoir correctement les circuits électroniques de base. La poursuite de cet objectif nécessite notamment la connaissance des composants électroniques modernes et de leurs propriétés et la maîtrise de leur mise en oeuvre dans les circuits. Le cours met l'accent sur la compréhension "physique" des phénomènes et des techniques de circuits, sur l'interprétation des résultats de calcul ou de mesures, le sens des approximations et leurs limites de validité.

CONTENU

- COURS

Polarisation des transistors pour utilisation en mode linéaire
 Caractérisation des éléments actifs en mode linéaire ou "petits signaux"
 Amplificateurs linéaires à un transistor (bipolaire ou MOS)
 Réponse en fréquence des amplificateurs
 La réaction négative
 Stabilité
 Circuits linéaires à plusieurs transistors

- EXERCICES ET TRAVAUX PRATIQUES

Les exercices et travaux pratiques permettent à l'étudiant de confronter systématiquement la théorie aux résultats expérimentaux.

Diverses expériences en liaison directe avec la matière présentée au cours donnent l'occasion de mettre en oeuvre différents types de circuits intégrés et de composants discrets.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : cours ex-cathedra et exercices dirigés en salle. Travaux pratiques en laboratoire

DOCUMENTATION : notes de cours polycopiés, Traité d'Electricité, vol. VIII. Notices de laboratoire

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electronique I

Préparation pour : Electronique III (circuits et systèmes électroniques)
 Conception des circuits intégrés numériques

Titre : PHYSIQUE GÉNÉRALE III						
Enseignant : M. ILEGEMS, professeur EPFL/DP						
Heures totales : 40		Par semaine : Cours 3 Exercices 1			Pratique	
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
Electricité	4	☒	☐	☐	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduction à la mécanique quantique, préparant aux cours de 2ème cycle en matériaux, microélectronique, optoélectronique et optique.

CONTENU

1. Origines et nécessité de la mécanique quantique: rayonnement du corps noir, effet photoélectrique, spectres d'émission atomique, diffraction des électrons
2. Dualité onde-particule, relation de Broglie, principe d'incertitude, probabilité de présence
3. Les équations de mouvement de la mécanique classique : formulation de Lagrange et d'Hamilton, interprétation physique
4. Fonctions d'onde et équation de Schrödinger, fonctions et valeurs propres, représentation de l'électron libre
5. Oscillateur harmonique linéaire, application à la molécule biatomique
6. Electron dans un puits de potentiel, électron dans un potentiel périodique, bandes d'énergie, zones de Brillouin, application aux semiconducteurs
7. Atome d'hydrogène : électron dans un champ de force central, moment cinétique et spin, orbitales atomiques, résonance magnétique, lasers
8. Aperçu des méthodes de calcul approché : théorie des perturbations, problèmes non stationnaires, rayonnement.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours avec exercices intégrés

DOCUMENTATION : Polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour : 2ème cycle

Titre : PROGRAMMATION IV					
Enseignant : Jean-Pierre MOINAT, chargé de cours EPFL/DI					
Heures totales : 10		Par semaine : Cours 1 Exercices Pratique			
Destinataires et contrôle des études :					
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches Théoriques Pratiques
ELECTRICITE.....	4	☒	☐	☐	☒ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐

OBJECTIFS

Compléter la formation des étudiants en programmation et leur donner une méthodologie pour la création de logiciels techniques. Compléter leur connaissance du langage Pascal (suite du cours Programmation III).

CONTENU

Mise en oeuvre des notions vues dans le cours Programmation III en langage Pascal sur VAX. Routines généralisées de lecture de données. Modules et environnements en VAX Pascal. Utilisation d'une programmation de gestion de structures dynamiques de données.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : cours ex cathedra

DOCUMENTATION : notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Programmation I, II et III

Préparation pour : Projet IV informatique

Titre : PROJET IV INFORMATIQUE						
Enseignant : Jean-Pierre MOINAT, chargé de cours EPFL/DE						
Heures totales : 40		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique 4
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
ELECTRICITE.....	4	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Mise en pratique des notions vues dans les cours Programmation I, II, III et IV. Permettre à l'étudiant de créer de bout en bout un programme en Pascal touchant au domaine de l'ingénieur électricien.

CONTENU

Utilisation de bibliothèques de structures de données dynamiques et d'entrées-sorties évoluées. Conception orientée objets. Création de documentation au niveau de la conception, de la réalisation finale et de l'utilisateur (mode d'emploi).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : projet par groupe

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Programmation I, II, III et IV

Préparation pour :

Titre : ELECTROMAGNETISME II						
Enseignant : Juan Ramon MOSIG, chargé de cours EPFL/DE						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	4	☒	☐	☐	☒	☐
Raccordement TEL		☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

A la fin du cours, l'étudiant saura déterminer les champs électromagnétiques produits par des charges et des courants variant dans le temps. Il saura résoudre les principaux problèmes des lignes de transmission et aura assimilé les techniques élémentaires de synthèse d'antennes et d'adaptation d'impédance.

CONTENU

- Chapitre 6. *Propagation d'ondes* : Ondes planes. Transfert de puissance. Milieu sans pertes et métal réel. Discontinuité plane : réflexion et transmission. Deux milieux sans pertes : réflexion totale, transmission totale, angle de Brewster. Un milieu avec pertes. Guide d'ondes métallique rectangulaire. Structures multicouches. Minimisation des réflexions.
- Chapitre 7. *Notions de rayonnement* : A grande distance des conducteurs. Antennes : gain, directivité, endement, surface de captation. Diagramme de rayonnement. Antennes particulières : dipôle, cornet, parabole, réseau, Yagi. Affaiblissement de propagation. Exemple de synthèse d'un réseau d'antennes
- Chapitre 8. *Lignes de transmission* : Ligne bifilaire. Ligne linéaire et uniforme avec pertes. Exemples. Extrémités de la ligne : effet de la charge et du générateur. Adaptation . Abaque de Smith. Etude numérique d'une adaptation à large bande.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exercices en salle et exemples traités à l'ordinateur. Séances d'exercices avec autocontrôle.

DOCUMENTATION : "Electromagnétisme" volume III du Traité d'Electricité de l'EPFL, ou "Curso intermedio de Electromagnetismo", eds. Limusa, Mexico

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electromagnétisme I.

Préparation pour : Hyperfréquences, Propagation et rayonnement, Electromécanique et Installations électriques.

Titre : CIRCUITS ET SYSTEMES II						
Enseignant : Jacques NEIRYNCK, professeur EPFL/DE						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours et Exercices 3 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches Théoriques Pratiques	
Electricité.....	4	☒	☐	☐	☒	
Mathématiques.....	6	☐	☐	☒	☒	☐
Raccordement ETS.....		☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

L'étudiant sera capable de mettre en équations par plusieurs méthodes les circuits linéaires les plus généraux. Il sera capable d'appliquer à des circuits les propriétés générales telles que la dualité, la réciprocité, les principes de superposition et de substitution qui en simplifient l'analyse.

CONTENU

1. Mise en équations des réseaux: concepts fondamentaux de la théorie des graphes; matrices associées à un graphe; équations des réseaux; méthode des courants indépendants; analyse par la méthode des potentiels indépendants; réseaux contenant des sources indépendantes et des sources dépendantes; analyse des réseaux dans l'espace des états.
2. Propriétés générales des réseaux linéaires: dualité; superposition des effets de sources; réciprocité; méthodes de substitution; multipôles; pulsations propres d'un réseau linéaire.
3. Le quadripôle: opérations élémentaires sur les quadripôles; propriétés élémentaires des quadripôles; la matrice de répartition; la réponse en fréquence.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Présentation des points importants ex cathedra. Illustration par exercices.

DOCUMENTATION : Vol. IV du Traité d'électricité

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Calcul élémentaire des grandeurs complexes; algèbre matricielle élémentaire, calcul intégral.

Préparation pour : Théorie des filtres

Titre : ELECTROMETRIE II						
Enseignant : Philippe ROBERT, professeur EPFL/DE						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 1			Exercices Pratique 2.	
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
Electricité.....	4e	☒	☐	☐	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Etre capable de résoudre concrètement un problème de mesure simple par un choix judicieux de la méthode, des appareils respectivement des composants et des circuits à mettre en oeuvre, et par la maîtrise des moyens d'analyse des résultats.

CONTENU

Fonctions électroniques les plus importantes en métrologie :

Description sommaire et usage des fonctions suivantes : amplification (signaux continus, alternatifs; chopper) démodulation synchrone, échantillonnage, conversion numérique/analogique et analogique/numérique.

Bruits et perturbations :

Origine, caractéristiques et moyens de limiter leurs effets par l'usage de blindages, protections, mise à terre, circuits symétriques, circuits de garde, séparation galvanique.

Travaux pratiques

Etude pratique du fonctionnement et relevé des caractéristiques les plus importantes de divers systèmes et sous-systèmes, en particulier : les convertisseurs numérique/analogique et analogique/numérique, l'amplificateur synchrone (lock-in), un capteur optoélectronique, un capteur de déplacement.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours-laboratoire intégré.

DOCUMENTATION : Vol. XVII TE : Systèmes de mesure. Notices de laboratoire.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electrométrie I

Préparation pour : TP à option, projets

Titre : PROBABILITÉ ET STATISTIQUE II							
Enseignant : Alan RUEGG, professeur EPFL							
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :							
Branches							
Section(s)		Semestre	Oblig..	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
ÉLECTRICITÉ		4e	☒	☐	☐	☒	☐
RACCORDEMENT ETS.....			☒	☐	☐	☒	☐
.....			☐	☐	☐	☐	☐
.....			☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Connaître les notions et méthodes fondamentales en calcul des probabilités. Savoir construire un modèle probabiliste à partir d'une situation concrète. Etre capable d'utiliser quelques méthodes élémentaires de statistique. Connaître quelques processus stochastiques simples et savoir les appliquer à des problèmes d'électricité.

CONTENU

- Distributions conjointes, marginales et conditionnelles; corrélation et matrice de covariance; tests d'indépendance
- Fonctions d'une variable aléatoire et d'un vecteur aléatoire
- Processus stochastiques simples à états discrets : processus de Poisson, processus de Markov
- Exemples de processus stochastiques continus, stationnarité, ergodisme.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, exercices en groupe

DOCUMENTATION : "Probabilités et Statistique" et "Processus stochastiques", ouvrages parus aux PPR

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Probabilité et statistique I, Analyse I, Algèbre linéaire I

Préparation pour : Electrométrie, traitement des signaux, télécommunications, signaux et information, fiabilité et processus stochastiques

Titre : INSTRUMENTS DE TRAVAIL						
Enseignant : DIVERS						
Heures totales : H+E : 50		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	1er/2e	☐	☒	☐	☒	☒
Electricité.....	3e/4e	☐	☒	☐	☒	☒
Divers.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Voir livret des cours spécial de l'Ecole disponible au Service académique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : FIABILITE					
Enseignant : Pierre-Louis BOYER, chargé de cours EPFL/DE					
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2		Exercices Pratique	
Destinataires et contrôle des études :					
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches Théoriques Pratiques
Electricité (C)	5e	☒	☐	☐	☒ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables de comprendre et d'appliquer les méthodes générales d'analyse et d'évaluation de la fiabilité lors de la conception, de la réalisation et de l'utilisation des systèmes électriques/électroniques et de leurs composants.

CONTENU

- Introduction à la fiabilité :** Aspects et approches possibles de la fiabilité. Notion fondamentale de qualité. Situation de la fiabilité par rapport à la disponibilité et à la sûreté de fonctionnement. Périodes d'arrivée des défaillances. Caractéristiques de fiabilité à ne pas confondre.
- Concepts et termes utilisés en fiabilité :** Notions de base. Aptitudes. Evénements et états. Relations entre les concepts de défaut, défaillance et panne. Caractéristiques de fiabilité. Qualificatifs de caractéristiques.
- Principales lois de probabilité utilisées en fiabilité :** Introduction. Termes statistiques généraux. Lois de probabilité d'une variable aléatoire discrète. Lois de probabilité d'une variable aléatoire continue. Graphique de Weibull.
- Aspects statistiques:** Méthodes de contrôle par échantillonnage. Intervalles de confiance. Tests d'hypothèses.
- Techniques d'analyse de la fiabilité des systèmes et des composants :** But et application. Démarche de base. Principales méthodes d'analyse. Caractéristiques des diverses méthodes d'analyse. Analyse de fiabilité par décompte des pièces. Déverminage du matériel électronique. Programme d'amélioration de la fiabilité et de sa croissance. Taux de défaillance des composants électroniques.
- Fiabilité des systèmes sans réparation : méthode du diagramme de fiabilité :** But et application. Conditions d'application des diagrammes de fiabilité. Définitions des défaillances du système. Modèles élémentaires. Modèles plus complexes.
- Disponibilité des systèmes:** Introduction. Caractéristiques de disponibilité. Etats d'une entité. Caractéristiques de maintenabilité. Caractéristiques de maintenance. Systèmes sans réparation. Systèmes avec réparation.
- Aspects de la sécurité des systèmes:** Introduction. Risque et sécurité. Sécurité intrinsèque.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exercices

DOCUMENTATION : cours photocopie

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Probabilité et statistique

Préparation pour :

Titre : ELECTRONIQUE INDUSTRIELLE I						
Enseignant : Hansruedi BUHLER, professeur EPFL/DE						
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
ELECTRICITE (A - E).....	5	☒	☐	☐	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables de réfléchir en terme de système, d'analyser et de modéliser des processus, de concevoir des installations de réglage et de commande industrielles, équipées soit de moyens analogiques, soit de moyens digitaux (moyens informatiques) et de maîtriser les problèmes en temps réel.

CONTENU

- Introduction : Conception de systèmes automatiques, projet et réalisation d'une installation.
- Processus : Processus technique, décomposition en sous-systèmes exemples, processus dynamiques et séquentiels, graphe de séquence, conduite de processus.
- Modélisation : Description mathématique, grandeurs relatives, non-linéarités et linéarisation, équations d'état et fonctions de transfert, comportement caractéristique des systèmes.
- Périphériques de processus : Organes de mesure, organes de commande, capteurs binaires, amplificateurs binaires.
- Configuration des systèmes automatiques : Conduite de processus continue et discontinue, dépenses et fiabilité, configurations hiérarchique et hybride, réglage analogique ou digital, exemples.
- Système à calculateur de processus : Structure générale, représentation de données de processus.
- Fonctionnement en temps réel : Exigences posées par le processus, principes de la programmation en temps réel, programmation synchrone et asynchrone, programmes d'application, représentation symbolique des programmes, exemples.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra et exercices

DOCUMENTATION : Livre : Conception de systèmes automatiques

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : ---

Préparation pour : Electronique industrielle II

Titre : ELECTRONIQUE III : CIRCUITS ET SYSTEMES ELECTRONIQUES						
Enseignant : Michel DECLERCQ, Professeur EPFL/DE						
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 2			Exercices Pratique	
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Electricité (M-C).....	5e	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique.....	7e	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Maîtriser la compréhension, la conception et la mise en oeuvre des circuits et systèmes électroniques, sous forme discrète ou intégrée.

CONTENU

- COURS

Etude de circuits et systèmes électroniques

1. Etages de puissance
2. Filtrés actifs
3. PLL (Boucles à verrouillage de phase)
4. Alimentations stabilisées
5. Conversion A/N et N/A
6. Amplis H.F./amplis sélectifs
7. Introduction aux logiciels de simulation de circuits
8. Introduction à la conception de circuits et systèmes intégrés

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : cours ex-cathedra et exercices

DOCUMENTATION : notes de cours polycopiés, articles techniques récents, Traité d'Electricité, vol. VIII.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electronique I et II

Préparation pour :

Titre : T.P. D'ELECTRONIQUE								
Enseignant : Michel DECLERCQ, Professeur EPFL/DE								
Heures totales : 60		Par semaine : Cours			Exercices		Pratique 4/6	
Destinataires et contrôle des études :							Branches	
Section(s)		Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Electricité.....		5e	☒	☐	☐	☐	☒	
Microtechnique.....		6e	☒	☐	☐	☐	☒	
.....			☐	☐	☐	☐	☐	
.....			☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Démontrer l'aptitude à maîtriser en pratique les notions acquises aux cours d'Electronique I et II par la conception, la réalisation et la mesure de petits systèmes électroniques.

CONTENU

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : travaux pratiques en laboratoire

DOCUMENTATION : Notice de laboratoire. Notes relatives aux cours d'électronique I et II

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electronique I et II

Préparation pour : Projets d'électronique 7e et 8e semestre

Titre : TRAITEMENT DES SIGNAUX I						
Enseignant : Frédéric DE COULON, Professeur EPFL/DE						
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 2		Exercices 1		Pratique
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
ELECTRICITE.....	5e	☒	☐	☐	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Acquérir la maîtrise des modèles de signaux déterministes et aléatoires.

A la fin du cours, les étudiants seront capables d'analyser et d'utiliser les principales méthodes de traitement des signaux. Ils seront en mesure de dresser le cahier des charges de systèmes d'acquisition et d'interprétation d'information.

CONTENU

- Signal et information** : introduction, notations particulières.
- Classification des signaux** : classification phénoménologique, énergétique, morphologique, et spectrale.
- Représentation vectorielle des signaux** : espace de signaux, approximation au sens des moindres carrés, développements en série de fonctions orthogonales.
- Signaux déterministes** : signaux à énergie finie et à puissance finie, cas particulier des signaux périodiques.
- Signaux aléatoires** : processus aléatoires, corrélation et densité spectrale, somme et produit de signaux aléatoires, processus gaussiens et de Poisson, signaux pseudo-aléatoires.
- Bruit de fond** : bruit thermique, de grenaille et en $1/f$, facteur de bruit.
- Signal analytique et enveloppe complexe** : transformée de Hilbert, enveloppe réelle et phase d'un signal, enveloppe complexe et représentation des signaux à spectre passe-bande, largeur de bande et durée des signaux.
- Opérateurs fonctionnels** : opérateurs linéaires, paramétriques et non linéaires.
- Echantillonnage des signaux** : modèles de signaux échantillonnés, théorèmes d'échantillonnage, reconstitution par interpolation ou extrapolation.
- Numérisation des signaux** : conversion A/N et N/A, cadence limite, quantification, codage binaire.
- Modulation et changement de fréquence** : modulations d'amplitude, de fréquence et de phase ; changement et multiplication de fréquence.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exemples, exercices et démonstrations.

DOCUMENTATION : Vol. VI du Traité d'électricité de l'EPFL

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Analyse III, Probabilité et statistique, Circuits et systèmes, Electronique

Préparation pour : Télécommunications, Traitement des signaux II.

Titre : TELECOMMUNICATIONS I : Transmission						
Enseignant : Pierre-Gérard FONTOLLIET, professeur EPFL/DE						
Heures totales : 45	Par semaine :	Cours 2	Exercices 1	Pratique		
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
ELECTRICITE.....	5e	☒	☐	☐	☒	☐
INFORMATIQUE (IT).....	5e	☒	☐	☐	☒	☐
INFORMATIQUE (IB)	5e	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

- Situer qualitativement et quantitativement le problème du transfert d'information dans son contexte technique et humain
- Identifier les critères qui déterminent la planification d'un système de télécommunications
- Planifier et dimensionner dans ses grandes lignes une transmission numérique (probabilité d'erreurs) ou analogique (bilan de bruit)
- Evaluer et comparer les principales modulations numériques et analogiques

CONTENU

- Chap. 1 : TELECOMMUNICATIONS ET INFORMATION : Objectifs, notion de système, approche globale. Notion d'information : sources, quantité, débit. Caractéristiques des informations à transmettre (textes, données, parole, musique, image).
- Chap. 2 : PLANIFICATION (1ère partie) : Qualité de transmission, niveau, distorsions et perturbations, diaphonie.
- Chap. 3 : MILIEUX DE TRANSMISSION : Lignes symétriques et coaxiales. Fibres optiques. Ondes.
- Chap. 4 : PROCEDES DE TRANSMISSION : Caractéristiques des canaux. Bande de base. Buts, principe et types de modulation. Echantillonnage. Transmission à 2-fils ou à 4-fils.
- Chap. 5 : TRANSMISSION NUMERIQUE : Transmission m-aire et binaire. Distorsions, perturbations et régénération. Interférences entre moments. Probabilité d'erreurs.
- Chap. 6 : TRANSMISSION ANALOGIQUE : Amplification. Bilan de bruit.
- Chap. 7 : MODULATIONS NUMERIQUES : Quantification uniforme et non uniforme. Modulation PCM. Modulations différentielles (ΔM , DPCM).
- Chap. 8 : MODULATIONS ANALOGIQUES :
- à porteuse sinusoïdale : AM, AM-P, SSB, FM, ϕM
 - à porteuse impulsionnelle : PAM, PDM, PPM.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exemples et démonstrations.

Exercices en classe avec discussion par groupes.

DOCUMENTATION : Vol. XVIII du Traité d'Electricité

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electromagnétisme, Traitement de signaux, Electronique (recommandés)

Préparation pour : Télécommunications II. Projets et TP avancés en 4e année.

Titre : MATERIAUX DE L'ELECTROTECHNIQUE I						
Enseignant : Roland GALLAY, chargé de cours EPFL/DE						
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
ELECTRICITE.....	5	☒	☐	☐	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Maîtrise des phénomènes déterminant les propriétés des matériaux utilisés en électricité, en vue d'un usage optimal de ceux-ci dans les composants et les dispositifs.

CONTENU

1. Propriétés conductrices.

Mobilité des électrons et loi d'Ohm.

Théorie de l'électron libre dans les métaux. (Sommerfeld). Densité des états, distribution de Fermi-Dirac. Phénomènes d'émission, effet Schottky.

Théorie des bandes d'énergie. Modèle de Kronig-Penney, masse effective de l'électron. Notion de trou. Semiconducteurs intrinsèques et extrinsèques. Jonction p-n. Conductivité.

Supraconductivité. Effet Meissner. Equations de London. Paires de Cooper. Effet Josephson.

2. Propriétés magnétiques.

Paramagnétisme. Théorie de Langevin et de Brillouin.

Ferromagnétisme. Théorie de Weiss, remplissage de la couche 3d.

Domaines magnétiques et courbe d'aimantation. Configuration des parois de Bloch et énergie interne.

Zones réversibles et irréversibles de la courbe d'aimantation. Modèles pour μ (H), pertes à champ faible (hystérèse, courants de Foucault, résiduelles). Alliages magnétiques.

Ferrimagnétisme. Théorie de Néel. Magnétisme des couches minces, bulles magnétiques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec exemples, exercices et démonstrations.

DOCUMENTATION : Traité d'Electricité, Vol. II, "Matériaux de l'électrotechnique".

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique générale. Electromagnétisme.

Préparation pour : Matériaux de l'électrotechnique II, Physique des semiconducteurs, Optoélectronique, Capteurs I et II.

Titre : ENERGIE I						
Enseignant : Alain GERMOND, Professeur EPFL/DE						
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
INFORMATIQUE (IT).....	5+7	☐	☐	☒	☒	☐
ELECTRICITE (A-E)	5	☒	☐	☐	☒	☐
MATHEMATIQUES	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Situer l'énergie électrique dans son contexte technique et économique. Comprendre le fonctionnement des réseaux de transport et distribution et leurs limites (réglage, stabilité, matériaux). Connaître l'interaction entre les réseaux électriques et les utilisateurs (problèmes de surtensions, d'harmoniques, de microcoupures). Etre capable d'analyser un réseau en le décomposant en sous-systèmes. Connaître quelques principes sur l'appareillage des réseaux. Impact des nouvelles technologies sur le développement des réseaux.

CONTENU

- Caractéristiques de la demande. Puissance, énergie, variations journalières et saisonnières. Monotones de charge.
- Caractéristiques techniques des moyens de conversion (centrales) du point de vue puissance et énergie. Coûts de production.
- Qualité du service. Disponibilité, continuité. Evaluation des conséquences d'une défaillance.
- Conception du système de transport et distribution. Transport à courant alternatif et à courant continu. Architecture des réseaux. Niveaux de tension. Interconnexion des réseaux.
- Fonctionnement d'un réseau interconnecté. Réglage primaire, secondaire et tertiaire. Régulateurs de réseaux.
- Appareillage des réseaux et postes de couplage. Disjoncteurs, sectionneurs. Transformateurs de mesure. Transformateurs régulateurs à gradin. Structure de postes de couplage, Parafoudres.
- Principe de protection des réseaux. Types de protections. Principe de la protection de distance. Sélectivité. Mise à la terre des réseaux.
- Rôle des centres de conduite. Equipement : matériel et logiciel.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathedra avec exercices et exemples. Simulations au laboratoire d'enseignement assisté par ordinateur (LEAO). Visite d'installations industrielles.

DOCUMENTATION : Traité d'électricité, volume XII et notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electrotechnique

Préparation pour : Energie II, Conduite des réseaux, Haute tension, Compatibilité électromagnétique.

Titre : COMPOSANTS MICROELECTRONIQUES						
Enseignant : Marc ILEGEMS, professeur EPFL/DP						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2 Exercices			Pratique	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Microtechnique.....	5e	☒	☐	☐	☒	☐
Electricité (M).....	5e	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Présenter les principes de fonctionnement des composants semiconducteurs intégrés et leur description en termes de modèles électriques.

CONTENU

- Propriétés électroniques du silicium** : Modèle de bandes, statistique des porteurs libres, mobilité, durée de vie et longueur de diffusion. Processus de recombinaison. Equations de continuité.
- Technologie du silicium** : Introduction aux principaux procédés de fabrication.
- Diode à jonction** : Jonction p-n à l'équilibre et hors équilibre, caractéristiques courant-tension. Capacité de jonction. Modèle en régime statique et dynamique.
- Contact métal-semiconducteur** : Barrière de potentiel interne. Rôle des états de surface. Capacité de jonction. Caractéristiques courant-tension. Contact ohmique.
- Transistor bipolaire à jonction** : Equations de fonctionnement. Caractéristiques statiques. Modèle Ebers-Moll. Modèle Gummel-Poon.
- Transistor à effet de champ à jonction** : Structures JFET et MESFET. Equations de fonctionnement.
- Interface métal-oxyde-silicium et capacité MOS** : Diagramme des bandes d'interfaces. Accumulation, déplétion et inversion. Caractéristiques capacité-tension. Analyse hors équilibre.
- Transistor MOS** : Régimes de fonctionnement. Caractéristiques statiques. Modèles en forte et faible inversion. Comportement à canal court. Modélisation.
- Mémoires MOS non-volatiles** : Mécanismes d'inscription et d'effacement. Structures métal-nitride-oxyde et grille flottante. Rétention, endurance.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposé oral avec exercices.

DOCUMENTATION : Notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Cours d'introduction en Electronique et Physique du Solide.

Préparation pour : Conception de circuits intégrés, Optoélectronique I, Laboratoire et projets

Titre : OPTOELECTRONIQUE						
Enseignant : Marc ILEGEMS, professeur EPFL/DP						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2 Exercices Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Microtechnique.....	7e	☐	☐	☒	☒	☐
Electricité (M, C).....	5e	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Présenter les principes de fonctionnement et les principales applications des dispositifs optoélectroniques à base de matériaux semiconducteurs.

CONTENU

- Matériaux semiconducteurs pour l'optoélectronique.**
- Interactions électrons-photons dans les semiconducteurs.**
Absorption et émission de photons, constantes optiques et diélectriques.
- Photodétection**
Photoconducteurs, photodiodes p-n, p-i-n, à avalanche, phototransistors, dispositifs à couplage de charge.
Rendement, bande passante, bruit. Technologie de fabrication.
- Electroluminescence.**
Diodes électroluminescentes, spectres d'émission, efficacité, modulation. Technologie de fabrication.
- Effet laser.**
Conditions d'émission stimulée, gain optique, seuil d'émission, caractéristiques spectrales.
- Diodes laser.**
Contrôle des modes, lasers à rétroaction distribuée, puissance, rendement. Technologie de fabrication.
- Phénomènes optiques non linéaires.**
Electro-absorption, effet électro-optique, électro-réfractaire, magnéto-optique. Bistabilité.
- Eléments d'optique guidée et intégrée.**
Guides diélectriques, modulateurs, multiplexeurs.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposé oral avec exercices.

DOCUMENTATION : Notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour : Optoélectronique II, Optique ondulatoire et optique guidée. Communications optiques.

Titre : ELECTROMECHANIQUE I					
Enseignant : Marcel JUFER, professeur EPFL/DE					
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique			
Destinataires et contrôle des études :					
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches Théoriques Pratiques
ELECTRICITE.....	5	☒	☐	☐	☒ ☐
MICROTECHNIQUE.....	5	☒	☐	☐	☒ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables d'utiliser les méthodes spécifiques de l'électromécanique en vue de la modélisation et de la conception, d'analyser les caractéristiques externes des principaux moteurs électriques et de concevoir un entraînement électrique.

CONTENU

1. Méthodes

- 1.1 Circuits magnétiques
- 1.2 Conversion électromécanique
- 1.3 Comportement dynamique
- 1.4 Champ tournant et phaseur spatial

2. Moteurs

- 2.1 Classification
- 2.2 Moteur synchrone
- Moteur pas à pas
- Marche auto-commutée

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra + démonstrations et exercices

DOCUMENTATION : Traité Volume IX "Transducteurs électromécaniques"

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electrotechnique, Physique, Analyse, Electromagnétisme

Préparation pour : Options énergie et automatique

Titre : REGLAGE AUTOMATIQUE I						
Enseignant : Roland LONGCHAMP, professeur EPFL / DME						
Total heures : 45	Par semaine: Cours 2 Exercices 1 Pratique					
Destinataires et contrôle des études				Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité	5e	☒	☐	☐	☒	☐
Informatique (IT).....	5e	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique.....	5e	☒	☐	☐	☒	☐
Mathématiques.....	5e	☐	☐	☒	☒	☐

OBJECTIFS

L'étudiant sera capable de modéliser les systèmes dynamiques en vue de leur commande. Il maîtrisera les méthodes classiques d'analyse et de synthèse des régulateurs et sera en mesure d'évaluer la qualité d'un réglage et de l'améliorer.

CONTENU

- **Introduction** : Principe de la rétroaction. Mise en équations des systèmes, schéma fonctionnel.
- **Réglages élémentaires** : Réglage tout ou rien, représentation dans le plan de phase. Réglage proportionnel, statisme. Réglage PID (Proportionnel - Intégral - Dérivateur).
- **Fonction de transfert** : Rappels de calcul opérationnel. Notion de fonction de transfert. Etude des systèmes par réponse harmonique. Diagrammes de Nyquist, de Black (-Nichols) et de Bode. Application à des fonctions de transfert d'éléments courants.
- **Stabilité** : Définition et critères mathématiques. Critère de Nyquist pour systèmes bouclés.
- **Lieu des pôles** : Définition et construction du lieu des pôles.
- **Qualité du réglage** : Conditions d'amortissement des transitoires. Qualité de la réponse indicielle. Erreurs permanentes, type d'un système. Utilisation de l'abaque de Nichols.
- **Corrections** : Correction série : avance et retard de phase. Autres corrections : feedback, parallèle. Régulateur PID.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices en salle et au LCAO.

DOCUMENTATION : Cours polycopié édité par l'Institut d'Automatique.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique élémentaire, équations différentielles linéaires et variables complexes.
Préparation pour : Réglage automatique II, III, IV.

Titre : PROJET V : EXERCICES D'ELECTRICITE					
Enseignant : Jean-Pierre MOINAT, chargé de cours EPFL/DE					
Heures totales : 60		Par semaine : Cours		Exercices	Pratique 4
Destinataires et contrôle des études :					
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches
ELECTRICITE.....	5	☒	☐	☐	Théoriques Pratiques
.....		☐	☐	☐	☐ ☒
.....		☐	☐	☐	☐ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐

OBJECTIFS

Etre capable de réaliser des programmes en PASCAL, relatifs aux activités de l'ingénieur électricien, et acquérir ainsi une meilleure approche et une compréhension plus approfondie des problèmes posés par l'utilisation de l'informatique.

CONTENU**Compléments théoriques**

1. Introduction à VMS
2. Fichiers en Pascal
3. Pointeurs et structures dynamiques en Pascal

Application

Création d'un logiciel permettant la lecture avec contrôle d'erreurs et le stockage en mémoire de la description d'un circuit électrique élémentaire. Une fois ce stockage effectué divers contrôles de cohérence sont effectués sur le circuit, tels que connexité et non existence de plusieurs circuits indépendants.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : cours ex cathedra et projet d'application.

DOCUMENTATION : notes polycopiées + "Pascal, Initiation et pratique", éd. AFNOR.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Programmation I et II

Préparation pour :

Titre : INFORMATIQUE INDUSTRIELLE I						
Enseignant : Henri NUSSBAUMER, Professeur EPFL/DI						
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 2			Exercices Pratique 1	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
INFORMATIQUE.....	5	☒	☐	☐	☐	☒
ELECTRICITE.....	5	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Apprendre les principes de base de la structure et de la programmation des mini et microordinateurs.
Apprentissage d'un langage assembleur de microprocesseur et introduction aux problèmes du temps réel.

CONTENU

1. Structure des systèmes d'informatique et opérations élémentaires.

2. Représentation de l'information et opérations élémentaires.

3. Structure et fonctionnement des ordinateurs :

- organisation générale d'un ordinateur
- jeu d'instructions
- mode d'adressage
- gestion mémoire.

4. Le logiciel :

- organisation générale du logiciel système
- les problèmes du temps réel
- langages assembleur
- traitement du temps réel avec MODULA-2
- exemple d'un noyau temps réel.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : cours ex cathédra + laboratoire utilisant des stations d'élèves spécialisées.

DOCUMENTATION : livres "Informatique Industrielle I et II" H. NUSSBAUMER

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour : Informatique Industrielle II

Titre : SYSTEMES LOGIQUES						
Enseignant : André STAUFFER, chargé de cours						
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 1			Exercices Pratique 2	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electriciens	5e	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Acquisition par les étudiants d'un certain nombre de *méthodes systématiques* permettant la conception et l'analyse de systèmes électroniques digitaux, ainsi que l'apprentissage d'un certain *savoir-faire* dans la réalisation pratique, le câblage et le dépannage de ces mêmes systèmes.

CONTENU

1. SYSTEMES LOGIQUES COMBINATOIRES. Définition des modèles logiques; variable logique; fonctions logiques d'une et plusieurs variables (ET, OU, NON, NAND, OU-exclusif, Majorité, fonction universelle); modes de représentation des fonctions logiques; algèbre logique (algèbre de Boole).
2. SIMPLIFICATION DES SYSTEMES COMBINATOIRES. Réalisation des systèmes combinatoires (multiplexeur, démultiplexeur) et hypothèses relatives à la simplification; simplification par la méthode de la table de Karnaugh; utilisation des portes "OU-exclusif"; systèmes itératifs.
3. BASCULES BISTABLES. Notion de système séquentiel; élément de mémoire, définition et modèles des bascules; analyse détaillée d'un cas particulier: la bascule D; modes de représentation des divers types de bascules (bascule JK, diviseur de fréquence).
4. COMPTEURS. Définition, représentation par un chronogramme, un graphe ou une table d'états. Méthodes générales de synthèse et d'analyse. Réalisation d'une horloge électronique.
5. SYSTEMES SEQUENTIELS SYNCHRONES. Définition, analyse, représentation par un graphe et une table d'états. Applications: compteur réversible, registre à décalage. Méthode générale de synthèse: élaboration de la table d'états, réduction et codage des états, réalisation du système combinatoire, avec portes NAND, multiplexeurs ou démultiplexeurs. Applications: discriminateur du sens de rotation, détecteur de séquence.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours-laboratoire intégré.

DOCUMENTATION : Volume V du Traité d'Electricité: "Analyse et synthèse des systèmes logiques" (D. Mange). "Travaux pratiques de systèmes logiques", manuel d'utilisation des logidules (D. Mange, A. Stauffer)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : néant

Préparation pour : systèmes microprogrammés

Titre : COURS HTE						
Enseignant : DIVERS						
Heures totales : H+E : 50		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	5e/6e	☐	☒	☐	☒	☒
Electricité.....	7e/8e	☐	☒	☐	☒	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Voir livret des cours spécial de l'Ecole disponible au Service académique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : INSTRUMENTS DE TRAVAIL						
Enseignant : DIVERS						
Heures totales : H+E : 50		Par semaine : Cours		Exercices	Pratique	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	5e/6e	☐	☒	☐	☒	☒
Electricité.....	7e/8e	☐	☒	☐	☒	☒
Divers.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Voir livret des cours spécial de l'Ecole disponible au Service académique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : PROJET HOMME -TECHNIQUE - ENVIRONNEMENT						
Enseignant : ENSEIGNANTS HTE (organisation Jacques DOS GHALI)						
Heures totales : 40		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique : 4
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
Electricité.....	6e	☒	☐	☐	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Sensibiliser l'étudiant à l'interface entre les aspects techniques, humain, social, économique ou juridique, de son futur métier et lui apprendre à dialoguer avec des gens d'autres professions.

CONTENU

- Chaque étudiant devra effectuer un travail personnel selon les directives d'un professeur ou chargé de cours du DE et d'un consultant externe au Département d'électricité.
- Choix d'un sujet par l'étudiant selon la liste déposée au secrétariat du DE : au milieu du 5ème semestre.
- Remise d'un mémoire en deux exemplaires au milieu du 7ème semestre : environ 25 pages avec un résumé et une liste de références bibliographiques -Le rapport mettra en évidence les résultats principaux de l'étude et l'avis personnel de l'étudiant.
- Défense orale à la fin du 7ème semestre.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Travail personnel.

DOCUMENTATION : Selon recherches personnelles et conseils des enseignants du DE ou des personnes responsables du projet choisi.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : MATHEMATIQUES DES COMMUNICATIONS						
Enseignant : Kurt ARBENZ, professeur EPFL/DMA						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 1 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité (C)	6e	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Le but de ce cours est de présenter de manière simple et concise en s'appuyant sur des exemples, les principes de base communs à la plupart des systèmes de transmission de l'information.

CONTENU

Le théorème du transfert maximum de puissance. Les lignes de transmission bifilaires. Les fonctions de Bessel appliquées au guide d'onde et à la modulation de fréquence. Synthèse de la distribution de Dolph-Tchebycheff pour un réseau linéaire d'antennes. Réseau d'antennes continues et la transformée de Fourier. Synthèse du filtre de Techbycheff. Modulation d'amplitude à bande latérale unique et la transformation de Hilbert. Détection optimale d'un signal en présence de bruit : le filtre adapté. Les intégrales de Fresnel appliquées à la modulation de fréquence linéaire. Echantillonnage d'un signal continu. Transformée de Fourier discrète. La transformée en z appliquée au registre à décalage à réaction.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Projets individuels.

DOCUMENTATION : Transmission de l'information, Méthodes mathématiques, Masson, Paris 1983.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Analyse I-IV.

Préparation pour :

Titre : ELECTRONIQUE INDUSTRIELLE II						
Enseignant : Hansruedi BUHLER, professeur EPFL/DE						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
ELECTRICITE (A - E).....	6e	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables de concevoir des systèmes de réglage industriels, de réaliser et de choisir des régulateurs analogiques et digitaux et de les dimensionner pour obtenir un comportement stable et bien amorti.

CONTENU

- Configuration des systèmes de réglage : Réglage classique, réglage et limitation, réglage en cascade, réglage d'état.
- Régulateurs standard : Relations de base, amplificateurs de réglage, régulateurs analogiques standard, régulateurs digitaux standard.
- Choix et dimensionnement des régulateurs standard : Relations de base, dimensionnement selon les critères méplat et symétrique, réglage en cascade, réglages digitaux.
- Régulateurs d'état : Relations de base, régulateur d'état analogique, régulateur d'état digital.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra et exercices

DOCUMENTATION : Livre : Conception de systèmes automatiques

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electronique industrielle I

Préparation pour : Electronique industrielle III

Titre : CONCEPTION DES CIRCUITS INTEGRES NUMERIQUES						
Enseignant : Michel DECLERCQ, Professeur EPFL/DE						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité (M).....	6e	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique.....	8e	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les circuits et systèmes électroniques sont de plus en plus appelés à être réalisés directement sous forme de circuits intégrés spécifiques (ASICs). Le cours est conçu dans cette optique et doit permettre à l'étudiant de faire le lien entre la notion de conception d'un circuit ou d'un système électronique quelconque et la notion d'intégration de celui-ci sur silicium. Le concepteur de circuit doit en outre apprendre à maîtriser les techniques informatiques de conception et de simulation et faire appel aux notions de base de physique et de technologie qui sont intimement liées à l'aspect circuit.

CONTENU

- COURS

- Eléments de base utilisés dans l'étude des circuits intégrés
 - physique des composants : rappels, compléments
 - technologie - description des technologies fondamentales - règles de layout
 - outils CAO : simulation électrique - aide au layout - introduction aux outils CAO actuels
- Logique combinatoire CMOS (statique et dynamique)
- Logique séquentielle CMOS
- Structures régulières : mémoires et PLA
- Dispositifs d'entrée/sortie :
 - latch-up
 - protection
 - charges capacitatives importantes
- Stratégie générale de conception d'un circuit intégré VLSI - les styles de conception

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : cours ex-cathedra et exercices en salle EAO

DOCUMENTATION : notes de cours polycopiés, articles techniques récents.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electronique I, II, composants microélectroniques

Préparation pour : Conception de circuits VLSI

Titre : TELECOMMUNICATIONS II : Systèmes						
Enseignant : Pierre-Gérard FONTOLLIET, professeur EPFL/DE						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig..	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
ELECTRICITE.....	6e	☒	☐	☐	☒	☐
INFORMATIQUE (IT).....	6e	☒	☐	☐	☒	☐
INFORMATIQUE (IB)	6e	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

- Planifier et dimensionner dans ses grandes lignes un système de télécommunications analogique ou numérique
- Evaluer et comparer des systèmes connus et les situer dans le contexte d'un réseau

CONTENU

- Chap. 2 : **PLANIFICATION** (2e partie) : Conception d'un système. Cahier des charges. Fiabilité. Aspects économiques.
- Chap. 9 : **SYSTEMES NUMERIQUES** : Trame, verrouillage, signalisation. Planification de systèmes. PCM.
- Chap. 10 : **SYSTEMES ANALOGIQUES** : Courants porteurs.
- Chap. 12 : **FAISCEAUX HERTZIENS** : Propagation. Faisceaux numériques et analogiques.
- Chap. 13 : **LIAISONS PAR SATELLITE** : Planification. Satellites. Stations terriennes. Accès multiple.
- Chap. 14 : **LIAISONS PAR FIBRES OPTIQUES** : Transducteurs, modes, planification.
- Chap. 15 : **RESEAUX ET COMMUTATION** : Types et structures de réseaux. Plan de transmission. Stabilité et échos. Types de commutation. Réseau numérique intégré. Intégration des services (RNIS).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exemples. Exercices en classe avec discussion en groupes.

DOCUMENTATION : Vol. XVIII du Traité d'Electricité

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Télécommunications I.

Préparation pour : Cours à option, projets et TP avancés en 4e année.

Titre : MATERIAUX DE L'ELECTROTECHNIQUE II						
Enseignant : Roland GALLAY, chargé de cours EPFL/DE						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2		Exercices	Pratique	
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
ELECTRICITE.....	6e	☒	☐	☐	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Maîtrise des phénomènes déterminant les propriétés des matériaux utilisés en électricité, en vue d'un usage optimal de ceux-ci dans les composants et les dispositifs.

CONTENU

3. Propriétés diélectriques.

Polarisation électronique, ionique, moléculaire, interfaciale. Diélectriques hétérogènes sans pertes, permittivité des mélanges, pertes diélectriques.

Claquage, rôle des impuretés et des défauts. Diélectriques gazeux.

Piézoélectricité et ferro-électricité.

4. Propriétés optiques.

Milieu isotrope : Polarisation optique, dispersion, réfraction et absorption.

Milieu anisotrope : Biréfringence, dichroïsme et activité optique.

Effets électro- et magnétooptiques : Effets Pockels, Stark, Kerr, Faraday, Zeeman, Voigt et Cotton-Mouton.

Milieu non-linéaire : Mixage et génération d'harmoniques

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec exemples, exercices et démonstrations.

DOCUMENTATION : Traité d'Electricité, Vol. II, "Matériaux de l'électrotechnique".

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Physique générale. Electromagnétisme, Matériaux de l'électrotechnique I.

Préparation pour : Physique des semiconducteurs, Optoélectronique, Capteurs I et II.

Titre : OPTIQUE ONDULATOIRE ET OPTIQUE GUIDEE						
Enseignant : Freddy GARDIOL, professeur EPFL/DE						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 1 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité (M-C)	6e	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

A la fin du cours, l'étudiant connaîtra les principes de propagation des ondes et de leur guidage dans des structures diélectriques comme des fibres optiques et des canaux diffusés en optique intégrée. Il saura maîtriser les techniques de calcul simples.

CONTENU

1. Propagation d'ondes planes dans des milieux uniformes. Equations de Maxwell et de d'Alembert. Propagation dans des milieux dissipatifs et anisotropes (cristaux, milieux gyrotropiques).
2. Effets d'interfaces : conditions aux limites, réflexion et transmission. Diffraction sur une arête. Effets dus à l'irrégularité de surfaces.
3. Propagation sur une lame diélectrique. Concentration des champs. Modes guidés et modes de fuite.
4. Propagation sur une fibre optique, à saut d'indice et à gradient d'indice. Fibres monomodes et multimodes. Affaiblissement et dispersion.
5. Propagation dans des guides diffusés. Méthodes simples de calcul numérique.
6. Propagation non-linéaire : solitons.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exercices en salle en alternance (autocontrôle)

DOCUMENTATION : Notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS en parallèle avec Propagation et Rayonnement.

Préalable requis : Electromagnétisme, Optique géométrique.

Préparation pour : Modulation optique, communications optiques, détecteurs optoélectroniques.

Titre : PROPAGATION ET RAYONNEMENT						
Enseignant : Freddy GARDIOL et Mario ROSSI, professeurs EPFL/DE						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 1 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité (M-C).....	6	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

- Connaître les phénomènes de propagation et de rayonnement d'ondes et leur modélisation.
- Maîtriser les analogies entre ondes électromagnétiques et acoustiques, tout en en comprenant bien les différences.
- Connaître les principales applications techniques basées sur la propagation d'ondes électromagnétiques et acoustiques.

CONTENU

Ce cours est organisé en deux parties, l'une portant sur les ondes électromagnétiques, l'autre sur les ondes acoustiques. Après la description des mécanismes donnant lieu à la propagation et au rayonnement dans différents milieux, les modèles utiles à l'ingénieur sont présentés et discutés, en particulier leur limites d'applications. Dans chaque partie, les similitudes et analogies avec l'autre sont exposées, mais aussi les différences.

La partie électromagnétique traite plus spécifiquement de la propagation dans les milieux ionisés et dissipatifs, des problèmes de réception (bruit), et des applications (faisceaux hertziens, transmission par satellite, radars, etc...).

La partie acoustique introduit aux sources de son, aux systèmes à propagation (espaces clos, conduits, corps vibrants) et à l'acoustique des salles.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exemples et exercices, projets.

DOCUMENTATION : Traité d'Electricité : vol. XIII, Hyperfréquences et XXI Electroacoustique - Notes

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Analyse I à IV, Electromagnétisme I et II.

Préparation pour : Electroacoustique, Hyperfréquences, Optique guidée.

Titre : ENERGIE II						
Enseignant : Alain GERMOND, Professeur EPFL/DE						
Heures totales : 30	Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique					
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
INFORMATIQUE (IT).....	6+8	☐	☐	☒	☒	☐
ELECTRICITE (A-E)	6	☒	☐	☐	☒	☐
MATHEMATIQUES	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Comprendre le fonctionnement des réseaux de transport et distribution et leur limites (réglage, stabilité, matériaux). Etre capable d'analyser un réseau en le décomposant en sous-systèmes. Acquérir les méthodes spécifiques à la modélisation et à la simulation des réseaux électriques. Etre capable de concevoir et d'utiliser un programme de calcul utilisant ces méthodes.

CONTENU

- Rôle des méthodes de calcul pour la planification et l'exploitation des réseaux. Développement des moyens de calcul.
- Modèles : Calcul numérique des paramètres. Identification des paramètres à partir de mesures.
- Résolution de systèmes linéaires, Méthodes tenant compte de la structure creuse des matrices associées aux réseaux électriques. Méthodes de traitement sur calculateurs parallèles
- Calcul de la répartition des puissances en régime permanent triphasé symétrique. Méthode de Gauss-Seidel. Méthode de Newton-Raphson. Découplage actif-réactif. Méthode linéarisée (DC flow). Autres méthodes (graphes). Introduction à l'estimation d'état et à la répartition optimale des productions.
- Evaluation des courts-circuits, Courts-circuits triphasés. Courts-circuits mono- et biphasés. Calcul des matrices d'impédances directe, inverse et homopolaire.
- Stabilité et comportement dynamique : (introduction), Stabilité transitoire, à long terme et dynamique. Cas d'une machine reliée à un réseau infini. Critère d'égalité des aires.
- Conception et utilisation de programmes de calcul :
Spécification de programmes de calcul industriels. Structure des programmes. Résolution de problèmes par les étudiants à l'aide de programmes existants.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathedra avec exercices et exemples. Simulations au laboratoire d'enseignement assisté par ordinateur (LEAO).

DOCUMENTATION : Traité d'électricité, volume XII et notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electrotechnique, Energie I.

Préparation pour : Conduite des réseaux, Haute tension, Compatibilité électromagnétique.

Titre : TRANSMISSION DE CHALEUR						
Enseignant : Jean-Claude GIANOLA, professeur EPFL/DME						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 1(2) Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
ELECTRICITE.....	6	☐	☐	☐	Théoriques	Pratiques
cours A, E, M, C.....1h		☒	☐	☐	☒	☐
exercices A, E, M, C1h		☒	☐	☐	☒	☐
cours A, E.....1h		☒	☐	☐	☒	☐

OBJECTIFS

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

- d'analyser les questions de transmission de chaleur : déterminer le mode prépondérant, les approximations permises, l'influence des divers facteurs (niveau de température, dimensions, degré de turbulence du fluide, ...)
- de donner une méthode de résolution d'un problème de transmission de chaleur.

CONTENU

Chap. 1 Généralités :

Transferts thermiques dans les matériels électriques et électroniques. Problèmes avec ou sans source. Les trois modes de transmission de la chaleur. Régimes d'évolution dans le temps.

Chap. 2 Rayonnement :

Corps noir, corps gris, écrans, facteur de forme des surfaces. Corps colorés, rayonnement solaire et infra-rouge, effet de serre. Analogie électrique.

Chap. 3 Conduction :

Résolution de l'équation de la chaleur en régime permanent avec ou sans source en milieu isotrope et anisotrope (empilage). Etude du régime transitoire, problème du mur, méthodes de résolution graphique et numérique. Analogie électrique. Résistances thermiques de contact.

Chap. 4 Convection :

Libre, forcée ou mixte. Similitude de la transmission de la chaleur par convection. Analyse dimensionnelle et équations adimensionnelles. Nombre de Reynolds, Nusselt, Prandtl, Grashof, etc. Formules pour différentes géométries d'écoulement laminaires ou turbulents sans changement de phase : dans un conduit, à l'extérieur de celui-ci parallèlement et perpendiculairement à son axe, le long d'une plaque, autour d'une sphère, dans un cylindre, etc. Convection sur surfaces en rotation. Condensation, ébullition, heat-pipes. Refroidissement des tubes électroniques de puissance.

Chap. 5 Conduction et convection associées :

Transmission de fluide à fluide à travers une solide, isolation. Echangeurs de chaleur. Ailettes. Radiateurs. Echauffement ou refroidissement d'un corps ou d'un système.

Chap. 6 Conduction, convection et rayonnement associés :

Transmission de chaleur à travers une paroi avec rayonnement des surfaces. Equilibre thermique d'un fil chauffant. Refroidissement d'un transistor.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exemples et exercices.

DOCUMENTATION : Cours polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Mathématiques, équations différentielles et aux dérivées partielles. Physique.

Préparation pour : Machines électriques et électronique de puissance.

Titre : ELECTROMECHANIQUE II						
Enseignant : Marcel JUFER, professeur EPFL/DE						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2		Exercices 1		Pratique
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
ELECTRICITE.....	6	☒	☐	☐	☐	☒
MICROTECHNIQUE.....	6	☒	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables d'utiliser les méthodes spécifiques de l'électromécanique en vue de la modélisation et de la conception, d'analyser les caractéristiques externes des principaux moteurs électriques et de concevoir un entraînement électrique.

CONTENU

2. Moteurs

- 2.3 Moteur à courant continu
- 2.4 Moteur asynchrone

3. Entraînements électriques

- 3.1 Composants d'un entraînement électrique
- 3.2 Organes de transmission
- 3.3 Alimentation et commande
- 3.4 Critères de comparaison
- 3.5 Limites thermiques
- 3.6 Synthèse

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra + démonstrations et exercices

DOCUMENTATION : Polycopié "Moteurs et entraînements électriques"

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electromécanique I

Préparation pour : Options énergie et automatique

Titre : TP ELECTROMECHANIQUE						
Enseignant : Marcel JUFER, professeur EPFL/DE						
Heures totales : 40		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique 4
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
ELECTRICITE.....	6	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables de maîtriser les techniques de mesure, le comportement statique et dynamique et les concepts relatifs aux moteurs et entraînements électriques.

CONTENU

- 1) Circuits magnétiques - transformateur
- 2) Aimants permanents
- 3) Conversion électromécanique
- 4) Comportement dynamique
- 5) Moteur synchrone
- 6) Moteur courant continu sans collecteur
- 7) Moteur pas à pas
- 8) Moteur à courant continu à aimants
- 9) Moteur à courant continu à excitation
- 10) Moteur asynchrone

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Travaux pratiques

DOCUMENTATION : Traité vol. IX + photocopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electromécanique I+II, Electrométrie

Préparation pour : Options énergie + automatique

Titre : TRAITEMENT DES SIGNAUX II						
Enseignant : Murat KUNT, professeur EPFL/DE						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
ELECTRICITE (M - C)	6e	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables d'appliquer les principales méthodes de traitement numérique des signaux telles que l'analyse spectrale, le filtrage et les transformations rapides dans le cas de signaux réels.

CONTENU

Introduction : Signaux numériques. Transformée de Fourier des signaux numériques. Corrélation numérique. Systèmes numériques. Systèmes numériques linéaires. Convolution numérique. Echantillonnage et reconstitution des signaux analogiques.

La transformation en z : Transformations en z directe et inverse. Principales propriétés. Relations avec les transformations de Fourier et de Laplace. Représentation des signaux par leurs pôles et leurs zéros. Fonction de transfert. Applications aux systèmes numériques.

La transformation de Fourier discrète : Transformation directe et inverse. Principales propriétés. Corrélation et convolution sectionnées. Transformée des signaux numériques à durée illimitée. Fonctions fenêtre. Approximation de la transformation intégrale de Fourier.

Transformations unitaires rapides : Synthèse de matrices à éléments redondants. Propriétés. Transformations particulières. Transformation de Fourier rapide. Algorithme spécialisé. Applications.

Filtres et filtrages numériques : Principes généraux. Filtres à réponse impulsionnelle de durée finie infinie. Principales méthodes de synthèse. Systèmes et signaux numériques à phase minimum.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exercices en classe et sur ordinateur

DOCUMENTATION : Vol. XX du Traité d'électricité

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour : Projets de semestre, projets de diplôme, thèses de doctorat

Titre : REGLAGE AUTOMATIQUE II						
Enseignant : Roland LONGCHAMP, professeur EPFL / DME						
Total heures : 30	Par semaine: Cours 2 Exercices 1 Pratique					
Destinataires et contrôle des études					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité	6e	☒	☐	☐	☒	☐
Informatique (IT).....	6e	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique.....	6e	☒	☐	☐	☒	☐
Mathématiques.....	6e	☐	☐	☒	☒	☐

OBJECTIFS

L'étudiant sera capable de modéliser les systèmes dynamiques discrets en vue de leur commande. Il maîtrisera les méthodes classiques d'analyse et de synthèse des régulateurs numériques, et sera en mesure d'en évaluer la qualité et de l'améliorer.

CONTENU

- **Réglage par calculateur de processus** : Principes d'un réglage automatique par ordinateur. Nécessité d'une théorie des systèmes échantillonnés.
- **Echantillonnage et reconstruction** : Echantillonnage d'un signal analogique. Théorème de Shannon. Filtre de garde. Reconstruction.
- **Systèmes discrets** : Systèmes discrets au repos, linéaires, causals et stationnaires. Produit de convolution. Processus régis par une équation aux différences.
- **Transformée en z** : Définition et propriétés de la transformée en z. Transformée en z inverse. Fonction de transfert.
- **Fonction de transfert discrète du système bouclé** : Modèle échantillonné du processus à régler. Algorithme de réglage. Fonction de transfert du système bouclé.
- **Stabilité** : Stabilité BIBO. Critères algébriques.
- **Numérisation** : Numérisation de régulateurs analogiques. Régulateur PID numérique. Problèmes opérationnels.
- **Synthèse** : Synthèse de régulateurs numériques dans le lieu des Pôles.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices en salle et au LCAO.

DOCUMENTATION : Cours photocopié édité par l'Institut d'Automatique.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Réglage automatique I.

Préparation pour : Réglage automatique, III, IV.

Titre : INFORMATIQUE INDUSTRIELLE II						
Enseignant : Henri NUSSBAUMER, Professeur EPFL/DI						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2			Exercices Pratique 1	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
INFORMATIQUE.....	6	☒	☐	☐	☐	☒
ELECTRICITE.....	6	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Acquérir les connaissances de base en commande d'automatisation et conduite de processus industriels en temps réel. Conception et réalisation des systèmes industriels au niveau du matériel et du logiciel. Travaux pratiques d'automatisation et de conduite de processus.

CONTENU

1. Grafcet et réseaux de Pétri.

2. Entrées-sorties et interfaces de processus :

- organisation générale des entrées-sorties
- bus du microprocesseur MC-68000
- bus normalisés pour microprocesseurs
- adaptateurs d'interface
- interfaces de processus.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : cours ex cathédra + laboratoire utilisant des stations d'élèves spécialisées

DOCUMENTATION : livre "Informatique Industrielle II" H. NUSSBAUMER

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Informatique Industrielle I

Préparation pour : Informatique Industrielle III

Titre : SYSTEMES MICROPROGRAMMES						
Enseignant : André STAUFFER, chargé de cours						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 1			Exercices Pratique 2	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electriciens.....	6e	☒	☐	☐	☐	☒
Microtechniciens.....	8e	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Acquisition par les étudiants d'un certain nombre de *méthodes systématiques* permettant la conception et l'analyse de systèmes électroniques numériques avec mémoires, ainsi que l'apprentissage d'un certain *savoir-faire* dans la réalisation pratique, le câblage, la programmation et le dépannage de ces mêmes systèmes.

CONTENU

1. **LANGAGE DE DESCRIPTION.** Définition d'un langage de description destiné à faciliter la synthèse des systèmes numériques.
2. **COMPOSANTS NUMERIQUES.** Etude des circuits intégrés du marché qui opèrent sur des ensembles de bits ou mots.
3. **UNITE DE TRAITEMENT.** Méthode de synthèse de l'unité de traitement des systèmes numériques. Réalisation câblée de cette unité.
4. **UNITE DE COMMANDE.** Méthode de synthèse de l'unité de commande des systèmes numériques. Réalisation programmée de cette unité.
5. **MICROORDINATEUR.** Synthèse de l'unité de traitement et de l'unité de commande d'un microordinateur 8 bits défini par son répertoire d'instructions.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours-laboratoire intégré

DOCUMENTATION : "Systèmes numériques câblés et microprogrammés" (A. Stauffer)
 "Manuel d'utilisation des logidules" (D. Mange, A. Stauffer)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Systèmes logiques

Préparation pour : Conception de processeurs

Titre : COURS HTE						
Enseignant : DIVERS						
Heures totales : H+E : 50		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	5e/6e	☐	☒	☐	☒	☒
Electricité.....	7e/8e	☐	☒	☐	☒	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Voir livret des cours spécial de l'Ecole disponible au Service académique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : INSTRUMENTS DE TRAVAIL						
Enseignant : DIVERS						
Heures totales : H+E : 50		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	5e/6e	☐	☒	☐	☒	☒
Electricité.....	7e/8e	☐	☒	☐	☒	☒
Divers.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Voir livret des cours spécial de l'Ecole disponible au Service académique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : PROJET HOMME -TECHNIQUE - ENVIRONNEMENT						
Enseignant : ENSEIGNANTS HTE (organisation Jacques DOS GHALI)						
Heures totales : 40		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique 4
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	6e	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Sensibiliser l'étudiant à l'interface entre les aspects techniques, humain, social, économique ou juridique, de son futur métier et lui apprendre à dialoguer avec des gens d'autres professions.

CONTENU

- Chaque étudiant devra effectuer un travail personnel selon les directives d'un professeur ou chargé de cours du DE et d'un consultant externe au Département d'électricité.
- Choix d'un sujet par l'étudiant selon la liste déposée au secrétariat du DE : au milieu du 5ème semestre.
- Remise d'un mémoire en deux exemplaires au milieu du 7ème semestre : environ 25 pages avec un résumé et une liste de références bibliographiques -Le rapport mettra en évidence les résultats principaux de l'étude et l'avis personnel de l'étudiant.
- Défense orale à la fin du 7ème semestre.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Travail personnel.

DOCUMENTATION : Selon recherches personnelles et conseils des enseignants du DE ou des personnes responsables du projet choisi.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : HAUTE TENSION						
Enseignant : Michel AGUET, chargé de cours EPFL/DE						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2 Exercices Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité (E)	7e	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Apprendre à connaître et maîtriser les méthodes de calcul, de construction et d'essai relatives aux installations électriques à haute tension.

CONTENU**1. Introduction**

Aspect général des réseaux électriques, transport d'énergie électrique en haute tension alternative et continue, construction de lignes et de câbles, postes de couplage et de transformation, planification, problèmes d'environnement.

2. Mises à la terre

Calcul et réalisation des mises à la terre (CEM, sect. 8.4).

3. Origine et propagation des surtensions

Surtensions internes de manoeuvre, surtensions externes de foudre, impulsions électromagnétiques d'origine nucléaire (NEMP). Equations des télégraphistes, méthode de Bergeron, méthode des ondes mobiles.

4. Etudes des champs électriques

Equations de base, méthodes analytiques, rhéographiques, graphiques et numériques des charges électriques fictives.

5. Isolants, isolations et systèmes d'isolation

Isolants gazeux, solides et liquides.

6. Appareillage de protection contre les surtensions et coordination des isolements

Paratonnerre, câble de garde, éclateur, parafoudre. Coordination classique et probabilistique des isolements.

7. Essais de haute tension

Générateurs à haute tension continue et alternative, générateurs de choc de manoeuvre, de foudre et à front raide, mesures spéciales, transformateurs de tension, laboratoire HT, essais normalisés.

8. Physique de l'Arc

Conditions d'amorçage, décharge de Townsend, décharge luminescente, arc, plasma, modélisation, interruption.

9. Appareillage de protection contre les surintensités

Sectionneur, interrupteur, disjoncteur et fusible, transformateur de courant.

10. Essai de court-circuit

Alternateurs de court-circuits, générateurs de courant de choc, mesures spéciales, laboratoire HP, essais normalisés, essais synthétiques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours et exercices intégrés, démonstrations, visites d'installations

DOCUMENTATION : Vol. XII et XXII du Traité d'électricité de l'EPFL

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour : Laboratoire haute tension

Titre : TELEVISION						
Enseignant : Michel BAUD, chargé de cours EPFL/DE						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2			Exercices Pratique	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité (C)	7e	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

- Définir avec précision les paramètres fondamentaux des systèmes de télévision monochrome et couleur.
- Décrire en détail les différents tubes de prise de vue et de reproduction ainsi que le fonctionnement d'un studio de télévision et de ses divers équipements.

CONTENU

- **Eléments de base** : Photométrie, colorimétrie, optique électronique, photo-électricité.
- **Analyse de l'image** : Signal vidéo, norme.
- **Tubes de prise de vue et de reproduction** : Tubes à effet photo-électrique internes et externes, tubes cathodiques, tubes de reproduction à masque.
- **Télévision en couleur** : Paramètres fondamentaux, système NTSC, PAL, SECAM.
- **Studio de télévision** : Caméras, magnétoscopes pour signaux composites et composantes.
- **Paramètres pour la transmission d'un signal vidéo PAL** : Paramètre à mesurer, signaux et lignes de test.
- **Transmission de données dans un signal de télévision** : Télétex formats fixes et variables, ligne de données avec identification de programmes.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : Cours polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Bonnes connaissances d'électronique de base et de physique

Préparation pour :

Titre : ELECTRONIQUE INDUSTRIELLE III					
Enseignant : Hansruedi BUHLER, professeur EPFL/DE					
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2 Exercices Pratique			
Destinataires et contrôle des études :					
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches Théoriques Pratiques
ELECTRICITE (A - E).....	7	☐	☐	☒	☒ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables de concevoir des systèmes de réglage industriels modernes et de dimensionner le réglage d'état pour obtenir un comportement stable et bien amorti.

CONTENU

- Configuration des systèmes de réglage : Réglage d'état, réglage d'état en cascade, observateurs, réglage par mode de glissement.
- Régulateurs d'état : Relations de base, régulateurs d'état analogique, régulateur d'état digital.
- Dimensionnement du réglage d'état : Relations de base, réglage d'état d'un système à régler avec une constante de temps dominante, réglage d'état en cascade, limitation et correction du régulateur intégrateur, réglage d'état digital, cycles limites.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : Livre : Conception de systèmes automatiques

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electronique industrielle I, II (utile, mais pas indispensable)

Préparation pour : Electronique industrielle IV

Titre : ELECTRONIQUE DE PUISSANCE						
Enseignant : Hansruedi BUHLER, professeur EPFL/DE						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2			Exercices Pratique	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
ELECTRICITE (A-E)	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables de comprendre le fonctionnement des convertisseurs statiques y compris leur commande et de connaître leur utilisation dans différents domaines d'application.

CONTENU

- **Introduction** : Convertisseurs statiques, technique de conversion, éléments semiconducteurs de puissance, protection, commande.
- **Applications dans le domaine des entraînements avec moteurs à courant continu** : Convertisseurs de courant (fonctionnement idéalisé, empiètement, fonctionnement réel, réaction sur le réseau d'alimentation), commande des convertisseurs de courant, convertisseurs de courant bidirectionnels, variateurs de courant continu à transistors de puissance, commande.
- **Applications dans le domaine des entraînements avec moteurs asynchrones** : Convertisseurs de fréquence à circuit intermédiaire à courant continu et à tension continue (avec commutation forcée, GTO et transistors de puissance), commande, onduleur à pulsation.
- **Applications dans le domaine des entraînements avec moteurs synchrones** : Convertisseurs de fréquence à commutation naturelle (convertisseur à circuit intermédiaire, convertisseur de fréquence direct, commande, convertisseur de fréquence à transistors de puissance), commande.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : TE, vol. XV : Electronique de puissance et polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : ---

Préparation pour : Electronique de puissance 8ème semestre.

Titre : SIGNAUX ET INFORMATION						
Enseignant : Frédéric DE COULON, Professeur EPFL / DE						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2			Exercices	Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
ELECTRICITE (C)	7e	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Connaître les modèles de la théorie du signal et de l'information adaptés à la génération, au transfert et à la détection de signaux porteurs d'information en présence éventuelle de perturbations (bruit de fond, etc.). Être capable de rechercher des solutions optimales ou sous-optimales permettant d'obtenir une représentation compacte de l'information et une certaine immunité au bruit. Connaître quelques exemples classiques d'application au radar, aux télécommunications et en métrologie.

CONTENU

Ce cours complète la formation de base en traitement des signaux en présentant les principes de l'analyse et de la détection de signaux en présence de perturbations. Il fournit également une introduction complémentaire à la théorie de l'information et à ses applications pour le codage des signaux : augmentation de l'efficacité de transmission ou de stockage par réduction de redondance, accroissement de la sécurité de transmission par codage détecteur ou correcteur d'erreurs.

- 1. Complément de théorie du signal** : Représentation des signaux à spectre passe-bande. Application aux télécommunications et au radar. Traitement non-linéaire des signaux.
- 2. Analyse spectrale expérimentale** : Principes et performances de l'estimation spectrale. Analyseurs de spectre multicanaux, Analyseurs de spectres à balayage. Analyseurs numériques.
- 3. Détection et estimation de signaux** : Estimation de paramètres, extraction d'un signal noyé dans le bruit de fond, filtrage optimum, prédiction linéaire, estimation de valeurs moyennes, comparaison de signaux, détection de signaux de formes connues, introduction à la reconnaissance de formes.
- 4. Modélisation des sources d'information** : sources dicrètes sans mémoires, sources de Markov, sources binaires, sources continues, redondance et efficacité.
- 5. Réduction de redondance** : codage sans distorsion: théorème fondamental et codes optimums, code sous-optimums; codage avec critère de fidélité : codage différentiel et par prédiction, codage par quantification vectorielle.
- 6. Transfert de l'information** : transinformation, capacité d'une voie de transmission, probabilité d'erreur, théorème fondamental du codage d'une voie perturbée.
- 7. Codes détecteurs et correcteurs d'erreurs** : principe du codage par blocs, principe du codage convolutif, correction d'erreurs en rafales.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exemples, exercices et démonstrations.

DOCUMENTATION : Vol. VI du Traité d'électricité de l'EPFL et notes polycopiées complémentaires.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Traitement des signaux I

Titre : COMMUTATION						
Enseignant : Pierre-Gérard FONTOLLIET, professeur EPFL/DE						
Heures totales : 30	Par semaine : Cours 2 Exercices Pratique					
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
ELECTRICITE (C).....	7e	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

- Analyser les fonctions de commutation nécessaires pour la réalisation de cas généraux ou de services particuliers
- Evaluer différents types de systèmes de commutation, en particulier la commutation numérique et la commande par ordinateur.

CONTENU**COMMUTATION**

- Chap. 1 : INTRODUCTION : Transmission et commutation. Développement de la téléphonie. Définitions.
- Chap. 2 : FONCTIONS DE COMMUTATION : Opérations-types. Blocs fonctionnels d'un central automatique et possibilités de réalisation.
- Chap. 3 : FONCTION DE CONNEXION : Point de connexion, coupleurs, sélecteurs, matrices. Maintien. Groupage. Influence sur la commande. Commutation temporelle. Commutation à large bande.
- Chap. 4 : COMMUTATION NUMERIQUE (PCM) : Principe. Etages temporels et spatiaux. Réseau numérique intégré. Synchronisation.
- Chap. 5 : RESEAU TELEPHONIQUE : Types et hiérarchie de centraux. Numérotage. Réseau suisse. Réseau international.
- Chap. 6 : FONCTION DE RELATION : Poste d'abonné. Signalisation terminale. Signalisation entre centraux. Principes, procédés. Taxation.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exemples et exercices intégrés.

DOCUMENTATION : Notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Télécommunications I et II.

Préparation pour :

Titre : TELETRAFIC						
Enseignant : Pierre-Gérard FONTOLLIET, professeur EPFL/DE						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2 Exercices Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches Théoriques Pratiques	
ELECTRICITE (C).....	7e	☐	☐	☒	☒	☐
INFORMATIQUE (IT).....	7e	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

- Evaluer les performances de coupleurs parfaits et imparfaits, ainsi que de systèmes à files d'attente.
- Dimensionner des groupes d'organes quantitativement
- Comparer des structures et des modes d'exploitation de systèmes de commutation et de réseaux

CONTENU

- Nature du télétrafic, grandeurs caractéristiques, valeurs statistiques pratiques.
- Trafic purement aléatoire : distribution exponentielle des sollicitations, distribution de Poisson des occupations.
- Concentration de trafic : systèmes à pertes et à attentes, notions de trafic offert et de trafic écoulé; accessibilité d'un coupleur, coupleurs parfaits et imparfaits.
- Calculs de télétrafic par les chaînes de Markov.
- Coupleurs parfaits à pertes : probabilités de pertes et d'encombrement. Hypothèse; distribution et formule d'Erlang. Effet de taille des faisceaux. Cas d'un nombre de sources limité : distribution d'Engset.
- Coupleurs parfaits à attentes : probabilité et délai d'attente. Files d'attente à 1 et n serveurs. Stratégies de services : notations de Kendall, formule de Little. Cas de trafic non poissonnien.
- Coupleurs imparfaits : accessibilité constante et variable. Méthodes approchées (accessibilité moyenne, graphes, Lee-Legall).
- Simulation de télétrafic : principe et méthodes; interprétation statistique des résultats.
- Applications et exemples : centraux téléphoniques, réseaux à commutation de paquets, technique temporelle asynchrone (ATD).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exercices

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Cours de probabilités et statistique

Préparation pour :

Titre : HYPERFREQUENCES (1ère partie)						
Enseignant : Freddy GARDIOL, professeur EPFL/DE						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2		Exercices		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité (M-C)	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

A la fin du cours, l'étudiant sera en mesure de résoudre les principaux problèmes pratiques des hyperfréquences (300 MHz à 300 GHz). Il saura mesurer des signaux, déterminer les caractéristiques des composants et aura une bonne connaissance des principales applications des hyperfréquences.

CONTENU

- 1. Introduction :** Définitions, principales propriétés des hyperfréquences. Historique. Hypothèses de base et rappels.
- 2. Mesure du signal :** Fréquence : Ondemètre à cavité, compteurs, analyseur de spectre. Puissance : Ponts de mesures à bolomètres et thermocouples. Principales causes d'erreurs : désadaptation, erreurs de remplacement.
- 3. Circuits hyperfréquences :** Définition des amplitudes généralisées et de la matrice de répartition. Réciprocité, symétrie, passivité. Eléments à 1,2,3 et 4 accès. Obstacles, discontinuités. Jonctions et coupleurs. Eléments non-réciproques à ferrite : isolateurs, gyrateurs, circulateurs, déphaseurs. Eléments à semiconducteurs : détecteurs, modulateurs, commutateurs, limiteurs.
- 4. Mesure des éléments :** Réflexion et impédance : ligne fendue et rapport d'ondes stationnaires, réflectométrie, analyseur de circuits. Adaptation. Facteur de transfert : affaiblissement et déphasage : mesure directe, par substitution, en réflexion, en cavité, en pont. Principales sources d'erreurs. Méthodes de mesure commandées par ordinateur.
- 5. Applications :** Communications : faisceaux hertziens et satellites. Radars. Chauffage. Mesure et contrôle. Effets biologiques. Transmission de puissance (?).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exemples, exercices et démonstrations, emploi de programmes de calcul.

DOCUMENTATION : "Hyperfréquences" volume XIII du Traité d'Electricité de l'EPFL, ou "Introduction to microwaves", Artech.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electromagnétisme.

Préparation pour : Travaux pratiques et projets en hyperfréquences.

Titre : CONDUITE DES RESEAUX					
Enseignant : Alain GERMOND, Professeur EPFL/DE					
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2 Exercices Pratique			
Destinataires et contrôle des études :					
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches Théoriques Pratiques
ELECTRICITE (A-E)	7	☐	☐	☒	☒ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐

OBJECTIFS

Approfondir les notions définies dans le cours d'énergie I et II, en particulier les méthodes de calcul et le rôle de l'informatique pour la gestion et l'exploitation des réseaux.

A la fin du cours, l'étudiant connaîtra les fonctions d'un centre de conduite de réseau électrique moderne, les contraintes posées par le temps réel, et sera capable d'évaluer de façon critique le choix des modèles, ainsi que les possibilités et les limites des méthodes analytiques classiques. Il comprendra le principe des méthodes basées sur le traitement de la connaissance.

CONTENU

- Objectifs de l'exploitation et de la planification des réseaux :

Sécurité et objectif économique.

- Structure et fonctions d'un centre de conduite :

Etats du réseau. Réalisation matérielle et logicielle.

- Estimation d'état :

Définition. Méthodes. Application à la planification et au temps réel.

- Equivalents de réseaux en régime stationnaire :

Echanges de données entre centres de conduite.

- Surveillance et analyse de sécurité en temps réel :

Amélioration de la sécurité. Réallocation des productions actives et réactives par la programmation linéaire. Restructuration du réseau. Implémentation.

- Equilibre entre la production et la consommation :

Réglage primaire, secondaire et dispatching économique (sans pertes, avec pertes et avec contraintes). Réglage et compensation des puissances réactives.

- Gestion des unités et des réservoirs hydrauliques :

Gestion annuelle des unités par la programmation dynamique. Gestion hebdomadaire par la programmation linéaire. Méthode hiérarchique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathedra avec exercices et exemples. Simulations au laboratoire d'enseignement assisté par ordinateur (LEAO).

DOCUMENTATION : Traité d'électricité, volume XII et notes polycopiées.

Visite d'installations industrielles.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Energie I et II

Préparation pour :

Titre : SIMULATION I						
Enseignant : Denis GILLET, chargé de cours EPFL/DME						
Heures totales : 30	Par semaine: Cours 2 Exercices Pratique					
Destinataires et contrôle des études				Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Informatique (IT).....	5e	☐	☐	☒	☒	☐
Electricité (A).....	7e	☐	☐	☒	☒	☐
Mécanique.....	7e	☐	☐	☒	☒	☐
Physique.....	7e	☐	☐	☒	☒	☐

OBJECTIFS

L'étudiant sera capable de modéliser et de simuler sur ordinateur une large classe de systèmes dynamiques. Il sera en mesure de saisir la structure de tels systèmes. Il maîtrisera les méthodes d'analyse et de synthèse offertes dans les logiciels professionnels de CAO de systèmes de commande.

CONTENU

Représentation des systèmes sous forme de modèle d'état : Mise en équation de systèmes physiques. Linéarisation des modèles non linéaires et discrétisation des modèles analogiques. Passage à une représentation sous forme de fonction de transfert.

Simulation : Solution analytique des équations d'état. Calcul de l'exponentielle d'une matrice. Simulation au moyen d'une matrice de transition. Intégration numérique des modèles d'état non linéaires. Génération de signaux aléatoires.

Analyse : Gouvernabilité et observabilité. Interprétation par les formes canoniques de Jordan. Construction de modèles d'état à partir des matrices de gouvernabilité et d'observabilité. Décomposition modale. Stabilité.

Synthèse : Commande a priori. Réglage d'état basé sur le placement des valeurs propres. Elimination de l'effet des perturbations. Intégrateur. Observateur de perturbation.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathedra avec exemples et exercices intégrés. Utilisation d'un logiciel professionnel de simulation et de CAO de systèmes de commande.

DOCUMENTATION : Cours polycopié édité par l'Institut d'Automatique.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis:

Préparation pour: Simulation II

Titre : PHENOMENES ET METHODES NON LINEAIRES						
Enseignant : Martin HASLER, professeur EPFL/DE						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours et Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
Electricité (M).....	7	☐	☐	☒	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

L'étudiant saura choisir la description appropriée pour un système non linéaire. Il sera capable de distinguer différents types d'éléments et de circuits non linéaires. Il saura identifier les phénomènes typiques qui peuvent se produire dans les circuits et systèmes fortement non linéaires.

CONTENU

- Formalismes :
 - description d'un système non linéaire : entrées-sorties, espace des états, temps continu et temps discret
 - description d'un circuit non linéaire : équations de Kirchhoff, relations constitutives des éléments
 - relation circuit-système.
- Modèles :
 - exemples de circuits et de systèmes non linéaires appartenant à différents domaines de l'électricité.
- Phénomènes non linéaires :
 - équilibres multiples
 - génération d'harmoniques, distorsion
 - régimes sous-harmoniques et chaotiques
 - cycles limites engendrés par la quantification des signaux.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathedra et séances d'exercices.

DOCUMENTATION : Livre "Circuits non linéaires". Complément au Traité d'électricité, et notes photocopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Circuits et systèmes I et II

Préparation pour :

Titre : CONCEPTION DE CIRCUITS INTEGRES VLSI						
Enseignant : Bertrand HOCHET, chargé de cours EPFL/DE						
Heures totales : 34		Par semaine : Cours 2			Exercices	Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité (M).....	7e	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

L'étudiant sera capable de concevoir des circuits VLSI; pour cela, il saura :

- analyser le cahier des charges du circuit, définir son architecture topologique et temporelle
- concevoir les sous-systèmes au niveau électrique et géométrique, en tenant compte des problèmes électriques globaux.

CONTENU

- Concepts architecturaux
- Stratégie de conception
- Stratégie de simulation et de vérification
- Méthodes d'implantation symbolique
- Circuiterie
- Architecture de différents types de circuits :
 - circuits de type microprocesseur
 - opérateurs spécialisés
- Séquencement
- Testabilité
- Exemple de réalisation de circuits industriels

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : cours ex-cathedra

DOCUMENTATION : notes polycopiées, articles techniques

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Conception des circuits intégrés numériques

Préparation pour :

Titre : TRAITEMENT NUMERIQUE DES SIGNAUX ET IMAGES						
Enseignant : Michel KOCHER, chargé de cours EPFL/DE						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2 Exercices Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
ELECTRICITE (C)	7	☐	☐	☒	☒	☐
PHYSIQUE.....	7	☐	☐	☒	☒	☐
INFORMATIQUE II	7	☐	☐	☒	☒	☐
MICROTECHNIQUE.....	7	☐	☐	☒	☒	☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables d'appliquer les principales méthodes de traitement numérique des signaux telles que l'analyse spectrale, le filtrage et les transformations rapides dans le cas de signaux réels.

CONTENU

Introduction : Rappel sur les signaux et systèmes numériques. Transformation de Fourier. Corrélation, convolution. Filtrage numériques.

Elaboration de filtres numériques : Méthode de Remez. Méthode de Mc Clenan et Parks. Elaboration assistée par ordinateur. Transformation fréquentielle des filtres numériques.

Analyse spectrale : Description fréquentielle des signaux aléatoires. Eléments de la théorie de l'estimation. Estimateurs pour la corrélation. Estimateurs spectraux classiques. Méthodes paramétriques et méthodes à entropie maximum. Application de la transformation de Fourier. Exemples d'analyse.

Traitement homomorphique des signaux : Superposition généralisée. Systèmes homomorphiques multiplicatifs. Systèmes homomorphiques convolutifs. Propriétés du cepstre. Application des systèmes homomorphiques multiplicatifs. Application des systèmes homomorphiques convolutifs. Déconvolution aveugle.

Signaux bidimensionnels : Signaux élémentaires. Transformation de Fourier bidimensionnelle. Propriétés. Corrélation bidimensionnelle.

Systèmes bidimensionnels : Définitions. Systèmes bidimensionnels linéaires. Produit de convolution bidimensionnel. Filtrage linéaires. Masques et fenêtres. Transformation en z bidimensionnelle.

Système visuel humain : Système nerveux. Oeil. Rétine. Corps grenouillers latéraux. Cortex visuel. Modèle du système visuel. Modèles de Hubel et Wiesel.

Représentation numérique des images : Echantillonnage et quantification. Modèle contour-texture. Représentation par les méthodes classiques. Méthodes de la deuxième génération.

Restauration et réhaussement : Restauration par filtrage inverse. Méthodes des moindres carrés avec et sans contraintes. Réhaussement par modification de l'échelle des gris. Modification d'histogramme.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exercices en classe et sur ordinateur.

DOCUMENTATION : Vol. XX du Traité d'électricité et photocopié distribué au cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Traitement numérique des signaux.

Préparation pour : Projets de semestre. Projets de diplôme. thèses de doctorat.

Titre : TRAITEMENT D'IMAGES ET RECONNAISSANCE DES FORMES						
Enseignant : Murat KUNT, professeur EPFL/DE						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2 Exercices Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)		Semestre	Oblig:	Facult.	Option	Branches Théoriques Pratiques
Electricité (M).....		7e	☐	☐	☒	☒ ☐
.....			☐	☐	☐	☐ ☐
.....			☐	☐	☐	☐ ☐
.....			☐	☐	☐	☐ ☐

OBJECTIFS

A la fin du cours, les étudiants seront capables de maîtriser les méthodes élémentaires de traitement d'images et de reconnaissance des formes et de les appliquer à des cas concrets.

CONTENU

Introduction : Signaux et systèmes bidimensionnels. Signaux élémentaires. Transformation Fourier bidimensionnelle. Propriétés. Discrétisation. Définitions des systèmes multidimensionnels. Propriétés. Filtrage numérique bidimensionnel. Transformation en z bidimensionnelle. Fonction de transfert.

Filtres multidimensionnels : Elaboration de filtres à réponse impulsionnelle à étendue finie. Elaboration de filtres à réponse impulsionnelle à étendue infinie. Réalisation et implantation des filtres multidimensionnels. Décomposition directionnelle et filtres directionnels.

Perception visuelle : Système nerveux. L'oeil. Rétine. Cortex visuel. Modèle du système visuel. Effets spéciaux. Phénomène de Mach et inhibition latérale.

Extraction de contours : Méthodes locales. Méthodes régionales. Méthodes globales. Méthode de Canny. Morphologie mathématique.

Textures : Micro et macro textures. Analyse et classification des textures. Synthèse de texture.

Segmentation : Segmentation par extraction de contour. Croissance de région. Graphe de connexité de régions. Division et rassemblement. Seuillage par relaxation.

Compression et codage : Méthodes classiques. Méthodes basées sur des opérateurs locaux. Méthodes basées sur la segmentation. Quantification vectorielle. Représentation de l'information.

Classification statistique de formes : Théorie de Bayes. Estimations paramétrique et non paramétrique. Apprentissages supervisé et non supervisé. Transformation de Hough.

Fonctions discriminantes et coalescence : Analyse discriminante. Mesure de similarité. Distances. Classification automatique. Exemples en médecine, en communication et en étude de ressources terrestres.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, complété par des exercices et démonstrations.

DOCUMENTATION : Traité d'électricité, vol. XX, Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Traitement numérique des signaux et images

Préparation pour : Projets de semestre. de diplôme - thèses de doctorat

Titre : REGLAGE AUTOMATIQUE III						
Enseignant : Roland LONGCHAMP, professeur EPFL / DME						
Total heures : 30	Par semaine: Cours 2 Exercices Pratique					
Destinataires et contrôle des études				Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité (A)	7e	☐	☐	☒	☒	☐
Informatique (IT).....	7e	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechnique	7e	☐	☐	☒	☒	☐
Mécanique / Mathématiques..	7e	☐	☐	☒	☒	☐

OBJECTIFS

L'étudiant sera capable d'analyser les systèmes représentés par des variables d'état. Il maîtrisera les algorithmes modernes de conduite et de réglage automatique fondés sur ce type de représentation.

CONTENU

- **Représentation des systèmes par variables d'état** : Notion d'état. Modèles à temps continu et à temps discret. Linéarisation.
- **Solution des équations d'état** : Matrice de transition. Modélisation de systèmes commandés par ordinateur. Forme canonique de Jordan. Décomposition modale. Stabilité.
- **Gouvernabilité et observabilité** : Critères de gouvernabilité et d'observabilité. Formes canoniques de gouvernabilité et d'observabilité. Modèle d'état de systèmes décrits par fonctions de transfert.
- **Réglage d'état par placement des pôles** : Commande a priori. Placement des pôles par rétroaction d'état. Observateur. Théorème de séparation.
- **Conduite de processus** : Pyramide d'automatisation. Programmation dynamique.
- **Réglage d'état optimal** : Fonction-coût quadratique. Equation de Riccati. Solution stationnaire.
- **Extensions** : Degré de stabilité prescrit. Algorithme à horizon fuyant. Elimination de l'effet des perturbations. Observateur de perturbation.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices.

DOCUMENTATION : Cours polycopié édité par l'Institut d'Automatique.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Réglage automatique I et II.

Préparation pour : Réglage automatique IV.

Titre : C.A.O. (Outils de conception pour circuits intégrés)						
Enseignant : Daniel MLYNEK, Professeur, EPFL/DE						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2 Exercices Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Electricité (M).....	7	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechnique.....	7	☐	☐	☒	☒	☐
Informatique IT.....	5 ou 7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables d'analyser les performances et les limitations des algorithmes utilisés dans le domaine de la C.A.O. pour circuits intégrés.

Ils connaîtront les étapes principales du processus de conception et les programmes s'y rapportant.

CONTENU

- Introduction:
historique de la C.A.O.; domaine d'application; matériel et logiciel; représentation des données.
- La conception de circuits intégrés à très grande échelle: problèmes et solutions:
les principes de conception de circuits à moyenne échelle et leur extrapolation aux circuits à très grande échelle;
les bases de la compilation de silicium;
la simulation et son évolution;
le problème du test des circuits intégrés;
- Synthèse topologique et géométrique des circuits:
les algorithmes de placement et de connexion;
la synthèse manuelle et automatique du layout;
les méthodes de compaction et de contrôle du layout.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra. Exercices en salle et sur ordinateur

DOCUMENTATION : notes polycopiées; guides d'utilisation de programmes

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : FILTRES ELECTRIQUES						
Enseignant : Jacques NEIRYNCK, professeur EPFL/DE						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours et Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Electricité (M-C).....	7	☐	☐	☒	☒	
Mathématiques.....	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Ce cours introduit les notions essentielles qui permettent de concevoir un filtre électrique, c'est-à-dire de calculer les valeurs des composants à partir des spécifications imposées à l'affaiblissement et au déphasage. Les étudiants devront être capables de maîtriser les programmes qui permettent d'atteindre ce but et de comprendre les limitations inhérentes à chaque technologie.

CONTENU

1. Définition du problème : rappel des propriétés générales du quadripôle non dissipatif; le problème de la sensibilité; classification des filtres; les transformations de fréquence.
2. Théorie du bipôle : propriétés et synthèse des bipôles non dissipatifs; extension au cas des bipôles RC; méthodes de Foster et Cauer.
3. Synthèse des quadripôles non dissipatifs : méthode de Darlington; réalisabilité.
4. Problèmes d'approximation : caractéristiques optimales au sens de Taylor et de Tchebycheff pour la phase et l'amplitude; approximation dans le domaine temporel : caractéristiques de Schüssler.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposé ex cathedra des principes : initiation à l'utilisation des programmes d'ordinateur pour la conception des filtres.

DOCUMENTATION : Vol. XIX du Traité d'électricité

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Circuits et systèmes I et II

Préparation pour :

Titre : MICROPROCESSEURS I								
Enseignant : Jean-Daniel NICLOUD, Professeur EPFL/DI								
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 2			Exercices		Pratique 1	
Destinataires et contrôle des études :							Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques		
INFORMATIQUE (IB,IT)...	7	☐	☐	☒	☒	☐		
ELECTRICITE (A, M, C) ..	7	☐	☐	☒	☒	☐		
MICROTECHNIQUE.....	7	☐	☐	☒	☒	☐		
.....		☐	☐	☐	☐	☐		

OBJECTIFS

L'étudiant devra avoir compris les principes à la base des systèmes microprocesseurs et les caractéristiques principales des microprocesseurs et interfaces programmables disponibles. Il devra être capable de comprendre la documentation et mettre en oeuvre, du point de vue matériel et logiciel, un microprocesseur ou interface programmable 8/16 bits.

CONTENU

1. Rappel des caractéristiques des processeurs 8 bits et analyse détaillée du 8085.
2. Etude comparative des processeurs Z80, 8086, 6809.
3. Structure des interfaces programmables; analyse détaillée d'exemples de circuits "timer", parallèle, série et contrôleur d'interruption.
4. Etude d'un ordinateur monolithique type : le 6801; Caractéristiques principales de la famille 8048-8051.
5. Analyse détaillée du processeur 68000 : signaux de commande, séquençement et interfaçage, exceptions, répertoire d'instructions.
6. Principes de bus parallèles, Analyse de quelques bus normalisés.

Les travaux pratiques porteront sur les sujets suivants :

- Mise en oeuvre d'un processeur 8085 et analyse de ses mécanismes d'interruption
- Test des interfaces programmables 8255 et 8254
- Programmation de routines graphiques sur 68000
- Programmation d'entrées-sorties en Modula

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Alternance de cours Ex Cathedra et de travaux pratiques

DOCUMENTATION : Microprocesseurs 8 et 16 bits (99 pages), Interfaces programmables et microcontrôleurs (93 pages), Laboratoires Microprocesseurs (78 pages + annexes)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Micro-informatique ou Informatique industrielle

Préparation pour :

Titre : INFORMATIQUE INDUSTRIELLE III								
Enseignant : Henri NUSSBAUMER, PROFESSEUR EPFL/DI Jean-Dominique DECOTIGNIE, chargé de cours EPFL/DI								
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 2			Exercices		Pratique 1	
Destinataires et contrôle des études :							Branches	
Section(s)		Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
INFORMATIQUE.....		7	☐	☐	☒	☒	☐	
ELECTRICITE (A,E, M) ...		7	☐	☐	☒	☒	☐	
.....			☐	☐	☐	☐	☐	
.....			☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Acquérir un complément de formation en informatique du temps réel. Connaître et appliquer les principaux composants de l'informatique industrielle.

CONTENU

- Automates programmable.
Organisation générale. Langages à relais. Exemples d'automates.
- Implantation en ordinateur des algorithmes de commande et de réglage.
- Capteurs.
Caractéristiques générales. Capteurs de température. Capteurs de position et de déplacement. Capteur de vitesse et d'accélération. Capteurs de déformation. Capteurs de force, de pression. Mesure de la vitesse et du débit des fluides.
- Commande numérique des machines.
Systèmes à commande numérique. Interpolation. Programmation des commandes numériques. Exemples de commandes numériques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathédra. Travaux de laboratoire

DOCUMENTATION : livres "Informatique Industrielle III et IV" H. NUSSBAUMER

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Informatique Industrielle I et II

Préparation pour : Informatique Industrielle IV

Titre : TELEINFORMATIQUE I						
Enseignant : Claude PETITPIERRE, professeur EPFL/DI						
Heures totales : 45		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
INFORMATIQUE	5 ou 7	☒	☐	☐	☒	☐
ELECTRICITE (C)	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Maîtriser la conception et le développement des protocoles de communication entre ordinateurs
 Connaître un certain nombre de protocoles standards.

CONTENU

Introduction aux protocoles

- Spécification de protocoles par automates
- Programmation d'automates
- Modèle de protocoles en couches
- Développement de quelques protocoles types sur station de travail individuelle

Etude de divers protocoles

- HDLC, X.25, RNIS
- TCP/IP
- Télétext
- Couches de transport, session, présentation
- Implantation d'éléments de protocoles standards.

Réseaux locaux de téléinformatique

Bases de la théorie des protocoles

- Calcul des systèmes communicants (CCS)
- Détection des interblocages et des messages non prévus
- Calcul du rendement d'un protocole sur une ligne de transmission
- Statistiques utilisées pour l'évaluation des protocoles
- Codes de détection et de correction d'erreurs

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra plus exercices sur papier et sur ordinateur

DOCUMENTATION : Cours photocopié + cours Téléinformatique I et II (H. Nussbaumer)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour : Téléinformatique II, III et IV

Titre : CAPTEURS INTEGRES						
Enseignant : Nicolas de ROOIJ, Dr. ès sc. Uni Twente, Prof. à l'Uni. de Neuchâtel						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2 Exercices Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Microtechnique.....	7e	☒	☐	☐	☒	☒
Electricité (M).....	7e	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Présenter les effets physiques et chimiques importants observés dans le Silicium (Si) en vue de leur utilisation dans les capteurs miniaturisés au Si (CMC) pour convertir différentes formes d'énergie (rayonnante, chimique, thermique, magnétique, mécanique) en un signal électrique.

CONTENU

1. Introduction : classification des processus de conversion de signaux tels qu'ils pourront être utilisés pour la conception de CMS.
2. CMS pour signaux de rayonnement : processus physique dans les dispositifs sensibles à la lumière : conducteurs photosensibles, diodes, transistors, dispositifs couplés par charges (Charge - Coupled Device - CCD).
3. CMS pour signaux chimiques : diodes et transistors sensibles aux gaz; diodes et transistors sensibles aux ions; transducteurs influencés par le flux de charges; senseurs d'humidité; senseurs polarographiques d'oxygène.
4. CMS pour signaux magnétiques : effet de Hall dans les semiconducteurs de types p et n; résistances et transistors sensibles aux champs magnétiques.
5. CMS pour signaux thermiques : couples thermo-électriques, résistances, transistors.
6. CMS pour signaux mécaniques : transducteurs de pression et d'accélération, mesure de débit.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exercices

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Microélectronique I et II

Préparation pour :

Titre : ELECTROACOUSTIQUE						
Enseignant : Mario ROSSI, professeur EPFL/DE						
Heures totales : 30	Par semaine : Cours 2 Exercices Pratique					
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité (M-C)	7	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechnique.....	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

- Maîtriser les bases fondamentales, les modèles et les méthodes de l'électroacoustique.
- Etre capable de modéliser et dimensionner un dispositif électroacoustique.
- Connaître les principales applications de l'électroacoustique et savoir en concevoir et réaliser les différents dispositifs, appareils et transducteurs.

CONTENU

L'électroacoustique concerne les différents procédés, appareils et techniques pour la production, la transmission, la mesure, l'enregistrement et les applications techniques des sons. Ce cours propose de solides bases pour l'étude, la conception et la réalisation des dispositifs électroacoustiques, principalement les transducteurs. Un juste équilibre entre théories de l'acoustique et de l'électrotechnique d'une part, et applications concrètes d'autre part, permet la maîtrise des problèmes sous tous leurs aspects.

De nombreux exemples et démonstrations illustrent les techniques et méthodes proposées. Les applications et procédés, des classiques aux plus modernes, par exemple l'audio numérique, sont décrits, des concepts de base aux réalisations pratiques.

Ce premier semestre est consacré aux aspects essentiels des chapitres suivants :

- Notions fondamentales
- Homme et sons
- Systèmes mécaniques et acoustiques
- Transducteurs.
- Haut-parleurs

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exemples et démonstrations.

DOCUMENTATION : "Electroacoustique" volume XXI du Traité d'Electricité de l'EPFL.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour : Electroacoustique II (semestre d'été).

Titre : MECANIQUE APPLIQUEE						
Enseignant : GEORGES SPINLER, Professeur EPFL/DME						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2			Exercices -	Pratique -
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
ELECTRICITE (A-E)	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Comprendre le comportement des machines afin de savoir choisir correctement les caractéristiques du matériel électrique d'entraînement et de commande.

CONTENU**1. TRIBOLOGIE**

Description du frottement; arc-boutement

2. MECANISMES

Transmission positive ou non-positive. Caractéristiques extérieures : rapport de transmission, rendement, irréversibilité

3. TRANSMISSION DE LA PUISSANCE

Sens du flux de puissance; cadrans de fonctionnement; circulation de puissance; point de fonctionnement

4. MOUVEMENT DES MACHINES

Démarrage; freinage, fluctuations de vitesse; commande électrique

5. ECHAUFFEMENT

Critère thermique de dimensionnement

6. ENTRAINEMENT DES MACHINES

Choix des moteurs; choix du rapport de transmission.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : -..

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Mécanique générale, projets 1er cycle, mécanique des matériaux, réglage automatique

Préparation pour :-

Titre : MODULATION OPTIQUE						
Enseignant : Luc THEVENAZ, chargé de cours EPFL/DE						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2		Exercices		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
ELECTRICITE (M-C).....	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables de réaliser la modulation d'ondes lumineuses par différents moyens, d'en saisir les fondements et de connaître les techniques de sa mise en oeuvre.

CONTENU

- Fondements de la modulation optique:**
Rappel de la notion de mode. Modélisation de la modulation par couplage de mode. Limitations fondamentales de la bande passante transmissible.
- Modulation acousto-optique:**
Principes. Application.
- Modulation électro-optique:**
Principe. Cristaux électro-optiques. Cellule de Pockels. Modulateurs intégrés.
- Application:**
Modulation de phase. Modulation d'intensité. Translation de fréquence.
- Notions d'optique non-linéaire:**
Effets du second ordre. Génération d'harmoniques optiques et amplification paramétrique. Bascule optique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec exercices intégrés.

DOCUMENTATION : ouvrages indiqués durant le cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Matériaux de l'électrotechnique I et II, optique ondulatoire et optique guidée.

Préparation pour : Projets de semestre et de diplôme.

Titre : MACHINES ELECTRIQUES							
Enseignant : TU XUAN Mai, chargé de cours EPFL/DE							
Heures totales		30	Par semaine : Cours		2 Exercices	Pratique	
Destinataires et contrôle des études :					Branches		
Section(s)		Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité (A-E)		7e	☐	☐	☒	☒	☐
.....			☐	☐	☐	☐	☐
.....			☐	☐	☐	☐	☐
.....			☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

- . Etablir les équations de fonctionnement en régime permanent et transitoire des machines électriques usuelles.
- . Effectuer un choix judicieux de la méthode de calcul à appliquer selon le type de régime transitoire considéré et le mode de traitement envisagé pour la solution (analytique, analogique, numérique).
- . Prévoir le comportement de ces machines en régimes transitoires.

CONTENU

Régime permanent de la machine synchrone

- . Fonctionnement en générateur
- . Machine synchrone à pôles saillants
- . Effet de la saturation

Régimes transitoires des transformateurs, machines asynchrones, synchrones et à courant continu

- . Théorie à un axe, théorie à 2 axes (équations de Park) : application à différents types de machines
- . Etude de différents régimes transitoires : enclenchement, déclenchement, réenclenchement, démarrage, court-circuit, auto-excitation, effet de la saturation.
- . Réglage de vitesse : alimentation, commande, fonctions de transfert, comportement transitoire.

Effet pelliculaire.

Machines spéciales.

Machine généralisée

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathedra, séminaires, démonstrations.

DOCUMENTATION : Cours polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electromagnétisme, Electromécanique et Entraînements électriques, Analyse.

Préparation pour : Travail pratique du diplôme dans les disciplines : électromécanique - machines électriques - étude des réseaux électriques.

Titre : CAO MOTEURS ET APPAREILLAGE						
Enseignant : Vacat LEME/LRE						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2 Exercices Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
ELECTRICITE (E)	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables de maîtriser les méthodes d'éléments finis en vue de la conception de systèmes électromagnétiques et électrostatiques. Ils seront également capables de structurer une approche de conception spécifique de ces appareils au moyen de l'outil informatique.

CONTENU

- Généralités, objectifs, structure.
- Domaines d'application de base.
Electromagnétisme, électrostatique thermique
Réseaux, réseaux électroniques.
- Méthodes des éléments finis.
Principe, mise en oeuvre, transformation du problème.
- Conception en vue d'applications spécifiques.
Conception de moteurs
Conception d'appareillage
Conception d'alimentations et de commandes
Conception de réseaux
Conception de systèmes : entraînements électriques, systèmes de distribution.
- Structure de programmation CAO
Bases de données, fichiers. Contraintes. Algorithmes. Processus de choix. Processus itératifs.
Modélisation.
- Exemples.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec exemples.

DOCUMENTATION : Notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electromécanique, Electromagnétisme.

Préparation pour :

Titre : CONCEPTION DE CIRCUITS INTEGRES ANALOGIQUES						
Enseignant : Eric VITTOZ, Professeur EPFL/DE						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2			Exercices Pratique :	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité (M).....	7e/8e	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechnique.....	7e/8e	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

L'étudiant sera capable de concevoir des circuits intégrés analogiques (et les parties analogiques de circuits VLSI). Pour cela, il maîtrisera les structures des dispositifs et les circuits de base utilisés en technologie bipolaire et MOS, ainsi que les principes à respecter lors de leur implantation dans le layout.

CONTENU

1. Circuits en technologie bipolaire
 - 1.1 Modèles, structures et limitations des transistors intégrés
 - 1.2 Composants passifs et parasites
 - 1.3 Circuits élémentaires : similitude, miroirs, cellule d'amplification, références de tension et courant, circuits translinéaires
 - 1.4 Exemples de blocs fonctionnels : amplificateur opérationnel, convertisseurs numérique-analogique et analogique-numérique
2. Circuits en technologie MOS et CMOS
 - 2.1 Modes de fonctionnement, modèles, structures et limitations des transistors MOS intégrés
 - 2.2 Composants passifs
 - 2.3 Effets parasites
 - 2.4 Circuits élémentaires : similitude, miroirs, interrupteur, échantillonneur, cellules d'amplification, comparateur, capacités commutées, références de tension et courant
 - 2.5 Blocs fonctionnels choisis
3. Implantation d'un circuit analogique
 - 3.1 Choix et caractérisation de la technologie
 - 3.2 Analyse et simulation
 - 3.3 Couplages parasites
 - 3.4 Préparation au test
 - 3.5 Réalisation du layout

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : cours ex-cathedra

DOCUMENTATION : notes de cours polycopiés, articles techniques

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electronique I, II

Préparation pour : Projets semestre et diplôme en conception de circuits analogiques

Titre : ENTRAÎNEMENTS ELECTRIQUES I : METHODOLOGIE						
Enseignant : Nicolas Wavre, chargé de cours, EPFL/DE						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2			Exercices Pratique	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
ELECTRICITE (A-E)	7	☐	☐	☒	☒	☐
MICROTECHNIQUE.....	7	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables de choisir un système d'entraînement électrique adapté à une application. L'analyse portera aussi bien sur le choix du moteur que celui des périphériques d'alimentation, de protection, de transmission et de réglage. La démarche est la modélisation adéquate.

CONTENU

- **Introduction**
Objectif de l'enseignement. Champ d'application. Aspect synthétique.
- **Organe entraîné**
Caractéristiques externes, cahier des charges.
- **Périphériques mécaniques**
Volant d'inertie, transmission, constante de temps mécanique, accélération.
- **Périphériques électriques**
Adaptation de tension, limitation de courant, transformation de fréquence, démarrages, protections. Alimentation, convertisseurs.
- **Echauffement et limites**
Constantes de temps thermiques. Régimes d'utilisation. Limites thermiques. Limites électromagnétiques.
- **Moteurs**
Caractéristiques externes des principaux moteurs.
Les moteurs synchrones. Le moteur à courant continu sans collecteur. Le moteur synchrone auto-commuté. Les moteurs pas à pas. Le moteur à courant continu. Le moteur universel. Le moteur asynchrone à cage et à rotor bobiné. Combinaison de solutions.
- **Synthèse et choix**
Méthodologie d'approche et de choix. Synthèse de la démarche et modélisation.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec démonstrations expérimentales et exercices

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electromécanique, Réglage automatique, Electronique.

Préparation pour : CAO de machines électriques, Electronique Industrielle, Machines électriques

Titre : COURS HTE						
Enseignant : DIVERS						
Heures totales : H+E : 50		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	5e/6e	☐	☒	☐	☒	☒
Electricité.....	7e/8e	☐	☒	☐	☒	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Voir livret des cours spécial de l'Ecole disponible au Service académique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :**DOCUMENTATION :****LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : INSTRUMENTS DE TRAVAIL						
Enseignant : DIVERS						
Heures totales : H+E : 50		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	5e/6e	☐	☒	☐	☒	☒
Electricité.....	7e/8e	☐	☒	☐	☒	☒
Divers.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Voir livret des cours spécial de l'Ecole disponible au Service académique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : PROJET HOMME -TECHNIQUE - ENVIRONNEMENT						
Enseignant : ENSEIGNANTS HTE (organisation Jacques DOS GHALI)						
Heures totales : 40		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique 4
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	6e	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Sensibiliser l'étudiant à l'interface entre les aspects techniques, humain, social, économique ou juridique, de son futur métier et lui apprendre à dialoguer avec des gens d'autres professions.

CONTENU

- Chaque étudiant devra effectuer un travail personnel selon les directives d'un professeur ou chargé de cours du DE et d'un consultant externe au Département d'électricité.
- Choix d'un sujet par l'étudiant selon la liste déposée au secrétariat du DE : au milieu du 5ème semestre.
- Remise d'un mémoire en deux exemplaires au milieu du 7ème semestre : environ 25 pages avec un résumé et une liste de références bibliographiques -Le rapport mettra en évidence les résultats principaux de l'étude et l'avis personnel de l'étudiant.
- Défense orale à la fin du 7ème semestre.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Travail personnel.

DOCUMENTATION : Selon recherches personnelles et conseils des enseignants du DE ou des personnes responsables du projet choisi.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : ELECTRONIQUE INDUSTRIELLE IV						
Enseignant : Hansruedi BUHLER, professeur EPFL/DE						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2		Exercices	Pratique	
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
ELECTRICITE (A - E).....	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables d'employer des méthodes de réglage classiques et modernes dans le domaine des entraînements réglés à vitesse variable.

CONTENU

- Introduction : Considérations générales, décomposition du système à régler.
- Système à régler mécanique: Equation de mouvement avec arbre de transmission rigide et élastique, caractéristique du couple résistant, réglage de position.
- Entraînements avec moteurs à courant continu : Généralités, alimentation par convertisseur de courant, stratégie de commande, configuration des circuits de réglage, alimentation par un variateur de courant continu, diagramme structurel.
- Entraînements avec moteurs asynchrones : Généralités, alimentation par convertisseur I, stratégie de commande, configuration des circuits de réglage, alimentation par convertisseur U, réglage des courants statoriques, diagramme structurel, réglage orienté par rapport au flux
- Entraînements avec moteurs synchrones : Généralités, alimentation par convertisseur I, stratégie de commande, configuration des circuits de réglage, alimentation de moteurs synchrones à aimants permanents par convertisseur U, configuration des circuits de réglage
- Entraînements avec réglage digital par microprocesseurs : Généralités, périphériques spéciaux, algorithmes de réglage, problèmes particuliers.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : Polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electronique industrielle III

Préparation pour : --

Titre : ELECTRONIQUE DE PUISSANCE							
Enseignant : Hansruedi BUHLER, professeur EPFL/DE							
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2		Exercices		Pratique	
Destinataires et contrôle des études :						Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
ELECTRICITE (A-E)	8	☐	☐	☒	☒	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables de comprendre le fonctionnement des convertisseurs statiques y compris leur commande et de connaître leur utilisation dans différents domaines d'application.

CONTENU

- Applications dans le domaine de la production, transmission et distribution de l'énergie électrique : Excitation d'alternateurs synchrones (convertisseurs de courant), compensation de puissance réactive (variateurs de courant alternatifs), transmission d'énergie électrique à haute tension continue (convertisseurs à circuits intermédiaires), conversion d'énergie solaire (variateur de courant continu et onduleur monophasé), conversion d'énergie éolienne (variateur de courant continu).
- Applications dans le domaine de la traction électrique : Traction à courant alternatif (montage en pont monophasé asymétrique, commande à séquence), traction avec moteurs asynchrones (variateur de courant à quatre quadrants, onduleurs à commutation forcée), traction à courant continu (variateurs de courant continu à commutation forcée), influence sur les circuits de signalisation et de télécommunication.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : TE, vol. XV : Electronique de puissance et polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electronique de puissance 7ème semestre.

Préparation pour : ---

Titre : SIGNAUX ET INFORMATION						
Enseignant : Frédéric DE COULON, Professeur EPFL / DE						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2 Exercices			Pratique	
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
ELECTRICITE (C)	8e	☐	☐	☒	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Connaître les modèles de la théorie du signal et de l'information adaptés à la génération, au transfert et à la détection de signaux porteurs d'information en présence éventuelle de perturbations (bruit de fond, etc.). Être capable de rechercher des solutions optimales ou sous-optimales permettant d'obtenir une représentation compacte de l'information et une certaine immunité au bruit. Connaître quelques exemples classiques d'application au radar, aux télécommunications et en métrologie.

CONTENU

Ce cours complète la formation de base en traitement des signaux en présentant les principes de l'analyse et de la détection de signaux en présence de perturbations. Il fournit également une introduction complémentaire à la théorie de l'information et à ses applications pour le codage des signaux : augmentation de l'efficacité de transmission ou de stockage par réduction de redondance, accroissement de la sécurité de transmission par codage détecteur ou correcteur d'erreurs.

- 1. Complément de théorie du signal :** Représentation des signaux à spectre passe-bande. Application aux télécommunications et au radar. Traitement non-linéaire des signaux.
- 2. Analyse spectrale expérimentale :** Principes et performances de l'estimation spectrale. Analyseurs de spectre multicanaux, Analyseurs de spectres à balayage. Analyseurs numériques.
- 3. Détection et estimation de signaux :** Estimation de paramètres, extraction d'un signal noyé dans le bruit de fond, filtrage optimum, prédiction linéaire, estimation de valeurs moyennes, comparaison de signaux, détection de signaux de formes connues, introduction à la reconnaissance de formes.
- 4. Modélisation des sources d'information :** sources discrètes sans mémoires, sources de Markov, sources binaires, sources continues, redondance et efficacité.
- 5. Réduction de redondance :** codage sans distorsion: théorème fondamental et codes optimums, code sous-optimums; codage avec critère de fidélité : codage différentiel et par prédiction, codage par quantification vectorielle.
- 6. Transfert de l'information :** transinformation, capacité d'une voie de transmission, probabilité d'erreur, théorème fondamental du codage d'une voie perturbée.
- 7. Codes détecteurs et correcteurs d'erreurs :** principe du codage par blocs, principe du codage convolutif, correction d'erreurs en rafales.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exemples, exercices et démonstrations.

DOCUMENTATION : Vol. VI du Traité d'électricité de l'EPFL et notes polycopiées complémentaires.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Traitement des signaux I

Titre : TELEMATIQUE						
Enseignant : Pierre-Gérard FONTOLLIET, professeur EPFL/DE						
Heures totales : 20	Par semaine : Cours 2 Exercices Pratique					
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
ELECTRICITE (C)	8e	☐	☐	☒	☒	☐
INFORMATIQUE (IT)	8e	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

- Evaluer, comparer et choisir des types de transmission ou de commutation d'information numériques.

CONTENU

- Chap. 1 : **INTRODUCTION** : Télématique. Définitions, but, évolution des besoins, transmission, commutation et réseaux de données.
- Chap. 2 : **DONNEES EN BANDE DE BASE** : Choix d'un mode (forme du signal, densité spectrale de puissance). Interférences entre moments. Réponse temporelle de lignes. Effet de perturbations. Transmission à réponse partielle. Codes simples pour la détection et la correction d'erreurs.
- Chap. 3 : **TRANSMISSION DANS UN CANAL ANALOGIQUE** : La voie téléphonique comme canal de données. Procédés de modulation. Probabilité d'erreurs. Modems.
- Chap. 4 : **TRANSMISSION DANS UN CANAL NUMERIQUE** : Transmission de données et PCM. Format, problèmes de synchronisation.
- Chap. 5 : **COMMUTATION ET RESEAUX DE D'ONNEES** : Trafic des données. Multiplexage et concentration de trafic. Commutation de circuits, de messages, de paquets. Structure de réseaux. Réseaux privés et publics. Réseau numérique avec intégration des services (RNIS).
- Chap. 6 : **SERVICES** : Télex, télételex, facsimilé, vidéotex. Possibilités et limites.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exercices intégrés

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Télécommunications I et II (recommandés mais non indispensables).

Préparation pour :

Titre : COMMUNICATIONS OPTIQUES					
Enseignant : Pierre-Gérard FONTOLLIET, professeur EPFL/DE					
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2		Exercices Pratique	
Destinataires et contrôle des études :					
Section(s)	Semestre	Oblig.:	Facult.	Option	Branches
ELECTRICITE (C)	8e	☐	☐	☒	Théoriques Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐

OBJECTIFS

- Saisir la spécificité de la transmission optique par rapport aux autres formes de transmission
- Identifier les avantages et les problèmes liés aux communications optiques
- Planifier et dimensionner un système de transmission optique
- Evaluer les perspectives de réalisation de réseaux optiques à large bande (transmission et commutation)

CONTENU :

- Chap. 1 : **PRINCIPES DES COMMUNICATIONS OPTIQUES** : Structure générale, transmission en espace libre et guidée.
- Chap. 2 : **FIBRES OPTIQUES** : Optique géométrique et théorie des ondes. Affaiblissement et dispersion. Types de fibres. Fabrication et connectique.
- Chap. 3 : **EMETTEURS OPTIQUES** : Diodes électro-luminescentes et diodes laser.
- Chap. 4 : **DETECTEURS OPTIQUES** : Photodiodes p-i-n et à avalanche. Bruit.
- Chap. 5 : **SYSTEMES NUMERIQUES OPTIQUES** : Code et mode d'émission. Probabilité d'erreur. Bilan de puissance. Dispersion. Pas de régénération.
- Chap. 6 : **SYSTEMES ANALOGIQUES OPTIQUES** : Modulations. Planification. Bilan de bruit. Largeur de bande optique et électrique.
- Chap. 7 : **APPLICATIONS DANS DES RESEAUX** : Liaisons interurbaines et urbaines. Télédistribution.
- Chap. 8 : **COMMUTATION OPTIQUE** : Principes, possibilités.
- Chap. 9 : **RESEAU LOCAL A LARGE BANDE** : Topologie. Intégration des services.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec exemples

DOCUMENTATION : Cours polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Télécommunications I et II

Préparation pour :

Titre : HYPERFREQUENCES (2ème partie)								
Enseignant : Freddy GARDIOL, professeur EPFL/DE								
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2			Exercices		Pratique	
Destinataires et contrôle des études :								
Section(s)		Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches		
Electricité (M-C)		8	☐	☐	☒	Théoriques		
.....			☐	☐	☐	☒		
.....			☐	☐	☐	☐		
.....			☐	☐	☐	☐		
.....			☐	☐	☐	☐		
.....			☐	☐	☐	☐		
.....			☐	☐	☐	☐		

OBJECTIFS

A la fin du cours, l'étudiant pourra résoudre les principaux problèmes théoriques des hyperfréquences (300 MHz - 300 GHz) : étude et dimensionnement de guides d'ondes, de microrubans, de cavités. Il connaîtra par ailleurs les caractéristiques des principaux générateurs et amplificateurs.

CONTENU

1. **Lignes de transmission et guides d'ondes** : Définitions et classification. Guide d'ondes métallique fermé. Guides rectangulaire et circulaire. Ligne à deux conducteurs (TEM): Méthodes de perturbation. Lignes inhomogènes : microruban, microfente, ligne coplanaire.
2. **Cavités résonnantes** : Définitions. Cavité fermée. Modes et fréquences de résonance. Cavités formées d'une section de ligne : cavités rectangulaires et cylindriques. Cavité ouverte. Cavité chargée (méthode de perturbation).
3. **Générateurs et amplificateurs** : Tubes à "champs croisés" : le magnétron. Modulation de vitesse : klystron, carnotron, tube à ondes progressives (TWT). Gyrotrons. Semiconducteurs : transferts d'électrons (diode Gunn). Diodes à avalanche et transit : IMPATT, TRAPATT, BARITT. Transistors hyperfréquences : bipolaires et MESFET. Chaînes de multiplication. Amplificateurs à faible bruit : paramétrique, maser. Sources à très grande stabilité.
4. **Propriété des matériaux** : Mesure en cavité (perturbation interne ou externe). Guide d'ondes chargé, réflexion et transmission d'un guide d'ondes ouvert.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exemples, exercices et démonstrations, emploi de programmes de calcul.

DOCUMENTATION : "Hyperfréquences" volume XIII du Traité d'Electricité de l'EPFL, ou "Introduction to microwaves", Artech.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : 1ère partie du cours Hyperfréquences.

Préparation pour : Projets de semestre et de diplôme.

Titre : CONDUITE DES RESEAUX						
Enseignant : Alain GERMOND, Professeur EPFL/DE						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2 Exercices Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
ELECTRICITE (A-E)	8	☐	☐	☒	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Approfondir les notions définies dans le cours d'énergie I et II, en particulier les méthodes de calcul et le rôle de l'informatique pour la gestion et l'exploitation des réseaux.

A la fin du cours, l'étudiant connaîtra les fonctions d'un centre de conduite de réseau électrique moderne, les contraintes posées par le temps réel, et sera capable d'évaluer de façon critique le choix des modèles, ainsi que les possibilités et les limites des méthodes analytiques classiques. Il comprendra le principe des méthodes basées sur le traitement de la connaissance.

CONTENU- Stabilité transitoire multimachines :

Choix des modèles. Techniques de calcul. Equivalents dynamiques.

- Stabilité à long terme :

Simulation du comportement dynamique du réseau à l'échelle de minutes ou de dizaines de minutes après une perturbation. Modélisation. Application à l'étude de reconstruction du réseau après un incident.

- Simulateurs de réseaux :

Spécifications de simulateurs pour la reconstitution de défaillances et la formation du personnel. Aspects matériel et logiciel. Réalisations industrielles.

- Conception des systèmes de protection. Compléments au calcul des courants de court-circuit. Courts-circuits dissymétriques. Utilisation de la CAO pour l'ajustement des paramètres des protections de distance.

- Systèmes experts dans les réseaux électriques :

Introduction. Applications au diagnostic d'alarmes et à l'analyse de sécurité.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathedra avec exercices et exemples. Simulations au laboratoire d'enseignement assisté par ordinateur (LEAO).

DOCUMENTATION : Traité d'électricité, volume XII et notes polycopiées.
Visite d'installations industrielles.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Energie I et II

Préparation pour :

Titre : SIMULATION II						
Enseignant : Denis GILLET, chargé de cours EPFL/DME						
Heures totales : 20	Par semaine: Cours 2 Exercices Pratique					
Destinataires et contrôle des études				Branches		
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Informatique (IT).....	6e	☐	☐	☒	☒	☐
Electricité (A)	8e	☐	☐	☒	☒	☐
Physique	8e	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

L'étudiant sera capable de modéliser et de simuler sur ordinateur une large classe de systèmes dynamiques. Il sera en mesure de saisir la structure de tels systèmes. Il maîtrisera les principales méthodes d'estimation et d'identification offertes dans les logiciels professionnels de CAO de systèmes de commande.

CONTENU

Modélisation : Modèles de connaissance et de représentation. Modèle discret général d'entrée-sortie. Processus stochastique.

Estimation d'état : Observateur d'état linéaire. Filtre de Kalman discret.

Identification des paramètres d'un modèle : Méthodes des moindres carrés; version standard, forme récurrente avec introduction d'un facteur d'oubli pour le traitement des systèmes non stationnaires. Application du filtre de Kalman aux problèmes d'identification.

Filtre de Kalman étendu : Estimation des processus non linéaires. Estimation et identification combinées.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathedra avec exemples et exercices intégrés. Utilisation d'un logiciel professionnel de simulation et de CAO de systèmes de commande.

DOCUMENTATION : Cours polycopié édité par l'Institut d'Automatique.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis: Simulation I

Préparation pour:

Titre : PHENOMENES ET METHODES NON LINEAIRES					
Enseignant : Martin HASLER, professeur EPFL/DE					
Heures totales : 20	Par semaine : Cours et Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches
Electricité (M).....	8	☐	☐	☒	Théoriques Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐

OBJECTIFS

L'étudiant saura appliquer les méthode de développement en série au calcul de la distorsion, des produits d'intermodulation et des oscillateurs. Il sera capable d'appliquer la méthode de Lyapounov aux circuits et systèmes fortement non linéaires et il saura synthétiser quelques réseaux de neurones simples.

CONTENU

1. Développements en série :
 - méthode de la fonction descriptive
 - méthode de Krylor-Bogolioubov
 - séries de Volterra
 - applications au calcul de la distorsion, des produits d'intermodulation et de l'amplitude et de la fréquence d'un oscillateur.
2. Méthode de Lyapounov :
 - fonctions de Lyapounov pour circuits et systèmes autonomes et non-autonomes
 - comportement asymptotique des circuits et systèmes
 - domaines attractifs des circuits et systèmes
3. Synthèse :
 - nombre de points de repos dans un circuit
 - réseaux de neurones artificiels.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathedra et séances d'exercices.

DOCUMENTATION : Livre "Circuits non linéaires". Complément au Traité d'électricité, et notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Phénomènes et méthodes non linéaires I

Préparation pour :

Titre : CONCEPTION DE CIRCUITS VLSI						
Enseignant : Bertrand HOCHET, chargé de cours EPFL/DE						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2		Exercices		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité (M).....	8e	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

L'étudiant sera capable de concevoir des circuits VLSI; pour cela, il saura :

- analyser le cahier des charges du circuit, définir son architecture topologique et temporelle
- concevoir les sous-systèmes au niveau électrique et géométrique, en tenant compte des problèmes électriques globaux.

CONTENU

- Concepts architecturaux
- Stratégie de conception
- Stratégie de simulation et de vérification
- Méthodes d'implantation symbolique
- Circuiterie
- Architecture de différents types de circuits :
 - circuits de type microprocesseur
 - opérateurs spécialisés
- Séquencement
- Testabilité
- Exemple de réalisation de circuits industriels

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : cours ex-cathedra

DOCUMENTATION : notes polycopiées, articles techniques

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electronique III, IV

Préparation pour :

Titre : COMMUTATION						
Enseignant : Jean-Pierre HUBAUX, professeur EPFL/DE						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2		Exercices	Pratique	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
ELECTRICITE (C)	8e	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

- Comprendre l'organisation de la commande des systèmes
- Maîtriser les problèmes liés au développement du logiciel (grâce à des réalisations pratiques)

CONTENU

I. SYSTEME

- Rappel des contraintes à respecter
- Organisation de la commande
 - Contrôle du réseau de connexion et de la périphérie
 - Motivation des structures multi-processeurs
 - Présentation de la structure de quelques systèmes existants
- Réalisation des grandes fonctions (commutation, exploitation, défense, maintenance)

II. LOGICIEL

- Rôle du logiciel
- Caractéristiques : durée de vie, évolutivité
- Techniques de développement
 - Langages utilisés (LDS, CHILL,...)
 - Environnements informatiques

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exemples et exercices intégrés.

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Commutation I

Préparation pour :

Titre : COMPATIBILITE ELECTROMAGNETIQUE								
Enseignant : Michel IANOZ, chargé de cours EPFL/DE								
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2			Exercices		Pratique	
Destinataires et contrôle des études :								
Section(s)		Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches		
Electricité (E)		8e	☐	☐	☒	Théoriques	☒	Pratiques
.....			☐	☐	☐	☐	☐	☐
.....			☐	☐	☐	☐	☐	☐
.....			☐	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

L'objectif du cours est d'appliquer les lois générales de l'électromagnétisme aux problèmes de pollution électromagnétique de l'environnement et en particulier de l'électronique et des systèmes de communication sensibles.

A la fin du cours les étudiants seront capables d'avoir une approche globale d'un problème de compatibilité électromagnétique entre un système perturbateur et un système perturbé; de rechercher l'ensemble des causes potentielles de perturbations dans un environnement donné; de choisir une technique de protection optimale et économique sur la base d'études théoriques et pratiques.

CONTENU

1. Concept de la CEM : Eléments perturbateurs, éléments perturbés, couplages. Problèmes d'incompatibilité et hiérarchie des responsabilités.

2. Couplages : galvanique, inductif, capacitif, par rayonnement. Méthodes de calcul des quatre types de couplages. Définition et méthodes de mesure et de calcul de l'impédance de transfert.

3. Perturbations dans les réseaux à basse tension : Fluctuations, harmoniques, microcoupures, surtensions.

4. Perturbations dans les réseaux à haute tension : parallélisme entre réseaux de transport d'énergie et réseaux de télécommunication, perturbations de protections électroniques et de la gestion par ordinateur du réseau, perturbations dans les postes isolés au SF₆.

5. Perturbations à front très raide dues aux décharges électrostatiques : causes, effets et moyens de s'en protéger.

6. Diaphonie dans les circuits digitaux : explication du phénomène de perturbations par diaphonie dans les circuits digitaux, méthodes de calcul.

7. Moyens d'intervention en CEM : Blindage, filtrage, mises à la terre, utilisation de suppresseurs. Coordination des suppresseurs. Conception d'une installation compatible du point de vue électromagnétique avec l'environnement.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours Ex cathedra et exercices intégrés au cours.

DOCUMENTATION : Vol. "Compatibilité Electromagnétique", Presses Polytechn, Romandes et notes polycopiés

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electromagnétisme I et II

Préparation pour :

Titre : TRAITEMENT NUMERIQUE DES SIGNAUX ET IMAGES						
Enseignant : Michel KOCHER, chargé de cours EPFL/DE						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2			Exercices Pratique	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
ELECTRICITE (C)	8	☐	☐	☒	☒	☐
PHYSIQUE.....	8	☐	☐	☒	☒	☐
INFORMATIQUE II	8	☐	☐	☒	☒	☐
MICROTECHNIQUE.....	8	☐	☐	☒	☒	☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables d'appliquer les principales méthodes de traitement numérique des signaux telles que l'analyse spectrale, le filtrage et les transformations rapides dans le cas de signaux réels.

CONTENU

Introduction : Rappel sur les signaux et systèmes numériques. Transformation de Fourier. Corrélation, convolution. Filtrage numérique.

Elaboration de filtres numériques : Méthode de Remez. Méthode de Mc Clenan et Parks. Elaboration assistée par ordinateur. Transformation fréquentielle des filtres numériques.

Analyse spectrale : Description fréquentielle des signaux aléatoires. Eléments de la théorie de l'estimation. Estimateurs pour la corrélation. Estimateurs spectraux classiques. Méthodes paramétriques et méthodes à entropie maximum. Application de la transformation de Fourier. Exemples d'analyse.

Traitement homomorphique des signaux : Superposition généralisée. Systèmes homomorphiques multiplicatifs. Systèmes homomorphiques convolutifs. Propriétés du cepstre. Application des systèmes homomorphiques multiplicatifs. Application des systèmes homomorphiques convolutifs. Déconvolution aveugle.

Signaux bidimensionnels : Signaux élémentaires. Transformation de Fourier bidimensionnelle. Propriétés. Corrélation bidimensionnelle.

Systèmes bidimensionnels : Définitions. Systèmes bidimensionnels linéaires. Produit de convolution bidimensionnel. Filtrage linéaire. Masques et fenêtres. Transformation en z bidimensionnelle.

Système visuel humain : Système nerveux. Oeil. Rétine. Corps grenouillers latéraux. Cortex visuel. Modèle du système visuel. Modèles de Hubel et Wiesel.

Représentation numérique des images : Echantillonnage et quantification. Modèle contour-texture. Représentation par les méthodes classiques. Méthodes de la deuxième génération.

Restauration et réhaussement : Restauration par filtrage inverse. Méthodes des moindres carrés avec et sans contraintes. Réhaussement par modification de l'échelle des gris. Modification d'histogramme.

ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exercices en classe et sur ordinateur.

DOCUMENTATION : Vol. XX du Traité d'électricité et polycopié distribué au cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Traitement numérique des signaux.

Préparation pour : Projets de semestre. Projets de diplôme. thèses de doctorat.

Titre : TRAITEMENT D'IMAGES ET RECONNAISSANCE DES FORMES								
Enseignant : Murat KUNT, professeur EPFL/DE								
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2			Exercices		Pratique	
Destinataires et contrôle des études :								
Section(s)		Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches		
						Théoriques		Pratiques
Electricité (M).....		8e	☐	☐	☒	☒	☐	☐
.....			☐	☐	☐	☐	☐	☐
.....			☐	☐	☐	☐	☐	☐
.....			☐	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

A la fin du cours, les étudiants seront capables de maîtriser les méthodes élémentaires de traitement d'images et de reconnaissance des formes et de les appliquer à des cas concrets.

CONTENU

Introduction : Signaux et systèmes bidimensionnels. Signaux élémentaires. Transformation Fourier bidimensionnelle. Propriétés. Discretisation. Définitions des systèmes multidimensionnels. Propriétés. Filtrage numérique bidimensionnel. Transformation en z bidimensionnelle. Fonction de transfert.

Filtres multidimensionnels : Elaboration de filtres à réponse impulsionnelle à étendue finie. Elaboration de filtres à réponse impulsionnelle à étendue infinie. Réalisation et implantation des filtres multidimensionnels. Décomposition directionnelle et filtres directionnels.

Perception visuelle : Système nerveux. L'oeil. Rétine. Cortex visuel. Modèle du système visuel. Effets spéciaux. Phénomène de Mach et inhibition latérale.

Extraction de contours : Méthodes locales. Méthodes régionales. Méthodes globales. Méthode de Canny. Morphologie mathématique.

Textures : Micro et macro textures. Analyse et classification des textures. Synthèse de texture.

Segmentation : Segmentation par extraction de contour. Croissance de région. Graphe de connexité de régions. Division et rassemblement. Seuillage par relaxation.

Compression et codage : Méthodes classiques. Méthodes basées sur des opérateurs locaux. Méthodes basées sur la segmentation. Quantification vectorielle. Représentation de l'information.

Classification statistique de formes : Théorie de Bayes. Estimations paramétrique et non paramétrique. Apprentissages supervisé et non supervisé. Transformation de Hough.

Fonctions discriminantes et coalescence : Analyse discriminante. Mesure de similarité. Distances. Classification automatique. Exemples en médecine, en communication et en étude de ressources terrestres.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, complété par des exercices et démonstrations.

DOCUMENTATION : Traité d'électricité, vol. XX, Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Traitement numérique des signaux et images

Préparation pour : Projets de semestre. de diplôme - thèses de doctorat

Titre : REGLAGE AUTOMATIQUE IV					
Enseignant : Roland LONGCHAMP, professeur EPFL / DME					
Total heures : 20	Par semaine: Cours 2 Exercices Pratique				
Destinataires et contrôle des études					Branches
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques Pratiques
Electricité (A)	8e	☐	☐	☒	☒ ☐
Informatique (IT).....	8e	☐	☐	☒	☒ ☐
Microtechnique.....	8e	☐	☐	☒	☒ ☐
Mathématiques.....	8e	☐	☐	☒	☒ ☐

OBJECTIFS

L'étudiant maîtrisera des algorithmes d'identification modernes. Il sera en mesure de synthétiser des régulateurs polynomiaux et sera capable d'implanter des méthodes simples de commande adaptative.

CONTENU

- **Identification** : Modèles de connaissance et de représentation. Identification par moindres carrés. Formes récurrentes. Application de l'identification aux systèmes décrits par fonctions de transfert.
- **Placement des pôles polynomial** : Contraintes sur le régulateur. Simplification de pôles et de zéros. Equation Diophantine. Solution.
- **Commande adaptative** : Schémas de commande adaptative. Réglage PID adaptatif. Réglage adaptatif par placement des pôles.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices.

DOCUMENTATION : Cours polycopié édité par l'Institut d'Automatique.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Réglage automatique I, II et III.

Préparation pour :

Titre : C.A.O. (Outils de conception pour circuits intégrés)								
Enseignant : Daniel MLYNEK, Professeur, EPFL/DE								
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2			Exercices		Pratique	
Destinataires et contrôle des études :								
Section(s)		Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches		
						Théoriques	Pratiques	
Electricité (M).....		8	☐	☐	☒	☒	☐	☐
Microtechnique.....		8	☐	☐	☒	☒	☐	☐
Informatique IT.....		6 ou 8	☐	☐	☒	☒	☐	☐
.....			☐	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables d'analyser les performances et les limitations des algorithmes utilisés dans le domaine de la C.A.O. pour circuits intégrés.

Ils connaîtront les étapes principales du processus de conception et les programmes s'y rapportant.

CONTENU

- Simulation électrique et logique:
les principes de l'analyse classique: mise en équations, intégration numérique, résolution de systèmes d'équations non linéaires, résolution de systèmes d'équations linéaires; les programmes SPICE et DIANA; les méthodes d'analyse pour grands circuits: décomposition au niveau linéaire et non linéaire; relaxation des équations différentielles; le programme MOSART; les principes de l'analyse logique et en mode mixte.
- Le test des circuits intégrés
modèles de fautes; algorithmes et programmes de génération automatique des séquences de test.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra. Exercices en salle et sur ordinateur

DOCUMENTATION : notes polycopiées; guides d'utilisation de programmes

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : FILTRES ELECTRIQUES						
Enseignant : Jacques NEIRYNCK, professeur EPFL/DE						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours et Exercices 2 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
Electricité (M-C).....	8	☐	☐	☒	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Ce cours introduit les notions essentielles qui permettent de concevoir un filtre électrique, c'est-à-dire de calculer les valeurs des composants à partir des spécifications imposées à l'affaiblissement et au déphasage. Les étudiants devront être capables de maîtriser les programmes qui permettent d'atteindre ce but et de comprendre les limitations inhérentes à chaque technologie.

CONTENU

1. Méthodes d'approximation : approximation au sens de Tchebycheff par un polynôme, par une fraction rationnelle.
2. Généralisation des filtres LC : filtres à résonateurs piézoélectriques; structures en échelle et en treillis; cellule de Poschenrieder; filtres gyrateurs.
3. Filtres RC-actifs : cellules biquadratiques; structures avec boucles de contre réaction FLF et LF; éléments FDNR; synthèse et stabilité.
4. Filtrage numérique : échantillonnage et signaux discrets; filtres récursifs et non récursifs; configurations canoniques; approximation; sensibilité; filtres d'onde.
5. Sensibilité et tolérance : sensibilité au premier ordre; calcul de la tolérance à des variations discrètes.
6. Filtres à capacités commutées : analyse; élimination de l'effet des capacités parasites.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Initiation aux méthodes les plus récentes dans la conception des filtres. Illustration par exercices utilisant les programmes sur ordinateur.

DOCUMENTATION : Vol. XIX du Traité d'électricité

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Filtres électriques I

Préparation pour :

Titre : MICROPROCESSEURS II						
Enseignant : Jean-Daniel NICLOUD, Professeur EPFL/DI						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 3 Exercices			Pratique	
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
INFORMATIQUE (IB,IT)...	8	☐	☐	☒	☒	☐
ELECTRICITE (A, M, C) ..	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

L'étudiant devra se sentir à l'aise face à de nouveaux circuits intégrés complexes (processeurs, interfaces programmables, circuits annexes) dont les spécifications sont le plus souvent en anglais. Il devra comprendre les concepts associés aux nouvelles architectures distribuées et être capable de développer une carte mono ou multiprocesseur avec les programmes de test de la mémoire et des interfaces..

CONTENU

Microprocesseurs 32 bits et coprocesseurs : Famille 68020, I386, NS32332.

Architectures multiprocesseurs. Exemple du "Transputer".

Processeur RISC. Processeur de traitement de signaux (DSP).

Architectures d'écrans graphiques noir et blanc et couleur, coprocesseurs graphiques.

Interface et contrôleur pour disque souple, disque dur, disque optique et "streamers".

Technologie de réseaux locaux.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : Notes photocopiées et tirés à part

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Microprocesseurs I

Préparation pour : Diplôme

Titre : INFORMATIQUE INDUSTRIELLE IV						
Enseignant : Henri NUSSBAUMER, Professeur EPFL/DI Jean-Dominique DECOTIGNIE, chargé de cours EPFL/DI						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2			Exercices Pratique 1	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
INFORMATIQUE.....	8	☐	☐	☒	☒	☐
ELECTRICITE (A; E, M)...	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Acquérir un complément de formation en informatique du temps réel. Connaître et appliquer les principaux composants de l'informatique industrielle.

CONTENU

- Réseaux locaux industriels.
Rappels sur le modèle OSI. Réseaux d'usine. Réseaux d'atelier. Réseaux de terrain. MAP.
- Sécurité, sûreté, fiabilité.
Bases théoriques. Prévention. Techniques de tolérance aux pannes. Dépistage précoce. Maintenance. Fiabilité du logiciel. Sécurité des systèmes de contrôle commande.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathédra. Travaux de laboratoire

DOCUMENTATION : livre "Informatique Industrielle IV" H. NUSSBAUMER

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Informatique Industrielle I, II et III

Préparation pour :

Titre : DETECTEURS OPTOELECTRONIQUES						
Enseignant : P.-A. PARATTE, chargé de cours EPFL/DE						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2 Exercices			Pratique	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
ELECTRICITE (M).....	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

- Utiliser judicieusement les détecteurs optiques et optoélectroniques existants.
- Concevoir des systèmes complets de détection pour les signaux lumineux analogiques cohérents et incohérents.

CONTENU

0. Introduction:

Buts poursuivis; introduction à la radiométrie.

1. Le détecteur idéal:

Bruits du processus de détection; caractérisation du bruit.

2. Traitement du signal optique:

Détections incohérente et cohérente; hétérodynage.

3. Les détecteurs optiques:

Détecteurs à vide, détecteurs à semiconducteurs; performances.

4. L'amplification:

Amplification des détecteurs; post-amplification électronique; modes de détection.

5. Exemples significatifs:

Lidar, radar, interférométrie.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, avec exemples et exercices intégrés.

DOCUMENTATION : Résumé polycopié du cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Optoélectronique, optique ondulatoire et optique guidée, (modulateurs optiques).

Préparation pour : Projets de semestre et de diplôme.

Titre : TELEINFORMATIQUE II						
Enseignant : Claude PETITPIERRE, professeur EPFL/DI						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
INFORMATIQUE.....	6 ou 8	☒	☐	☐	☒	☐
ELECTRICITE (C)	8	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Maîtriser la conception et le développement des protocoles de communication entre ordinateurs
Connaître un certain nombre de protocoles standards.

CONTENU

Introduction aux protocoles

Spécification de protocoles par automates
Programmation d'automates
Modèle de protocoles en couches
Développement de quelques protocoles types sur station de travail individuelle

Etude de divers protocoles

HDLC, X.25, RNIS
TCP/IP
Télétext
Couches de transport, session, présentation
Implantation d'éléments de protocoles standards.

Réseaux locaux de téléinformatique

Bases de la théorie des protocoles

Calcul des systèmes communicants (CCS)
Détection des interblocages et des messages non prévus
Calcul du rendement d'un protocole sur une ligne de transmission
Statistiques utilisées pour l'évaluation des protocoles
Codes de détection et de correction d'erreurs

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra plus exercices sur papier et sur ordinateur.

DOCUMENTATION : Cours polycopié + cours Téléinformatique I et II (H. Nussbaumer)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Téléinformatique I

Préparation pour : Téléinformatique III et IV

Titre : ELECTROACOUSTIQUE					
Enseignant : Mario ROSSI, professeur EPFL/DE					
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2 Exercices Pratique			
Destinataires et contrôle des études :					
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches Théoriques Pratiques
Electricité (M-C).....	8	☐	☐	☒	☒ ☐
Microtechnique.....	8	☐	☐	☒	☒ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐

OBJECTIFS

- Maîtriser les bases fondamentales, les modèles et les méthodes de l'électroacoustique.
- Etre capable de modéliser et dimensionner un dispositif électroacoustique.
- Connaître les principales applications de l'électroacoustique et savoir en concevoir et réaliser les différents dispositifs, appareils et transducteurs.

CONTENU

L'électroacoustique concerne les différents procédés, appareils et techniques pour la production, la transmission, la mesure, l'enregistrement et les applications techniques des sons. Ce cours propose de solides bases pour l'étude, la conception et la réalisation des dispositifs électroacoustiques, principalement les transducteurs. Un juste équilibre entre théories de l'acoustique et de l'électrotechnique d'une part, et applications concrètes d'autre part, permet la maîtrise des problèmes sous tous leurs aspects.

De nombreux exemples et démonstrations illustrent les techniques et méthodes proposées. Les applications et procédés, des classiques aux plus modernes, par exemple l'audio numérique, sont décrits des concepts de base aux réalisations pratiques.

Ce second semestre est consacré aux aspects essentiels des chapitres suivants :

- Microphones
- Enregistrement du son.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : "Electroacoustique" volume XXI du Traité d'Electricité de l'EPFL.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electroacoustique I (semestre d'hiver).

Préparation pour :

Titre : PROCESSUS STOCHASTIQUES						
Enseignant : Alan RUEGG, professeur EPFL/DMA						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2 Exercices Pratique				
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre :	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
ELECTRICITE (C).....	8c	☐	☐	☒	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Connaître la structure et les propriétés principales de quelques processus stochastiques simples à états discrets. Savoir appliquer ces processus à des problèmes de fiabilité ainsi qu'à d'autres problèmes de l'ingénieur.

CONTENU

- Aspects probabilistes de la théorie de la fiabilité (rappels)
- Fiabilité des systèmes non réparables
- Processus de naissance et de mort, chaînes de Markov à temps continu
- Fiabilité des systèmes réparables
- Processus de Poisson
- Phénomènes d'attente; application à des problèmes de télétrafic, de transport et de fabrication.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exercices

DOCUMENTATION : cours photocopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Probabilité et statistique

Préparation pour :

Titre : MACHINES ELECTRIQUES								
Enseignant : J.-J. SIMOND, Professeur, EPFL/DE								
Heures totales		20	Par semaine : Cours		2	Exercices	Pratique	
Destinataires et contrôle des études :								
Section(s)		Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches		
Electricité (A-E)		8e	☐	☐	☒	Théoriques	Pratiques	
.....			☐	☐	☐	☒	☐	
.....			☐	☐	☐	☐	☐	
.....			☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

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

- . Etablir les équations de fonctionnement en régime permanent et transitoire des machines électriques usuelles.
- . Effectuer un choix judicieux de la méthode de calcul à appliquer selon le type de régime transitoire considéré et le mode de traitement envisagé pour la solution (analytique, analogique, numérique).
- . Prévoir le comportement de ces machines en régimes transitoires.

CONTENU

Régime permanent de la machine synchrone

- . Fonctionnement en générateur
- . Machine synchrone à pôles saillants
- . Effet de la saturation

Régimes transitoires des transformateurs, machines asynchrones, synchrones et à courant continu

- . Théorie à un axe, théorie à 2 axes (équations de Park) : application à différents types de machines
- . Etude de différents régimes transitoires : enclenchement, déclenchement, réenclenchement, démarrage, court-circuit, auto-excitation, effet de la saturation.
- . Réglage de vitesse : alimentation, commande, fonctions de transfert, comportement transitoire.

Effet pelliculaire.

Machines spéciales.

Machine généralisée

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex cathedra, séminaires, démonstrations.

DOCUMENTATION : Cours polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electromagnétisme, Electromécanique et Entraînements électriques, Analyse.

Préparation pour : Travail pratique du diplôme dans les disciplines : électromécanique - machines électriques - étude des réseaux électriques .

Titre : TRACTION ELECTRIQUE						
Enseignant : Jean-Jacques SIMOND, professeur, EPFL/DE						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2 Exercices			Pratique	
Destinataires et contrôle des études :						
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
ELECTRICITE (A-E)	8	☐	☐	☒	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

- Comprendre les raisons du choix du mode d'alimentation des réseaux de traction.
- Appréhender les problèmes posés par la traction.
- Définir les caractéristiques du matériel à partir des contraintes posées par l'exploitation.

CONTENU

1. Historique et raisons de la coexistence de systèmes différents. Définitions.
2. Principe de l'adhérence, résistances au mouvement, caractéristiques fondamentales du moteur de traction.
3. Définition des puissances à l'arbre, à la jante, au crochet; puissances nominales (et continue).
4. Equations de traction. Equations du moteur de traction. Critères d'utilisation.
5. Utilité du diagramme de marche, masses d'inertie rotative, échauffements.
6. Traction à courant continu. Méthodes d'alimentation (graduations, couplages, shuntage, hacheur). Services auxiliaires.
7. Traction à courant monophasé à moteurs "directs". Graduation, alimentation. Services auxiliaires.
8. Traction monophasée "redressée". Graduation, alimentation. Services auxiliaires. Traction à alimentation à fréquence variable.
9. Réglages simples, électromécaniques, électroniques.
10. Traction à très grande vitesse.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours ex-cathedra. Journée d'étude sur des véhicules en service. visite d'un dépôt.

DOCUMENTATION : Tirés à part. Extrait de normes et d'articles techniques.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Machines électriques. Réseaux électriques

Préalable requis : Electromécanique. Entraînements, électriques.

Préparation pour :

Titre : MECANIQUE APPLIQUEE							
Enseignant : GEORGES SPINNLER, Professeur. EPFL/DME							
Heures totales : 20		Par semaine : Cours 2		Exercices		Pratique	
Destinataires et contrôle des études :							
Section(s)		Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
ELECTRICITE (A-E)		8	☐	☐	☒	Théoriques	Pratiques
.....			☐	☐	☐	☒	☐
.....			☐	☐	☐	☐	☐
.....			☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Comprendre le comportement des machines afin de savoir choisir correctement les caractéristiques du matériel électrique d'entraînement et de commande.

CONTENU

- 1. TRIBOLOGIE**
Description du frottement; arc-boutement
- 2. MECANISMES**
Transmission positive ou non-positive. Caractéristiques extérieures : rapport de transmission, rendement, irréversibilité
- 3. TRANSMISSION DE LA PUISSANCE**
Sens du flux de puissance; cadrans de fonctionnement; circulation de puissance; point de fonctionnement
- 4. MOUVEMENT DES MACHINES**
Démarrage; freinage, fluctuations de vitesse; commande électrique
- 5. ECHAUFFEMENT**
Critère thermique de dimensionnement
- 6. ENTRAÎNEMENT DES MACHINES**
Choix des moteurs; choix du rapport de transmission.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra

DOCUMENTATION : -..

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Mécanique générale, projets 1er cycle, mécanique des matériaux, réglage automatique

Préparation pour : -

Titre : CAO MOTEURS ET APPAREILLAGE						
Enseignant : Vacat LEME/LRE						
Heures totales : 20		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique 2
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig..	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
ELÉCTRICITE (E)	8	☐	☐	☒	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables de maîtriser les méthodes d'éléments finis en vue de la conception de systèmes électromagnétiques et électrostatiques. Ils seront également capables de structurer une approche de conception spécifique de ces appareils au moyen de l'outil informatique.

CONTENU

Travail pratique avec des outils de CAO.

Eléments finis Electromagnétisme
Electrostatique
Thermique

CAO de moteurs

Conception de transducteurs, de moteurs pas à pas, de moteurs synchrones et asynchrones.
Entraînements électriques.
Comportement dynamique. Fabrication assistée.

CAO d'appareillage et de réseaux

Conception d'appareillage haute tension.
Conception de réseaux. Modélisation de perturbations.
Aide à la décision.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Pratique avec exercices avec des programmes d'éléments finis et de CAO existants

DOCUMENTATION : Modes d'emploi.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electromécanique, Electromagnétisme.

Préparation pour :

Titre : CONCEPTION DE CIRCUITS INTEGRES ANALOGIQUES						
Enseignant : Eric VITTOZ, Professeur EPFL/DE						
Heures totales : 30		Par semaine : Cours 2			Exercices Pratique	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité (M).....	7e/8e	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechnique.....	7e/8e	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

L'étudiant sera capable de concevoir des circuits intégrés analogiques (et les parties analogiques de circuits VLSI). Pour cela, il maîtrisera les structures des dispositifs et les circuits de base utilisés en technologie bipolaire et MOS, ainsi que les principes à respecter lors de leur implantation dans le layout.

CONTENU

1. Circuits en technologie bipolaire
 - 1.1 Modèles, structures et limitations des transistors intégrés
 - 1.2 Composants passifs et parasites
 - 1.3 Circuits élémentaires : similitude, miroirs, cellule d'amplification, références de tension et courant, circuits translinéaires
 - 1.4 Exemples de blocs fonctionnels : amplificateur opérationnel, convertisseurs numérique-analogique et analogique-numérique
2. Circuits en technologie MOS et CMOS
 - 2.1 Modes de fonctionnement, modèles, structures et limitations des transistors MOS intégrés
 - 2.2 Composants passifs
 - 2.3 Effets parasites
 - 2.4 Circuits élémentaires : similitude, miroirs, interrupteur, échantillonneur, cellules d'amplification, comparateur, capacités commutées, références de tension et courant
 - 2.5 Blocs fonctionnels choisis
3. Implantation d'un circuit analogique
 - 3.1 Choix et caractérisation de la technologie
 - 3.2 Analyse et simulation
 - 3.3 Couplages parasites
 - 3.4 Préparation au test
 - 3.5 Réalisation du layout

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : cours ex-cathedra

DOCUMENTATION : notes de cours polycopiés, articles techniques

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : Electronique I, II

Préparation pour : Projets semestre et diplôme en conception de circuits analogiques

Titre : COURS HTE					
Enseignant : DIVERS					
Heures totales : H+E : 50		Par semaine : Cours		Exercices	Pratique
Destinataires et contrôle des études :					
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches Théoriques Pratiques
Electricité.....	5e/6e	☐	☒	☐	☒ ☒
Electricité.....	7e/8e	☐	☒	☐	☒ ☒
.....		☐	☐	☐	☐ ☐
.....		☐	☐	☐	☐ ☐

OBJECTIFS

Voir livret des cours spécial de l'Ecole disponible au Service académique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : INSTRUMENTS DE TRAVAIL						
Enseignant : DIVERS						
Heures totales : H+E : 50		Par semaine : Cours		Exercices		Pratique
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	5e/6e	☐	☒	☐	☒	☒
Electricité.....	7e/8e	☐	☒	☐	☒	☒
Divers.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Voir livret des cours spécial de l'Ecole disponible au Service académique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis :

Préparation pour :