



ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

SECTION  
D'ÉLECTRICITÉ

**LIVRET DES  
COURS**

ANNÉE ACADÉMIQUE 1995 - 1996

LIVRET DES COURS  
ANNEE ACADEMIQUE 1995/1996

---

TABLE DES MATIERES :

Informations et conseils sur le plan d'études des ingénieurs électriciens	0.1
Premier et deuxième cycles : graphiques	0.4
Objectifs de la formation des ingénieurs électriciens	0.9
Pour de plus amples informations	0.10
Plan d'études de la Section des ingénieurs électriciens	0.11
Règlement d'application	0.17
Ordonnance du contrôle des études à l'EPFL	0.20
Table des matières des résumés de cours de la Section d'électricité par enseignant	0.25
Table des matières des résumés de cours de la Section d'électricité par titre de cours	0.28
Cours du 1er semestre	1.1
Cours du 2e semestre	2.1
Cours du 3e semestre	3.1
Cours du 4e semestre	4.1
<i>Génie électrique + Infotronique</i> : Enseignement non technique aux 5e, 6e, 7e et 8e semestres	E.N.T. p.1
<i>Génie électrique</i> : Cours du 5e semestre	GE 5.1
<i>Génie électrique</i> : Cours du 6e semestre	GE 6.1
<i>Génie électrique</i> : Cours des 7e + 8e semestres , Piliers 1-5	GE Piliers - p.1
<i>Infotronique</i> : Cours du 5e semestre	IN 5.1
<i>Infotronique</i> : Cours du 6e semestre	IN 6.1
<i>Infotronique</i> : Cours des 6e, 7e et 8e semestres, Piliers 1-6	IN Piliers - p.1
<i>Génie électrique + Infotronique</i> : Cours des 6e, 7e et 8e semestres, Pilier Management des technologies	GE+IN Pilier Management - p.1

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

1. *cours obligatoires* : semestres 1 - 6 par ordre alphabétique d'enseignant
2. *piliers* : par pilier, par semestre, puis par ordre alphabétique d'enseignant
3. *cours facultatifs* : en fin de liste dans chaque semestre, par ordre alphabétique d'enseignant

## EPFL - SECTION D'ELECTRICITE

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

#### 1. Introduction

Le plan d'études de la Section d'électricité traduit la volonté du DE de donner à ses étudiants une culture générale technique large et solide, en particulier dans le domaine de l'électricité, de ses bases, de ses méthodes et de ses principales applications techniques.

Le profil de l'ingénieur électricien EPFL est centré sur la conception et le développement aux niveaux composants, systèmes et réseaux; il est polyvalent, donc multidisciplinaire. Enfin, il se caractérise par un bon équilibre entre théorie et pratique.

Le plan d'études est divisé en deux cycles d'une durée de quatre semestres chacun. Le premier cycle est essentiellement consacré à l'acquisition de connaissances dans les sciences de base de l'ingénieur. Il comprend également des enseignements fondamentaux en électricité ainsi que des cours facultatifs consacrés aux instruments de travail (langues, rédaction, expression orale, etc.).

Au deuxième cycle, la formation devient plus technique et prend la forme d'une préparation spécifique au métier d'ingénieur. Les étudiants ont le choix entre **deux orientations** qui considèrent l'électricité d'un point de vue différent. En **génie électrique**, l'électricité est une forme d'énergie transformable, transportable et utilisable. En **infotonique**, c'est un vecteur d'information en vue de son traitement, de sa valorisation ou de son acheminement. Les deux orientations reposent sur des bases théoriques communes. Les points de vue différents conduisent à des applications techniques fort diverses auxquelles nos étudiants sont préparés de manière spécifique, sans pour autant prétendre ou vouloir les spécialiser de façon hermétique.

Dans chaque orientation, l'étudiant choisit quatre "piliers", ensembles coordonnés et cohérents d'enseignements techniques, traitant chacun, à titre d'exemple approfondi, un domaine spécifique et caractéristique de l'orientation. De plus, un pilier intitulé "Management des technologies" est offert en option à la place d'un pilier technique dans les deux orientations. Ainsi, il n'y a pas de cours à option, la liberté de choix se situe au niveau d'un pilier complet.

Une large place est consacrée aux travaux pratiques en laboratoire et aux projets de semestre qui mettent les étudiants en contact avec la réalité technique et leur permettent de développer leur créativité et leur esprit d'initiative. Chaque étudiant doit également rédiger un projet Science - Technique - Société (STS), qui doit le sensibiliser aux impacts économiques, écologiques et socioculturels de sa future activité professionnelle.

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 (2e propédeutique) et de la 4e (examen final de diplôme théorique et pratique), 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.

Pour faciliter l'organisation personnelle des études et 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.

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 remis à jour régulièrement.

## **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 en mathématiques, physique et informatique, fondements de l'électricité et de l'électronique. *Cet enseignement, groupé dans les deux premières années d'études (1er cycle), doit permettre à tout étudiant terminant son 4e semestre de disposer 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 ainsi que 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 et une deuxième partie où l'étudiant s'exerce à la conception constructive d'un appareil électrique dans le cadre de projets individuels.

La charge horaire hebdomadaire moyenne est de 32 heures.

## **3. Deuxième cycle d'études d'ingénieur électricien**

Le plan d'études des troisième et quatrième années (2e cycle) comporte au 5e semestre un tronc largement commun aux deux orientations - génie électrique et infotronique - avec quelques enseignements spécifiques à chacune d'elles. Dès le 6e semestre en *infotronique*, un semestre plus tard en *génie électrique*, apparaissent les piliers techniques illustrant chacun un domaine d'application spécifique, à raison de 5 h par semaine. En génie électrique, les enseignements sont communs à tous les piliers au 6e semestre en raison du caractère plus homogène de ce domaine qui exige une base technique plus large et une formation moins différenciée que celui de l'infotronique où le spectre des applications est plus vaste.

Le pilier "Management des technologies" présente le même volume horaire. Il a pour but de donner aux étudiants les éléments nécessaires à développer leur esprit d'entreprise, une connaissance des méthodes de management de la technologie et l'occasion de les exercer dans le cadre d'un projet de création d'entreprise.

Chaque étudiant choisit, dans son orientation, 4 piliers parmi 5 en génie électrique, respectivement 6 en infotronique. Le pilier "Management des technologies" peut être choisi, dans les deux orientations, à la place d'un pilier technique.

Dans les deux orientations, huit heures par semaine sont consacrées, pendant les 7e et 8e semestres, à deux projets techniques. De plus, le projet STS - science, technique, société : sensibilisation à l'impact de la technique sur l'environnement social, humain et naturel - est traité au 6e semestre à raison de 3 h par semaine. Aussi, au 6e semestre, un cours commun aux deux orientations introduit les étudiants aux sciences du vivant et aux applications inspirées de la biologie.

Deux séries de travaux pratiques à option (laboratoires, CAO, EAO, etc.) ont lieu aux 7e et 8e semestres également à raison de 4 h par semaine.

La charge horaire hebdomadaire moyenne est ainsi de 32 h par semestre.

Le détail des examens de promotion de 3e et de 4e années ainsi que de diplôme est décrit dans le règlement d'application du contrôle des études de la Section d'électricité de l'EPFL.

#### **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 orale et d'une partie pratique.

L'examen final de diplôme pratique comprend 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. Sa durée est de quatre mois. Sa note doit être suffisante ( $\geq 6$ ), à elle seule.

#### **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 diplômé ayant effectué un travail original et personnel (thèse) démontrant son aptitude à la recherche scientifique ou technique. Dans la règle, ce projet, d'une durée maximum de 3 ans, 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 travail. 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 un au moins 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 ès Sciences Techniques 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.

1er CYCLE, SECTION ELECTRICITE

	1e	2e	3e	4e
Mathématiques	Analyse			
			4	4
	8	Algèbre 3	Analyse numérique 3	3
	3		Probabilité et statistique 3	3
Physique	Mécanique		Physique générale	
	5	4	5	4
				Labo 2
Projets	Projet I 4	Projet II 2	Projet III 2	
		6		
Informatique	Programmation			
			2	1
	3	3		Energétique 1
	Systèmes logiques 3	Systèmes micropr. 3	Electrométrie 3	
			Electromagnétisme 3	
Electricité	Electrotechnique		Circuits et systèmes	
	4	3	3	
	Electronique		Electronique	
	Labo		Labo	
	2	2	2	
	32 h.	32 h.	33 h.	32 h.

Tronc commun aux deux orientations

**2E CYCLE, ORIENTATION "GENIE ELECTRIQUE"**

5e	6e	7e	8e
Projet Informatique 3	Projet STS 3	TP A 4	TP B 4
Réglage automatique I, II 3   3		Projet 7e semestre C 8	Projet 8e semestre D 8
Matériaux électrotech. 3	Biologie 3		
Théorie du signal 3	Recherche opérat. 2		
Circ. et syst. électron. 3	Haute tension 3	PILIER 1 5   5	
Info. indust. I 3	Info. Indust. II 3		
Electro-mécan. I 3	Electro-mécan. II 2		
Info. et codage 2	Machines électriques I 3		
PILIER 2 5   5		PILIER 3 5   5	
Energie 3	Mécanique matériaux 3		
Mécatronique I, II 2	2		
PILIER 4 5   5		PILIER 4 5   5	
Electronique puissance I, II 3	2		
	TP Electro-mécanique 4		
31 h.	33 h.	32 h.	32 h.

Tronc commun aux deux orientations

**2E CYCLE, ORIENTATION "INFOTRONIQUE"**

5e	6e	7e	8e
Projet Informatique 3	Projet STS 3	TP A 4	TP B 4
Réglage automatique I, II 3   3		Projet 7e semestre C 8	Projet 8e semestre D 8
Matériaux électrotech. 3	Biologie 3		
Théorie du signal 3	Recherche opérat. 2		
Circ. et syst. électron. 3	PILIER 1 5   5   5		
Informatique indust. I 3			
Electro-mécanique I 3			
Info. et codage 2			
PILIER 2 5   5   5		PILIER 3 5   5   5	
Physique semicond. 3			
Optique tech. 2			
PILIER 4 5   5   5		PILIER 4 5   5   5	
TP Electronique 4			
32 h.	31 h.	32 h.	32 h.

- 05 -

# ORIENTATION GENIE ELECTRIQUE

6	Electromécanique II Jufer 2/0/4 56	Réglage automatique II Longchamp 2/1 42	Electronique de puissance II Rufer 2/0 28	Machines électriques I Simond 2/1 42	Mécatronique II Bühler 2/0 28	Informatique industrielle II Nussbaumer 2/0/1 42	Mécanique des matériaux Del Pedro 2/1 42	Haute tension Aguet 2/1 42
---	--	---	---	--	-------------------------------------	--	--	----------------------------------

## ELECTROMECC.

Jufer

## ELECTRON. IND.

Bühler

## REGLAGE AUTOMATIQUE

Longchamp

## PRODUCTION & UTILISATION

Simond

## TRANSP. & DISTRIBUTION

Germond

7

Machines él. II Simond 2/0	28
Entr. él. I Jufer 2/0	28
Transm. chal. Gianola 1/0	14
<hr/>	
	70

Electronique industrielle I Bühler 3/0	42
Techniques de conversion I Rufer 2/0	28
<hr/>	
	70

Réglage automatique III Longchamp 2/0	28
Modélisation et simulation I Bonvin 2/0	28
Systèmes multivariables Gillet 2/0	28
<hr/>	
	84

Filières de production I Haldi 2/0	28
Hydraulique et thermique Gianola/Sarlos/ Avellan 2/1	42
<hr/>	
	70

Conduite rés. I Germond 2/1	42
CEM Ianoz 2/0	28
<hr/>	
	70

8

CAO transd. Cassat 2/0/1	42
Entr. él. II Wavre 2/0	28
<hr/>	
	70

Electronique industrielle II Bühler 3/0	42
Techniques de conversion II Rufer 2/0	28
<hr/>	
	70

Réglage automatique IV Longchamp 2/0	28
Modélisation et simulation II Bonvin 2/0	28
<hr/>	
	56

Filières de production II Simond 2/1	42
Techniques ferroviaires Allenbach 2/0	28
<hr/>	
	70

Conduite rés. II Germond 2/1	42
Supracond. Flükiger 2/0	28
<hr/>	
	70

- 90 -



# ORIENTATION INFOTRONIQUE

	ELECTRONIQUE	TRAIT. SIGN.	SYST. INTEGRES	SYST. PROGR.	ONDES	TELECOMM.
	Declercq	Kunt	Mlynek	Nussbaumer	Gardiol	Hubaux
6	Circuits et systèmes électroniques II Declercq 2/0	Introduction au traitement numérique des signaux et images Kunt 2/0	VLSI I Hochet 2/1	Informatique Industrielle II Nussbaumer 2/0/1	Propagation Gardiol/ Rossi 4/1	Introduction aux protocoles Hubaux 1/0/1
	Composants électroniques Enz 2/1	28	CAO I Vachoux 2/0	Systèmes d'exploitation Sandoz 1/0/1	70	Transmission I Fontollet 2/1
	70	70	70	70	70	70
7	Circuits et techniques HF et VHF Enz 2/0	Traitement numérique des signaux Vesin 2/0	VLSI II Mlynek 2/0	Informatique industrielle III Nussbaumer 2/0/1	Rayonnement et antennes Mosig 2/1	Transmission II Fontollet 2/1
	Electronique de puissance Rufer 2/0	Traitement d'images Kunt 2/1	C.I. analogique I Vittoz 2/0	Conception de systèmes programmables I Decotignie 1/1	Audio I Rossi 2/0	Commutation Hubaux 2/1
	Séminaires d'électronique Declercq 1/0	70	CAO II Vachoux 1/0	70	70	84
8	Circuits d'interface Enz 2/0	Traitement de la parole Drygajlo 2/0	VLSI III Mlynek 2/0	Informatique industrielle IV Pleinevaux 2/0/1	Hyperfréquences Gardiol 2/1	Réseaux Fontollet/ Hubaux 2/2
	Phénomènes non linéaires Ogorzalek 3/0	Traitement optique Thévenaz 3/0	C.I. analogique II Vittoz 2/0	Conception de systèmes programmables II Decotignie 1/1	Audio II Rossi 2/0	56
	70	70	70	70	70	56

**SECTION D'ELECTRICITE : Pilier "Management des Technologies"**

<b>MANAGEMENT DES TECHNOLOGIES</b>		
	<u>Management des Techn.</u>	
6	D. Mlynek	Etat de l'art 28
	P. Dembinski	Style de mngmt 28
	D. Mlynek	Mngmt MBO 14
		70
7	F. Perret	Outils de mngmt 14
	N. Tissot	Droit industriel 14
	P. Boulier	Droit international 14
	P. Boulier	Projet de création d'entreprises & Séminaires 14
	J.J. Paltenghi	Mngmt innovation technologique 14
		70
8	H. Bergmann	Mngmt ressources humaines 28
	M. Wieser	Logistique 14
	P. Boulier	Projet de création d'entreprises 28
		70

  

Déroulement du projet

Projet création d'entreprises

environ 1 h par semaine au 7ème

environ 2 h par semaine au 8ème

  

Présentation du projet (Jury)

OBJECTIFS DE LA FORMATION DES INGENIEURS ELECTRICIENS EPFL

---

### **Connaissances**

La formation est centrée sur la conception et le développement à plusieurs niveaux (composants, systèmes réseaux). Elle vise à conférer aux étudiants :

- un savoir polytechnique (culture générale technique large et solide)
- un savoir apprendre (*méthodologie, adaptabilité*)
- un savoir-faire professionnel (compétences spécifiques)

Elle contribue également au développement d'une personnalité dynamique (esprit d'entreprise, responsabilité, créativité) et humaniste (éthique professionnelle, honnêteté intellectuelle).

### **Méthodologie**

La méthodologie est axée sur le développement de la capacité à aborder, maîtriser puis résoudre les problèmes techniques relevant du domaine de l'électricité. Diverses approches sont enseignées et exercées dans une optique souvent orientée vers la notion de systèmes :

- l'analyse
- la modélisation
- la simulation
- la synthèse
- la conception
- l'expérimentation

De façon à assurer l'ensemble des objectifs, une place importante est réservée aux laboratoires et aux projets techniques, dont les sujets sont définis de telle sorte que l'étudiant puisse développer tous les aspects de la formation professionnelle. Un projet STS (science - technique - société) vise à sensibiliser les étudiants à l'impact de la technique sur l'environnement social, humain et naturel.

**Pour de plus amples informations vous pouvez contacter :**

Secrétariat du département	Mme S. Plüss, administratrice Mme E. Durussel Secrétariat Dpt. d'électricité EL-Ecublens 1015 Lausanne Tél. (021) 693 26 10 Fax (021) 693 46 60
Chef de département	Prof. F. de Coulon (ELE 235) Laboratoire de traitement des signaux Tél. (021) 693 26 57/ 26 24
Président de la Commission d'enseignement	Prof. J. Mosig (ELB 017) Laboratoire d'électromagnétisme et d'acoustique Tél. (021) 693 46 28/ 26 69
Conseillère d'études 1ère année	Prof. A. Skrivervik (ELB 038) Laboratoire d'électromagnétisme et d'acoustique Tél. (021) 693 46 35/ 26 69
Conseiller d'études 2e année	Prof. A. Rufer (ELD 132) Laboratoire d'électronique industrielle Tél. (021) 693 46 76 / 26 28
Conseiller d'études 3e année	Prof. A. Germond Laboratoire de réseaux d'énergie électrique Tél. (021) 693 26 62 / 26 61
Conseiller d'études 4e année	Prof. J. Mosig (ELB 017) Laboratoire d'électromagnétisme et d'acoustique Tél. (021) 693 46 28 / 26 69
Diplômants	Prof. J.-P. Hubaux (ELD 337) Laboratoire de télécommunications Tél. (021) 693 26 27/ 46 58
Coordinateur STS	M. J. Dos Ghali (ELG 036) Laboratoire d'électromécanique et de machines électriques Tél. (021) 693 26 36/ 26 96/ 46 18



ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

# PLAN D'ÉTUDES ÉLECTRICITÉ 1995 - 1996

arrêté par la direction de l'EPFL le 8 mai 1995

<b>Chef de département</b>	<b>Prof. F. de Coulon</b>
<b>Président de la commission d'enseignement</b>	<b>Prof. J. Mosig</b>
<b>Conseillers d'études :</b>	
1ère année	<b>Prof. A. Skrivervik</b>
2ème année	<b>Prof. A. Rufer</b>
3ème année	<b>Prof. A. Germond</b>
4ème année	<b>Prof. J. Mosig</b>
Diplômants	<b>Prof. J.-P. Hubaux</b>
<b>Coordinateur STS</b>	<b>J. Dos Ghali</b>
<b>Administratrice</b>	<b>Mme S. Plüss</b>

# ÉLECTRICITÉ

- 0.12 -

SEMESTRE	Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification		TRONC COMMUN														
			1			2			3			4					
			c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p			
<b>Matière</b>	<b>Enseignants</b>																
<b>Mathématiques :</b>																	
Analyse I,II (cours en français) ou	Matzinger	DMA	4	4		4	2										
Analyse I,II (cours en allemand)	Wohthauer	DMA	4	4		4	4										
Mathématiques (répétition)	Bachmann	DMA	(2)														
Analyse III,IV	Arbenz	DMA								2	2		2	2			
Algèbre linéaire I,II	Dalang	DMA	2	1		2	1										
Probabilité et statistique I,II	Riegg	DMA								2	1		2	1			
Analyse numérique I,II	Arbenz	DMA								2	1		2	1			
<b>Physique :</b>																	
Mécanique générale I,II (cours en français) ou	Ansermet	DP	3	2		2	2										
Mécanique générale I,II (cours en allemand)	Gothardt	DP	3	2		2	2										
Physique générale I,II	Fivaz	DP				4	2			3	2						
Physique générale III	Monot	DP											3	1			
TP de physique générale	Schaffner	DF															2
<b>Informatique :</b>																	
Programmation I+II	Faltings + Lundell	DI	1		2	1		2									
Programmation III,IV	Moinat	DI								2				1			
Systèmes logiques	Mange	DI	2			1											
Systèmes microprogrammés	Mange	DI				2		1									
<b>Electricité :</b>																	
Electrotechnique I+II	Robert + Germond	DE	2	2	2	2	1	2									
Electromagnétisme I+II	Gardiol + Mosig	DE								2	1		2	1			
Electrométrie I,II	Robert	DE								1		2	1				2
Electronique I,II	Rahali	DE								2	1	2	2	1			2
Circuits et systèmes I,II	Neiryneck	DE								1	2		2	1			
Energétique	Simond	DE															1
<b>Projets :</b>																	
Projet 1er cycle I,II	Barmaverain/Ramseyer	DGM			4			2									
Projet 1er cycle III	Fontolliet/Descombaz	DE										2					
<b>Enseignement non technique :</b>																	
Instruments de travail	Divers	UHD	(2)			(2)				(2)				(2)			
<b>Totaux : Tronc commun</b>			14	9	9	17	8	7	17	10	6	17	8	7			
<b>Totaux : Par semaine</b>			32			32				33			32				
<b>Totaux : Par semestre</b>			448			448				462			448				

c = cours e = exercices p = branches pratiques ( ) = cours facultatifs en italique = cours à option



# ÉLECTRICITÉ

- 0.14 -

## GÉNIE ÉLECTRIQUE - détail des piliers

SEMESTRE	Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification		GÉNIE ÉLECTRIQUE - détail des piliers											
			5			6			7			8		
Matière	Enseignants		c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p
<b>Pilier 1 - Electromécanique :</b>														
Machines électriques II	Simond	DE							2					
Entraînements électriques I+II	Jufer + Wavre	DE							2			2		
Transmission de chaleur	Gianola	DGM							1					
CAO (transducteurs)	Cassat	DE										2		1
<b>Pilier 2 - Electronique Industrielle :</b>														
Electronique industrielle I, II	Bühler	DE							3				3	
Techniques de conversion I,II	Rufer	DE							2				2	
<b>Pilier 3 - Réglage automatique :</b>														
Réglage automatique III, IV	Longchamp	DGM							2				2	
Modélisation et simulation I, II	Bonvin	DGM							2				2	
Systèmes multivariables	Gillet	DGM							2					
<b>Pilier 4 - Production et utilisation :</b>														
Filtres de production I+II	Haldi + Simond	DGC+DE							2			2	1	
Hydraulique et thermique	Sarlos/Avellan/Gianola	DGC/DGM							2	1				
Techniques ferroviaires	Allenbach	DE										2		
<b>Pilier 5 - Transport et distribution :</b>														
Conduite des réseaux I,II	Germond	DE							2	1		2	1	
Compatibilité électromagnétique	Ianoz	DE							2					
Supraconducteurs	Flückiger	DE										2		
<b>Pilier 6 - Management des technologies :</b>														
Etat de l'art	Mlynek	DE							2					
Style de management	Dembinski	DE							2					
Management de projet MBO	Mlynek	DE							1					
Outils de management	Perret	DGC								1				
Droit industriel	Tissot	DE								1				
Droit international	Boulier	DE							1					
Projet de création d'entreprises	Boulier	DE									1			2
Management de l'innovation technologique	Paltenghi	UHD									1			
Management des ressources humaines	Bergmann	HEC										2		
Logistique	Wieser	DGC										1		
<b>Responsables des piliers :</b>														
Pilier 1 - Prof. M. Jufer														
Pilier 2 - Prof. H. Bühler														
Pilier 3 - Prof. R. Longchamp														
Pilier 4 - Prof. J.-J. Simond														
Pilier 5 - Prof. A. Germond														
Pilier 6 - Prof. D. Mlynek														





# ÉLECTRICITÉ

- 0.16 -

SEMESTRE	Les enseignants sont indiqués sous réserve de modification	INFOTRONIQUE - détail des piliers											
		5			6			7			8		
		c	e	p	c	e	p	c	e	p	c	e	p
<b>Matière</b>	<b>Enseignants</b>												
<b>Pilier 1 - Electronique :</b>													
Circuits et systèmes électroniques II	Declercq	DE		2									
Composants électroniques	Enz	DE		2	1								
Circuits et techniques HF et VHF	Enz	DE						2					
Electronique de puissance I	Rufer	DE						2					
Séminaires d'électronique	Declercq	DE						1					
Circuits d'interface	Enz	DE										2	
Phénomènes non linéaires	Ogorzalek	DE										3	
<b>Pilier 2 - Traitement des signaux :</b>													
Introduction au traitement numérique des signaux et images	Kunt	DE		2									
Filtres électriques	Neirynek	DE		2	1								
Traitement numérique des signaux	Vesin	DE						2					
Traitement d'images	Kunt	DE						2	1				
Traitement de la parole	Drygajlo	DE										2	
Traitement optique	Thévenaz	DE										3	
<b>Pilier 3 - Systèmes Intégrés :</b>													
VLSI I-II,III	Hochet + Mlynek	DE		2	1			2				2	
CAO I,II,III (microélectronique)	Vachoux	DE		2				1				1	
CI analogiques I, II	Vittoz	DE						2				2	
<b>Pilier 4 - Systèmes programmables :</b>													
Informatique industrielle II	Nussbaumer	DI		2	1								
Informatique industrielle III,IV	Nussbaumer/Pleinevaux	DI						2		1	2		1
Conception de systèmes programmables I, II	Decotignie	DI						1	1		1	1	
Systèmes d'exploitation	Sandoz	DI		1		1							
<b>Pilier 5 - Ondes :</b>													
Propagation	Gardiol/Rossi	DE		4	1								
Rayonnement et antennes	Mosig	DE						2	1				
Audio I, II	Rossi	DE						2				2	
Hyperfréquences	Gardiol	DE									2	1	
<b>Pilier 6 - Télécommunications :</b>													
Introduction aux protocoles	Hubaux	DE		1		1							
Transmission I,II	Fontollet	DE		2	1			2	1				
Communtation	Hubaux	DE						2	1				
Réseaux	Fontollet/Hubaux	DE									2	2	
<b>Pilier 7 - Management des technologies :</b>													
Etat de l'art	Mlynek	DE		2									
Style de management	Dembinski	DE		2									
Management de projet MBO	Mlynek	DE		1									
Outils de management	Perret	DGC						1					
Droit industriel	Tissot	DE						1					
Droit international	Boulier	DE						1					
Projet de création d'entreprises	Boulier	DE								1			2
Management de l'innovation technologique	Pallenghi	UHD								1			
Management des ressources humaines	Bergmann	HEC									2		
Logistique	Wieser	DGC									1		
<b>Responsables des piliers :</b>													
Pilier 1 - Prof. M. Declercq													
Pilier 2 - Prof. M. Kunt													
Pilier 3 - Prof. D. Mlynek													
Pilier 4 - Prof. H. Nussbaumer													
Pilier 5 - Prof. F. Gardiol													
Pilier 6 - Prof. J.-P. Hubaux													
Pilier 7 - Prof. D. Mlynek													

**RÈGLEMENT D'APPLICATION DU CONTRÔLE DES ÉTUDES DE LA SECTION D'ÉLECTRICITÉ (sessions de printemps, d'été et d'automne 1996)**

du 28 mars 1994

*La direction de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne*

vu l'article 26 de l'ordonnance générale du contrôle des études à l'EPFL du 28 juin 1991

*arrête*

**Article premier - Champ d'application**

Le présent règlement est applicable aux examens de la section d'électricité de l'EPFL dans le cadre des études de diplôme.

**Examens propédeutiques**

**Art. 2 - Examen propédeutique I**

1 L'examen propédeutique I comprend des épreuves dans les branches théoriques suivantes:

	coefficient
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

2 Les notes obtenues dans les branches pratiques suivantes entrent dans le calcul des résultats de l'examen:

6. Projet 1er cycle I,II (hiver+été)	1
7. Electrotechnique I,II, Laboratoire (hiver+été)	1
8. Systèmes logiques et Systèmes microprogrammés (hiver+été)	1
9. Programmation I,II (hiver+été)	1

3 L'examen propédeutique I est réussi lorsque le candidat a obtenu une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches théoriques d'une part, et une moyenne égale ou supérieure à 6 dans l'ensemble des branches désignées aux alinéas 1 et 2 d'autre part.

4 Lorsque les conditions de réussite ne sont pas remplies, la répétition ne porte que sur les branches théoriques si la moyenne des branches pratiques est suffisante.

**Art. 3 - Examen propédeutique II**

1 L'examen propédeutique II comprend des épreuves dans les branches théoriques suivantes:

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

2 Les notes obtenues dans les branches pratiques suivantes entrent dans le calcul des résultats de l'examen:

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 1er cycle III (hiver)	1
13. Energétique (été)	1

3 L'examen propédeutique II est réussi lorsque le candidat a obtenu une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches théoriques d'une part, et une moyenne égale ou supérieure à 6 dans l'ensemble des branches désignées aux alinéas 1 et 2 d'autre part.

4 Lorsque les conditions de réussite ne sont pas remplies, la répétition ne porte que sur les branches théoriques si la moyenne des branches pratiques est suffisante.

**Examens de promotion**

**Art. 4 - Orientations**

Au 5ème semestre; l'étudiant choisit l'une des deux orientations suivantes:

- Génie électrique (Systèmes et processus énergétiques) ou
- Infotronique (Electronique et techniques de l'information)

**Art. 5 - Piliers**

1 Un "pilier" est un ensemble d'enseignements coordonnés et cohérents dans un même domaine. Il s'étend sur les 7ème et 8ème semestres en orientation "Génie Electrique" et sur les 6ème, 7ème et 8ème semestres en orientation "Infotronique". La charge horaire hebdomadaire de tous les piliers est uniformisée.

2 Les orientations "Génie électrique" et "Infotronique" proposent chacune 5, respectivement 6 piliers techniques disjoints auxquels s'ajoute un pilier "Management des technologies" offert en commun aux deux orientations.

3 A partir du 7ème semestre pour l'orientation "Génie électrique" et du 6ème semestre pour l'orientation "Infotronique", l'étudiant choisit librement quatre piliers parmi ceux proposés dans son orientation. L'un des quatre piliers choisis peut être le pilier "Management des technologies" dès le 6ème semestre pour les deux orientations.

4 Une épreuve-pilier est une épreuve portant sur une branche théorique de 30 heures minimum d'un pilier choisi par l'étudiant, conformément à la liste établie par le département d'électricité.

5 Un étudiant de l'orientation "Génie électrique" qui choisit le pilier "Management des technologies" est dispensé de suivre, après consultation du conseiller d'études, le cours du 6ème semestre considéré comme un préalable à l'un des piliers techniques qu'il n'a pas choisis. Il doit alors présenter l'épreuve de promotion de 4ème année du pilier "Management des technologies".

**Art. 6 - Examen de promotion de 3ème année**

1 L'examen de promotion de 3ème année comprend des épreuves dans les branches théoriques suivantes:

	coefficient
<i>Orientation "Génie électrique"</i>	
Sessions de printemps	
1. Matériaux de l'électrotechnique (oral)	1

- 2. Circuits et systèmes électroniques I (écrit) 1
- 3. Théorie du signal (écrit) 1
- 4. Information et codage (écrit) 1
- 5. Energie (oral) 1

*Session d'été*  
*Orientation "Infotonique"*

- 6. Electromécanique I,II (oral) 1
  - 7. Réglage automatique I,II (écrit) 1
  - 8. Electronique de puissance I,II (oral) 1
  - 9. Biologie et modèles inspirés (écrit) 1
  - 10. Eléments de recherche opérationnelle pour l'ingénieur (écrit) 1
- Session de printemps
- 1. Matériaux de l'électrotechnique (oral) 1
  - 2. Théorie du signal (écrit) 1
  - 3. Information et codage (écrit) 1
  - 4. Electromécanique I (écrit) 1
  - 5. Optique technique (oral) 1
- Session d'été
- 6. Physique des dispositifs semiconducteurs (écrit) 1
  - 7. Réglage automatique I,II (écrit) 1
  - 8. Circuits et systèmes électroniques I + Circuits et systèmes électroniques II (seul. pilier 1) (écrit) 1
  - 9. Biologie et modèles inspirés (écrit) 1
  - 10. Eléments de recherche opérationnelle pour l'ingénieur (écrit) 1

2 Les notes obtenues dans les branches pratiques suivantes entrent dans le calcul des résultats de l'examen:

*Orientation "Génie électrique"*

- 11. Projet d'informatique (hiver) 1
- 12. Electromécanique, laboratoire (été) 1
- 13. Informatique industrielle I,II (hiver+été) 1

*Orientation "Infotonique"*

- 11. Projet d'informatique (hiver) 1
- 12. TP d'électronique (hiver) 1
- 13. Informatique industrielle I (hiver) + Informatique industrielle II (été) (seul. pilier 4) 1
- 14. Introduction aux protocoles (été) (seul. pilier 6) 1

3 L'examen de promotion de 3ème année est réussi lorsque le candidat a obtenu une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches théoriques d'une part, et une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches pratiques d'autre part.

4 Lorsque les conditions de réussite ne sont pas remplies, la répétition ne porte que sur les branches pratiques si la moyenne des branches théoriques est suffisante, ou sur les branches théoriques si la moyenne des branches pratiques est suffisante.

**Art. 7 - Examen de promotion de 4ème année**

1 L'examen de promotion de 4ème année comprend des épreuves dans les branches théoriques suivantes:

*Orientation "Génie électrique"*

- Session de printemps
- 1. Mécatronique I,II (oral) 1
- 2. Mécanique des matériaux (oral) 1
- 3. Haute tension (oral) 1
- 4. Management des technologies (écrit) (seul. pilier 6) comprend : 1
  - Etat de l'art
  - Styles de management

- Management et projet MBO
- Session d'été
- 5. Machines électriques I et Transmission de chaleur (seul. pilier 1) (oral) 1

*Orientation "Infotonique"*

1 à 4. 4 épreuves-piliers (une note par pilier) 4 (total)  
Session de printemps

- 1. Pilier 2 - Traitement des signaux (oral) comprend :
  - Introduction au traitement numérique des signaux et images
  - Filtres électriques
- 2. Pilier 3 - Systèmes intégrés (oral) comprend :
  - VLSI
  - CAO I
- 3. Pilier 4 - Systèmes programmables (écrit) comprend :
  - Systèmes d'exploitation
- 4. Pilier 5 - Ondes (écrit) comprend :
  - Propagation
- 5. Pilier 7 - Management des technologies (écrit) comprend :
  - Etat de l'art
  - Styles de management
  - Management et projet MBO

*Session d'été*

- 6. Pilier 1 - Electronique (oral) comprend :
  - Circuits et techniques HF et VHF
  - Electronique de puissance
  - Séminaires d'électronique
- 7. Pilier 6 - Télécommunications (oral) comprend :
  - Transmission I,II

2 Les notes obtenues dans les branches pratiques suivantes entrent dans le calcul des résultats de l'examen:

*Orientation "Génie électrique"*

- 6. TP A, laboratoire avancé à option (hiver) 1
- 7. TP B, laboratoire avancé à option (été) 1
- 8. Projet C (hiver) 1
- 9. Projet D (été) 1
- 10. Projet STS (hiver) 1
- 11. CAO transducteurs (été) (seul. pilier 1) 1

*Orientation "Infotonique"*

- 8. TP A, laboratoire avancé à option (hiver) 1
- 9. TP B, laboratoire avancé à option (été) 1
- 10. Projet C (hiver) 1
- 11. Projet D (été) 1
- 12. Projet STS (hiver) 1

3 L'examen de promotion de 4ème année est réussi lorsque le candidat a obtenu une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches théoriques d'une part, et une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches pratiques d'autre part.

4 Lorsque les conditions de réussite ne sont pas remplies, la répétition ne porte que sur les branches pratiques si la moyenne des branches théoriques est suffisante, ou sur les branches théoriques si la moyenne des branches pratiques est suffisante.

**Examen final de diplôme**

**Art. 8 - Epreuves de l'examen final**

1 L'examen final de diplôme comprend 8 épreuves-piliers, à raison de 2 épreuves dans chaque pilier.

2 Pour chaque pilier, les branches théoriques qui font l'objet de l'examen final, déterminées par le département d'électricité sont les suivantes :

*Orientation "Génie électrique"*

1. Pilier 1 - Electromécanique comprend :
  - a. Machines électriques II
  - b. Entraînements électriques I,II
2. Pilier 2 - Electronique industrielle comprend :
  - a. Electronique industrielle I,II
  - b. Techniques de conversion I,II
3. Pilier 3 - Réglage automatique comprend :
  - a. Réglage automatique III,IV
  - b. Modélisation et simulation I,II et Systèmes multivariables
4. Pilier 4 - Production et utilisation comprend :
  - a. Filières de production I  
Hydraulique et thermique
  - b. Filières de production II  
Techniques ferroviaires
5. Pilier 5 - Transport et distribution comprend :
  - a. Conduite des réseaux I,II
  - b. Compatibilité électromagnétique  
Supraconducteurs
6. Pilier 6 - Management des technologies comprend :
  - a. Droit industriel, Droit international
  - b. Outils de management  
Projet de création d'entreprises  
Management de l'innovation technologique  
Management des ressources humaines  
Logistique

*Orientation "Infotronique"*

1. Pilier 1 - Electronique comprend :
  - a. Composants électroniques  
Circuits d'interface
  - b. Phénomènes non linéaires
2. Pilier 2 - Traitement des signaux comprend :
  - a. Traitement numérique des signaux  
Traitement d'images
  - b. Traitement de la parole  
Traitement optique
3. Pilier 3 - Systèmes intégrés comprend :
  - a. CI analogiques I,II
  - b. VLSI II,III  
CAO II,III
4. Pilier 4 - Systèmes programmables comprend :
  - a. Informatique industrielle III,IV
  - b. Conception de systèmes programmables I,II
5. Pilier 5 - Ondes comprend :
  - a. Audio I,II
  - b. Hyperfréquences  
Rayonnement et antennes
6. Pilier 6 - Télécommunications comprend :
  - a. Commutation
  - b. Réseaux
7. Pilier 7 - Management des technologies comprend :
  - a. Droit industriel, Droit international
  - b. Outils de management  
Projet de création d'entreprises  
Management de l'innovation technologique  
Management des ressources humaines  
Logistique

**Art. 9 - Travail pratique de diplôme (TPD)**

- 1 Pour pouvoir entreprendre le TPD, le candidat doit avoir obtenu une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les épreuves théoriques mentionnées à l'art. 8.
- 2 Le TPD est de quatre mois.

**Dispositions finales**

**Art. 10 - Abrogation du droit en vigueur**

Le règlement d'application du contrôle des études de la section d'électricité de l'EPFL du 29 mars 1993 est abrogé.

**Art. 11 - Entrée en vigueur**

Le présent règlement est applicable pour les examens correspondant au plan d'études 1995/96.

8 mai 1995

Au nom de la direction de l'EPFL

Le vice-président et directeur de la formation, D. de Werra  
Le directeur des affaires académiques,  
P.-F. Pittet

**Ordonnance générale  
sur le contrôle des études à l'Ecole polytechnique fédérale  
de Lausanne**

du 3 octobre 1994 (état au 1er octobre 1995)

---

*La Direction de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne,*

vu l'article 28, 4ème alinéa, lettre a, de la loi sur les EPF du 4 octobre 1991 <sup>1)</sup>

arrête :

**Section 1 : Champ d'application**

**Article premier**

- 1 La présente ordonnance fixe les principes et les dispositions applicables à l'organisation des examens de diplôme.
- 2 Les principes fixés aux articles 2 à 10 s'appliquent également:
  - a. aux examens d'admission;
  - b. aux examens organisés dans le cadre d'études postgrades;
  - c. aux examens d'admission au doctorat et aux examens de doctorat;
  - d. aux examens en vue d'acquérir le certificat d'enseignement supérieur de mathématiques appliquées ou un certificat analogue.

**Section 2 : Dispositions générales relatives aux examens**

**Art. 2 Organisation des examens**

Le directeur des affaires académiques organise les examens. Il fixe notamment les dates des sessions et les modalités d'inscription et établit les horaires des examens, qu'il porte à la connaissance des intéressés.

**Art. 3 Inscription et retrait d'inscription**

Le directeur des affaires académiques communique la période d'inscription aux examens ainsi que la date limite pour se retirer.

**Art. 4 Admission**

Le directeur des affaires académiques décide de l'admission aux examens. Il notifie par décision aux candidats concernés les refus d'admission aux examens.

**Art. 5 Interruption et absence**

- 1 Après le début de la session, le candidat ne peut interrompre ses examens qu'en raison de motifs importants tels que la maladie ou un accident. Il doit en aviser le directeur des affaires académiques immédiatement et lui présenter les pièces justificatives nécessaires.
- 2 Le directeur des affaires académiques décide de la validité des motivations invoquées.
- 3 Les épreuves effectuées avant l'interruption sont prises en compte lors de la reprise des examens.
- 4 Le candidat qui, sans motif valable, ne se présente pas à une épreuve reçoit la note zéro.
- 5 Le fait de ne pas terminer un examen équivaut à un échec.
- 6 Des motifs personnels ne peuvent justifier a posteriori l'annulation du résultat d'une épreuve, exception faite du cas dans lequel il est démontré que les troubles subis par le candidat l'empêchaient de réaliser qu'il n'était pas en possession de toutes ses facultés.

---

<sup>1)</sup> RS 414.110

#### **Art. 6           Appréciation des travaux**

Les travaux suffisants sont notés de 6 à 10, les travaux insuffisants de 0 à 5,5. Les demi-points sont admis.

#### **Art. 7           Langue d'examens**

Les épreuves se déroulent en français, à l'exception des épreuves portant sur les langues. Des dérogations peuvent être accordées par le directeur des affaires académiques.

#### **Art. 8           Répétition des examens**

- 1 Si un candidat a échoué à un examen, il peut s'y présenter une seconde et dernière fois, dans le délai d'une année.
- 2 Si le candidat est en mesure de faire valoir des motifs d'empêchement importants, le directeur des affaires académiques peut prolonger ce délai à titre exceptionnel.

#### **Art. 9           Consultation des travaux d'examen**

- 1 Le candidat peut consulter ses travaux écrits auprès de l'examineur dans les six mois qui suivent l'examen.
- 2 La consultation est régie conformément à l'article 26 de la loi fédérale sur la procédure administrative <sup>1)</sup>.

#### **Art. 10         Réexamen et voies de droit**

- 1 Les décisions prises par le directeur des affaires académiques en vertu de la présente ordonnance peuvent faire l'objet d'une nouvelle appréciation ou de rectification auprès du directeur des affaires académiques dans un délai de 10 jours à compter de leur notification.
- 2 Les décisions prises par le directeur des affaires académiques en vertu de la présente ordonnance peuvent faire l'objet d'un recours administratif auprès du Conseil des écoles polytechniques fédérales dans un délai de 30 jours à compter de leur notification.

### **Section 3 : Contrôle dans le cadre des études de diplôme**

#### **Art. 11         Contrôle continu**

- 1 Dans les branches théoriques, le contrôle continu durant les semestres (exercices associés à des cours et travaux écrits) permet aux étudiants et aux enseignants de vérifier l'assimilation de l'enseignement.
- 2 Les résultats obtenus peuvent être pris en compte dans les épreuves théoriques selon des modalités fixées par les enseignants et annoncées aux étudiants en début de semestre.
- 3 L'organisation d'un contrôle continu payant par les enseignants est facultative.
- 4 L'étudiant n'est pas tenu de se soumettre au contrôle continu payant. Dans ce cas, seule la note de l'épreuve est prise en considération.
- 5 Le contrôle continu payant peut uniquement contribuer à l'augmentation de la note de l'épreuve correspondante et ceci pour au maximum deux points.

#### **Art. 12         Séries d'examens**

- 1 Les examens de diplôme comprennent :
  - a. au premier cycle :  
deux examens propédeutiques à la fin des première et deuxième années d'études;
  - b. au deuxième cycle :  
des examens de promotion en troisième et quatrième années d'études;  
un examen final de diplôme.
- 2 Pour pouvoir se présenter à un examen, l'étudiant doit avoir réussi les examens précédents.

#### **Art. 13         Contenu des examens**

---

<sup>1)</sup> RS 172.021

1 Les examens propédeutiques et les examens de promotion comprennent dix épreuves au plus. La moyenne générale prévue à l'article 23 est calculée sur la base des notes obtenues lors de ces épreuves ainsi que sur celles des notes semestrielles ou annuelles obtenues dans les branches pratiques.

2 L'examen final de diplôme porte sur des branches enseignées au deuxième cycle et comprend un travail pratique.

#### **Art. 14 Genre des épreuves**

1 Pour les examens propédeutiques, les règlements d'application précisent le genre (écrit ou oral) des épreuves.

2 Pour les examens de promotion et l'examen final de diplôme, si les règlements d'application du contrôle des études n'en disposent pas autrement, le conseil de département ou le conseil de section détermine le genre des épreuves.

3 Ces éléments sont communiqués par le directeur des affaires académiques dans les horaires d'examens.

#### **Art. 15 Travail pratique de diplôme**

1 Pour pouvoir entreprendre le travail pratique de diplôme, le candidat doit avoir réussi l'examen final de diplôme selon les modalités fixées dans les règlements d'application. Des dérogations peuvent être accordées par le directeur des affaires académiques, sur proposition du département concerné.

2 Le travail pratique de diplôme donne lieu à un mémoire que le candidat présente oralement et dont le sujet est défini par le maître qui en assume la direction.

3 A la demande du candidat, le chef du département ou le président du conseil de section, peut confier la direction du travail pratique de diplôme à un maître rattaché à un autre département ou à un collaborateur scientifique.

4 En cas de présentation formelle insuffisante du mémoire, le maître compétent peut exiger que le candidat y remédie dans un délai de deux semaines à partir de la présentation orale.

#### **Art. 16 Sessions d'examens**

1 Deux sessions ordinaires sont prévues pour chaque examen propédeutique, en été et en automne. L'étudiant choisit la session à laquelle il désire passer une épreuve donnée; il doit toutefois avoir passé l'ensemble des épreuves à la session d'automne. Lorsque, pour des motifs importants tels que la maladie, un accident ou le service militaire, le candidat est dans l'impossibilité de se présenter à la session d'automne, le directeur des affaires académiques peut l'autoriser à se présenter à une session extraordinaire organisée au printemps.

2 Les sessions des examens de promotion ont lieu à la fin de chaque semestre.

3 Les épreuves théoriques de l'examen final de diplôme se déroulent à la fin de chaque semestre et en automne après le dernier semestre d'études.

#### **Art. 17 Examinateurs**

1 Les maîtres font passer les épreuves portant sur la branche qu'ils enseignent. S'il est empêché de faire passer une épreuve, le maître demande au directeur des affaires académiques de désigner un autre examinateur.

2 Lorsque plusieurs maîtres font passer une épreuve conjointement, ils le font en général au prorata de la matière qu'ils ont enseignée.

3 Dans la mesure où la présente ordonnance et les règlements d'application du contrôle des études n'en disposent pas autrement, les examinateurs :

- a. donnent aux départements les informations nécessaires sur leurs enseignements pour éditer le livret des cours;
- b. choisissent la matière des épreuves;
- c. informent les étudiants de la matière et du déroulement des épreuves;
- d. formulent les questions des épreuves;
- e. conduisent l'interrogation;
- f. tiennent un procès-verbal (notes manuscrites) de chaque interrogation orale;
- g. apprécient les prestations des candidats;
- h. fixent les notes, les alinéas 3 et 4 de l'article 17 étant réservés;
- i. conservent pendant six mois les notes manuscrites prises durant les épreuves orales ainsi que les travaux écrits, exception faite en cas de recours pendant.

#### **Art. 18 Experts**

1 Un expert est désigné par le directeur des affaires académiques sur proposition de l'examineur et en accord avec le chef du département ou le chef du conseil de la section. Il tient un procès-verbal (notes manuscrites) du déroulement de l'épreuve; ces informations peuvent être demandées par la conférence des notes et le cas échéant par les autorités de recours.



- 2 Dans le cadre des examens propédeutiques et des examens de promotion, un expert doit être présent aux épreuves orales uniquement. Choisi parmi les membres de l'EPFL, il veille au bon déroulement de l'épreuve et joue un rôle d'observateur et de conciliateur. Il ne participe pas à la notation.
- 3 Pour l'examen final de diplôme, un expert, nommé pour chaque épreuve et choisi parmi des personnes externes à l'EPFL, participe à la notation des candidats. Pour les épreuves orales, il joue un rôle d'observateur et de conciliateur et peut intervenir dans l'interrogation.
- 4 Pour l'examen final de diplôme, un expert, nommé pour le travail pratique et choisi parmi des personnes externes à l'EPFL, participe à la notation des candidats. Il veille en outre au bon déroulement de la présentation orale, joue un rôle d'observateur et de conciliateur et peut intervenir dans l'interrogation.

#### **Art. 19 Commissions d'examen**

- 1 Des commissions d'examen peuvent être mises sur pied pour évaluer les prestations fournies dans des branches pratiques. Cette évaluation a lieu à l'occasion d'une présentation orale de ses travaux par l'étudiant.
- 2 Outre l'examineur et l'expert, membre ou non de l'EPFL, ces commissions peuvent comprendre les assistants et les chargés de cours qui ont participé à l'enseignement, ainsi que d'autres professeurs.

#### **Art. 20 Conférence des notes**

- 1 Pour chaque examen, une conférence des notes est organisée. Elle est composée du président de la Commission d'enseignement de l'EPFL qui la préside, du président de la commission d'enseignement du département ou de la section, du directeur des affaires académiques et du chef du service académique. Des suppléants sont admis.
- 2 La conférence des notes est habilitée, lorsque des circonstances particulières le justifient, à modifier une note d'examen avec l'accord de l'examineur et au besoin de l'expert.

#### **Art. 21 Communication des résultats des examens**

- 1 Le directeur des affaires académiques communique par décision aux candidats s'ils ont réussi l'examen ou non.
- 2 La décision fait mention des notes et des crédits obtenus.

#### **Art. 22 Admission à des semestres supérieurs et à l'examen final de diplôme**

- 1 Pour pouvoir s'inscrire au 3ème, ou au 5ème semestre, l'étudiant doit avoir réussi l'examen propédeutique qui le précède. L'étudiant qui est autorisé à se présenter à la session de printemps en application de l'article 16, 1er alinéa, est provisoirement autorisé à suivre l'enseignement du semestre supérieur.
- 2 Pour pouvoir s'inscrire au 7ème semestre, ou à l'examen final de diplôme, l'étudiant doit avoir réussi l'examen de promotion le précédant ou avoir obtenu le nombre de crédits exigés par la section et figurant dans le règlement d'application.
- 3 Les règlements d'application du contrôle des études peuvent en outre prévoir que, pour passer à un semestre supérieur, l'étudiant doit avoir effectué un stage pratique.

#### **Art. 23 Conditions de réussite aux examens**

- 1 Les examens sont réputés réussis lorsque l'étudiant a obtenu une moyenne générale égale ou supérieure à 6 à condition qu'elle ne comprenne aucune note égale à zéro dans les branches pratiques.
- 2 Les règlements d'application du contrôle des études peuvent en outre exiger des conditions particulières supplémentaires.

#### **Art. 24 Répétition d'examens aux 1er et 2ème cycles**

- 1 La répétition porte sur les ensembles de branches dont la moyenne exigée n'est pas atteinte sous réserve de l'article 25 alinéa 8.
- 2 Les règlements d'application du contrôle des études peuvent prévoir qu'une moyenne suffisante dans le groupe des branches théoriques ou dans celui des branches pratiques reste acquise en cas de répétition.
- 3 Lorsqu'une note ou une moyenne égale ou supérieure à 6 dans les branches pratiques est une condition de réussite et que celle-ci n'est pas remplie, l'étudiant est tenu de suivre à nouveau les enseignements pratiques en répétant l'année d'études. Le directeur des affaires académiques fixe les modalités en cas de changement de plan d'études.
- 4 Les règlements d'application, avec système de crédits, fixent les conditions de répétition pour les examens de promotion et pour l'examen final de diplôme.

## Art. 25 Conditions de réussite et système des crédits au 2ème cycle

- 1 A chaque enseignement du deuxième cycle est associé un certain nombre de crédits, correspondant à un volume de travail moyen estimé pour cet enseignement. Les crédits sont précisés dans le règlement d'application.
- 2 L'inscription au travail pratique de diplôme nécessite l'acquisition d'au moins 120 crédits. Les plans d'études sont conçus pour pouvoir les obtenir en deux ans. La durée maximale du 2ème cycle est de quatre ans.
- 3 Les règlements d'application des sections ayant adopté le système de crédits doivent définir :
  - a. la répartition des cours en blocs soumis éventuellement à des conditions particulières;
  - b. le nombre de crédits à obtenir dans chaque bloc;
  - c. les conditions d'obtention des crédits;
  - d. les conditions de passage en semestre supérieur.
- 4 Chaque branche fait l'objet d'un contrôle noté à la fin du semestre ou de l'année. Le ou les crédits sont attribués lorsque la note obtenue dans la branche est égale ou supérieure à 6 si les règlements d'application n'en disposent pas autrement.
- 5 Pour certains blocs spécifiques, l'ensemble de tous les crédits correspondant peut être accordé si la moyenne des notes est suffisante. Pour d'autres, l'ensemble des crédits est accordé si un nombre minimal de branches est réussi.
- 6 Un cours peut être examiné au maximum deux fois.
- 7 Les crédits obtenus dans le cadre d'un programme de mobilité sont considérés comme acquis.
- 8 En cas de répétition, les notes égales ou supérieures à 6 restent acquises, ainsi que les crédits correspondants.
- 9 Les sections sans système propre de crédits, et qui participent aux programmes régis par les règles du système européen de transfert de crédits (ECTS), établissent une liste des unités de crédits accordées à leurs enseignements.

## Art. 26 Diplôme et titre

- 1 L'étudiant qui a réussi l'examen final de diplôme reçoit, en plus de la décision mentionnée à l'article 21, un diplôme muni du sceau de l'EPFL. Celui-ci contient le nom du diplômé, le titre décerné, une éventuelle orientation particulière, les signatures du président et du vice-président de l'EPFL, ainsi que du chef du département ou du président du conseil de la section concernée.
- 2 L'étudiant diplômé est autorisé à porter l'un des titres suivants :

en Génie civil	ingénieur civil (ing.civ.dipl.EPF)
en Génie rural, environnement et mensuration	ingénieur du génie rural (ing.gén. rur.dipl.EPF)
en Génie mécanique	ingénieur mécanicien (ing.méc.dipl.EPF)
en Microtechnique	ingénieur en microtechnique (ing.microtechn.dipl.EPF)
en Electricité	ingénieur électricien (ing.él.dipl.EPF)
en Systèmes de communication (ing.sys.com.dipl.EPF)	ingénieur en systèmes de communication
en Physique	ingénieur physicien (ing.phys.dipl.EPF)
en Chimie	ingénieur chimiste (ing.chim.dipl.EPF)
en Mathématiques	ingénieur mathématicien (ing.math.dipl.EPF)
en Informatique	ingénieur informaticien (ing.info.dipl.EPF)
en Matériaux	ingénieur en science des matériaux (ing.sc.mat.dipl.EPF)
en Architecture	architecte (arch.dipl.EPF)

## Section 4 : Dispositions finales

### Art. 27 Abrogation du droit en vigueur

L'ordonnance du 26 juin 1991 sur le contrôle des études à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne est abrogée.

### Art. 28 Entrée en vigueur

La présente ordonnance entre en vigueur le 5 octobre 1994.

12 juin 1995

Au nom de la direction de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

Le vice-président et directeur de la formation, Professeur D. de Werra  
Le directeur des affaires académiques, P.-F. Pittert

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

Enseignant(s)	Titre du cours	Semestre	Page(s)
Aguet M.	Haute tension	6e	GE 6.2
Allenbach J.-M.	Techniques ferroviaires	8e	GE Pilier 4-p.4
Ansermet J.-Ph.	Mécanique générale I	1er	1.1
Ansermet J.-Ph.	Mécanique générale II	2e	2.1
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
Avellan F.	Hydraulique et thermique	7e	GE pilier 4-p.3
Bachmann O.	Mathématiques (répétition)	1er	1.10
Barmaverain P.	Projet 1er cycle I	1er	1.2
Barmaverain P.	Projet 1er cycle II	2e	2.2
Bergmann A.	Management ressources humaines	8e	GE+IN Pilier Management-p.10
Bonvin D.	Modélisation et simulation I	7e	GE Pilier 3-p.2
Bonvin D.	Modélisation et simulation II	8e	GE Pilier 3-p.5
Boulier P.	Droit international	7e	GE+IN Pilier Management-p.5
Boulier P.	Projet de création d'entreprises	7e/8e	GE+IN Pilier Management-p.6/11
Bühler H.	Electronique industrielle I	7e	GE Pilier 2-p.2
Bühler H.	Electronique industrielle II	8e	GE Pilier 2-p.4
Bühler H.	Mécatronique I	5e	GE 5.2
Bühler H.	Mécatronique II	6e	GE 6.3
Cassat A.	CAO (transducteurs)	8e	GE Pilier 1-p.5
Dalang R.	Algèbre linéaire I	1er	1.3
Dalang R.	Algèbre linéaire II	2e	2.3
Declercq M.	Circuits et systèmes électroniques I	5e	GE 5.3/IN 5.2
Declercq M.	Circuits et systèmes électroniques II	6e	IN Pilier 1-p.2
Declercq M.	Séminaires d'électronique	7e	IN Pilier 1-p.4
Declercq M.	TP d'électronique	5e	IN5.3
Decotignie J.-D.	Concept. syst. programmables I	7e	IN Pilier 4-p.4
Decotignie J.-D.	Concept. syst. programmables II	8e	IN Pilier 4-p.6
De Coulon F.	Information et codage	5e	GE 5.4/IN 5.4
De Coulon F.	Théorie du signal	5e	GE 5.5/IN 5.5
Del Pedro M.	Mécanique des matériaux	6e	GE 6.4
Dembinski P. H	Style de management	6e	GE+IN Pilier Management-p.2
Descombaz P.	Projet 1er cycle III	3e	3.3
Divers	Instruments de travail	1er/2e/3e/4e	1.11/2.11/3.11/4.12
Divers	Instruments de travail	5e/6e/7e/8e	E.N.T. p.4
Divers	Cours STS/Séminaires	5e/6e/7e/8e	E.N.T. p.3
Divers	Biologie et modèles inspirés	6e	GE 6.5/IN 6.2
Dos Ghali J.	Projet Science - Technique - Société	6e	E.N.T. p.2
Drygajlo A.	Traitement de la parole	8e	IN Pilier 2-p.6
Enz C.	Composants électroniques	6e	IN Pilier 1-p.3
Enz C.	Circuits et techniques HF et VHF	7e	IN Pilier 1-p.5
Enz C.	Circuits d'interface	8e	IN Pilier 1-p.7
Faltings B.	Programmation I	1er	1.4
Fivaz R.	Physique générale I	2e	2.4

Fivaz R.	Physique générale II	3e	3.4
Flükiger R.	Supraconducteurs	8e	GE Pilier 5-p.4
Fontolliet P.-G.	Projet 1er cycle III	3e	3.3
Fontolliet P.-G.	Transmission I	6e	IN Pilier 6-p.2
Fontolliet P.-G.	Transmission II	7e	IN Pilier 6-p.4
Fontolliet P.-G.	Réseaux	8e	IN Pilier 6-p.6
Gallay R.	Matériaux de l'électrotechnique	5e	GE 5.6/IN 5.6
Gardiol F.	Electromagnétisme I	3e	3.5
Gardiol F.	Propagation	6e	IN Pilier 5-p.2
Gardiol F.	Hyperfréquences	8e	IN Pilier 5-p.5
Germond A.	Electrotechnique II	2e	2.5
Germond A.	Energie	5e	GE 5.7
Germond A.	Conduite des réseaux I	7e	GE Pilier 5-p.2
Germond A.	Conduite des réseaux II	8e	GE Pilier 5-p.5
Gianola J.-C.	Transmission de chaleur	7e	GE Pilier 1-p.2
Gianola J.-C.	Hydraulique et thermique	7e	GE Pilier 4-p.3
Gillet D.	Systèmes multivariables	7e	GE Pilier 3-p.3
Gotthardt R.	Mechanik I	1er	1.5
Gotthardt R.	Mechanik II	2e	2.6
Haldi P.-A.	Filières de production I	7e	GE Pilier 4-p.2
Hochet B.	VLSI I	6e	IN Pilier 3-p.2
Hubaux J.-P.	Introduction aux réseaux et protocoles	6e	IN Pilier 6-p.3
Hubaux J.-P.	Commutation	7e	IN Pilier 6-p.5
Hubaux J.-P.	Réseaux	8e	IN Pilier 6-p.6
Ianoz M.	Compatibilité électromagnétique	7e	GE Pilier 5-p.3
Ilegems M.	Physique des dispositifs semiconducteurs	5e	IN 5.7
Jufer M.	Electromécanique I	5e	GE 5.8/IN 5.8
Jufer M.	Electromécanique II	6e	GE 6.6
Jufer M.	TP d'Electromécanique	6e	GE 6.7
Jufer M.	Entraînements électriques I	7e	GE Pilier 1-p.3
Kunt M.	Introd. au trait. num. signaux et images	6e	IN Pilier 2-p.2
Kunt M.	Traitement d'images	7e	IN Pilier 2-p.4
Lachaize P.	Projet d'informatique	5e	GE 5.9/IN 5.9
Liebling T.	Eléments recherche opérat. pr l'ingénieur	6e	GE 6.8/IN 6.3
Longchamp R.	Réglage automatique I	5e	GE 5.10/IN 5.10
Longchamp R.	Réglage automatique II	6e	GE 6.9/IN 6.4
Longchamp R.	Réglage automatique III	7e	GE Pilier 3-p.4
Longchamp R.	Réglage automatique IV	8e	GE Pilier 3-p.6
Lundell M.	Programmation II	2e	2.7
Mange D.	Systèmes logiques	1er	1.6
Mange D.	Systèmes microprogrammés	2e	2.8
Matzinger H.	Analyse I (français)	1er	1.7
Matzinger H.	Analyse II (français)	2e	2.9
Mlynek D.	Etat de l'art	6e	GE+IN Pilier Management-p.3
Mlynek D.	Management de projet MBO	6e	GE+IN Pilier Management-p.4
Mlynek D.	VLSI II	7e	IN Pilier 3-p.4
Mlynek D.	VLSI III	8e	IN Pilier 3-p.7
Moinat J.-P.	Programmation III	3e	3.6
Moinat J.-P.	Programmation IV	4e	4.3
Monot R.	Physique générale III	4e	4.4
Mosig J.	Electromagnétisme II	4e	4.5
Mosig J.	Rayonnement et antennes	7e	IN Pilier 5-p.3

Neiryneck J.	Circuits et systèmes I	3e	3.7
Neiryneck J.	Circuits et systèmes II	4e	4.6
Neiryneck J.	Filtres électriques	6e	IN Pilier 2-p.3
Nussbaumer H.	Informatique industrielle I	5e	GE 5.11/IN 5.11
Nussbaumer H.	Informatique industrielle II	6e	GE 6.10/IN Pilier 4-p.2
Nussbaumer H.	Informatique industrielle III	7e	IN Pilier 4-p.5
Nussbaumer H.	Informatique industrielle IV	8e	IN Pilier 4-p.7
Ogorzalek M.	Phénomènes non linéaires	8e	IN Pilier 1-p.8
Paltenghi J.-J.	Management innovation technologique	7e	GE+IN Pilier Management-p.7
Perret F.-L.	Outils de management	7e	GE+IN Pilier Management-p.8
Pleinevaux P.	Informatique industrielle III	7e	IN Pilier 4-p.5
Pleinevaux P.	Informatique industrielle IV	8e	IN Pilier 4-p.7
Rahali F.	Electronique I	3e	3.8
Rahali F.	Electronique II	4e	4.7
Ramseyer C.	Projet 1er cycle I	1er	1.2
Ramseyer C.	Projet 1er cycle II	2e	2.2
Robert Ph.	Electrotechnique I	1er	1.8
Robert Ph.	Electrométrie I	3e	3.9
Robert Ph.	Electrométrie II	4e	4.8
Rossi M.	Propagation	6e	IN Pilier 5-p.2
Rossi M.	Audio I	7e	IN Pilier 5-p.4
Rossi M.	Audio II	8e	IN Pilier 5-p.6
Ruegg A.	Probabilité et statistique I	3e	3.10
Ruegg A.	Probabilité et statistique II	4e	4.9
Rufer A.	Electronique de puissance I	5e/7e	GE 5.12/IN Pilier 1-p.6
Rufer A.	Electronique de puissance II	6e	GE 6.11
Rufer A.	Techniques de conversion I	7e	GE Pilier 2-p.3
Rufer A.	Techniques de conversion II	8e	GE Pilier 2-p.5
Sandoz A.	Systèmes d'exploitation	6e	IN Pilier 4-p.3
Sarlos G.	Filières de production I	7e	GE Pilier 4-p.3
Sarlos G.	Hydraulique et thermique	7e	GE Pilier 4-p.3
Schaller R.	TP de physique générale	4e	4.10
Simond J.-J.	Energétique	4e	4.11
Simond J.-J.	Machines électriques I	6e	GE 6.12
Simond J.-J.	Machines électriques II	7e	GE Pilier 1-p.4
Simond J.-J.	Filières de production II	8e	GE Pilier 4-p.5
Thévenaz L.	Optique technique	5e	IN 5.12
Thévenaz L.	Traitement optique	8e	IN Pilier 2-p.7
Tissot N.	Droit industriel	7e	GE+IN Pilier Management-p.9
Vachoux A.	CAO I (microélectronique)	6e	IN Pilier 3-p.3
Vachoux A.	CAO II (microélectronique)	7e	IN Pilier 3-p.5
Vachoux A.	CAO III (microélectronique)	8e	IN Pilier 3-p.8
Vesin J.-M.	Traitement numérique des signaux	7e	IN Pilier 2-p.5
Vittoz E.	Circuits intégrés analogiques I	7e	IN Pilier 3-p.6
Vittoz E.	Circuits intégrés analogiques II	8e	IN Pilier 3-p.9
Wavre N.	Entraînements électriques II	8e	GE Pilier 1-p.6
Wieser Ph.	Logistique	8e	GE+IN Pilier Management-p.12
Wohlhauser A.	Analyse I (allemand)	1er	1.9
Wohlhauser A.	Analyse II (allemand)	2e	2.10

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

Titre du cours	Enseignant(s)	Semestre	Page(s)
Algèbre linéaire I	Dalang R.	1er	1.3
Algèbre linéaire II	Dalang R.	2e	2.3
Analyse I (allemand)	Wohlhauser A.	1er	1.9
Analyse I (français)	Matzinger H.	1er	1.7
Analyse II (allemand)	Wohlhauser A.	2e	2.10
Analyse II (français)	Matzinger H.	2e	2.9
Analyse III	Arbenz K.	3e	3.1
Analyse IV	Arbenz K.	4e	4.1
Analyse numérique I	Arbenz K.	3e	3.2
Analyse numérique II	Arbenz K.	4e	4.2
Audio I	Rossi M.	7e	IN Pilier 5-p.4
Audio II	Rossi M.	8e	IN Pilier 5-p.6
Biologie et modèles inspirés	Divers	6e	GE 6.5/IN 6.2
CAO I (microélectronique)	Vachoux A.	6e	IN Pilier 3-p.3
CAO II (microélectronique)	Vachoux A.	7e	IN Pilier 3-p.5
CAO III (microélectronique)	Vachoux A.	8e	IN Pilier 3-p.8
CAO (Transducteurs)	Cassat A.	8e	GE Pilier 1-p.5
Circuits d'interface	Enz C.	8e	IN Pilier 1-p.7
Circuits et systèmes électroniques I	Declercq M.	5e	GE 5.3/IN 5.2
Circuits et systèmes électroniques II	Declercq M.	6e	IN Pilier 1-p.2
Circuits et systèmes I	Neiryneck J.	3e	3.7
Circuits et systèmes II	Neiryneck J.	4e	4.6
Circuits et techniques HF et VHF	Enz C.	7e	IN Pilier 1-p.5
Circuits intégrés analogiques I	Vittoz E.	7e	IN Pilier 3-p.6
Circuits intégrés analogiques II	Vittoz E.	8e	IN Pilier 3-p.9
Commutation	Hubaux J.-P.	7e	IN Pilier 6-p.5
Compatibilité électromagnétique	Ianoz M.	7e	GE Pilier 5-p.3
Composants électroniques	Enz C.	6e	IN Pilier 1-p.3
Concept. syst. programmables I	Decotignie J.-D.	7e	IN Pilier 4-p.4
Concept. syst. programmables II	Decotignie J.-D.	8e	IN Pilier 4-p.6
Conduite des réseaux I	Germond A.	7e	GE Pilier 5-p.2
Conduite des réseaux II	Germond A.	8e	GE Pilier 5-p.5
Cours STS/Séminaires	Divers	5e/6e/ 7e/8e	E.N.T. p.3
Droit industriel	Tissot N.	7e	GE+IN Pilier Management-p.9
Droit international	Boulier P.	7e	GE+IN Pilier Management-p.5
Electromagnétisme I	Gardiol F.	3e	3.5
Electromagnétisme II	Mosig J.	4e	4.5
Electromécanique I	Jufer M.	5e	GE 5.8/IN 5.8
Electromécanique II	Jufer M.	6e	GE 6.6
Electrométrie I	Robert Ph.	3e	3.9
Electrométrie II	Robert Ph.	4e	4.8
Electronique I	Rahali F.	3e	3.8
Electronique II	Rahali F.	4e	4.7
Electronique de puissance I	Rufer A.	5e/7e	GE 5.12/IN Pilier 1-p.6
Electronique de puissance II	Rufer A.	6e	GE 6.11
Electronique industrielle I	Bühler H.	7e	GE Pilier 2-p.2
Electronique industrielle II	Bühler H.	8e	GE Pilier 2-p.4
Electrotechnique I	Robert Ph.	1er	1.8
Electrotechnique II	Germond A.	2e	2.5
Éléments recherche opérat. pr l'ingénieur	Liebling T.	6e	GE 6.8/IN 6.3

Energétique	Simond J.-J.	4e	4.11
Energie	Germond A.	5e	GE 5.7
Entraînements électriques I	Jufer M.	7e	GE Pilier 1-p.3
Entraînements électriques II	Wavre N.	8e	GE Pilier 1-p.6
Etat de l'art	Mlynek D.	6e	GE+IN Pilier Management-p.3
Filières de production I	Haldi P.-A.	7e	GE Pilier 4-p.2
Filières de production II	Simond J.-J.	8e	GE Pilier 4-p.5
Filtres électriques	Neiryneck J.	6e	IN Pilier 2-p.3
Haute tension	Aguet M.	6e	GE 6.2
Hydraulique et thermique	Gianola/Sarlos/ Avellan	7e	GE Pilier 4-p.3
Hyperfréquences	Gardiol F.	8e	IN Pilier 5-p.5
Information et codage	De Coulon F.	5e	GE 5.4/IN 5.4
Informatique industrielle I	Nussbaumer H.	5e	GE 5.11/IN 5.11
Informatique industrielle II	Nussbaumer H.	6e	GE 6.10/IN Pilier 4-p.2
Informatique industrielle III	Nussbaumer H./ Pleinevaux P.	7e	IN Pilier 4-p.5
Informatique industrielle IV	Nussbaumer H./ Pleinevaux P.	8e	IN Pilier 4-p.7
Instruments de travail	Divers	1er/2e/ 3e/4e	1.11/2.11/3.11/4.12
Instruments de travail	Divers	5e/6e/ 7e/8e	E.N.T. p.4
Introd. au trait. num. signaux et images	Kunt M.	6e	IN Pilier 2-p.2
Introduction aux réseaux et protocoles	Hubaux J.-P.	6e	IN Pilier 6-p.3
Logistique	Wieser Ph.	8e	GE+IN Pilier Management-p.12
Machines électriques I	Simond J.-J.	6e	GE 6.12
Machines électriques II	Simond J.-J.	7e	GE Pilier 1-p.4
Management innovation technologique	Paltenghi J.-J.	7e	GE+IN Pilier Management-p.7
Management de projet MBO	Mlynek D.	6e	GE+IN Pilier Management-p.4
Management ressources humaines	Bergmann A.	8e	GE+IN Pilier Management-p.10
Matériaux de l'électrotechnique	Gallay R.	5e	GE 5.6/IN 5.6
Mathématiques (répétition)	Bachmann O.	1er	1.10
Mécanique des matériaux	Del Pedro M.	6e	GE 6.4
Mécanique générale I	Ansermet J.-Ph.	1er	1.1
Mécanique générale II	Ansermet J.-Ph.	2e	2.1
Mécatronique I	Bühler H.	5e	GE 5.2
Mécatronique II	Bühler H.	6e	GE 6.3
Mechanik I	Gotthardt R.	1er	1.5
Mechanik II	Gotthardt R.	2e	2.6
Modélisation et simulation I	Bonvin D.	7e	GE Pilier 3-p.2
Modélisation et simulation II	Bonvin D.	8e	GE Pilier 3-p.5
Optique technique	Thévenaz L.	5e	IN 5.12
Outils de management	Perret F.-L.	7e	GE+IN Pilier Management-p.8
Phénomènes non linéaires	Ogorzalek M.	8e	IN Pilier 1-p.8
Physique des dispositifs semiconducteurs	Ilegems M.	5e	IN 5.7
Physique générale I	Fivaz R.	2e	2.4
Physique générale II	Fivaz R.	3e	3.4
Physique générale III	Monot R.	4e	4.4
Probabilité et statistique I	Ruegg A.	3e	3.10
Probabilité et statistique II	Ruegg A.	4e	4.9
Programmation I	Faltings B.	1er	1.4
Programmation II	Lundell M.	2e	2.7
Programmation III	Moinat J.-P.	3e	3.6
Programmation IV	Moinat J.-P.	4e	4.3
Projet d'informatique	Lachaize P.	5e	GE 5.9/IN 5.9
Projet de création d'entreprises	Boulier P.	7e/8e	GE+IN Pilier Management-p.6/11
Projet Science-Technique-Société	Dos Ghali J.	6e	E.N.T. p.2

Projet 1er cycle I	Barmaverain P./	1er	1.2
	Ramseyer C.		
Projet 1er cycle II	Barmaverain P./	2e	2.2
	Ramseyer C.		
Projet 1er cycle III	Descombaz P./	3e	3.3
	Fontolliet P.-G.		
Propagation	Gardiol F./	6e	IN Pilier 5-p.2
	Rossi M.		
Rayonnement et antennes	Mosig J.	7e	IN Pilier 5-p.3
Réglage automatique I	Longchamp R.	5e	GE 5.10/IN 5.10
Réglage automatique II	Longchamp R.	6e	GE 6.9/IN 6.4
Réglage automatique III	Longchamp R.	7e	GE Pilier 3-p.4
Réglage automatique IV	Longchamp R.	8e	GE Pilier 3-p.6
Réseaux	Fontolliet P.-G./	8e	IN Pilier 6-p.6
	Hubaux J.-P.		
Séminaires d'électronique	Declercq M.	7e	IN Pilier 1-p.4
Style de management	Dembinski P.-H.	6e	GE+IN Pilier Management-p.2
Supraconducteurs	Flükiger R.	8e	GE Pilier 5-p.4
Systèmes d'exploitation	Sandoz A.	6e	IN Pilier 4-p.3
Systèmes logiques	Mange D.	1er	1.6
Systèmes microprogrammés	Mange D.	2e	2.8
Systèmes multivariables	Gillet D.	7e	GE Pilier 3-p.3
Techniques de conversion I	Rufer A.	7e	GE Pilier 2-p.3
Techniques de conversion II	Rufer A.	8e	GE Pilier 2-p.5
Techniques ferroviaires	Allenbach J.M.	8e	GE Pilier 4-p.4
Théorie du signal	De Coulon F.	5e	GE 5.5/IN 5.5
TP d'électromécanique	Jufer M.	6e	GE 6.7
TP d'électronique	Declercq M.	5e	IN 5.3
TP de physique générale	Schaller R.	4e	4.10
Traitement d'images	Kunt M.	7e	IN Pilier 2-p.4
Traitement de la parole	Drygajlo A.	8e	IN Pilier 2-p.6
Traitement numérique des signaux	Vesin J.-M.	7e	IN Pilier 2-p.5
Traitement optique	Thévenaz L.	8e	IN Pilier 2-p.7
Transmission de chaleur	Gianola J.-C.	7e	GE Pilier 1-p.2
Transmission I	Fontolliet P.-G.	6e	IN Pilier 6-p.2
Transmission II	Fontolliet P.-G.	7e	IN Pilier 6-p.4
VLSI I	Hochet B.	6e	IN Pilier 3-p.2
VLSI II	Mlynek D.	7e	IN Pilier 3-p.4
VLSI III	Mlynek D.	8e	IN Pilier 3-p.7



<b>Titre : MECANIQUE GENERALE I</b>						
<b>Enseignant : Jean-Philippe ANSERMET, professeur EPFL/DP</b>						
<b>Heures totales :</b> 70		<b>Par semaine :</b> Cours 3			<b>Exercices 2</b>	
<b>Pratique</b>						
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mécanique.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Raccordement ETS.....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

- Etre capable de mettre sous forme mathématique l'expression d'un problème de mécanique :
- représentation géométrique, paramétrisation, choix des repères de projection, inventaire des forces;
  - applications de l'équation de la quantité de mouvement et de la conservation du moment cinétique,
  - résolution des équations différentielles dans les cas élémentaires, discussion qualitative des cas complexes.

**CONTENU**

**Introduction**

Rappel de notions élémentaires de mécanique pour les systèmes à une dimension

**Oscillateur harmonique**

Mouvement oscillatoire libre, amorti, forcé, résonance, facteur de qualité

**Cinématique**

Coordonnées curvilignes, formules de Poisson, vitesse angulaire, corps solide indéformable

**Changement de référentiel**

Calcul de l'accélération (Coriolis), dynamique terrestre, relativité restreinte

**Lois de Newton**

d'un système de points matériels, lois de conservation, énergie, puissance, travail

**Forces**

Friction, gravitation (lois de Kepler, loi de Newton, principe d'équivalence), électromagnétisme, collisions, systèmes ouverts (ex. fusée)

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

**DOCUMENTATION :** 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 des matériaux.

<b>Titre : PROJET 1er CYCLE I</b>						
<b>Enseignant : Pierre BARMAVERAIN, maître de construction EPFL/DGM Claude RAMSEYER, maître de construction EPFL/DGM</b>						
<b>Heures totales :</b> 56		<b>Par semaine :</b> Cours		<b>Exercices</b>		<b>Pratique 4</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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, transmission de forces et d'énergie). Il saura utiliser un logiciel de DAO.

**CONTENU**

**1. Introduction**

Processus de la conception et transmission de l'information; rôle de la DAO/CAO; les divers types de documents graphiques.

**2. Règles du dessin technique**

Traits, lois des projections, nombre min. de vues, coupes, section, rabattements.

**3. Dessin assisté par ordinateur**

Utilisation d'un logiciel de dessin.

**4. Dessin de détail**

Principes de la cotation liés à la fabrication.

**5. Dessin d'ensemble**

Processus de la lecture de dessin. Représentaion symbolique des éléments de machines.

**6. Structure des machines**

Chaîne cinématique, liaisons et degrés de liberté, liaisons et rigidité. Transmission de l'énergie et des efforts, réversibilité. Régimes et stabilité de fonctionnement.

**7. Géométrie et fonctionnement**

Cotation fonctionnelle et ajustements. Tolérances de dimensions et de géométrie. Etats de surface.

**8. Eléments de machines**

Assemblages, guidages, organes de transmission, analyse de leurs conditions de fonctionnement.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Cours ex cathedra / Ex. en salle de dessin et de CAO.

**DOCUMENTATION :** Norme VSM + Feuilles photocopées

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :**

**Préparation pour :** Projet 2e et 3e semestres.

<b>Titre : ALGÈBRE LINÉAIRE I</b>						
<b>Enseignant : Robert DALANG, professeur EPFL/DMA</b>						
<b>Heures totales : 42</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices 1</b>		<b>Pratique</b>
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>					<i>Branches</i>	
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Electricité .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informatique .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ETS .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

L'étudiant devra connaître les techniques du calcul vectoriel et du calcul matriciel, être apte à exécuter les manipulations mathématiques s'y rapportant et être capable d'appliquer ces techniques dans les problèmes issus de son domaine de spécialisation.

**CONTENU**

**1. Espaces vectoriels**

Introduction, vecteurs, combinaisons linéaires, générateurs, dépendance et indépendance linéaires, notions de base et de dimension, produit scalaire, espaces euclidiens.

**2. Systèmes d'équations linéaires**

Réduction d'un système à la forme échelonnée, rang, systèmes homogènes, systèmes inhomogènes, solution générale d'un système.

**3. 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.

**4. Déterminants**

Définition, propriétés, développements suivant une ligne ou une colonne, règle de Cramer, calcul de l'inverse d'une matrice par la méthode des cofacteurs, volume d'un parallélépipède en dimension  $n$ .

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

**DOCUMENTATION :** **Elementary Linear Algebra with Applications**, par H. Anton et C. Rorres, John Wiley & Sons, 1994.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS** Analyse I

*Préalable requis :*  
*Préparation pour :*

<b>Titre : PROGRAMMATION I</b>						
<b>Enseignant : Boi FALTINGS, professeur EPFL/DI</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 1 Exercices			<b>Pratique 2/3*</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Microtechnique .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Mathématiques* .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Savoir utiliser un système informatique et connaître les notions de base en programmation.

**CONTENU**

Utilisation d'un ordinateur et d'un environnement de programmation.

La conception d'un programme.

Forme d'un programme. Déclarations et instructions. Expressions arithmétiques. Types de données élémentaires. Instructions élémentaires d'entrée et sortie.

Fonctions et procédures. Structures conditionnelles. Boucles. Enregistrement et Tableaux. Fichiers séquentiels.

Applications : analyse numérique, simulation.

Introduction à l'algorithmique.

Introduction à l'Intelligence Artificielle et aux systèmes de connaissances.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra. Exercices théoriques et pratiques.

**DOCUMENTATION :** P. Grogono, La Programmation en Pascal, Inter Editions  
 Polycopié Programmation I

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** ---

**Préparation pour :**

<b>Titre : MECHANIK I</b>						
<b>Enseignant : Rolf GOTTHARDT, chargé de cours EPFL/DP</b>						
<b>Heures totales : 70</b>		<b>Par semaine : Cours 3 Exercices 2 - Pratique</b>				
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Génie civil .....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Génie rural .....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mécanique .....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique .....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Matériaux .....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### ZIELSETZUNG

Kennenlernen und Anwenden der allgemeinen Sätze der Kinematik und der Dynamik einzelner Massenpunkte.

Analysieren der Bewegungen von Materie-Systemen und Bestimmen der für ihre Bewegung verantwortlichen Kräfte.

### INHALT

- Kinematik des einzelnen Massenpunktes.

Begriffe : Raum, Zeit  
 Bezugssysteme, Koordinatensysteme  
 Geschwindigkeit, Beschleunigung

- Dynamik des einzelnen Massenpunktes.

Begriffe : Masse, Kraft  
 Newtonsche Gesetze  
 Arbeit, Leistung, kinetische Energie  
 Erhaltungssätze

- Kinematik von nicht-verformbaren Festkörpern.

Eulersche Winkel  
 Rotationsvektor

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** ex cathedra und Uebungen

**DOCUMENTATION :** empfohlene Bücher, korrigierte Uebungen

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** gute Arbiturkenntnisse in Mathematik und Physik  
**Préparation pour :** Mechanik II, "mécanique appliquée", "physique générale"

<b>Titre : SYSTEMES LOGIQUES</b>						
<b>Enseignant : Daniel MANGE, professeur EPFL/DI</b>						
<b>Heures totales : 42</b>		<b>Par semaine : Cours 2 Exercices</b>			<b>Pratique 1</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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**

**Systèmes 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).

**Simplifications des systèmes 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.

**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).

**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.

**Systèmes séquentiels 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 et microprogrammés"* (D. Mange, A. Stauffer)

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** néant  
**Préparation pour :** systèmes microprogrammés

<b>Titre : ANALYSE I</b>						
<b>Enseignant : Heinrich MATZINGER, professeur EPFL/DMA</b>						
<b>Heures totales :</b> 112		<b>Par semaine :</b> Cours 4 Exercices 4			<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité .....	1er	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Génie mécanique .....	1er	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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. LIMITES ET CONTINUITÉ.
- 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-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".
- V. SERIES.
- 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 DIFFERENTIEL 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, tests.

**DOCUMENTATION:**

Textes photocopiés de l'enseignant.

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

Philippin, Cours d'analyse à l'usage des ingénieurs, Les Presses de l'Université de Montreal, ISBN 2-7606-1593-6

Swokowski, Analyse, De Boek-Wesmael S.A. 1993, ISBN 2-8041-1594-1

Pour la formation ultérieure : Kreyszig, Advanced Engineering Mathematics, Wiley & Sons.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis:** Niveau d'une maturité C

**Préparation pour:** Analyse II

<b>Titre : ELECTROTECHNIQUE I</b>						
<b>Enseignant : Philippe ROBERT, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 84</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices 2</b>		<b>Pratique 2</b>
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>						
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Branches</i>	
Electricité .....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

A la fin du cours, 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 et 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. Conducteurs, semiconducteurs, isolants. Courant, lois d'Ohm, de Joule et de Kirchhoff, puissance. Champ et induction magnétiques, perméabilité, potentiel magnétique, théorème d'Ampère, loi d'induction.

**Principaux éléments de circuits**

Modèles de composants d'un circuit électrique : source idéale de tension, de courant; résistance, capacité, inductance, inductance mutuelle. Comportement général, comportement en régime sinusoïdal.

**Calcul des circuits linéaires**

Combinaisons 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 comportant des 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.



<b>Titre : ANALYSIS I (cours en allemand)</b>						
<b>Enseignant : Alfred WOHLHAUSER, professeur EPFL/DMA</b>						
<b>Heures totales :</b> 112		<b>Par semaine :</b> Cours 4. Exercices 4(2) Pratique				
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
MA, PH, INF.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
GC, GR, GM.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EL, MT, MX.....	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**ZIELSETZUNG**

Anwendungsorientierte Basisvorlesung in deutscher Sprache, ausgerichtet auf die Bedürfnisse des Ingenieurs.

**OBJECTIFS**

Cours de base en allemand, orienté vers les applications et les besoins de l'ingénieur.

**INHALT**

- . Stetigkeit und Grenzwerte von Funktionen
- . Komplexe Zahlen
- . Differentialrechnung einer reellen Variablen
- . Integration
- . Unendliche Reihen
- . Der Taylorsche Satz und Potenzreihen
- . Differentialrechnung mehrerer reeller Variabler

**UNTERRICHTSFORM :**

Vorlesung mit Übungen in kleinen Gruppen.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :**

Das mathematische Vokabular wird zweisprachig erarbeitet (d/f).  
Cours, exercices en petits groupes.  
Le vocabulaire mathématique sera travaillé de façon bilingue (d/f).

**DOKUMENTATION :  
DOCUMENTATION :**

Wird in der Vorlesung bekanntgegeben.  
Sera communiquée au cours.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

Basisvorlesung  
Cours de base

<b>Titre : MATHEMATIQUES (Répétition)</b>						
<b>Enseignant : Otto BACHMANN, chargé de cours EPFL/DMA</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 2 Exercices</b>			<b>Pratique</b>	
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>					<i>Branches</i>	
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Toutes.....	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

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

**CONTENU**

- Eléments du calcul différentiel et intégral des fonctions d'une variable
- Eléments d'équations différentielles ordinaires
- Algèbre des nombres complexes
- Calcul vectoriel et matriciel
- Utilisation du programme MATHEMATICA.

**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 :**

<b>Titre : INSTRUMENTS DE TRAVAIL</b>						
<b>Enseignant : DIVERS</b>						
<b>Heures totales :</b>		<b>Par semaine :</b>		<b>Cours</b>	<b>Exercices</b>	<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité .....	1/2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Electricité .....	3/4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Voir livret spécifique des cours disponibles. Ce livret, valable pour toute l'Ecole, peut être obtenu auprès du Service académique.

**CONTENU**

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :**

**DOCUMENTATION :**

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis :*

*Préparation pour :*

<b>Titre : MECANIQUE GENERALE II</b>						
<b>Enseignant : Jean-Philippe ANSERMET, professeur EPFL/DP</b>						
<b>Heures totales : 56</b>		<b>Par semaine : Cours 2 Exercices 2 Pratique</b>				
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mécanique.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Raccordement ETS.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Etre capable de mettre sous forme mathématique l'expression d'un problème de mécanique :

- représentation géométrique, choix des repères de projection, inventaire des forces,
- applications de l'équation du moment cinétique et discussion qualitative,
- calcul de moments d'inertie et de positions de centres de masse
- expression de lagrangiennes, dérivation des équations du mouvement.

**CONTENU**

**Dynamique du corps solide indéformable**

Centre de masse, tenseur d'inertie, moment cinétique, axe de rotation fixe, effets gyroscopiques

**Mécanique analytique**

Equations de Lagrange, traitement des contraintes, oscillations autour d'une position d'équilibre

**Introduction à la mécanique du solide déformable**

Chaînettes et cordes, Notion de contrainte et de déformation, Corps élastique isotrope

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

**DOCUMENTATION :** 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

<b>Titre : PROJET 1er CYCLE II</b>						
<b>Enseignant : Pierre BARMAVERAIN, maître de construction EPFL/DGM Claude RAMSEYER, maître de construction EPFL/DGM</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours</b>		<b>Exercices</b>		<b>Pratique 2</b>
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>					<i>Branches</i>	
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Electricité .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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. Création des documents de réalisation (dessins d'ensemble et de détails, liste des pièces, etc).

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

**DOCUMENTATION :** Fiches polycopiées + documentation professionnelle

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Projet 1er semestre

**Préparation pour :** Projet 3e semestre + Mécanique des matériaux 6e semestre

<b>Titre : ALGEBRE LINEAIRE II</b>						
<b>Enseignant : Robert DALANG, professeur EPFL/DMA</b>						
<b>Heures totales : 42</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices 1</b>		<b>Pratique</b>
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>					<i>Branches</i>	
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Electricité .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informatique .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ETS .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

L'étudiant devra maîtriser les outils nécessaires à la résolution des problèmes liés à la diagonalisation des matrices.

**CONTENU**

**1. Valeurs propres et vecteurs propres**

Définitions et premières propriétés, polynôme caractéristique d'une matrice, diagonalisation d'une matrice, matrices semblables, applications diverses.

**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 :** **Elementary Linear Algebra with Applications**, par H. Anton et C. Rorres, John Wiley & Sons, 1994.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS** Analyse II

*Préalable requis :*

*Préparation pour :*

<b>Titre : PHYSIQUE GENERALE I : Thermodynamique et théorie des ondes</b>						
<b>Enseignant : Roland FIVAZ, professeur EPFL/DP</b>						
<b>Heures totales :</b> 84		<b>Par semaine :</b> Cours 4 Exercices 2 Pratique				
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						<b>Branches</b>
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Racc. ETS EL.....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

- Formuler les principes de la thermodynamique et de la théorie des ondes
- Décrire les transformations thermodynamiques et la propagation des ondes
- Décrire les phénomènes physiques relevant de ces théories et citer les expériences par lesquelles ils sont mis en évidence

**CONTENU**

- Equilibre thermique et chaos moléculaire, équations d'état
- Travail, chaleur, premier principe, rendement des machines thermiques
- Réversibilité, deuxième principe, entropie et potentiels thermodynamiques
- Applications: changements de phases, capillarité, diffusion
- Equations d'onde et solutions, impédance, intensité
- Superpositions d'ondes: réflexion et transmission, ondes stationnaires, interférence et diffraction, dispersion

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

**DOCUMENTATION :** Photocopiés

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Calcul différentiel et intégral, mécanique générale

**Préparation pour :** Cours du 2e cycle

<b>Titre : ELECTROTECHNIQUE II</b>						
<b>Enseignant : Alain GERMOND, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 70</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices 1</b>	<b>Pratique 2</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

L'étudiant sera capable de mettre en équation des circuits linéaires. Il maîtrisera le calcul complexe pour l'analyse des circuits linéaires en régime sinusoïdal. Il maîtrisera également le calcul de circuits triphasés, symétriques et non symétriques. Il sera capable de calculer le comportement transitoire de circuits élémentaires.

**CONTENU**

**Circuits linéaires à constantes concentrées**

Définitions. Rôle de l'étude des circuits linéaires en régime sinusoïdal dans différents domaines de l'électricité : électronique, automatique et énergie électrique.

**Régime sinusoïdal**

Définitions : valeurs instantanées, de crête, efficaces, complexes. Analyse des régimes sinusoïdaux par le calcul complexe. Impédances, admittances. Puissances en régime sinusoïdal. Combinaison d'éléments en série, en parallèle, en étoile, en triangle. Circuits équivalents. Quadripôles.

**Réponse fréquentielle d'un circuit**

Diagrammes polaires d'impédances et d'admittances en fonction de la fréquence. Diagrammes de Bode.

**Systèmes triphasés**

Définitions. Tensions simples et composées. Tensions et courants de phases de l'utilisateur. Courants de lignes. Puissances en régime symétrique. Connexions en étoile et en triangle. Rôle des systèmes triphasés pour le transport et la distribution d'énergie électrique. Danger des installations électriques. Sécurité des personnes et moyens de protection.

**Systèmes triphasés non symétriques**

Sources de tension symétrique avec charge non symétrique. Source non symétrique avec charge symétrique. Coordonnées symétriques.

**Régimes transitoires de circuits linéaires**

Enclenchement et déclenchement de circuits élémentaires (RC, RL, RLC).

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Cours ex cathedra. Exercices et travaux pratiques sur chaque chapitre du cours.

**DOCUMENTATION :** Traité d'électricité, volume I + compléments photocopiés.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Electrotechnique I.  
**Préparation pour :** Tous les cours d'électricité



<b>Titre : MECHANIK II</b>						
<b>Enseignant : Rolf GOTTHARDT, chargé de cours EPFL/DP</b>						
<b>Heures totales : 56</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices 2</b>		<b>Pratique</b>
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>						
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Branches</i>	
					<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Electricité.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Génie civil.....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Génie rural.....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mécanique.....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique.....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Matériaux.....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**ZIELSETZUNG**

Kennlernen und Anwenden der Gesetze der Kinematik und der Dynamik von Materie-Systemen.

Anwenden dieser Gesetze für die Bestimmung des Gleichgewichtes und der Bewegung von Systemen von Massenpunkten und von Festkörpern.

**INHALT**

- Relativbewegungen
  - Relative Bezugssysteme
  - Zerlegung von Geschwindigkeiten und Beschleunigungen
- Dynamik von Materie-Systemen
  - Massenschwerpunkt
  - Impuls
- Dynamik von nicht-verformbaren Festkörpern
  - Trägheitsmoment, Hauptachsen
  - allgemeine Bewegungsgleichungen
- Statik
- Stossmechanik
- Lagrange'sche Mechanik

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** ex cathedra und Uebungen.

**DOCUMENTATION :** empfohlene Bücher, korrigierte Uebungen

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Mécanik I, Analyse I  
**Préparation pour :** "mécanique appliquée", "physique générale".

<b>Titre : PROGRAMMATION II</b>						
<b>Enseignant : Monika LUNDELL, chargée de cours EPFL/DI</b>						
<b>Heures totales : 42</b>		<b>Par semaine : Cours 1 Exercices</b>			<b>Pratique 2/3*</b>	
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>						
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Branches</i>	
					<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Electricité .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Microtechnique .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Mathématiques* .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

- Approfondir les connaissances théoriques et pratiques de programmation en Pascal.
- Aperçu des méthodes de programmation.
- Introduction aux outils informatiques.

**CONTENU**

- Traitement de fichiers structurés.
- Pointeurs.
- Structures de données dynamiques.
- Recursivité.
- Gestion de données.
- Éléments d'algorithmique numérique et non numérique.
- Elaboration d'un système modularisé.
- Utilisation de quelques outils informatiques.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra. Exercices théoriques et pratiques.

**DOCUMENTATION :** P. Grogono, La Programmation en Pascal, Inter Editions

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Programmation I

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

<b>Titre : SYSTEMES MICROPROGRAMMES</b>							
<b>Enseignant : Daniel MANGE, professeur EPFL/DI</b>							
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2		<b>Exercices</b>		<b>Pratique 1</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>							
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>		
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>	
Electricité .....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Raccordement ETS.....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**OBJECTIFS**

Acquisition par les étudiants d'un certain nombre de *méthodes systématiques* permettant la conception et l'analyse de systèmes électroniques digitaux 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**

**Mémoires**

Définition et conception des mémoires vives par assemblage de démultiplexeurs, verrous et multiplexeurs. Réalisation des multiplexeurs par passeurs à 3 états. Introduction des bus.

**Arbres et diagrammes de décision binaire**

Définition, analyse et synthèse des arbres de décision binaire. Transformation des arbres en diagrammes. Réalisation de ces diagrammes par des réseaux de démultiplexeurs (système logique câblé) ou par une machine de décision binaire (système programmé) à deux types d'instructions: test (IF...THEN...ELSE...) et affectation (DO...).

**Sous-programme et procédure**

Réalisation programmée de compteurs et mise en évidence d'un sous-programme. Réalisation d'une procédure unique ou de procédures imbriquées par une machine de décision binaire à pile (stack) exécutant quatre types d'instructions: test, affectation, appel de procédure (CALL...) et retour de procédure (RET). Application: horloge électronique simple.

**Programmes incrémentés**

Adressage des instructions avec incrémentation. Réalisation des programmes incrémentés par une machine à pile avec compteur de programme, décomposée en un séquenceur et une mémoire.

**Programmation structurée**

Définition des quatre constructions de la programmation structurée: affectation, séquence, test et itération. Conception descendante d'un programme. Application au cas de l'algorithme horloger.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Cours-laboratoire intégré.

**DOCUMENTATION :** "Systèmes microprogrammés: une introduction au magicien" (D. Mange)  
 "Travaux pratiques de systèmes logiques et microprogrammés" (D. Mange, A. Stauffer)

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** systèmes logiques  
**Préparation pour :**

<b>Titre : ANALYSE II</b>						
<b>Enseignant : Heinrich MATZINGER, professeur EPFL/DMA</b>						
<b>Heures totales : 84</b>		<b>Par semaine : Cours 4 Exercices 2 Pratique</b>				
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité .....	2e	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Génie mécanique .....	2e	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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. Applications : aires, volumes.
- IX. CHAMPS VECTORIELS PLANS ET POTENTIELS : Intégrales curvilignes planes. Formule de Riemann. 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.
- 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. Equations d'ordre n.
- XII. EQUATIONS LINEAIRES A COEFFICIENTS VARIABLES : L'équation  $y' + a(x)y = f(x)$ . Equations à coefficients analytiques. Equation d'Euler.
- XIII. METHODES PARTICULIERES : Abaissement de l'ordre.

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

Textes photocopiés de l'enseignant.

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

Philippin, Cours d'analyse à l'usage des ingénieurs, Les Presses de l'Université de Montreal, ISBN 2-7606-1593-6

Swokowski, Analyse, De Boek-Wesmael S.A. 1993, ISBN 2-8041-1594-1

Pour la formation ultérieure : Kreyszig, Advanced Engineering Mathematics, Wiley & Sons.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis:** Analyse I

**Préparation pour:** Analyse III

<b>Titre : ANALYSIS II (cours en allemand)</b>						
<b>Enseignant : Alfred WOHLHAUSER, professeur EPFL/DMA</b>						
<b>Heures totales :</b> 112		<b>Par semaine :</b> Cours 4 Exercices 4(2) Pratique				
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
MA, PH, INF.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
GC, GR, GM.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EL, MT, MX.....	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**ZIELSETZUNG**

Anwendungsorientierte Basisvorlesung in deutscher Sprache, ausgerichtet auf die Bedürfnisse des Ingenieurs.

**OBJECTIFS**

Cours de base en allemand, orienté vers les applications et les besoins de l'ingénieur.

**INHALT**

- . Integralrechnung mehrerer reeller Variabler
- . Vektorfelder
- . Differentialgleichungen 1-ter Ordnung
- . Lineare Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten
- . Lineare Differentialgleichungen mit variablen Koeffizienten

**UNTERRICHTSFORM :**

Vorlesung mit Uebungen in kleinen Gruppen.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :**

Das mathematische Vokabular wird zweisprachig erarbeitet (d/f).  
Cours, exercices en petits groupes.  
Le vocabulaire mathématique sera travaillé de façon bilingue (d/f).

**DOKUMENTATION :**

Wird in der Vorlesung bekanntgegeben.

**DOCUMENTATION :**

Sera communiquée au cours.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

Basisvorlesung  
Cours de base

<b>Titre : INSTRUMENTS DE TRAVAIL</b>						
<b>Enseignant : DIVERS</b>						
<b>Heures totales :</b>		<b>Par semaine :</b>		<b>Cours</b>	<b>Exercices</b>	<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité.....	1/2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Electricité.....	3/4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Voir livret spécifique des cours disponibles. Ce livret, valable pour toute l'Ecole, peut être obtenu auprès du Service académique.

**CONTENU**

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :**

**DOCUMENTATION :**

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :**

**Préparation pour :**

<b>Titre : ANALYSE III</b>						
<b>Enseignant : Kurt ARBENZ, professeur EPFL/DMA</b>						
<b>Heures totales : 56</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices 2</b>		<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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, PPUR.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Analyse I et II.

**Préparation pour :** Analyse IV.

<b>Titre : ANALYSE NUMERIQUE I</b>							
<b>Enseignant : Kurt ARBENZ, professeur EPFL/DMA</b>							
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2		<b>Exercices</b> 1		<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>							
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>		
Electricité .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**OBJECTIFS**

Les étudiants seront capables d'appliquer quelques méthodes fondamentales de l'analyse numérique pour résoudre des problèmes d'intérêt pratique.

**CONTENU**

- Méthodes itératives pour la résolution de systèmes d'équations linéaires.
- Méthode des moindres carrés.
- Interpolation polynomiale.
- Résolution d'équations algébriques.
- Intégration et différentiation numérique.
- Intégration d'équations différentielles.

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

**DOCUMENTATION :** Analyse numérique, PPUR

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Analyse I, II. Programmation I, II.

**Préparation pour :**



<b>Titre : PROJET 1er CYCLE III (Construction)</b>						
<b>Enseignant : Pierre DESCOMBAZ, chargé de cours EPFL/DE Pierre-Gérard FONTOLLIET, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours</b>		<b>Exercices</b>		<b>Pratique 2</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
Electricité.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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 (vues et coupes);
- 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 polycopié, normes VSM (extraits).

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Projets de construction I et II.  
**Préparation pour :** Projets de 2e cycle.

<b>Titre : PHYSIQUE GENERALE II : Electrodynamique, hydrodynamique</b>						
<b>Enseignant : Roland FIVAZ, professeur EPFL/DP</b>						
<b>Heures totales :</b> 84		<b>Par semaine :</b> Cours 3 . Exercices 2 Pratique				
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Racc. ETS EL.....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

- Formuler les lois de l'électrodynamique et de l'hydrodynamique
- Décrire les phénomènes physiques relevant de ces théories et citer les expériences par lesquelles ils sont mis en évidence

**CONTENU**

- Electrostatique, magnétostatique; champs dans la matière
- Champs dépendant du temps, loi d'induction, équations de Maxwell, ondes électromagnétiques
- Dynamique des fluides parfaits ou visqueux, équations d'Euler, de Bernoulli, de Navier-Stokes
- Portance, tourbillons, similitude, 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, mécanique générale  
**Préparation pour :** Cours du 2e cycle

<b>Titre : ELECTROMAGNETISME I</b>						
<b>Enseignant : Fred GARDIOL, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2 Exercices 1 Pratique				
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Raccordement ETS.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

A la fin du cours, l'étudiant aura acquis une connaissance fondamentale des lignes de transmission, il sera capable de dimensionner une ligne et d'adapter une charge pour réduire les réflexions et optimiser le transfert de puissance. Il connaîtra les principales propriétés des ondes planes et pourra déterminer les réflexions aux interfaces entre différents milieux. Il aura également acquis des notions fondamentales du rayonnement produit par des antennes et des circuits.

**CONTENU**

1. Définition d'une ligne de transmission: équations des lignes, paramètres primaires d'une ligne.
2. Propagation le long d'une ligne: exposant de propagation, affaiblissement, déphasage, impédance caractéristique, facteur de réflexion, énergies et puissance, graphes de fluence, schémas équivalents, représentations matricielles.
3. Effets des extrémités: terminaison et générateur, abaque de Smith, transfert de puissance, adaptation d'une terminaison, résonances, obstacles périodiques, théorème de Floquet.
4. Transfert de signal entre lignes adjacentes, couplage, diaphonie.
5. Programmes de calcul et de simulation de lignes de transmission.
6. Champs électromagnétiques: définitions, équations de Maxwell, conditions aux limites, propriétés des matériaux, domaines temporel et fréquentiel, potentiels, équations d'ondes, théorème de Poynting, théorème de réciprocité, polarisations.
7. Propagation d'une onde plane dans un milieu isotrope infini. Transmission et réflexion sur une surface de séparation entre deux milieux, réflexion totale, transmission totale. Milieux stratifiés, lignes de transmission équivalentes.
8. Propagation d'une onde sphérique dans un milieu infini. Rayonnement d'une source ponctuelle et d'une source quelconque. Fonctions de Green. Dipôle électrique, Champ lointain et champ proche.
9. Antennes: gain, directivité, rendement, surface de captation, diagramme de rayonnement, transfert de puissance, principaux types d'antennes, réseaux d'antennes.

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

**DOCUMENTATION :** "Electromagnétisme," volume III du Traité d'Électricité de l'EPFL, nouvelle édition remaniée, notes polycopiées

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :**

**Préparation pour :** Pilier IN Ondes

<b>Titre : PROGRAMMATION III</b>						
<b>Enseignant : Jean-Pierre MOINAT, chargé de cours EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 2 Exercices</b>			<b>Pratique</b>	
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>						
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Branches</i>	
Electricité .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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 avec exercices incorporés.

**DOCUMENTATION :** Notes photocopiées.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Programmation I et II

**Préparation pour :** Programmation IV et Projet V informatique

<b>Titre : CIRCUITS ET SYSTEMES I</b>						
<b>Enseignant : Jacques NEIRYNCK, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 1		<b>Exercices 2</b>		
				<b>Pratique</b>		
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>						
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Branches</i>	
					<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Electricité.....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Raccordement ETS.....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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**

**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.

**Analyse des signaux par la transformée de Fourier:** analyse temporelle et analyse fréquentielle; les distributions; la transformée de Fourier; la série de Fourier.

**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.

**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

<b>Titre : ELECTRONIQUE I</b>						
<b>Enseignant : Fouad RAHALI, chargé de cours EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 70</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices 1</b>	<b>Pratique 2</b>	
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>						
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Branches</i>	
					<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Electricité .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Microtechnique .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

A la fin du cours, l'étudiant sera capable de comprendre et de concevoir correctement les circuits électroniques de base. Cet objectif s'appuie notamment sur une connaissance fondamentale des composants électroniques modernes et de leurs propriétés, et la maîtrise de leur mise en oeuvre dans les circuits. L'étudiant aura une approche théorique et également "physique" des phénomènes et des techniques de circuits, et saura interpréter des résultats de calcul ou de mesures. Il aura le sens des approximations et leurs limites de validité.

**CONTENU**

**Cours**

- Introduction
- Circuits passifs
- Le concept d'amplification; amplis idéaux et non-idéaux
- L'amplificateur opérationnel et ses applications
- Composants à semiconducteurs : diodes et transistors
- Les bascules et autres circuits à réaction positive
- Oscillateurs sinusoïdaux
- Utilisation des transistors en commutation : les circuits logiques

**Exercices et travaux pratiques**

Avec les exercices et travaux pratiques, l'étudiant confrontera systématiquement la théorie aux résultats expérimentaux.

Il mettra en oeuvre différents types de circuits intégrés et de composants discrets dans diverses expériences.

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

**DOCUMENTATION :** Notes de cours polycopiées. Notices de laboratoire.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Electrotechnique I + II  
**Préparation pour :** Electronique II

<b>Titre : ELECTROMETRIE I</b>						
<b>Enseignant : Philippe ROBERT, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 42</b>		<b>Par semaine : Cours 1 Exercices</b>			<b>Pratique 2</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
Electricité .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

A la fin du cours, l'étudiant sera 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 de maîtriser les moyens d'analyse des résultats.

**CONTENU**

**Traitement des résultats de mesure**

Procédure générale. 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. Présentation graphique des résultats: histogrammes, diagrammes de dispersion, des fréquences cumulées, de variation des percentiles.

**Modélisation générale d'un système de mesure**

Réponse théorique générale, produit de convolution, modèles pratiques, grandeurs interférentes et modifiantes. Caractéristiques de transfert statique et dynamique. Exemples de calcul de performances.

**Circuits de mesure fondamentaux I**

Circuits symétriques en courant continu et en courant alternatif. Conditions d'équilibre et fonctionnement hors équilibre. Amplificateurs d'instrumentation.

**Méthodes de réduction du bruit I**

Réduction des bruits extrinsèques: raccordements des amplificateurs, mise à terre, circuits de garde.

**Travaux pratiques**

Mesure d'impédance; réduction des bruits extrinsèques: blindages et mise à terre; mesure de condensateurs (pont de Wien); convertisseur D/A, capteur de position; convertisseur A/D.

**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

<b>Titre : PROBABILITES ET STATISTIQUES I</b>						
<b>Enseignant : Alan RUEGG, professeur EPFL/DMA</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2		Exercices 1	Pratique	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Matériaux .....	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Raccordements ETS.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
UNIL Physique						

**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**

- Espaces 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 probabilités 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:** Cours ex cathedra, exercices en groupes

**DOCUMENTATION:** *Probabilités et Statistique*, ouvrage paru aux PPUR

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis:** Analyse I  
**Préparation pour:** Probabilités et Statistique II, électrométrie, traitement des signaux, télécommunications, signaux et information, fiabilité.



<b>Titre : INSTRUMENTS DE TRAVAIL</b>						
<b>Enseignant : DIVERS</b>						
<b>Heures totales :</b>		<b>Par semaine :</b>		<b>Cours</b>	<b>Exercices</b>	<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité .....	1/2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Electricité .....	3/4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Voir livret spécifique des cours disponibles. Ce livret, valable pour toute l'Ecole, peut être obtenu auprès du Service académique.

**CONTENU**

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :**

**DOCUMENTATION :**

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :**

**Préparation pour :**

<b>Titre : ANALYSE IV</b>						
<b>Enseignant : Kurt ARBENZ, professeur EPFL/DMA</b>						
<b>Heures totales : 56</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices 2</b>		<b>Pratique</b>
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>					<i>Branches</i>	
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Electricité .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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, PPUR.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Analyse I, II, III.

**Préparation pour :**

<b>Titre : ANALYSE NUMERIQUE II</b>						
<b>Enseignant : Kurt ARBENZ, professeur EPFL/DMA</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2 Exercices 1			<b>Pratique</b>	
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>						
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Branches</i>	
Electricité .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

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

**CONTENU**

Interpolation par des splines quadratiques et cubiques; résolution de l'équation différentielle de Bessel par des séries entières, fonctions de Bessel; calcul d'intégrales définies et solution numérique de quelques équations aux dérivées partielles; la transformée de Fourier discrète, FFT; la transformée en z avec applications; optimisation linéaire avec programmes.

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

**DOCUMENTATION :** Eléments d'analyse numérique et appliquée, PPUR.

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

**Préalable requis :**

**Préparation pour :**

<b>Titre : PROGRAMMATION IV</b>						
<b>Enseignant : Jean-Pierre MOINAT, chargé de cours EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 14</b>		<b>Par semaine : Cours 1 Exercices</b>			<b>Pratique</b>	
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>						
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Branches</i>	
Electricité .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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 vue 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 avec exercices incorporés.

**DOCUMENTATION :** Notes photocopées.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Programmation I, II et III.

**Préparation pour :** Projet V informatique et divers projets du 2ème cycle.

<b>Titre : PHYSIQUE GENERALE III</b>						
<b>Enseignant : René MONOT, professeur EPFL/DP</b>						
<b>Heures totales : 56</b>		<b>Par semaine : Cours 3 Exercices 1</b>			<b>Pratique</b>	
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>						
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Branches</i>	
Electricité .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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 de Broglie, probabilité de présence.
3. Les postulats de la mécanique quantique. Fonctions d'onde et équation de Schrödinger.
4. Oscillateur harmonique linéaire, molécule biatomique, application au laser moléculaire.
5. Particules et paquets d'onde, relations d'incertitude.
6. Puits et barrières de potentiel, effet tunnel, électron dans un potentiel périodique, modèle des bandes d'énergie, application aux semiconducteurs.
7. Atome d'hydrogène : électron dans un champ de force central, moment cinétique et spin, orbitales atomiques, application à la résonance magnétique, aux lasers.
8. Aperçu des méthodes de calcul approché.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Cours avec exercices intégrés

**DOCUMENTATION :** Bibliographie, notes polycopiées

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Mécanique générale, Physique générale, Analyse  
**Préparation pour :** 2ème cycle

<b>Titre : ELECTROMAGNETISME II</b>						
<b>Enseignant : Juan MOSIG, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 42</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices 1</b>	<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>				<b>Branches</b>		
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité.....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Raccordement ETS.....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Maîtriser les équations de l'Electromagnétisme macroscopique. Connaître les principaux outils mathématiques nécessaires à l'étude des champs électromagnétiques. Etre capable d'appliquer des techniques numériques simples pour résoudre à l'ordinateur des problèmes obéissant aux équations de Laplace et de Poisson.

**CONTENU**

**Champs électriques statiques : méthodes intégrales**

Distribution de charges électriques. Champ électrique et potentiel électrostatique. Théorème de Gauss. Champs créés par distributions simples de charges. Singularités. Conducteurs, capacité et énergie électrostatique. Fonctions de Green et équations intégrales. Méthodes simples de résolution numérique. Exemple : capacité d'un disque et d'un condensateur plan.

**Champs électriques statiques : méthodes différentielles**

Equations de Laplace et de Poisson. Conditions aux limites. Techniques de solution directe. Exemples : la jonction à semiconducteurs p-n, la ligne coaxiale. Techniques analytiques : transformation conforme, séparation de variables. Méthodes numériques pour traitement à l'ordinateur : différences finies, éléments finis. Méthode des images.

**Problèmes de magnétostatique et quasistatique**

Distributions et densités de courant. Equations de la magnétostatique. Champs magnétiques créés par des courants : théorème d'Ampère. Le dipôle magnétique. Le concept de potentiel vecteur. Conditions aux limites et équations intégrales. Matériaux magnétiques. Champs variant lentement dans le temps. Flux magnétique et inductance : application aux calculs d'inductances dans les circuits imprimés.

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

**DOCUMENTATION :** "Electromagnétisme," volume III du Traité d'électricité de l'EPFL, nouvelle édition complètement remaniée, notes supplémentaires photocopiées

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Analyse I et II. Physique générale  
**Préparation pour :** 2e cycle de la section Electricité, en particulier pour les piliers "Ondes", "Electronique", "Télécommunications" et "Electromécanique". Section "Systèmes de Communication".

<b>Titre : CIRCUITS ET SYSTEMES II</b>						
<b>Enseignant : Jacques NEIRYNCK, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 42</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices 1</b>	<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>				<b>Branches</b>		
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Raccordement ETS.....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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**

**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.

**Propriétés générales des réseaux linéaires:** dualité; superposition des effets de sources; réciprocité; méthodes de substitution; multipôles; pulsations propres d'un réseau linéaire.

**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

<b>Titre : ELECTRONIQUE II</b>						
<b>Enseignant : Fouad RAHALI, chargé de cours EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 70</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices 1</b>	<b>Pratique 2</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Microtechnique .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

A la fin du cours, l'étudiant sera capable de comprendre et de concevoir correctement les circuits électroniques de base. Cet objectif s'appuie notamment sur une connaissance fondamentale des composants électroniques modernes et de leurs propriétés, et la maîtrise de leur mise en oeuvre dans les circuits. L'étudiant aura une approche théorique et également "physique" des phénomènes et des techniques de circuits, et saura interpréter des résultats de calcul ou de mesures. Il aura 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
- Amplificateurs linéaires à un transistor (bipolaire et MOS)
- Réponse en fréquence des amplificateurs
- La réaction négative et ses propriétés
- Circuits linéaires à plusieurs transistors

**Exercices et travaux pratiques**

Avec les exercices et travaux pratiques, l'étudiant confrontera systématiquement la théorie aux résultats expérimentaux.

Il mettra en oeuvre différents types de circuits intégrés et de composants discrets dans diverses expériences.

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

**DOCUMENTATION :** Notes de cours photocopiés. Notices de laboratoire

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Electronique I  
**Préparation pour :** Circuits et Systèmes Electroniques



<b>Titre : ELECTROMETRIE II</b>					
<b>Enseignant : Philippe ROBERT, professeur EPFL/DE</b>					
<b>Heures totales : 42</b>		<b>Par semaine : Cours 1</b>		<b>Exercices Pratique 2</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>
Electricité .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Théoriques</b> <input type="checkbox"/> <b>Pratiques</b> <input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

A la fin du cours, l'étudiant sera 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 de maîtriser les moyens d'analyse des résultats.

**CONTENU**

**Méthodes de réduction du bruit II**

Densité spectrale de puissance des bruits thermique, de grenaille (shot noise) et en 1/f. Calcul du bruit dans un système de mesure. Méthodes de réduction du bruit intrinsèque: filtrage, modulation-démodulation synchrone. Méthodes de réduction des bruits extrinsèques: blindage électrostatique, magnétique et électromagnétique.

**Optoélectronique**

Unités radiométriques, diagramme d'émission spatiale des diodes électroluminescentes, utilisation et étalonnage de photodiodes (détecteurs optiques).

**Circuits de mesure fondamentaux II**

Mesure de résistances de valeurs extrêmes, mesure de valeurs de crête, mesure de composants in situ, portes d'échantillonnage.

**Travaux pratiques**

Extraction de signaux noyés dans le bruit par modulation-démodulation synchrone (amplificateur lock-in), caractérisation de l'émission d'une LED, modélisation d'un système de mesure par logiciel spécialisé (LabVIEW).

**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

<b>Titre : PROBABILITES ET STATISTIQUE II</b>						
<b>Enseignant : Alan RÜEGG, professeur EPFL/DMA</b>						
<b>Heures totales : 42</b>		<b>Par semaine: Cours 2 Exercices 1 Pratique</b>				
<b>Destinataires et contrôle des études</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité.....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Raccordement ETS.....		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
UNIL Physique .....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

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

**CONTENU**

- Dépendance stochastique, covariance, coefficient de corrélation linéaire.
- Processus stochastiques stationnaires, ergodicité, densité spectrale de puissance.
- Chaînes de Markov à temps discret; applications à des problèmes de traitement de signaux et de fiabilité.
- Processus de Poisson, signal télégraphique.

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

**DOCUMENTATION:** *Probabilités et Statistique et Processus stochastiques*, ouvrages parus aux PPUR

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis:** Probabilités et Statistique I, Analyse I, Algèbre linéaire I  
**Préparation pour:** Electrométrie, traitement des signaux, télécommunications, signaux et information, fiabilité.

<b>Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE GENERALE</b>						
<b>Enseignant : Robert SCHALLER, chargé de cours EPFL/DP</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours</b>		<b>Exercices</b>		<b>Pratique 2</b>
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>						
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Branches</i>	
Electricité.....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

L'étudiant sera capable de mesurer les paramètres caractéristiques d'un système physique simple, de vérifier les lois de comportement de ce système et d'exploiter les résultats pour développer des petits projets de caractères industriels ou socio-économiques. Il devra faire preuve d'esprit d'initiative et de créativité.

**CONTENU**

Expériences de laboratoire en rapport avec le contenu des cours de mécanique générale et de physique générale, ainsi qu'avec certains enseignements de base dispensés par les départements concernés.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** En laboratoire à raison de 4 h toutes les deux semaines

**DOCUMENTATION :** Notes photocopées

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS** Cours de mathématiques, de mécanique générale et de physique générale

*Préalable requis :*

*Préparation pour :*

<b>Titre : ENERGETIQUE</b>						
<b>Enseignant : Jean-Jacques SIMOND, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 14		<b>Par semaine :</b> Cours		Exercices		Pratique 1
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>						
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Branches</i>	
Electricité .....	4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

A la fin du cours, l'étudiant est capable de mieux percevoir l'étendue et les intérêts du domaine de l'énergie électrique dans une optique multidisciplinaire. Il réalise l'importance du décroisement des disciplines pour un futur ingénieur polytechnicien.

**CONTENU**

Inventaire des formes d'énergies primaires, flux d'énergie, secteurs de consommation, bilans.

Aspects techniques, économiques et écologiques liés à l'énergie électrique.

Description sommaires des filières de production. Système PTDU.

Présentations de réalisations relevant des diverses spécialités du secteur électrique; chaque présentation est relative à l'un des cinq piliers techniques offerts en orientation Génie Electrique.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Cours ex cathedra.

**DOCUMENTATION :** Tirés à part.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Physique, Mécanique, Electrotechnique.

**Préparation pour :** Cours techniques de IIème cycle.

<b>Titre : INSTRUMENTS DE TRAVAIL</b>							
<b>Enseignant : DIVERS</b>							
<b>Heures totales :</b>		<b>Par semaine :</b>		<b>Cours</b>	<b>Exercices</b>	<b>Pratique</b>	
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>							
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Branches</i>		
					<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>	
Electricité .....	1/2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Electricité .....	3/4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**OBJECTIFS**

Voir livret spécifique des cours disponibles. Ce livret, valable pour toute l'Ecole, peut être obtenu auprès du Service académique.

**CONTENU**

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :**

**DOCUMENTATION :**

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis :*

*Préparation pour :*

EPFL-SECTION D'ELECTRICITE

**ENSEIGNEMENT NON TECHNIQUE**

**GENIE ELECTRIQUE et INFOTRONIQUE**

**5e, 6e, 7e et 8e SEMESTRES**

<b>Titre : PROJET SCIENCE - TECHNIQUE - SOCIETE (STS)</b>						
<b>Enseignant : Jacques DOS GHALI, chargé de cours EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 42</b>		<b>Par semaine : Cours</b>		<b>Exercices</b>		<b>Pratique 3</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
Electricité GE + IN.....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Replacer la formation spécialisée que reçoivent les étudiants dans la globalité du milieu au sein duquel ils seront amenés à exercer leur profession : l'entreprise et le monde du travail, l'économie, l'opinion publique, la sphère politique, le contexte social et culturel, l'environnement naturel. Apprendre à dialoguer avec des gens d'autres professions.

**CONTENU**

Le projet STS consiste à traiter un problème technique particulier, en général d'actualité, en tenant compte des aspects de "l'environnement de la technique" : économique, juridique, social, politique, écologique, ....

Chaque étudiant devra effectuer un travail personnel sous la direction d'un professeur ou chargé de cours du Département d'électricité et d'un (ou plusieurs) consultant(s) externe(s) au DE.

Choix d'un sujet par l'étudiant, au milieu du 5e semestre, parmi ceux proposés par les enseignants du DE et listés par thème (communications, énergie, transports, réglage et contrôle, acoustique, formation technique, déchets et pollutions dus à la technique, relations nord-sud / ouest-est, industrialisation, technique biomédicale, éthique, ...).

Remise d'un rapport intermédiaire à la fin du 6e semestre.

Remise d'un mémoire au milieu du 7e semestre. Le rapport mettra en évidence la méthodologie, les résultats principaux de l'étude et l'avis personnel de l'étudiant. Il contiendra également un résumé et une liste de références bibliographiques.

Défense orale à la fin du 7e semestre.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Travail personnel - Séminaires

**DOCUMENTATION :** Selon recherches personnelles et conseils des consultants - Guide STS

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :**

**Préparation pour :**

<b>Titre : COURS SCIENCE - TECHNIQUE - SOCIETE (STS) - Séminaires</b>						
<b>Enseignant : DIVERS</b>						
<b>Heures totales :</b>		<b>Par semaine :</b>		<b>Cours</b>	<b>Exercices</b>	<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité GE + IN.....	5/6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Electricité GE + IN.....	7/8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Voir livret spécifique des cours STS disponibles dans d'autres sections. Ce livret, valable pour toute l'Ecole, peut être obtenu auprès du Service académique.

**CONTENU**

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :**

**DOCUMENTATION :**

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :**

**Préparation pour :**



<b>Titre : INSTRUMENTS DE TRAVAIL</b>						
<b>Enseignant : DIVERS</b>						
<b>Heures totales :</b>	<b>Par semaine :</b>		<b>Cours</b>	<b>Exercices</b>	<b>Pratique</b>	
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>					<i>Branches</i>	
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Electricité GE + IN.....	5/6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Electricité GE + IN.....	7/8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Divers.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Voir livret spécifique des cours disponibles. Ce livret, valable pour toute l'Ecole, peut être obtenu auprès du Service académique.

**CONTENU**

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :**

**DOCUMENTATION :**

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis :*

*Préparation pour :*

EPFL-SECTION D'ELECTRICITE

**ORIENTATION :**  
**GENIE ELECTRIQUE**

**5e SEMESTRE**

<b>Titre : MECATRONIQUE I</b>						
<b>Enseignant : Hansruedi BUHLER, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 2 Exercices</b>			<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité GE.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Le terme "mécatronique" résulte de la contraction des termes mécanique et électronique. La mécatronique est un domaine interdisciplinaire se basant sur la mécanique classique, l'électronique et l'informatique. Ce domaine implique l'ensemble des problèmes pour lesquels une solution efficace peut être trouvée par la combinaison des trois disciplines.

L'objectif de cet enseignement est de présenter la méthodologie de la conception de systèmes mécatroniques et de montrer leur réalisation par l'emploi de capteurs, d'actionneurs et d'un système informatique où les moyens électroniques jouent un rôle primordial.

**CONTENU**

**Introduction** - Définition et exemples de systèmes mécatroniques.

**Spécification et conception d'un système mécatronique** - Problème direct et inverse, spécification et décomposition d'un système mécatronique, aspects mécaniques, aspects de commande et de réglage, ainsi que aspects énergétiques.

**Aspects mécaniques** - Rappel des lois fondamentales de la mécanique. Etablissement des équations de mouvement par la méthode synthétique et par les équations de Lagrange.

**Systèmes mécaniques** - Exemples, engrenages et réducteurs, systèmes mécaniques oscillants, frottement sec, jeu de transmission, limites.

**Capteurs** - Mesure de grandeurs mécaniques, capteurs de position analogiques avec circuits de mesure, capteurs de position digitaux avec circuits logiques, capteurs de vitesse et d'accélération, capteurs de force et de couple.

**Système informatique** - Configuration générale d'un système à microprocesseur, structure de commande et de réglage, programmation en temps réel, problèmes liés aux grandeurs digitales.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra

**DOCUMENTATION :** Cours polycopié

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** --  
**Préparation pour :** Mécatronique II

<b>Titre : CIRCUITS ET SYSTEMES ELECTRONIQUES I</b>						
<b>Enseignant : Michel DECLERCQ, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2		Exercices 1	Pratique	
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>					<i>Branches</i>	
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Electricité GE+IN.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

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

**CONTENU**

**Etude de circuits et systèmes électroniques**

- Amplis différentiels; circuits de traitement pour petits signaux DC
- Réaction négative généralisée
- Stabilité des circuits à réaction négative
- Amplis de puissance
- Alimentations stabilisées
- Conversion A/N et N/A

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

**DOCUMENTATION :** notes de cours polycopiées, articles techniques récents

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Electronique I et II

**Préparation pour :** Circuits et Systèmes Electroniques II

<b>Titre : INFORMATION ET CODAGE</b>						
<b>Enseignant : Frédéric DE COULON, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 2 Exercices</b>			<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
Electricité GE+IN.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Maîtriser les modèles de la théorie de l'information adaptés à la génération, au transfert et à la détection de signaux porteurs d'information en présence éventuelle de perturbations (théorie des communications). A la fin du cours, les étudiants seront capables de calculer l'entropie d'une source ou la capacité d'une voie de communication. Ils sauront comment construire un code efficace permettant de réduire la redondance d'une source primaire. Ils sauront décrire les propriétés et le fonctionnement de codeurs/décodeurs de détection ou de correction d'erreurs.

**CONTENU**

- 1. Introduction à la théorie de l'information**  
définitions et objectifs, relation avec la théorie du signal, mesure de l'information et réduction de redondance, protection de l'information par codage.
- 2. Modélisation des sources d'information**  
entropie, sources discrètes sans mémoires, sources de Markov, sources binaires, sources continues, mesure de redondance et d'efficacité.
- 3. Transfert de l'information**  
transformation, capacité d'une voie de transmission, probabilité d'erreur, théorème fondamental du codage d'une voie perturbée.
- 4. Compression de l'information**  
codage de source sans distorsion: théorème fondamental et codes optimums: code de Huffman et code arithmétique, code sous-optimums, codage de plages; codage avec critère de fidélité, exemples : quantification scalaire et vectorielle, codage différentiel et par prédiction, codage par transformation.
- 5. Codes détecteurs et correcteurs d'erreurs**  
principe du codage par blocs : codes linéaires, codes polynomiaux, codes cycliques, exemples; principe du codage convolutif, algorithme de Viterbi, correction d'erreurs en rafales.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra avec exemples et démonstrations, exercices théoriques et travaux pratiques sur micro-ordinateurs.

**DOCUMENTATION :** notes polycopiées.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Probabilités et statistique

**Préparation pour :** Transmission

<b>Titre : THEORIE DU SIGNAL</b>						
<b>Enseignant : Frédéric DE COULON, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2 Exercices 1			<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						<b>Branches</b>
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité GE+IN.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Systèmes de communication	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informatique IT .....	5 ou 7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Maîtriser les modèles de signaux déterministes et aléatoires, ainsi que ceux des opérations fondamentales de traitement des signaux comme le filtrage, l'analyse spectrale, la modulation, la conversion analogique-numérique. A la fin du cours, les étudiants sauront établir et analyser le schéma-bloc d'un système de traitement des signaux. Ils seront capables d'analyser un signal. Ils disposeront de bases scientifiques pour dresser le cahier des charges de systèmes d'acquisition, de transmission et d'interprétation d'informations.

**CONTENU**

**Introduction**

Classification des signaux et notations particulières.

**Module 1 : Analyse et synthèse des signaux déterministes**

*Représentation des signaux* : espace de signaux, approximation au sens des moindres carrés, développements en série de fonctions orthogonales, représentation par échantillonnage, transformations de Fourier discrète et continue.

*Signaux déterministes* : spectres et corrélations des signaux à énergie finie et à puissance finie, cas particulier des signaux périodiques.

**Module 2 : Analyse des signaux aléatoires**

*Signaux aléatoires* : processus aléatoires, corrélation et densité spectrale, somme et produit de signaux aléatoires, processus gaussiens et de Poisson, introduction aux bruits de fonds.

**Module 3 : Traitement des signaux**

*Opérateurs fonctionnels* : opérateurs linéaires, paramétriques et non linéaires.

*Echantillonnage et numérisation des signaux* : modèles de signaux échantillonnés, théorèmes d'échantillonnage, reconstitution par interpolation ou extrapolation, quantification uniforme.

*Signaux modulés* : signal analytique et enveloppe complexe, représentation des signaux à spectre passe-bande, modulations et démodulations linéaires et non linéaires des signaux à porteuse sinusoïdale.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra avec exemples et démonstrations. Exercices théoriques et travaux pratiques sur micro-ordinateurs. Contrôle continu comptant pour 50% de la note finale par tests sur chaque module, examen final écrit comptant pour 50%.

**DOCUMENTATION :** Vol. VI du Traité d'électricité de l'EPFL et notes photocopiées auxiliaires, logiciels de simulation TSPC et TSMac.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Analyse III, Probabilités et statistique, Circuits et systèmes I (recommandé)  
**Préparation pour :** Transmission, Traitement des signaux.

<b>Titre : MATERIAUX DE L'ELECTROTECHNIQUE</b>						
<b>Enseignant : Roland GALLAY, chargé de cours EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 42</b>		<b>Par semaine : Cours 3 Exercices</b>			<b>Pratique</b>	
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>					<i>Branches</i>	
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Electricité GE+IN.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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 électronique.

**Théorie des bandes d'énergie.**

Modèle de Kronig-Penney, modèle semi-classique, masse effective de l'électron. Notion de trou. Semiconducteurs intrinsèques et extrinsèques. Jonction p-n. Conductivité.

**2. Propriétés magnétiques.**

**Paramagnétisme.**

Théorie de Langevin et de Brillouin.

**Ferromagnétisme.**

Théorie de Weiss, règles de Hund, ferrimagnétisme

**Domaines magnétiques et courbe d'aimantation.**

Configuration des parois de Bloch et énergie interne. Zones réversibles et irréversibles de la courbe d'aimantation.

**3. Propriétés diélectriques**

Polarisations électronique, ionique, moléculaire et interfaciale. Permittivité et pertes dans les diélectriques homogènes et hétérogènes.

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

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

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Physique générale. Electromagnétisme.

**Préparation pour :** Physique des semiconducteurs. Optoélectronique.

<b>Titre : ENERGIE</b>							
<b>Enseignant : Alain GERMOND, professeur EPFL/DE</b>							
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2		<b>Exercices</b> 1		<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>	
Electricité GE.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**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. Etre capable d'analyser un réseau en le décomposant en sous-systèmes. Impact de l'informatique dans l'exploitation des réseaux.

**CONTENU**

**Caractéristiques de la demande**

Puissance, énergie, variations journalières et saisonnières. Monotones de charge.

**Moyens de conversion**

Caractéristiques techniques des 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.

**Evaluation des courts-circuits**

Courts-circuits triphasés symétriques et disymétriques. Calcul des matrices d'impédances directe, inverse et homopolaire.

**Conception des systèmes de protection**

Types de protections des réseaux. Principe de la protection de distance. Sélectivité. Mise à la terre des réseaux.

**Structure et fonctions d'un centre de conduite**

Sécurité et objectifs économiques. Etats du réseau. Equipement des centres de conduite : 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 :** Conduite des réseaux, Haute tension, Compatibilité électromagnétique.



<b>Titre : ELECTROMECHANIQUE I</b>						
<b>Enseignant : Marcel JUFER, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 42</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices 1</b>		<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité GE + IN .....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

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

**CONTENU**

**Méthodes**

- Circuits magnétiques
- Conversion électromécanique
- Comportement dynamique
- Champ tournant et phaseur spatial

**Moteurs**

- Classification
- Transducteurs électromécaniques
- Moteur synchrone : structure et principe  
   marche en circuit ouvert  
   régime auto-commuté  
   générateur
- Moteurs pas à pas

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

**DOCUMENTATION :** Traité Volume IX "Electromécanique"

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Electrotechnique, Physique, Analyse, Electromagnétisme  
**Préparation pour :** Options énergie et automatique

<b>Titre : PROJET D'INFORMATIQUE</b>						
<b>Enseignant : Patrick LACHAIZE, chargé de cours EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours		<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b> 3
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité GE + IN .....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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 programmathèques 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 à réaliser par groupes.

**DOCUMENTATION :**

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Programmation I, II, III et IV.

**Préparation pour :**

<b>Titre :</b> REGLAGE AUTOMATIQUE I							
<b>Enseignant :</b> Roland LONGCHAMP, professeur EPFL/DGM							
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2		<b>Exercices</b> 1		<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>							
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option :</b>	<b>Branches</b>		
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>	
Electricité GE + IN .....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Informatique IT .....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Microtechnique .....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Mécanique .....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Mathématiques .....	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

### OBJECTIFS

L'étudiant maîtrisera les méthodes classiques d'analyse et de synthèse des régulateurs automatiques. Il sera capable de modéliser les systèmes discrets en vue de leur commande par ordinateur.

### CONTENU

**Introduction au réglage automatique :** Qu'est-ce que l'automatique ? Approche systémique. Définitions. Propriétés d'un montage à rétroaction. Régulateur tout-ou-rien. Régulateur proportionnel intégral dérivateur.

**Réglages par calculateur de processus :** Rôles de l'ordinateur en automatique. Principes du réglage numérique. Nécessité d'une théorie des systèmes échantillonnés.

**Echantillonnage et reconstruction :** Échantillonnage. Théorème de l'échantillonnage. Filtre de garde. Reconstruction. Sélection de la période d'échantillonnage.

**Systèmes discrets :** Systèmes discrets au repos, linéaires, causaux et stationnaires. Systèmes représentés par des équations aux différences. Opérateurs avance et retard.

**Transformée en z :** Définitions. Propriétés de la transformée en z. Calcul de la transformée en z inverse. Fonction de transfert.

**Fonction de transfert discrète du système bouclé :** Échantillonnage du système à régler. Modèle de l'algorithme de réglage. Fonctions de transfert discrètes du système bouclé.

**Réponse harmonique :** Fonction de transfert harmonique discrète. Réponse harmonique en boucle ouverte.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra. Démonstration et exercices en salle et au LEAO.

**DOCUMENTATION :** R. Longchamp, *Commande numérique de systèmes dynamiques*, PPUR, 1995.

### LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

**Préalable requis :** Variables complexes, signaux et systèmes.

**Préparation pour :** Réglage automatique II, III, IV.  
Modélisation et simulation I et II.  
Systèmes multivariables.

<b>Titre : INFORMATIQUE INDUSTRIELLE I</b>						
<b>Enseignant : Henri NUSSBAUMER, professeur EPFL/DI</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2 Exercices			<b>Pratique</b> 1	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Informatique.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Electricité GE + IN.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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**

**Structure des systèmes d'informatique industrielle**

**Représentation de l'information et opérations élémentaires**

**Structure et fonctionnement des ordinateurs**

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

**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 cathedra + laboratoire utilisant des stations Macintosh IIcx et des équipements de démonstration spécialisés.

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

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :**

**Préparation pour :** Informatique Industrielle II

<b>Titre : ELECTRONIQUE DE PUISSANCE I</b>							
<b>Enseignant : Alfred RUFER, professeur EPFL/DE</b>							
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2		<b>Exercices</b> 1*		<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>							
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>		
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>	
Electricité GE * .....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Electricité IN-Pilier I .....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**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. Les étudiants connaîtront les relations de base caractérisant le régime permanent des montages de base de l'électronique de puissance.

**CONTENU**

**Introduction**

Convertisseurs statiques, technique de conversion, éléments semiconducteurs de puissance, propriétés fondamentales.

**Conversion continue**

Introduction, convertisseurs de courant, commande du convertisseur de courant, variateur de courant continu, commande du variateur de courant continu, alimentations à découpage, montages Buck, Boost, Flyback, Forward, convertisseurs à résonance.

**Conversion de fréquence**

Introduction, convertisseur de fréquence à circuit intermédiaire à courant continu, convertisseur de fréquence à circuit intermédiaire à tension continue, commande de l'onduleur à pulsation.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra

**DOCUMENTATION :** Livre "Convertisseurs statiques", H. Bühler et notes polycopiées.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** ---

**Préparation pour :** Electronique de puissance II.

EPFL-SECTION D'ELECTRICITE

**ORIENTATION :**

**GENIE ELECTRIQUE**

**6e SEMESTRE**

<b>Titre : HAUTE TENSION</b>					
<b>Enseignant : Michel AGUET, chargé de cours EPFL/DE</b>					
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices 1</b>	<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>
Electricité GE .....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Théoriques</b> <b>Pratiques</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

**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. Origine et propagation des surtensions**

Surtensions internes de manoeuvre, surtensions externes de foudre. Equations des télégraphistes, méthode de Bergeron, méthode des ondes mobiles.

**3. Etudes des champs électriques**

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

**4. Isolants, isolations et systèmes d'isolation**

Isolants gazeux, solides et liquides.

**5. Appareillage de protection contre les surtensions et coordination des isolements**

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

**6. 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.

**7. Appareillage de protection contre les surintensités**

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

**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

<b>Titre : MECATRONIQUE II</b>						
<b>Enseignant : Hansruedi BUHLER, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 2 Exercices</b>			<b>Pratique</b>	
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>					<i>Branches</i>	
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Electricité GE .....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

L'objectif de cet enseignement est de présenter la méthodologie de la conception de systèmes mécatroniques et de montrer leur réalisation par l'emploi de capteurs, d'actionneurs et d'un système informatique où les moyens électroniques jouent un rôle primordial.

**CONTENU**

**Actionneurs** - Considérations générales sur les servomoteurs électriques, servomoteurs à courant continu à aimants permanents et avec commutation électronique, servomoteurs synchrones et asynchrones, servomoteurs pas à pas, servomoteurs reluctants, servomoteurs à entraînement direct, servomoteurs linéaires, électro-aimants, actionneurs hydrauliques et pneumatiques.

**Exemples d'application** - Sustentation magnétique d'une rame de Swissmétró, manipulateur avec maître et esclave, suspension active d'une roue, dispositif anti-blocage, etc.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra et exemples développés en classe

**DOCUMENTATION :** Cours polycopié

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Mécatronique I

**Préparation pour :** --



<b>Titre : MECANIQUE DES MATERIAUX</b>						
<b>Enseignant : Michel DEL PEDRO, professeur EPFL/DGM</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2			<b>Exercices</b> 1	<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
Electricité GE .....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Connaître les lois et théorèmes de base relatifs au comportement des corps solides déformables ainsi que les méthodes d'analyse de systèmes simples. Comprendre le dimensionnement des organes et structures élémentaires de la construction mécanique.

**CONTENU**

- Equilibre intérieur et propriétés des matériaux**  
Généralités - hypothèses fondamentales - efforts intérieurs et contraintes - propriétés mécaniques des matériaux.
- Traction et compression, cisaillement, torsion circulaire, flexion**  
Définitions - calcul des contraintes et des déformations - analyse de l'état de contrainte, cercles de Mohr - énergie de déformation - calcul des déformées.
- Formes quadratiques de l'énergie élastique**  
Théorèmes de Maxwell-Betti, Castigliano et Menabrea - application aux systèmes simples, statiques et hyperstatiques.
- Théorie de l'état de contrainte**  
Théorème de Cauchy - matrice et quadriques des contraintes - calcul des contraintes et directions principales - cas particuliers.
- Critères de rupture de l'équilibre élastique**  
Etats limites, coefficient de sécurité et contrainte de comparaison - critères du plus grand cisaillement, de Mohr et du plus grand travail de distorsion - aspect probabiliste de la sécurité.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** ex cathedra, avec exercices hebdomadaires.

**DOCUMENTATION :** cours polycopié, édition 1987

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Mécanique générale, analyse et algèbre linéaire.  
**Préparation pour :** Mécanique appliquée, Construction des machines.

<b>Titre : BIOLOGIE ET MODELES INSPIRES</b>						
<b>Enseignant : Divers</b> <b>Cours coordonné par Alain GERMOND, professeur EPFL/DE et Jean-Pierre ZRYD, professeur UNIL</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2		<b>Exercices</b> 1		<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>		<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>
Electricité .....		6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Théoriques</b> <input checked="" type="checkbox"/>
.....			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Pratiques</b> <input type="checkbox"/>
.....			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Le cours a pour objectif d'aiguiser la curiosité scientifique de l'étudiant(e), en lui faisant partager la démarche de quelques ingénieurs qui ont réussi à s'inspirer du fonctionnement de systèmes vivants pour réaliser des produits techniques. Plusieurs des exemples qui seront présentés proviendront de projets dans lesquels des chercheurs de l'EPFL et de l'Université de Lausanne sont impliqués.

L'étudiant(e) apprendra à dialoguer avec des collègues d'autres spécialités, et à la fin du cours, il(elle) sera un peu plus ouvert(e) à des problèmes transdisciplinaires. Il(elle) sera amené(e) à une plus grande sensibilité aux modèles inspirés de la biologie.

**CONTENU**

Le cours s'articulera autour des sujets suivants :

- 1 - Effets biologiques de l'électricité  
Connaissances actuelles sur les effets biologiques de faibles champs magnétiques, à haute et à basse fréquence.
- 2 - Réseaux neuronaux  
Modèle du système neuronal et réseaux de neurones artificiels.  
Applications industrielles, en particulier dans le domaine de l'énergie.  
Circuits analogiques inspirés de la biologie.
- 3 - Modélisation de systèmes biologiques complexes  
Modèle du système cardio-vasculaire et application au diagnostic médical.  
Modèles de la perception auditive. Application à l'évaluation des bruits.
- 4 - La photosynthèse  
Analyse de la démarche qui consiste à s'inspirer d'un processus naturel pour créer un outil.  
Description d'un projet industriel : les piles photovoltaïques inspirées de la photosynthèse

Le cours comportera une introduction à la biologie Dans chaque module, l'enseignant(e) présentera la théorie relative au sujet, et insistera sur l'inspiration chimio-biologique. Le professeur responsable du cours présentera chaque module, au début de celui-ci, afin de le placer dans le contexte global.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** cours modulaire  
séances de travaux pratiques (p. ex simulations avec Matlab)

**DOCUMENTATION :** cours photocopié et ouvrages de référence

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :**

**Préalable requis :** analyse, physique

**Préparation pour :**

<b>Titre : ELEMENTS DE RECHERCHE OPERATIONNELLE POUR L'INGENIEUR</b>						
<b>Enseignant : Thomas LIEBLING, professeur EPFL/DMA</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 2 Exercices</b>			<b>Pratique</b>	
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>						
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Branches</i>	
Electricité .....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Les étudiants seront familiarisés avec les notions de l'optimisation et les graphes ainsi qu'avec quelques applications dans la modélisation de problèmes de décision de la gestion et la technique.

**CONTENU**

Programmation linéaire, algorithme du simplexe

Notions sur les graphes : chaînes, chemins, arbres, arborescences, cycles, circuits, problèmes d'affectations et de transport

Programmation dynamique : plus courts chemins, problème du sac de montagne, gestion des stocks

Heuristiques simples de recherche locale itérative pour l'optimisation dans les graphes

Optimisation combinatoire : problèmes d'ordonnancement de cheminement, de routage

Méthodes de dénombrement implicite : programmation en variables binaires

Éléments d'optimisation non-linéaire

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :**

Ex cathédra, exercices en classe

**DOCUMENTATION :**

Notes polycopiées

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis :*

Algèbre linéaire, probabilités

*Préparation pour :*

<b>Titre :</b> REGLAGE AUTOMATIQUE II						
<b>Enseignant :</b> Roland LONGCHAMP, professeur EPFL/DGM						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2		<b>Exercices</b> 1		<b>Pratique</b>
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>						
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Branches</i>	
					<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Electricité GE + IN .....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informatique IT .....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique .....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mécanique .....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mathématiques .....	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

L'étudiant maîtrisera les méthodes d'analyse et de synthèse des régulateurs numériques.

**CONTENU**

**Stabilité :** Stabilité BIBO. Critères algébriques. Critère de Nyquist discret. Marges de gain et de phase. Erreurs permanentes.

**Numérisation :** Numérisation d'un régulateur analogique. Régulateur proportionnel intégral. dérivateur numérique.

**Synthèse discrète :** Réponse à des signaux standard. Erreurs permanentes. Marges de gain et de phase. Amortissement du régime transitoire. Sensibilité. Fonction de transfert harmonique en boucle fermée. Synthèse du régulateur dans le lieu des pôles. Synthèse du régulateur dans les diagrammes de Bode. Prédicteur de Smith.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra. Démonstrations et exercices en salle.

**DOCUMENTATION :** R. Longchamp, *Commande numérique de systèmes dynamiques*, PPUR, 1995.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Réglage automatique I.  
**Préparation pour :** Réglage automatique III, IV.  
 Modélisation et simulation I et II.  
 Systèmes multivariables.

<b>Titre : MACHINES ELECTRIQUES I</b>						
<b>Enseignant : Jean-Jacques SIMOND; professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2		<b>Exercices</b> 1		<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
Electricité GE .....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

A la fin du cours, l'étudiant sera capable d'utiliser diverses méthodes pour prévoir le comportement et les contraintes en régime stationnaire des types les plus importants de machines électriques de moyenne et de grande puissances.

**CONTENU**

**Transformateur**

Morphologie, rappel des équations fondamentales; transformateurs triphasés, indice horaire, marche en parallèle, charge asymétrique.

**Machine asynchrone**

Morphologie, schéma équivalent transformé selon Thévenin; modes de fonctionnement en génératrice, en moteur et en frein; auto-excitation; techniques de démarrage, réglage de vitesse, alimentation par convertisseur de fréquence.

**Machine synchrone**

Morphologie, machines à rotor cylindrique et à pôles saillants en régime permanent non saturé et saturé; diagrammes de tension, couple synchrone, puissance synchronisante, stabilité statique, diagramme de puissance, topogramme; essais à vide, en court-circuit sur charge inductive, en excitation négative et à faible glissement; alimentation par convertisseur de fréquence.

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

**DOCUMENTATION :** Cours polycopié.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Electrotechnique, Electromécanique, Mécanique des Matériaux.  
**Préparation pour :** Piliers techniques de l'orientation Génie Electrique.

**ORIENTATION :**  
**GENIE ELECTRIQUE**

**Piliers techniques, semestres 7 et 8**

<b>Titre : TRANSMISSION DE CHALEUR</b>						
<b>Enseignant : Jean-Claude GIANOLA, professeur EPFL/DGM</b>						
<b>Heures totales :</b> 14		<b>Par semaine :</b> Cours 1		<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
Electricité GE-Pilier 1 .....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

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

- d'analyser les questions de transmission de chaleur
- de 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****Généralités**

Transferts thermiques dans les matériels électriques et électroniques. Problèmes avec ou sans source. Les trois modes de transmission de la chaleur.

**Rayonnement**

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

**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.

**Convection**

Libre, forcée ou mixte. Similitude de la transmission de la chaleur par convection. Analyse dimensionnelle. 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 ou 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.

**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.

**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 et entraînement électriques filières de production II

<b>Titre : ENTRAÎNEMENTS ELECTRIQUES I</b>						
<b>Enseignant : Marcel JUFER, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
Electricité GE-Pilier 1.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Microtechnique .....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Les étudiants seront capables de choisir un système d'entraînement électrique adapté à une application. Il s'agira aussi bien du choix du moteur que des périphériques d'alimentation, de protection et de réglage. Ils seront également à même de choisir une modélisation adéquate.

**CONTENU****Introduction**

- Objectif de l'enseignement. Champ d'application. Aspect synthétique.

**Organe entraîné**

- Caractéristiques externes, démarrage, charge-vitesse, puissance, inertie.

**Transmission**

- Système de transmission. Optimisation du rapport de transmission : accélération, résolution.
- Caractérisation. Lissage du couple.

**Aspects thermiques**

- Caractérisation thermique. Résistance thermique équivalente. Constante de temps thermique.

**Alimentation et commande**

- Réseau. Adaptation de tension. Adaptation de courant. Démarrage, freinage. Redresseurs.
- Convertisseurs à commutation. Commandes de commutation. Protection et réglage.

**Caractérisation des moteurs**

- Caractéristiques de couple. Relation couple-inertie. Pré-dimensionnement

**Caractéristiques externes des principaux moteurs**

- Caractéristiques de couple, de puissance et de rendement. Caractéristiques de réglage. Moteurs synchrones, auto-synchrones, courant-continu, asynchrones, spéciaux.

**Caractérisation d'un entraînement**

- Méthodologie de choix.

**Synthèse des paramètres de choix****Exemples.**

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra avec démonstration expérimentales et exercices.

**DOCUMENTATION :** Notes polycopiées

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Electromécanique, Machines Electriques, Réglage automatique.

**Préparation pour :** Conception électromécanique. Electronique Industrielle II.



<b>Titre : MACHINES ELECTRIQUES II</b>								
<b>Enseignant : Jean-Jacques SIMOND, professeur EPFL/DE</b>								
<b>Heures totales :</b> 28		<b>Par semaine :</b> Cours 2			<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>								
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>			
Electricité GE - Pilier 1 .....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Théoriques</b>		<b>Pratiques</b>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

A la fin de ce cours, l'étudiant sera capable d'utiliser diverses méthodes pour choisir, concevoir et modéliser les types les plus importants de machines électriques de moyenne et de grande puissances. Il sera en mesure de prévoir le comportement et les contraintes en régimes stationnaire et transitoire en tenant compte des interactions entre la machine électrique et les autres éléments d'un système de production d'énergie ou d'entraînement électrique.

**CONTENU****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.

Modélisation, essais spéciaux.

Etude de différents régimes transitoires : enclenchement, déclenchement, réenclenchement, démarrage, court-circuit, auto-excitation, effet de la saturation.

Régulation de vitesse : alimentation, commande, fonctions de transfert, comportement transitoire.

Alimentation par convertisseurs de fréquence.

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

**DOCUMENTATION :** Cours photocopié.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Electrotechnique, Electromagnétisme, Electromécanique, Analyse, Mécanique des Matériaux.

**Préparation pour :** Travail pratique de diplôme dans les disciplines : électromécanique - machines électriques - études de réseaux électriques et de systèmes de production d'énergie ou d'entraînements électriques.

<b>Titre : CAO (TRANSDUCTEURS)</b>						
<b>Enseignant : Alain CASSAT, chargé de cours EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 42</b>		<b>Par semaine : Cours 2 Exercices</b>			<b>Pratique 1</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
Electricité GE-Pilier 1.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Maîtriser la méthodologie de conception de systèmes électromagnétiques et électromécaniques.

**CONTENU**

Les particularités des systèmes électromagnétiques. L'imbrication des circuits électriques et magnétiques.

Limites des matériaux : la saturation, l'échauffement

Principes de la conception. Marche à suivre.

Processus itératif.

**Transducteurs :** électro-aimant  
électro-aimant polarisé  
système oscillant.

**Moteurs :** moteur réluctant  
moteur électromagnétique  
moteur réluctant polarisé  
moteur à excitation  
moteur triphasé

Applications en utilisant des programmes existants.

Conception d'un logiciel pour une application simple.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Cours ex cathedra et travail sur PC

**DOCUMENTATION :** Polycopié réunissant des publications et des rapports

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Electromagnétisme, Electromécanique

**Préparation pour :** Machines électriques, Entraînements électriques

<b>Titre : ENTRAÎNEMENTS ÉLECTRIQUES II</b>						
<b>Enseignant : Nicolas WAVRE, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité GE-Pilier 1 .....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique .....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Les étudiants seront capables de choisir un système d'entraînement électrique adapté à une application. Il s'agira aussi bien du choix du moteur (compte tenu de son principe de fonctionnement) que des périphériques d'alimentation et de réglage. Ils seront à même de faire l'analyse du problème posé et la synthèse de la solution la mieux adaptée. Les notions de coût et de fiabilité seront toujours étroitement associées aux choix proposés. Les étudiants seront également informés sur les méthodes de calcul et de dimensionnement applicables.

**CONTENU****1. Introduction**

Analyse des entraînements électriques selon la puissance, le couple et la vitesse. Comparaison avec les systèmes pneumatiques et hydrauliques.

Situation des entraînements linéaires directs par rapport aux entraînements indirects. Notions de rigidité.

**2. Entraînements synchrones**

- Le moteur à réluctance synchrone ou différentielle. Caractéristiques externes et applications.

- Le moteur pas à pas réluctant, hybride ou à aimant. Caractéristiques externes, alimentation et applications.

- Le moteur synchrone à excitation séparée et à aimants permanents.

- Le moteur synchrone auto-commuté et à courant continu sans collecteur. Variantes de construction et applications.

- Le moteur à hystérésis.

**3. Entraînements linéaires**

- Moteur linéaire à induction. Effet pelliculaire, de bords et d'extrémités. Caractéristiques externes. Applications industrielles.

- Moteur linéaire pas à pas. Applications et problèmes d'entrefer mécaniques.

- Servo moteurs linéaires à courant continu avec et sans collecteur.

- Moteur linéaire pour faible courses, électrodynamique (voix-coil), électromagnétique et réluctant. Applications industrielles.

**4. Synthèse**

Critères de choix entre une solution traditionnelle et spéciale. Prise en compte de l'environnement industriel.

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

**DOCUMENTATION :** Notes polycopiées.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Electromécanique, Machines électriques, entraînements électriques I

**Préparation pour :** Dimensionnement des machines électriques. Electronique industrielle

## ORIENTATION GENIE ELECTRIQUE

### **Pilier ELECTRONIQUE INDUSTRIELLE**

**Coordinateur Prof. H.R. Bühler**

#### **Objectifs**

Les objectifs du pilier d'Electronique industrielle sont de présenter les bases de la conception de systèmes d'électronique de puissance, de sensibiliser les étudiants aux problèmes existant entre les systèmes énergétiques et les systèmes de réglage et de commande et de servir d'intermédiaire entre les piliers d'électromécanique et de réglage automatique.

Les étudiants seront capables d'analyser et de modéliser un système d'électronique de puissance, de choisir convenablement des convertisseurs statiques comme alimentation et amplificateurs de puissance et de concevoir un système de réglage et de commande industriel. Ils connaîtront en outre les applications dans les domaines de la mécatronique et de la production, distribution et utilisation de l'énergie électrique.

#### **Eléments essentiels du contenu**

Le pilier d'Electronique industrielle contient les cours :

- Electronique de puissance I et II,
- Mécatronique I et II,
- Techniques de conversion I et II,
- Electronique industrielle I et II.

Le cours d'électronique de puissance présente les éléments semi-conducteurs de puissance idéaux, les convertisseurs statiques (conversion continue et conversion de fréquence) ainsi que leur application dans différents domaines.

Le cours de mécatronique met en évidence les possibilités offertes par l'électronique et l'informatique pour augmenter les performances des systèmes mécaniques.

Le cours de techniques de conversion traite des semi-conducteurs de puissance modernes et leur utilisation, des méthodes de simulation de systèmes d'électronique de puissance et de quelques applications spéciales et futures.

Le cours d'électronique industrielle est consacré au traitement de systèmes d'électronique de puissance du point de vue du réglage automatique, en présentant la modélisation et la conception de ces systèmes, ainsi que des applications dans plusieurs domaines.

#### **Projets et travaux pratiques**

Le Laboratoire d'électronique industrielle offre des projets de semestre et de diplôme ainsi que des travaux pratiques (laboratoires avancés). Il y a des projets liés à l'électronique de puissance, à la conception de systèmes automatiques et à la mécatronique. Les travaux comprennent des études théoriques, des simulations numériques ainsi que des réalisations pratiques.

<b>Titre : ELECTRONIQUE INDUSTRIELLE I</b>						
<b>Enseignant : Hansruedi BUHLER, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 3			<b>Exercices</b>	
<b>Pratique</b>						
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité GE-Pilier 2.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Les étudiants seront capables de maîtriser les problèmes de réglage et de commande de systèmes liés à l'électronique de puissance. Ils connaîtront d'une part la modélisation des convertisseurs statiques et des machines électriques du point de vue de l'automatique et d'autre part la conception et la réalisation des réglages industriels. Ces méthodes seront appliquées à des cas concrets, comme des entraînements réglés, ainsi que des installations pour la production et la distribution de l'énergie électrique.

**CONTENU**

**Introduction** - Conception des systèmes automatiques liés à l'électronique de puissance.

**Modélisation des convertisseurs statiques** - Modèles au niveau montage, au niveau bornes et comme système pseudo-continu pour les convertisseurs de courant, les variateurs de courant continu et les onduleurs à pulsation; modèle pseudo-continu de la commande.

**Modélisation des machines électriques** - Modèle du système à régler électromagnétique pour les machines à courant continu, asynchrones et synchrones; modèle du système à régler mécanique.

**Systèmes de réglage industriels** - Structure des circuits de réglage, réglage en cascade; réglages analogiques et digitaux; régulateurs classiques (PI, PID), régulateurs d'état; dimensionnement par traitement pseudo-continu; problèmes particuliers : limitation et quantification; réglage par mode de glissement.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra, exemples développés en classe

**DOCUMENTATION :** Cours photocopié

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Electronique de puissance I, II

**Préparation pour :** Electronique industrielle II

<b>Titre : TECHNIQUES DE CONVERSION I</b>						
<b>Enseignant : Alfred RUFER, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 28		<b>Par semaine :</b> Cours 2			<b>Exercices</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Pratique</b>	
					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité GE-Pilier 2.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Acquérir les connaissances nécessaires pour concevoir et modéliser les systèmes de l'électronique de puissance. L'étudiant sera capable de prévoir le comportement et les contraintes des composants actifs et passifs, et de connaître les éléments additionnels mis en jeu pour la conversion statique d'énergie électrique.

**CONTENU**

Composants actifs et passifs de l'électronique de puissance, éléments additionnels et de mesure, géométries et systèmes mécaniques, calcul de grandeurs non sinusoïdales, simulation des systèmes d'électronique de puissance.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Cours ex cathedra, démonstrations

**DOCUMENTATION :** Cours photocopié

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Cours d'électronique de puissance I et II

**Préparation pour :** Techniques de conversion II

<b>Titre : ELECTRONIQUE INDUSTRIELLE II</b>									
<b>Enseignant : Hansruedi BUHLER, professeur EPFL/DE</b>									
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 3			<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b>		
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>									
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>				
Electricite GE-Pilier 2.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**OBJECTIFS**

Les étudiants seront capables de maîtriser les problèmes de réglage et de commande de systèmes liés à l'électronique de puissance. Ils connaîtront d'une part la modélisation des convertisseurs statiques et des machines électriques du point de vue de l'automatique et d'autre part la conception et la réalisation des réglages industriels. Ces méthodes seront appliquées à des cas concrets, comme des entraînements réglés, ainsi que des installations pour la production et la distribution de l'énergie électrique.

**CONTENU**

**Applications dans le domaine des entraînements réglés à vitesse variable -** Considérations générales; réglage des courants d'induit et d'excitation pour la machine à courant continu; réglage du flux et du couple électromagnétique pour les machines asynchrones et synchrones (imposition indirecte du flux, orientation par rapport au flux rotorique); réglage de vitesse et de position.

**Applications dans le domaine de la production et de la transmission d'énergie électrique -** Réglage de tension, d'alternateurs synchrones; réglage de la puissance réactive par compensateurs statiques; réglage de puissance optimal lors de la conversion d'énergie solaire et de la conversion d'énergie éolienne.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra, exemples développés en classe

**DOCUMENTATION :** Cours photocopié

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Electronique industrielle I

**Préparation pour :** --

<b>Titre : TECHNIQUES DE CONVERSION II</b>						
<b>Enseignant : Alfred RUFER, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 2 Exercices</b>			<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité GE-Pilier 2.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Acquérir des connaissances sur les systèmes et applications spéciales de la conversion d'énergie électrique. L'étudiant sera en mesure de concevoir et de choisir des systèmes de conditionnement d'énergie électrique, d'en connaître les propriétés stationnaires et dynamiques. L'étudiant sera entraîné à mettre en évidence les avantages d'une solution technique par rapport à une autre.

**CONTENU**

Réaction des réseaux d'alimentation, interfaces réseaux à faible distorsion. Conversion d'énergie électrique pour le stockage, éléments de base, couplage réseau-batteries (BESS Battery Energy Storage System), les systèmes SMES (Superconducting Magnetical Energy Storage), accumulateurs inertiels.

Conditionnement des réseaux.

Echange de puissance 50 Hz/16 2/3 Hz.

Onduleurs à niveaux multiples.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Cours ex cathedra

**DOCUMENTATION :** Cours polycopié

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Cours d'électronique de puissance I et II, Techniques de conversion I

**Préparation pour :**



# ORIENTATION GENIE ELECTRIQUE

**Pilier**                    **REGLAGE AUTOMATIQUE**

**Coordinateur Prof. R. Longchamp**

## **Objectifs du pilier**

L'étudiant sera capable de modéliser et de simuler sur ordinateur une large classe de systèmes dynamiques. Il sera en mesure d'explorer leur structure, d'en identifier les paramètres et de les analyser en tirant profit de logiciels modernes. Par ailleurs, l'étudiant maîtrisera des algorithmes avancés permettant de commander les systèmes dynamiques. Un accent particulier est mis sur les méthodes adaptatives, permettant un auto-ajustement du régulateur au processus à régler sur les méthodes fondées sur la logique floue, et sur les méthodes d'état. Le pilier exhibe une forte couleur multidisciplinaire. Les outils utilisés sont élaborés avec une vision système et peuvent ainsi être exploités dans une large palette de domaines, allant d'installations électriques, mécaniques et chimiques jusqu'aux processus biologiques et économiques.

## **Eléments du contenu**

### ***Modélisation et simulation I***

Modélisation - Modèles de représentation non paramétriques - Modèles de représentation paramétriques.

### ***Réglage automatique III***

Régulateur polynomial - Identification - Commande adaptative.

### ***Modélisation et simulation II***

Modèles de connaissance - Optimisation - Simulation continue.

### ***Réglage automatique IV***

Introduction à la logique floue - Régulateurs flous - Exemples d'application - Apprentissage des règles linguistiques - Régulateurs PID flous - Analyse de stabilité.

### ***Systèmes multivariables***

Introduction à la représentation d'état, à l'estimation d'état au moyen d'un observateur linéaire et aux méthodes de réglage d'état classiques.

## **Projets et travaux pratiques**

Des projets aux 7ème et 8ème semestres, ainsi que des projets de diplôme, sont offerts. Des travaux pratiques sont prévus au 7ème semestre.

Lausanne, le 15 juin 1995

RL/mc

<b>Titre : MODELISATION ET SIMULATION I</b>							
<b>Enseignant : Dominique BONVIN, professeur EPFL/DGM</b>							
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>							
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>		
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>	
Informatique IT.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Electricité GE - Pilier 3 .....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Génie mécanique .....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Microtechnique .....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Physique.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**OBJECTIFS**

L'étudiant sera capable de modéliser et de simuler sur ordinateur une large classe de systèmes dynamiques. Il sera en mesure d'élaborer la structure, d'identifier les paramètres et d'étudier le comportement de systèmes linéaires et non linéaires. Il maîtrisera les possibilités offertes par certains logiciels modernes d'analyse (MATLAB) et de simulation numérique (SIMULINK).

**CONTENU**

**Modélisation** : Processus, systèmes et modèles. Types de modèles. Méthodes de représentation. Systèmes continus et discrets. Exemples.

**Modèles de représentation non paramétriques** : Réponse indicielle et impulsionnelle. Méthode de corrélation. Analyse fréquentielle. Analyse spectrale.

**Modèles de représentation paramétriques** : Choix structurels. Identification des paramètres. Modèles du bruit. Aspects pratiques de l'identification. Validation du modèle. Identification en boucle fermée.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT** : Cours avec exemples et exercices intégrés. Utilisation de logiciels modernes d'analyse et de simulation numérique.

**DOCUMENTATION** : Cours photocopié "Identification de systèmes dynamiques".

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis** : Réglage Automatique I et II.

**Préparation pour** :

<b>Titre :</b> SYSTEMES MULTIVARIABLES						
<b>Enseignant :</b> Denis GILLET, chargé de cours EPFL/DGM						
<b>Heures totales :</b> 28		<b>Par semaine :</b> Cours 2 Exercices			<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité GE - Pilier 3 .....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Génie mécanique .....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique .....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

L'étudiant sera capable d'élaborer la description d'une large classe de systèmes dynamiques multivariables. Il sera en mesure d'étudier leur comportement, de faire ressortir leurs propriétés intrinsèques et de les exploiter dans un contexte d'estimation et de commande multivariables.

**CONTENU**

**Représentation d'état:** Représentation d'état analogique et discrète. Linéarisation. Discrétisation et discrétisation inverse. Solution des équations dynamiques. Formes modales. Gouvernabilité, observabilité et stabilité. Théorie de la réalisation. Réduction d'ordre et découplage.

**Estimation d'état:** Observateur d'état linéaire.

**Réglage d'état:** Réglage d'état par placement de pôles (Ackermann). Réglage optimal (Riccati).

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Cours avec exemples et exercices intégrés. Utilisation de logiciels modernes d'analyse et de simulation numérique.

**DOCUMENTATION :** Cours photocopié "Systèmes multivariables".

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Réglage Automatique I et II.

**Préparation pour :**

<b>Titre : REGLAGE AUTOMATIQUE III</b>						
<b>Enseignant : Roland LONGCHAMP, professeur EPFL/DGM</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b>
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>						
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Branches</i>	
					<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Electricité GE - pilier 3.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informatique IT.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Génie mécanique.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mathématiques.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

L'étudiant sera en mesure de synthétiser des régulateurs polynomiaux. Il maîtrisera des algorithmes d'identification de systèmes dynamiques et pourra réaliser des algorithmes de commande adaptative. Il sera capable d'implanter des régulateurs fondés sur la logique floue (fuzzy logic).

**CONTENU**

**Régulateur RST** : Définitions. Synthèse du régulateur RST. Effets d'un intégrateur. Amplitudes de la grandeur de réglage. Commande a priori.

**Identification** : Régression linéaire. Application à l'identification des systèmes dynamiques. Méthode des moindres carrés. Méthode des moindres carrés pondérés. Méthode des moindres carrés récurrents. Méthode des moindres carrés pondérés récurrents.

**Commande adaptative** : Commande adaptative par placement des pôles. Auto-ajustement d'un régulateur RST. Auto-ajustement d'un régulateur PID. Régulateur à gains programmés.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT** : Ex cathedra. Démonstrations et exercices en salle.

**DOCUMENTATION** : R. Longchamp, *Commande numérique de systèmes dynamiques*, PPUR, 1995.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis** : Réglage automatique I et II.  
**Préparation pour** : Réglage automatique IV.

<b>Titre :                    MODELISATION ET SIMULATION II</b>						
<b>Enseignant :        Dominique BONVIN, professeur EPFL/DGM</b>						
<b>Heures totales :    28</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>			<b>Exercices                    Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Informatique IT.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Electricité GE - Pilier 3 .....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Génie mécanique .....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique .....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Physique.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

L'étudiant sera capable de modéliser et de simuler sur ordinateur une large classe de systèmes dynamiques. Il sera en mesure d'élaborer la structure, d'identifier les paramètres et d'étudier le comportement de systèmes linéaires et non linéaires. Il maîtrisera les possibilités offertes par certains logiciels modernes d'analyse (MATLAB) et de simulation numérique (SIMULINK).

**CONTENU**

**Modèles de connaissance :** Procédure de modélisation. Exemples mécaniques, électriques, électromécaniques, hydrauliques, thermiques et chimiques. Identification des paramètres. Etude de sensibilité. Linéarisation.

**Optimisation numérique :** Formulation du problème. Algorithmes d'optimisation. Convergence. Optimisation sous contraintes.

**Simulation numérique :** Objectifs de la simulation. Phases et organisation logique de la simulation. Vérification et validation.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT**

Cours avec exemples et exercices intégrés. Utilisation de logiciels modernes d'analyse et de simulation numérique.

**DOCUMENTATION**

Cours polycopié "Modélisation et simulation de systèmes dynamiques".

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :**                Réglage Automatique I et II.

**Préparation pour :**

<b>Titre :</b> REGLAGE AUTOMATIQUE IV						
<b>Enseignant :</b> Roland LONGCHAMP, professeur EPFL/DGM						
<b>Heures totales :</b> 28		<b>Par semaine :</b> Cours 2		<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité GE - Pilier 3 .....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informatique IT .....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique .....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Génie mécanique .....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mathématiques .....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

L'étudiant sera capable d'analyser et de dimensionner des régulateurs fondés sur la logique floue.

**CONTENU**

**Introduction à la logique floue :** Théorie des ensembles flous. Propriétés des ensembles flous. Opérations sur les ensembles flous. Relations floues.

**Régulateurs flous:** Variables floues. Règles floues. Mémoire associative floue. Défuzzification. Exemples. Problèmes numériques.

**Exemples d'application :** Machine à laver. Auto focus d'un appareil photographique. Réglage de température. Réglage de force.

**Apprentissage des règles linguistiques :** Identification des règles à partir d'essais expérimentaux. Application au problème de parcage. Prévion de séries temporelles.

**Régulateurs PID flous :** Règles linguistiques pour des régulateurs de type P, PI, PD et PID. Equivalence entre des régulateurs PID et flous.

**Analyse de stabilité :** Rappels. Critère de Popov. Critère du cercle. Application aux régulateurs flous.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra. Démonstrations et exercices en salle.

**DOCUMENTATION :** Cours polycopié édité par l'Institut d'automatique.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Réglage automatique I, II et III.

**Préparation pour :**

## **ORIENTATION GENIE ELECTRIQUE**

### **Pilier PRODUCTION ET UTILISATION**

**Coordinateur Prof. J.J. Simond**

#### **Objectifs**

L'objectif majeur de ce pilier est de conférer à nos étudiants une base de connaissances élargies des filières de production et d'utilisation de l'énergie électrique. Les enseignements proposés s'appuient sur les préalables acquis en 3ème année; ils débordent d'un cadre spécifiquement électrique en s'inscrivant dans une optique système. Les étudiants sont sensibilisés à l'importance du décloisonnement des disciplines pour un futur ingénieur polytechnicien.

Les étudiants seront capables d'analyser et de modéliser un système de production ou d'utilisation d'énergie électrique en tenant compte des interactions entre les divers éléments. Ils seront également capables de dialoguer valablement avec des ingénieurs relevant des domaines non électriques concernés.

#### **Éléments essentiels du contenu**

- Filières de production I & II.
- Hydraulique et thermique (centrales électriques).
- Techniques ferroviaires.

Le cours filières de production I présente les caractéristiques essentielles des processus les plus importants de conversion à partir des diverses formes d'énergies primaires. Il s'agit d'une approche englobant les enjeux, les aspects liés à l'économie, à la sécurité, à la fiabilité et aux impacts sur la santé et l'environnement.

Le cours hydraulique et thermique est consacré à la technologie des principaux types de centrales électriques. L'accent est mis sur les notions situées côté machine primaire, à l'interface des domaines respectifs.

Les cours filières de production II et techniques ferroviaires sont des approfondissements spécifiquement électriques dans les domaines alternateurs, moteurs, entraînements de puissance à vitesse variable et traction électrique.

#### **Projets et travaux pratiques**

Le LEME offre des projets de semestre et de diplôme ainsi que des travaux pratiques avancés dans les disciplines décrites ci-dessus. Ces projets impliquent des études théoriques, des simulations, ainsi que des vérifications expérimentales. Les projets proposés s'inscrivent parfois dans le cadre des activités de recherche et de développement de l'unité ou dans celui des mandats industriels qui nous sont confiés.

07.05.92

JJS/ag

<b>Titre : FILIERES DE PRODUCTION I</b>						
<b>Enseignant : Pierre-André HALDI, chargé de cours EPFL/DGC</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
Electricité GE - Pilier 4 .....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

A la fin de ce cours, l'étudiant électricien est capable d'analyser, dans une optique système, et de comparer entre elles les diverses filières de production d'électricité en s'appuyant sur les différents critères qu'il y a lieu de considérer.

**CONTENU****Les enjeux énergétiques**

Socio-économie de l'énergie. Agents énergétiques, bilans, ressources et réserves; électricité, évolution et perspectives.

**Filières de production d'électricité**

Techniques de production à partir des diverses énergies primaires (fossiles, nucléaire, renouvelables : hydraulique, solaire, éolienne). Caractéristiques techniques principales, perspectives.

**Critères de performances**

Performances économiques, sécurité et fiabilité des diverses filières; qualité des composants; méthodes de l'analyse prévisionnelle de la sécurité; analyse probabilistique de la sécurité des centrales.

**Impacts des systèmes de production sur la santé et l'environnement**

Nature des effets et problèmes méthodologiques; analyse et évaluation des risques; problème de l'acceptation.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Cours ex cathedra.

**DOCUMENTATION :** Notes de cours.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Tronc commun 3ème année Génie Electrique.

**Préparation pour :** Centrales hydrauliques et thermiques, Filières de production II, Travail pratique de diplôme dans le domaine des systèmes de production d'énergie.



**Titre : HYDRAULIQUE ET THERMIQUE (CENTRALES)**

**Enseignant : François AVELLAN, Jean-Claude GIANOLA , professeurs EPFL/DGM  
Gérard SARLOS, professeur EPFL/DGC**

**Heures totales : 42**      **Par semaine : Cours 2 Exercices 1 Pratique**

**Destinataires et contrôle des études :**

Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Electricité GE - Pilier 4 .....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## OBJECTIFS

A la fin de ce cours, l'étudiant électricien est apte à dialoguer avec ses collègues thermiciens ou hydrauliciens. Il comprend le fonctionnement des machines primaires. Il connaît leurs caractéristiques externes dont il sait tenir compte lors de l'étude du comportement, de la conception et de l'exploitation d'un système de production d'énergie.

## CONTENU

### Centrales thermiques fossiles

Rappels de thermodynamique, cycles thermiques, réglage de puissance, cycles combinés, cycles de moteurs à combustion interne ou externe. Composants d'une centrale. Installations de cogénération. Comparaison des technologies, perspectives. Exploitation, régimes transitoires.

### Centrales nucléaires

Physique des réacteurs nucléaires, notions générales, constitution des principaux types de réacteurs, caractéristiques générales et organisation des centrales à eau légère.

### Centrales hydrauliques

Caractéristiques générales du site (énergie-débit). Types d'aménagements. Composants et caractéristiques des machines (Pelton, Francis, Kaplan, Pompes, Pompes turbines).

### Autres unités de puissance

Compresseurs industriels, pompes à chaleur, unités à vitesse variable.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Cours ex cathedra.

**DOCUMENTATION :** Résumés et notes de cours. Turbomachines Hydrauliques, P. Henry, PPUR, 1992.

## LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

**Préalable requis :** Tronc commun 3ème année Génie Electrique.

**Préparation pour :** Filières de production II, travail pratique de diplôme dans le domaine des systèmes de production d'énergie.

<b>Titre : TECHNIQUES FERROVIAIRES</b>						
<b>Enseignant : Jean-Marc ALLENBACH, chargé de cours EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 2 Exercices</b>			<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
Electricité GE - Pilier 4 .....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

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

- coordonner les notions de machines électriques, d'électronique de puissance, de mécanique et de réglage, dans une perspective système, pour un véhicule électrique;
- appréhender les problèmes spécifiques 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 de la puissance électrique, des puissances mécaniques 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 à rhéostat et à hacheur. Méthodes d'alimentation (gradation, couplages, shuntage). Services auxiliaires.
7. Traction à courant monophasé à moteurs "directs" (pour mémoire) et à moteurs à courant "redressé". Graduation, alimentation. Services auxiliaires.
8. Traction avec moteurs sans collecteur.
9. Traction thermoélectrique.
10. Réglages simples, électromécaniques, électroniques.
11. Tractions 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. Livre «Traction électrique», PPUR, 1994.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Electromécanique, Machines Electriques, Entraînements électriques, Mécanique des matériaux, réglage.

**Préparation pour :** Travail de diplôme pratique en traction ou dans les domaines voisins.

<b>Titre : FILIERES DE PRODUCTION II</b>						
<b>Enseignant : Jean-Jacques SIMOND, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2		<b>Exercices</b> 1	<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
Electricité GE - Pilier 4 .....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Les étudiants seront capables d'utiliser les modèles des types les plus courants de machines électriques pour la simulation en régime dynamique de systèmes de production d'énergie ou d'entraînements électriques.

**CONTENU**

Modélisation des éléments autres que les machines électriques.

Etudes de cas importants en pratique, analyse des résultats, validation des modèles. Exemples :

- machines spéciales;
- techniques de démarrage des groupes moto-générateurs;
- sollicitations en torsion de la ligne d'arbres d'un alternateur;
- systèmes d'entraînements à vitesse variable
- réseaux îlotés;
- réseaux multi-machines;
- éléments de dimensionnement;
- techniques d'essais spéciaux.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Cours ex cathedra.

**DOCUMENTATION :** Cours polycopié.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Tronc commun 3e année Génie Electrique et piliers techniques apparentés.  
**Préparation pour :** Travail pratique de diplôme dans les disciplines : électromécanique - machines électrique - études de réseaux électriques et de systèmes de production d'énergie ou d'entraînements électriques.

## **ORIENTATION GENIE ELECTRIQUE**

### **Pilier TRANSPORT ET DISTRIBUTION**

**Coordinateur Prof. A. Germond**

#### **Objectifs**

L'objectif du pilier "Transport et Distribution" est de compléter les notions de base acquises en 3e année, dans le sens d'un approfondissement des méthodes modernes et des dispositifs mis en oeuvre pour garantir l'exploitation sûre et économique des grands réseaux électriques. Les étudiants seront capables d'analyser le fonctionnement d'un grand système et d'évaluer de façon critique le choix des méthodes et des solutions techniques pour la gestion et l'exploitation des réseaux.

Les étudiants seront sensibilisés à la nature pluridisciplinaire du domaine, en particulier au rôle de l'informatique, de la transmission de l'information dans un environnement électromagnétique perturbé, et aux nouvelles techniques faisant appel aux matériaux supraconducteurs.

#### **Eléments essentiels du contenu**

Dans le domaine des la conduite réseaux, l'enseignement se concentre sur le fonctionnement et les méthodes d'analyse des grands réseaux, particulièrement les problèmes de gestion optimale, du réglage et de la sécurité en faisant appel aux méthodes de calcul numérique pour la simulation et l'optimisation et aux méthodes de l'intelligence artificielle (réseaux de neurones et systèmes experts) pour les fonctions de diagnostic et de surveillance. L'analyse de la stabilité des réseaux implique une interaction étroite avec le comportement des machines électriques et les méthodes de l'automatique.

Cet aspect système est complété par le volet matériel qui dans les cours de haute tension et de supraconductivité présente les propriétés des isolants, des supraconducteurs à haute température et les méthodes d'essais.

Le cours de Compatibilité Electromagnétique établit un pont entre les problèmes de l'énergie et de la transmission de l'information en traitant à l'aide de modèles les problèmes de perturbations de l'information et de l'électronique sensible. L'aspect modélisation est complété par des notions pratiques de protection (blindage et filtrage).

#### **Projets et travaux pratiques**

Des travaux de semestre et de diplôme liés à des projets de recherche, mandatés par l'industrie ou financés dans le cadre de projets européens, donnent la possibilité aux étudiants de parfaire leur formation. Pour permettre des travaux de modélisation numérique le laboratoire est équipé de stations graphiques et d'un ensemble de logiciels spécialisés. De plus, des travaux pratiques au laboratoire de haute tension et en compatibilité électromagnétique donnent la possibilité de traiter de façon pratique les techniques d'essai du matériel électrique et de tester les moyens de protection de l'appareillage électronique contre les perturbations.

<b>Titre : CONDUITE DES RESEAUX I</b>						
<b>Enseignant : Alain GERMOND, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2		Exercices 1	Pratique	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité GE - Pilier 5 .....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mathématiques .....	5 ou 7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Approfondir les méthodes de simulation numérique et le rôle de l'informatique pour la gestion et l'exploitation des réseaux électriques. A la fin du cours, les étudiant(e)s connaîtront les fonctions d'un centre de conduite de réseau électrique moderne, les contraintes posées par le temps réel, et seront capables d'évaluer de façon critique le choix des modèles, ainsi que les possibilités et les limites des méthodes analytiques. Ils comprendront le principe des méthodes basées sur le traitement de la connaissance (systèmes experts) et sur l'apprentissage (réseaux de neurones).

**CONTENU**

**Rôle de la simulation numérique** pour la planification et l'exploitation des réseaux.

Développement des méthodes de calcul.

**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).

**Stabilité et comportement dynamique**

Définitions : stabilité statique, transitoire et à long terme. Cas d'une machine reliée à un réseau infini. Critère d'égalité des aires.

**Stabilité multimachines**

Techniques de calcul numérique. Choix des modèles. Identification des paramètres à partir de mesures. Equivalents dynamiques. Méthodes de traitement sur calculateurs parallèles.

**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.

**Simulateurs de réseaux**

Spécifications de simulateurs pour la reconstitution de défaillances et la formation du personnel.

Aspects matériel et logiciel. Réalisations industrielles.

**Conception et utilisation de programmes de calcul**

Structure des programmes. Résolution de problèmes par les étudiants à l'aide de programmes industriels.

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

**DOCUMENTATION :** Traité d'électricité, volume XII et cours polycopié.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Analyse numérique

**Préparation pour :** Conduite des réseaux II

<b>Titre : COMPATIBILITE ELECTROMAGNETIQUE</b>						
<b>Enseignant : Michel IANOZ, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 2 Exercices</b>			<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité GE - Pilier 5 .....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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. Mécanisme du couplage 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 électriques à basse et haute tension**  
Harmoniques, microcoupures, parallélisme entre réseaux de transport d'énergie et réseaux de télécommunication, sursensions dans l'appareillage électronique de gestion et protection.
- 4. Perturbations dans les réseaux de télécommunication**  
Paramètres caractéristiques des systèmes rayonnants (antennes, radars). Emissions intentionnelles, rayonnement hors-bande des émetteurs radioélectriques, des émetteurs-recepteurs mobiles. Interférences sur des lignes de télécommunications, de transmission de données et réseaux d'ordinateurs.
- 5. Perturbations à front très raide dues aux décharges électrostatiques**  
Causes, effets et moyens de s'en protéger.
- 6. Perturbations dans les circuits électroniques**  
Couplage par impédance commune et par diaphonie, parasites hors les fréquences de coupuré des filtres, couplage par rayonnement. Mesures de protection.et méthodes de calcul.
- 7. Moyens d'intervention en CEM**  
Blindage, filtage, mises à la terre, utilisation de supresseurs. Coordination des supresseurs. 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 :**

<b>Titre : SUPRACONDUCTEURS</b>						
<b>Enseignant : René FLÜKIGER, professeur Université de Genève</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité GE-Pilier 5 .....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Le but de ce cours est d'abord la connaissance des propriétés spécifiques des matériaux supraconducteurs. Les effets de la microstructure cristalline sur la densité de courant critique sont discutés. Les méthodes de fabrication de fils et de rubans à base de supraconducteurs classiques ( $NbTi$  et  $Nb_3Sn$ ) ainsi que des supraconducteurs à haut  $T_c$  sont présentées.

L'étudiant comprendra ensuite le fonctionnement des dispositifs existants basés sur ces éléments et sera capable d'évaluer leurs applications potentielles dans le domaine de l'énergie électrique.

**CONTENU****Propriétés des supraconducteurs**

Caractéristiques électrique et magnétique en courant constant et en courant variable, état mixte et intermédiaire, mécanisme du transport de courant, propriétés thermiques, pertes en courant alternatif.

**Fils et rubans supraconducteurs**

Fabrication de fils et de câbles, stabilité thermique, pertes en régime variable.

**Exemples d'applications dans le domaine de l'énergie électrique**

- transport d'énergie (câbles)
- bobines supraconductrices
- stockage d'énergie
- confinement magnétique dans des réacteurs à fusion
- disjoncteurs, limiteurs de courant
- transformateurs

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Cours ex cathedra avec études de cas

**DOCUMENTATION :** Notes photocopiées

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Matériaux de l'électronique

**Préparation pour :**

<b>Titre : CONDUITE DES RESEAUX II</b>						
<b>Enseignant : Alain GERMOND, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2		<b>Exercices</b> 1	<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité GE - Pilier 5 .....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mathématiques.....	6 ou 8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Approfondir les méthodes de simulation numérique et le rôle de l'informatique pour la gestion et l'exploitation des réseaux électriques. A la fin du cours, les étudiant(e)s connaîtront les fonctions d'un centre de conduite de réseau électrique moderne, les contraintes posées par le temps réel, et seront capables d'évaluer de façon critique le choix des modèles, ainsi que les possibilités et les limites des méthodes analytiques. Ils comprendront le principe des méthodes basées sur le traitement de la connaissance (systèmes experts) et sur l'apprentissage (réseaux de neurones).

**CONTENU****Objectifs de l'exploitation et de la gestion des réseaux**

Sécurité et objectif économique.

**Surveillance et analyse de sécurité en temps réel**

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

**Equivalents de réseaux en régime stationnaire**

Echanges de données entre centres de conduite.

**Equilibre entre la production et la consommation**

Réglage primaire, secondaire et dispatching économique (sans pertes, avec pertes et avec contraintes). Réglage et optimisation 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.

**Systèmes experts dans les réseaux électriques**

Introduction. Applications: diagnostic d'alarmes, analyse de sécurité et reconfiguration des réseaux de distribution.

**Application des réseaux de neurones artificiels dans les réseaux électriques**

Introduction. Applications à la prévision de la charge et à l'analyse de sécurité.

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

**DOCUMENTATION :** Traité d'électricité, volume XII et cours photocopié.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Analyse numérique, Conduite des réseaux I

**Préparation pour :**



EPFL-SECTION D'ELECTRICITE

**ORIENTATION :**

**INFOTRONIQUE**

**5e SEMESTRE**

<b>Titre : CIRCUITS ET SYSTEMES ELECTRONIQUES I</b>						
<b>Enseignant : Michel DECLERCQ, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2		Exercices 1		Pratique
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité GE+IN.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

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

**CONTENU**

**Etude de circuits et systèmes électroniques**

- Amplis différentiels; circuits de traitement pour petits signaux DC
- Réaction négative généralisée
- Stabilité des circuits à réaction négative
- Amplis de puissance
- Alimentations stabilisées
- Conversion A/N et N/A

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

**DOCUMENTATION :** notes de cours polycopiées, articles techniques récents

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Electronique I et II

**Préparation pour :** Circuits et Systèmes Electroniques II

<b>Titre : T.P. D'ELECTRONIQUE</b>						
<b>Enseignant : Michel DECLERCQ, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 56</b>		<b>Par semaine : Cours</b>		<b>Exercices</b>		<b>Pratique : 4</b>
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>						
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Branches</i>	
					<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Electricité IN.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Microtechnique.....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Acquérir la pratique des notions apprises 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. Polycopiés du cours Circuits et systèmes électroniques

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Electronique I et II

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

<b>Titre : INFORMATION ET CODAGE</b>						
<b>Enseignant : Frédéric DE COULON, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 2 Exercices</b>			<b>Pratique</b>	
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>					<i>Branches</i>	
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Electricité GE+IN.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Maîtriser les modèles de la théorie de l'information adaptés à la génération, au transfert et à la détection de signaux porteurs d'information en présence éventuelle de perturbations (théorie des communications). A la fin du cours, les étudiants seront capables de calculer l'entropie d'une source ou la capacité d'une voie de communication. Ils sauront comment construire un code efficace permettant de réduire la redondance d'une source primaire. Ils sauront décrire les propriétés et le fonctionnement de codeurs/décodeurs de détection ou de correction d'erreurs.

**CONTENU**

- 1. Introduction à la théorie de l'information**  
définitions et objectifs, relation avec la théorie du signal, mesure de l'information et réduction de redondance, protection de l'information par codage.
- 2. Modélisation des sources d'information**  
entropie, sources discrètes sans mémoires, sources de Markov, sources binaires, sources continues, mesure de redondance et d'efficacité.
- 3. Transfert de l'information**  
transinformation, capacité d'une voie de transmission, probabilité d'erreur, théorème fondamental du codage d'une voie perturbée.
- 4. Compression de l'information**  
codage de source sans distorsion: théorème fondamental et codes optimums: code de Huffman et code arithmétique, code sous-optimums, codage de plages; codage avec critère de fidélité, exemples : quantification scalaire et vectorielle, codage différentiel et par prédiction, codage par transformation.
- 5. Codes détecteurs et correcteurs d'erreurs**  
principe du codage par blocs : codes linéaires, codes polynomiaux, codes cycliques, exemples; principe du codage convolutif, algorithme de Viterbi, correction d'erreurs en rafales.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra avec exemples et démonstrations, exercices théoriques et travaux pratiques sur micro-ordinateurs.

**DOCUMENTATION :** notes photocopiées.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Probabilités et statistique

**Préparation pour :** Transmission

<b>Titre : THEORIE DU SIGNAL</b>						
<b>Enseignant : Frédéric DE COULON, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2		<b>Exercices</b> 1		<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité GE+IN.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Systèmes de communication	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informatique IT .....	5 ou 7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Maîtriser les modèles de signaux déterministes et aléatoires, ainsi que ceux des opérations fondamentales de traitement des signaux comme le filtrage, l'analyse spectrale, la modulation, la conversion analogique-numérique. A la fin du cours, les étudiants sauront établir et analyser le schéma-bloc d'un système de traitement des signaux. Ils seront capables d'analyser un signal. Ils disposeront de bases scientifiques pour dresser le cahier des charges de systèmes d'acquisition, de transmission et d'interprétation d'informations.

**CONTENU**

**Introduction**

Classification des signaux et notations particulières.

**Module 1 : Analyse et synthèse des signaux déterministes**

*Représentation des signaux* : espace de signaux, approximation au sens des moindres carrés, développements en série de fonctions orthogonales, représentation par échantillonnage, transformations de Fourier discrète et continue.

*Signaux déterministes* : spectres et corrélations des signaux à énergie finie et à puissance finie, cas particulier des signaux périodiques.

**Module 2 : Analyse des signaux aléatoires**

*Signaux aléatoires* : processus aléatoires, corrélation et densité spectrale, somme et produit de signaux aléatoires, processus gaussiens et de Poisson, introduction aux bruits de fonds.

**Module 3 : Traitement des signaux**

*Opérateurs fonctionnels* : opérateurs linéaires, paramétriques et non linéaires.

*Echantillonnage et numérisation des signaux* : modèles de signaux échantillonnés, théorèmes d'échantillonnage, reconstitution par interpolation ou extrapolation, quantification uniforme.

*Signaux modulés* : signal analytique et enveloppe complexe, représentation des signaux à spectre passe-bande, modulations et démodulations linéaires et non linéaires des signaux à porteuse sinusoïdale.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra avec exemples et démonstrations. Exercices théoriques et travaux pratiques sur micro-ordinateurs.  
 Contrôle continu comptant pour 50% de la note finale par tests sur chaque module, examen final écrit comptant pour 50%.

**DOCUMENTATION :** Vol. VI du Traité d'électricité de l'EPFL et notes photocopiées auxiliaires, logiciels de simulation TSPC et TSMac.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Analyse III, Probabilités et statistique, Circuits et systèmes I (recommandé)  
**Préparation pour :** Transmission, Traitement des signaux.

<b>Titre : MATERIAUX DE L'ELECTROTECHNIQUE</b>						
<b>Enseignant : Roland GALLAY, chargé de cours EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 42</b>		<b>Par semaine : Cours 3 Exercices</b>			<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité GE+IN.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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 électronique.

**Théorie des bandes d'énergie.**

Modèle de Kronig-Penney, modèle semi-classique, masse effective de l'électron. Notion de trou. Semiconducteurs intrinsèques et extrinsèques. Jonction p-n. Conductivité.

**2. Propriétés magnétiques.**

**Paramagnétisme.**

Théorie de Langevin et de Brillouin.

**Ferromagnétisme.**

Théorie de Weiss, règles de Hund, ferrimagnétisme

**Domaines magnétiques et courbe d'aimantation.**

Configuration des parois de Bloch et énergie interne. Zones réversibles et irréversibles de la courbe d'aimantation.

**3. Propriétés diélectriques**

Polarisations électronique, ionique, moléculaire et interfaciale. Permittivité et pertes dans les diélectriques homogènes et hétérogènes.

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

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

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Physique générale. Electromagnétisme.

**Préparation pour :** Physique des semiconducteurs. Optoélectronique.

<b>Titre : PHYSIQUE DES DISPOSITIFS SEMICONDUCTEURS</b>						
<b>Enseignant : Marc ILEGEMS, professeur EPFL/DP</b>						
<b>Heures totales : 42</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices 1</b>	<b>Pratique</b>	
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>						
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Branches</i>	
Electricité IN.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

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

**CONTENU**

**1. Propriétés électroniques du silicium**

Modèle de bandes, statistique des porteurs libres. Propriétés de transport, mobilité, durée de vie, longueur de diffusion. Processus de recombinaison. Equations de continuité.

**2. Technologie du silicium**

Introduction aux principaux procédés de fabrication.

**3. Diode à jonction**

Jonction p-n à l'équilibre et hors équilibre, caractéristiques courant-tension. Capacité de jonction. Modèle en régime statique et dynamique.

**4. Contact métal-semiconducteur**

Barrière de potentiel interne. Rôle des états de surface. Capacité de jonction. Caractéristiques courant-tension. Contact ohmique.

**5. Transistor bipolaire à jonction**

Equations de fonctionnement. Caractéristiques statiques. Modèle Ebers-Moll. Modèle Gummel-Poon.

**6. Transistor à effet de champ à (hétéro)jonction**

Structures JFET, MESFET et HFET. Principes et équations de fonctionnement.

**7. Interface métal-oxyde-silicium et capacité MOS**

Diagramme des bandes d'interfaces. Accumulation, déplétion et inversion. Caractéristiques capacité-tension. Analyse hors équilibre.

**8. Transistor MOS**

Régimes de fonctionnement. Caractéristiques statiques. Modèles en forte et faible inversion. Comportement à canal court. Modélisation.

**9. Mémoires MOS non-volatiles**

Mécanismes d'inscription et d'effacement. Structures à grille flottante. Rétention, endurance.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Exposé oral avec exercices.

**DOCUMENTATION :** Polycopié

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Cours d'introduction en Electronique et Physique quantique.

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

<b>Titre : ELECTROMECHANIQUE I</b>						
<b>Enseignant : Marcel JUFER, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 42</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices 1</b>		<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité GE + IN .....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

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

**CONTENU**

**Méthodes**

- Circuits magnétiques
- Conversion électromécanique
- Comportement dynamique
- Champ tournant et phaseur spatial

**Moteurs**

- Classification
- Transducteurs électromécaniques
- Moteur synchrone : structure et principe  
   marche en circuit ouvert  
   régime auto-commuté  
   générateur
- Moteurs pas à pas

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

**DOCUMENTATION :** Traité Volume IX "Electromécanique"

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Electrotechnique, Physique, Analyse, Electromagnétisme  
**Préparation pour :** Options énergie et automatique



<b>Titre : PROJET D'INFORMATIQUE</b>						
<b>Enseignant : Patrick LACHAIZE, chargé de cours EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours		<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b> 3
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité GE + IN .....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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 programmathèques 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 à réaliser par groupes.

**DOCUMENTATION :**

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Programmation I, II, III et IV.

**Préparation pour :**

<b>Titre :</b> REGLAGE AUTOMATIQUE I						
<b>Enseignant :</b> Roland LONGCHAMP, professeur EPFL/DGM						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2		Exercices 1		Pratique
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité GE + IN .....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informatique IT .....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mécanique .....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mathématiques .....	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

L'étudiant maîtrisera les méthodes classiques d'analyse et de synthèse des régulateurs automatiques. Il sera capable de modéliser les systèmes discrets en vue de leur commande par ordinateur.

**CONTENU**

**Introduction au réglage automatique :** Qu'est-ce que l'automatique ? Approche systémique. Définitions. Propriétés d'un montage à rétroaction. Régulateur tout-ou-rien. Régulateur proportionnel intégral dérivateur.

**Réglages par calculateur de processus :** Rôles de l'ordinateur en automatique. Principes du réglage numérique. Nécessité d'une théorie des systèmes échantillonnés.

**Echantillonnage et reconstruction :** Échantillonnage. Théorème de l'échantillonnage. Filtre de garde. Reconstruction. Sélection de la période d'échantillonnage.

**Systèmes discrets :** Systèmes discrets au repos, linéaires, causaux et stationnaires. Systèmes représentés par des équations aux différences. Opérateurs avance et retard.

**Transformée en z :** Définitions. Propriétés de la transformée en z. Calcul de la transformée en z inverse. Fonction de transfert.

**Fonction de transfert discrète du système bouclé :** Échantillonnage du système à régler. Modèle de l'algorithme de réglage. Fonctions de transfert discrètes du système bouclé.

**Réponse harmonique :** Fonction de transfert harmonique discrète. Réponse harmonique en boucle ouverte.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra. Démonstrations et exercices en salle et au LEO.

**DOCUMENTATION :** R. Longchamp, *Commande numérique de systèmes dynamiques*, PPUR, 1995.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Variables complexes, signaux et systèmes.

**Préparation pour :** Réglage automatique II, III, IV.  
Modélisation et simulation I et II.  
Systèmes multivariables.

<b>Titre : INFORMATIQUE INDUSTRIELLE I</b>						
<b>Enseignant : Henri NUSSBAUMER, professeur EPFL/DI</b>						
<b>Heures totales : 42</b>		<b>Par semaine : Cours 2 Exercices</b>			<b>Pratique 1</b>	
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>						
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Branches</i>	
					<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Informatique.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Electricité GE + IN .....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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**

**Structure des systèmes d'informatique industrielle**

**Représentation de l'information et opérations élémentaires**

**Structure et fonctionnement des ordinateurs**

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

**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 cathedra + laboratoire utilisant des stations Macintosh IIcx et des équipements de démonstration spécialisés.

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

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :**

**Préparation pour :** Informatique Industrielle II

<b>Titre : OPTIQUE TECHNIQUE</b>									
<b>Enseignant : Luc THEVENAZ, chargé de cours EPFL/DE</b>									
<b>Heures totales :</b> 28		<b>Par semaine :</b> Cours 2			<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b>		
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>									
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>		<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>	
Electricité IN.....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**OBJECTIFS**

Connaître les spécificités des techniques relevant de l'optique moderne et acquérir les bases permettant la compréhension, la conception et la mise en oeuvre de systèmes optiques.

**CONTENU**

**Généralités :**

Spécificités de l'onde électromagnétique dans le domaine optique : intensité, aspect corpusculaire, détection. Introduction aux différentes descriptions de la lumière et à leur niveau d'approximation: optique géométrique, optique ondulatoire, optique électromagnétique et optique quantique.

**Optique géométrique :**

Postulats. Composants optiques élémentaires. Calcul de systèmes optiques dans l'approximation paraxiale.

**Optique ondulatoire scalaire :**

Domaine d'application du modèle scalaire. Ondes monochromatiques. Lumière polychromatique et interférences. Interféromètres de Michelson, de Mach-Zehnder et de Sagnac. Fonction de transfert de la propagation libre. Description de faisceaux réels.

**Optique électromagnétique :**

Domaine d'application du modèle vectoriel. Théorie électromagnétique de la lumière. Polarisation et formalisme de Jones. Réflexion et réfraction. Interférences multiples. Guides d'onde optiques. Réalisations de circuits optiques planaires.

**Emission et détection de la lumière :**

Modes du champ et photons. Processus d'émission et de détection de la lumière: interactions entre photons et atomes. Photodétecteurs. Lasers.

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

**DOCUMENTATION :** Polycopié.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Electromagnétisme I et II.

**Préparation pour :** Traitement optique, Transmission I et II, Projets de semestre.

EPFL-SECTION D'ELECTRICITE

**ORIENTATION :**  
**INFOTRONIQUE**  
**6e SEMESTRE**

<b>Titre : BIOLOGIE ET MODELES INSPIRES</b>						
<b>Enseignant : Divers</b> <b>Cours coordonné par Alain GERMOND, professeur EPFL/DE et Jean-Pierre ZRYD, professeur UNIL</b>						
<b>Heures totales : 42</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices 1</b>		<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité .....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Le cours a pour objectif d'aiguiser la curiosité scientifique de l'étudiant(e), en lui faisant partager la démarche de quelques ingénieurs qui ont réussi à s'inspirer du fonctionnement de systèmes vivants pour réaliser des produits techniques. Plusieurs des exemples qui seront présentés proviendront de projets dans lesquels des chercheurs de l'EPFL et de l'Université de Lausanne sont impliqués.

L'étudiant(e) apprendra à dialoguer avec des collègues d'autres spécialités, et à la fin du cours, il(elle) sera un peu plus ouvert(e) à des problèmes transdisciplinaires. Il(elle) sera amené(e) à une plus grande sensibilité aux modèles inspirés de la biologie.

**CONTENU**

Le cours s'articulera autour des sujets suivants :

- 1- Effets biologiques de l'électricité  
Connaissances actuelles sur les effets biologiques de faibles champs magnétiques, à haute et à basse fréquence.
- 2- Réseaux neuronaux  
Modèle du système neuronal et réseaux de neurones artificiels.  
Applications industrielles, en particulier dans le domaine de l'énergie.  
Circuits analogiques inspirés de la biologie.
- 3- Modélisation de systèmes biologiques complexes  
Modèle du système cardio-vasculaire et application au diagnostic médical.  
Modèles de la perception auditive. Application à l'évaluation des bruits.
- 4- La photosynthèse  
Analyse de la démarche qui consiste à s'inspirer d'un processus naturel pour créer un outil.  
Description d'un projet industriel : les piles photovoltaïques inspirées de la photosynthèse

Le cours comportera une introduction à la biologie Dans chaque module, l'enseignant(e) présentera la théorie relative au sujet, et insistera sur l'inspiration chimio-biologique. Le professeur responsable du cours présentera chaque module, au début de celui-ci, afin de le placer dans le contexte global.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** cours modulaire  
séances de travaux pratiques (p. ex simulations avec Matlab)

**DOCUMENTATION :** cours photocopié et ouvrages de référence

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :**  
**Préalable requis :** analyse, physique  
**Préparation pour :**

<b>Titre : ELEMENTS DE RECHERCHE OPERATIONNELLE POUR L'INGENIEUR</b>						
<b>Enseignant : Thomas LIEBLING, professeur EPFL/DMA</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices Pratique</b>		
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>						
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Branches</i>	
Electricité.....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Les étudiants seront familiarisés avec les notions de l'optimisation et les graphes ainsi qu'avec quelques applications dans la modélisation de problèmes de décision de la gestion et la technique.

**CONTENU**

Programmation linéaire, algorithme du simplexe

Notions sur les graphes : chaînes, chemins, arbres, arborescences, cycles, circuits, problèmes d'affectations et de transport

Programmation dynamique : plus courts chemins, problème du sac de montagne, gestion des stocks

Heuristiques simples de recherche locale itérative pour l'optimisation dans les graphes

Optimisation combinatoire : problèmes d'ordonnancement de cheminement, de routage

Méthodes de dénombrement implicite : programmation en variables binaires

Éléments d'optimisation non-linéaire

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :**

Ex cathédra, exercices en classe

**DOCUMENTATION :**

Notes polycopiées

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis :*

Algèbre linéaire, probabilités

*Préparation pour :*

<b>Titre :</b> REGLAGE AUTOMATIQUE II						
<b>Enseignant :</b> Roland LONGCHAMP, professeur EPFL/DGM						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2		<b>Exercices</b> 1		<b>Pratique</b> ..
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité GE + IN .....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informatique IT .....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique.....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mécanique .....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mathématiques .....	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

L'étudiant maîtrisera les méthodes d'analyse et de synthèse des régulateurs numériques.

**CONTENU**

**Stabilité :** Stabilité BIBO. Critères algébriques. Critère de Nyquist discret. Marges de gain et de phase. Erreurs permanentes.

**Numérisation :** Numérisation d'un régulateur analogique. Régulateur proportionnel intégral dérivateur numérique.

**Synthèse discrète :** Réponse à des signaux standard. Erreurs permanentes. Marges de gain et de phase. Amortissement du régime transitoire. Sensibilité. Fonction de transfert harmonique en boucle fermée. Synthèse du régulateur dans le lieu des pôles. Synthèse du régulateur dans les diagrammes de Bode. Prédicteur de Smith.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra. Démonstrations et exercices en salle.

**DOCUMENTATION :** R. Longchamp, *Commande numérique de systèmes dynamiques*, PPUR, 1995.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Réglage automatique I.  
**Préparation pour :** Réglage automatique III, IV.  
 Modélisation et simulation I et II.  
 Systèmes multivariables.



EPFL-SECTION D'ELECTRICITE

**ORIENTATION :**

**INFOTRONIQUE**

**Piliers techniques, semestres 6, 7 et 8**

## ORIENTATION INFOTRONIQUE

**Pilier ELECTRONIQUE**

**Coordinateur Prof. M. Declercq**

### Objectifs

L'électronique connaît depuis de nombreuses années une évolution extrêmement rapide, tant au niveau des performances que par les techniques mises en oeuvre et par les domaines d'application. La formation offerte reflète cette évolution et vise à l'acquisition d'une maîtrise dans la conception des circuits et systèmes électroniques en général, basés sur l'usage de composants classiques ou programmables aussi bien que sur la mise en oeuvre de circuits intégrés spécifiques. Un juste équilibre entre les aspects théoriques et pratiques, ainsi qu'une solide base méthodologique doit permettre au futur ingénieur de s'adapter aisément aux évolutions futures de cette branche en perpétuelle évolution.

### Eléments essentiels du contenu

La formation proposée couvre un domaine assez vaste allant des composants aux systèmes, y compris les problèmes d'interface avec l'environnement extérieur (capteurs, optoélectronique, etc.).

Au niveau des composants, l'enseignement s'attache à étudier en détail une large gamme de composants électroniques et optoélectroniques, en mettant l'accent sur leurs propriétés physiques et électriques, leur champ d'application, la mesure et l'interprétation de leurs paramètres, ainsi que les techniques de mise en oeuvre dans les circuits. Les exigences particulières propres à certains domaines d'application tels que la haute fréquence, la forte puissance ou le faible bruit, sont déjà prises en compte à ce niveau. Une étude systématique des modèles électriques appropriés aux différents composants et à leur usage vise à permettre une utilisation correcte des logiciels CAO.

Les techniques de circuits mettant en oeuvre les composants en vue d'effectuer un traitement du signal déterminé sont ensuite abordées. Dans le cadre de l'étude de nombres fonctions linéaires et non-linéaires réalisables par les circuits électroniques, les cours couvrent de nombreuses variantes allant notamment de la haute fréquence à la forte puissance et au faible bruit, en passant par les techniques mixtes analogiques/numériques, ainsi qu'au traitement de données en continu ou par pas discrets.

L'étude approfondie de quelques systèmes représentatifs des grandes familles d'applications permet enfin à l'étudiant d'acquérir la maîtrise de l'approche globale d'un problème, et notamment la découpe correcte en sous-ensembles, les problèmes d'interface entre circuits, etc. Une importance particulière est donnée aux circuits et systèmes électroniques utilisés en télécommunications HF et VHF.

Les circuits et systèmes traités dans les cours font usage de composants discrets ou intégrés, et peuvent également être conçus selon les cas sous forme de circuits intégrés spécifiques. Si le pilier "Electronique" couvre une matière suffisante pour qu'un étudiant puisse sans difficulté aborder les techniques de conception de circuits intégrés "semi-custom", la conception détaillée de circuits intégrés sur mesure renvoie toutefois au pilier "Systèmes intégrés" qui est le complément naturel de ce pilier "Electronique".

### Projets et travaux pratiques

Les projets proposés portent sur l'ensemble des domaines circuits et systèmes décrits ci-dessus, y compris certaines techniques CAO appropriées. Certains projets comportant l'intégration d'un circuit sont en général réservés aux étudiants inscrits en parallèle au pilier microélectronique.

Les travaux pratiques permettent à l'étudiant de se familiariser avec la mise en oeuvre de composants, circuits et systèmes, notamment pour les applications communications. Des appareils de mesure de la dernière génération sont utilisés pour caractériser les performances. Des techniques CAO de simulation numérique sont également proposées.

<b>Titre : CIRCUITS ET SYSTEMES ELECTRONIQUES II</b>						
<b>Enseignant : Michel DECLERCQ, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 2 Exercices</b>			<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité IN-Pilier 1.....	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Maîtriser la compréhension, la conception et la mise en oeuvre des circuits et systèmes électroniques, sous forme discrète ou intégrée. L'accent est mis sur les applications dans le domaine des télécommunications.

**CONTENU****Etude de circuits et systèmes électroniques**

- Boucles à verrouillage de phase (PLL)
- Modulation Sigma-Delta et applications
- Filtrés actifs continus et échantillonnés
- Fonctions électroniques analogiques

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

**DOCUMENTATION :** notes de cours polycopiées, articles techniques récents

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Circuits et Systèmes Electroniques I

**Préparation pour :**

<b>Titre : COMPOSANTS ELECTRONIQUES</b>						
<b>Enseignant : Christian ENZ, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2		<b>Exercices</b> 1		<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
Electricité IN-Pilier 1 .....	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Maîtriser la connaissance des composants et de leurs propriétés, leur modélisation, et leur mise en oeuvre correcte dans les circuits et systèmes électroniques ainsi que dans les simulateurs de circuits tel que SPICE.

**CONTENU**

- Introduction:
  - Classification des composants;
  - Présentation des différents types de modèles: physiques, comportementaux, structurels;
  - Caractérisation et critères de choix d'un composant;
- Composants passifs discrets: R, L, C et diodes;
- Composants actifs discrets:
  - transistor bipolaire;
  - transistor MOS;
  - transistor JFET et MESFET;

Présentation des modèles statique, dynamique, petits-signaux et des modèles de bruit. Implémentation dans le programme de simulation de circuits SPICE et description des paramètres correspondants.

- Composants analogiques intégrés standard:
  - amplificateurs opérationnels;
  - multiplieurs;
  - mélangeurs;
  - régulateurs;
  - filtres; etc...
- Composants programmables ou personnalisables par l'utilisateur: PLA, EPLD, FPGA, etc...
- Composants opto-électroniques.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** cours ex-cathedra

**DOCUMENTATION :** notes de cours photocopiés, articles techniques récents

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Physique des dispositifs semiconducteurs, Circuits et Syst. Electroniques I  
**Préparation pour :** Circuits intégrés analogiques I et II, Circuits et techniques HF et VHF, Circuits d'interface.

<b>Titre : SEMINAIRES D'ELECTRONIQUE</b>						
<b>Enseignant : Michel DECLERCQ, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 14		<b>Par semaine :</b> Cours 1 Exercices			<b>Pratique</b>	
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>					<i>Branches</i>	
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Electricité IN - Pilier 1 .....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Sensibiliser les étudiants à des sujets d'actualité dans le domaine des composants, circuits et systèmes électroniques.

**CONTENU**

Sujet(s) choisi(s) chaque année en fonction des développements récents de l'électronique (ex.: réseaux de neurones, logique floue, circuits et techniques GaAs, etc.)

Ces séminaires sont présentés en partie par les participants.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** cours et séminaires

**DOCUMENTATION :** articles et ouvrages techniques récents

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

*Préalable requis :*

*Préparation pour :*

<b>Titre : CIRCUITS ET TECHNIQUES HF ET VHF</b>						
<b>Enseignant : Christian ENZ, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 28		<b>Par semaine :</b> Cours 2		<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
Electricité IN-Pilier 1.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Maîtriser la conception des circuits et systèmes électroniques dans le domaine des hautes et très hautes fréquences. Le cours est particulièrement orienté vers les applications dans le domaine des télécommunications.

**CONTENU**

- Composants HF passifs: résistances, condensateurs, bobines d'inductance, transformateurs;
- Adaptation d'impédance;
- Circuits résonants;
- Filtres HF;
- Bruit et intermodulation;
- Amplificateurs:
  - Amplificateurs à un étage;
  - Amplificateurs sélectifs;
  - Amplificateurs large-bande;
  - Amplificateurs en cascade;
  - Amplificateurs de puissance;
- Mélangeurs;
- Oscillateurs;
- Synthétiseurs de fréquence;
- Modulateurs et démodulateurs;
- Emetteurs et récepteurs;
- Circuits intégrés HF;
- Paramètres s;
- Conception d'amplificateurs petits-signaux à l'aide des paramètres s.

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

**DOCUMENTATION :** notes de cours polycopiées, articles techniques récents,

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Circuits et Systèmes Electroniques I et II

**Préparation pour :**

<b>Titre : ELECTRONIQUE DE PUISSANCE I</b>						
<b>Enseignant : Alfred RUFER, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 42</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices 1*</b>		<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité GE * .....	5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Electricité IN-Pilier 1.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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. Les étudiants connaîtront les relations de base caractérisant le régime permanent des montages de base de l'électronique de puissance.

**CONTENU****Introduction**

Convertisseurs statiques, technique de conversion, éléments semiconducteurs de puissance, propriétés fondamentales.

**Conversion continue**

Introduction, convertisseurs de courant, commande du convertisseur de courant, variateur de courant continu, commande du variateur de courant continu, alimentations à découpage, montages Buck, Boost, Flyback, Forward, convertisseurs à résonance.

**Conversion de fréquence**

Introduction, convertisseur de fréquence à circuit intermédiaire à courant continu, convertisseur de fréquence à circuit intermédiaire à tension continue, commande de l'onduleur à pulsation.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra

**DOCUMENTATION :** Livre "Convertisseurs statiques", H. Bühler et notes polycopiées.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** ---

**Préparation pour :** Electronique de puissance II.





<b>Titre : PHENOMENES NON LINEAIRES</b>						
<b>Enseignant : Maciej OGORZALEK, professeur invité EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours et Exercices 3 Pratique				
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
Electricité IN - Pilier 1 .....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

L'étudiant saura mettre en équation un circuit et un système non linéaire. Il saura distinguer les différents types de comportements non linéaires de ces circuits et systèmes. Il saura calculer des distorsions, des produits d'intermodulation dans les circuits et systèmes faiblement non linéaires et il saura déterminer le domaine d'oscillations et de stabilité d'un oscillateur.

**CONTENU****1. Circuits et systèmes non linéaires**

- 1.1. Systèmes non linéaires
- 1.2. Circuits non linéaires
- 1.3. Equations d'état

**2. Phénomènes non linéaires**

- 2.1. Comportement à temps fini
- 2.2. Points d'impasse
- 2.3. Comportement asymptotique
- 2.4. Chaos

**3. Description de systèmes faiblement non linéaires par les séries de Volterra**

- 3.1. Séries de Volterra temporelles
- 3.2. Séries de Volterra fréquentielles
- 3.3. Calculs des noyaux pour des circuits et systèmes composés
- 3.4. Calcul des distorsions et des produits d'intermodulation

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

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

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Circuits et Systèmes I et II  
**Préparation pour :**

## ORIENTATION INFOTRONIQUE

### Pilier **TRAITEMENT DES SIGNAUX**

**Coordinateur Prof. M. Kunt**

#### Objectifs

Ce pilier introduit d'abord les fondations du traitement numérique des signaux comme outils de traitement de l'information et de communication. Il développe ensuite les principales techniques avancées et les applications principales.

Les étudiants seront capable d'appliquer les principales méthodes de base, telles que la conception de filtres et le filtrage, l'analyse spectrale, les systèmes adaptatifs, le traitement de la parole et le traitement optique. Les connaissances acquises en traitement d'images leur permettront de représenter les scènes visuelles numériquement et de les traiter en vue des applications essentielles.

#### Eléments essentiels du contenu

- Introduction au traitement numérique des signaux et images  
*Signaux et systèmes 1-D, 2-D et 3-D, échantillonnage quantification, TF, corrélation, convolution*
- Filtres  
*Filtres analogiques, filtres d'onde, filtres numériques circuits de réalisation*
- Traitement numérique des signaux  
*Analyse spectrale classique et paramétrique, systèmes adaptatifs, modèles ARMA*
- Traitement d'images  
*Vision, codage, rehaussement, restauration, analyse reconnaissance*
- Traitement de la parole  
*Signal vocal, modèles pour le signal vocal, propriétés spectrales, synthèse, reconnaissance*
- Traitement optique  
*Modulation, polarisation, modulateurs, photodétection détections cohérente et incohérente, amplification*

#### Projets et travaux pratiques

Le Laboratoire de Traitement des Signaux (LTS) offrira des travaux pratiques pour permettre aux étudiants de se familiariser avec la mise en application des principales méthodes de traitement présentées aux cours.

La Chaire de Circuits et Systèmes (CIRC) et les Laboratoires de traitement des signaux (LTS), d'électronique générale (LEG) et de métrologie (MET) offriront des projets de semestres et de diplôme qui permettront d'approfondir un aspect particulier du thème général. Les possibilités de thèses de doctorat existent dans ces mêmes unités.

<b>Titre : INTRODUCTION AU TRAITEMENT NUMERIQUE DES SIGNAUX ET IMAGES</b>						
<b>Enseignant : Murat KUNT, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 28, 42*		<b>Par semaine :</b> Cours 2		<b>Exercices</b> 1*	<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité IN-pilier 2 .....	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Syst. de communic. * .....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informatique IT * .....	6/8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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.

**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

<b>Titre : FILTRES ELECTRIQUES</b>						
<b>Enseignant : Jacques NEIRYNCK, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2		Exercices 1	Pratique	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité IN-Pilier 2.....	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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**

**Définition du problème :** rappel des propriétés générales du quadripôle non dissipatif; le problème de la sensibilité; classification des filtres; les transformations de fréquence.

**Théorie du bipôle :** propriétés et synthèse des bipôles non dissipatifs; extension au cas des bipôles RC; méthodes de Foster et Cauer.

**Synthèse des quadripôles non dissipatifs :** méthode de Darlington; réalisabilité.

**Généralisation des filtres LC :** filtres à résonateurs piézoélectriques; structures en échelle et en treillis; cellule de Poschenrieder; filtres gyrateurs.

**Filtres RC-actifs :** cellules biquadratiques; structures avec boucles de contre réaction FLF et LF; éléments FDNR; synthèse et stabilité.

**Filtrage numérique :** échantillonnage et signaux discrets; filtres récurrents et non récurrents; configurations canoniques; approximation; sensibilité; filtres d'onde.

**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 :** Circuits et systèmes I et II

**Préparation pour :**

<b>Titre : TRAITEMENT D'IMAGES</b>						
<b>Enseignant : Murat KUNT, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 42</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices 1</b>	<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité IN-Pilier 2 .....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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, rappel**

Signaux et systèmes bidimensionnels. Signaux élémentaires. Transformation de Fourier bidimensionnelle. Propriétés. Discrétisation (artefacts spatiaux et spatio-temporels). Filtrage numérique bidimensionnel. Transformation en z bidimensionnelle. Fonction de transfert.

**Filtres multidimensionnels**

Elaboration de filtres à réponse impulsionnelle à étendue finie et infinie. Réalisation et implantation des filtres multidimensionnels. Décomposition directionnelle et filtres directionnels. Filtrage en sous-bandes. Ondelettes.

**Perception visuelle**

Système nerveux. L'oeil. Rétine. Cortex visuel. Modèle du système visuel. Effets spéciaux. Phénomène de Mach et inhibition latérale. Couleur. Vision temporelle.

**Extraction de contours et d'attributs**

Méthodes locales. Méthodes régionales. Méthodes globales. Méthode de Canny. Morphologie mathématique.

**Compression**

Rappels de théorie de l'information et éléments de théorie du débit/distorsion. Méthodes classiques: prédictives, transformées, sous-bandes, quantification vectorielle. Méthodes nouvelles: multirésolution, psychovisuelles, par région (codage par segmentation, codage directionnel), fractales. Codage vidéo numérique : compensation de mouvement, télévision numérique, télévision haute définition.

**Eléments de reconnaissance des formes**

Théorie de Bayes. Estimations paramétrique et non paramétrique. Apprentissage supervisé et non supervisé. Transformation de Hough. 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

<b>Titre : TRAITEMENT NUMERIQUE DES SIGNAUX</b>						
<b>Enseignant : Jean-Marc VESIN, chargé de cours EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 2 Exercices</b>			<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité IN-Pilier 2 .....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Ce cours est dédié à l'enseignement de différentes techniques avancées de traitement du signal. A la fin du cours, les étudiants seront capables d'appliquer les principales méthodes de traitement numérique des signaux telles que la conception de filtres et le filtrage, le filtrage adaptatif, la prédiction linéaire des signaux et l'analyse spectrale.

**CONTENU****Conception de filtres numériques.**

Conception de filtres à réponse impulsionnelle finie par fenêtrage ou échantillonnage de la réponse fréquentielle. Conception de filtres à réponse impulsionnelle infinie par transformation de filtres analogiques, transformation bilinéaire.

**Systèmes adaptatifs.**

Propriétés des systèmes adaptatifs. Description de la méthode du filtrage adaptatif. Application aux signaux stationnaires (algorithmes de Newton et du gradient). Application aux signaux non stationnaires (algorithmes des moindres carrés moyens LMS et des moindres carrés récursifs RLS). Exemple d'application.

**Prédiction linéaire des signaux.**

But de la prédiction linéaire. Etude du modèle autorégressif AR. Exemples d'application.

**Analyse spectrale**

But de l'analyse spectrale. Eléments d'estimation statistique (distribution de probabilité, biais, variance, intervalle de confiance). Analyse spectrale non paramétrique (périodogramme simple, périodogramme moyenné, périodogramme lissé). Comparaison des différentes méthodes d'analyse spectrale.

**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 :** Introduction au traitement numérique des signaux  
**Préparation pour :** Projets de semestre, de diplôme et thèses de doctorat

<b>Titre : TRAITEMENT DE LA PAROLE</b>						
<b>Enseignant : Andrzej DRYGAJLO, chargé de cours EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 2 Exercices</b>			<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
Electricité IN-Pilier 2	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

A la fin du cours, les étudiants seront capables d'appliquer les principales méthodes de traitement numérique du signal pour l'analyse, la compression, la synthèse et la reconnaissance de la parole.

**CONTENU****Introduction**

La parole - moyen fondamental de communication entre les humains. Généralités sur le signal vocal.

**Production et perception de la parole**

Aperçu anatomique. Mécanisme de la phonation. Modélisation de la production de la parole. Mécanisme de l'audition. Masquage et bandes critiques.

**Analyse de la parole**

Analyse temporelle. Analyse spectrale et spectro-temporelle. Analyse basée sur la prédiction linéaire. Analyse homomorphique. Estimation des formants et de la période du fondamental.

**Compression et codage de la parole**

Méthodes classiques: temporelles, prédictives, par transformées, par décomposition en sous-bandes, par quantification vectorielle. Méthodes nouvelles: multirésolution, basées sur le modèle de perception.

**Synthèse de la parole**

Méthodes de synthèse: synthèse directe, synthèse à travers un modèle, simulation du conduit vocal. Synthèse de messages et synthèse à partir d'un texte.

**Reconnaissance de la parole**

Méthodes basées sur la reconnaissance de formes. Méthodes statistiques. Reconnaissance de mots isolés et enchaînés.

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

**DOCUMENTATION :** Livre "Traitement de la parole" - Complément au Traité d'électricité et notes polycopiées.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Théorie du signal, Traitement numérique des signaux  
**Préparation pour :** Projets de semestre, de diplôme, thèses de doctorat.

<b>Titre : TRAITEMENT OPTIQUE</b>								
<b>Enseignant : Luc THEVENAZ, chargé de cours EPFL/DE</b>								
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 3			<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>								
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>			
Electricité IN-Pilier 2.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Théoriques</b>		<b>Pratiques</b>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

## OBJECTIFS

Connaître les possibilités et les limitations du traitement du signal dans la bande optique, maîtriser la mise en oeuvre des systèmes correspondants.

## CONTENU

### Optique guidée:

Fibres optiques. Modes du guide d'onde. Injection et extraction de la lumière dans les guides. Couplage entre guides d'onde: application aux coupleurs directionnels.

### Modulation externe :

Effet électro-optique. Cellule de Pockels. Modulateurs intégrés. Applications : modulation de phase, modulation d'intensité, translation de fréquence, commutateur.

### Modulation directe :

Sources semiconductrices: diodes électroluminescentes, diodes lasers. Effets des variations du courant d'injection: modulations AM et FM.

### Propagation du signal optique :

Distorsions du signal optique induites par le milieu. Limitations dues à l'atténuation et à la dispersion. Fonction de transfert et équation de l'enveloppe. Fibres optiques et ligne de transmission optiques.

### Ligne de transmission optique :

Emetteur. Atténuation et dispersion des fibres optiques: fenêtres de transmission. Récepteur et niveau de détection. Bilan de la ligne.

### Amplificateur optique :

Principe de l'amplification optique. Gain et équations de bilan. Facteur de bruit. Exemple de l'amplificateur à fibre dopée à l'erbium.

### Non-linéarités optiques :

Génération d'harmoniques optiques et mélange de fréquences. Automodulation de phase. Compression d'impulsions et solitons.

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

**DOCUMENTATION :** Ouvrages proposés.

### LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

**Préalable requis :** Electromagnétisme I et II, Matériaux de l'électrotechnique I et II, Optique technique.

**Préparation pour :** Projets de semestre et diplôme.



## ORIENTATION INFOTRONIQUE

**Pilier**                    **SYSTEMES INTEGRES**

**Coordinateur**   **Prof. D. Mlynek**

### Objectifs

L'évolution très rapide de la technologie dans le domaine de l'électronique induit la notion de "Système" dans toutes les applications modernes. En outre, les contraintes économiques ainsi que les nouvelles possibilités offertes par la miniaturisation apportent la notion "d'intégration", c'est-à-dire la réalisation de ces systèmes sur un monocristal de silicium de quelques millimètres de côté.

Ce pilier approfondit les notions de circuits intégrés dans le but de concevoir des systèmes électroniques sur silicium. Il s'attache en particulier aux techniques de simulation des systèmes, à l'utilisation des techniques analogiques et digitales ainsi qu'aux outils logiciels associés.

L'élève aura étudié tous les différents stades du développement des circuits et systèmes intégrés modernes: conception, développement, simulation, réalisation, test, gestion de projet.

### Éléments essentiels du contenu

#### 1.- VLSI - I (42 heures, Prof. M. Declercq)

Ce cours comprend essentiellement l'introduction aux design des circuits intégrés, des notions de base sont données ainsi que des éléments importants des technologies utilisées dans ce domaine.

#### 2.- CAOI (28 heures, M. A. Vachoux)

Les bases techniques des outils logiciels sont données, plusieurs méthodologies discutées.

On développera des parties importantes d'un projet d'intégration tout au long du cours, en association avec le cours précédent (VLSI I)

#### 3.- VLSI - II & III (56 heures, Prof. D. Mlynek)

On abordera des notions de système intégré, (particularités, contraintes techniques, organisation de projet...) ainsi que les fonctions de base telles que addition, multiplication, filtrage digital, mémoires, unités de contrôle. Un chapitre sera réservé aux techniques nouvelles comme la logique multivaluée (fuzzy logic) ou le traitement de signaux rapides. Dans une deuxième phase on abordera les méthodologies de test des systèmes intégrés ainsi que le test d'un ASIC réalisé par l'élève.

En outre, des séminaires sont prévus sur des thèmes tels que la télévision digitale, la compression de données, les processeurs massivement parallèles etc...

#### 4.- CI Analogiques I & II (56 heures, Prof. E. Vittoz)

Le domaine particulier de l'analogique sera traité: les dispositifs et leurs caractéristiques électriques, fonctions analogiques de base, particularités du layout analogique. Ce domaine prend une grande importance dans l'intégration de systèmes électroniques.

#### 5.- CAO II & III (28 heures, Prof. D. Mlynek & A. Vachoux)

On abordera les outils de Conception automatique, la modélisation des fonctions de base, les systèmes experts, les techniques et algorithmes de simulation et de vérification des circuits intégrés.

### Projets et travaux pratiques

Remarque: L'élève qui aura choisi ce pilier réalisera complètement un circuit intégré ( y compris le test).

On proposera aux élèves des projets dans le domaine du traitement de signaux rapides, des applications fuzzy logic (domaine médical principalement), dans le domaine des ASICS, (réalisations conjointes avec l'industrie), ainsi que dans le domaine des outils logiciels appropriés à la VLSI.

Un travail pratique de diplôme sera envisagé dans le cadre de la recherche ou en association avec l'industrie de la microélectronique en général.

<b>Titre : VLSI I (Introduction à la Conception des Circuits Intégrés Numériques)</b>							
<b>Enseignant : Bertrand HOCHET, chargé de cours EPFL/DE</b>							
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2		<b>Exercices</b> 1		<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>	
Electricité IN-Pilier 3.....	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Microtechnique PI.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**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 donne les notions de base permettant à l'étudiant de faire le lien entre la notion de conception d'un circuit électronique classique et l'intégration de celui-ci sur silicium. A la fin du cours, l'étudiant sera capable d'identifier les problèmes liés à la conception de blocs fonctionnels élémentaires et de dimensionner les portes CMOS utilisées.

**CONTENU****Introduction**

Historique du domaine

Méthodologies employées

**Eléments de base utilisés dans l'étude des circuits intégrés**

physique des composants : rappels, compléments

technologie - description des technologies de base - règles de layout

outils CAO : simulation électrique - aide au layout

**Logique combinatoire CMOS (statique et dynamique)****Structures régulières :**

mémoires

décodeurs et PLA

**Séquencement dans les circuits intégrés VLSI**

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** cours ex cathedra et exercices en salle DIA04

**DOCUMENTATION :** notes de cours polycopiés, articles techniques récents.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Electronique I, II

**Préparation pour :** VLSI II et III

<b>Titre : CAO I (MICROELECTRONIQUE)</b>						
<b>Enseignant : Alain VACHOUX, chargé de cours EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 28		<b>Par semaine :</b> Cours 2		<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
Electricité IN-Pilier 3.....	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

- Identifier les problèmes relatifs au développement de circuits intégrés et déterminer comment ceux-ci peuvent être résolus par des outils de conception assistée par ordinateur.
- Comprendre les implications de l'utilisation d'outils CAO sur la méthodologie de conception.
- Identifier les composants principaux d'un environnement CAO intégré.
- Identifier les différents types d'outils disponibles dans un environnement CAO pour le développement de circuits intégrés.

**CONTENU****Introduction:**

Caractéristiques des outils CAO  
 Processus de conception  
 Taxonomie des outils CAO  
 Représentation des données: niveaux d'abstraction, domaines de description  
 Formats et langages  
 Graphes et résolution de problèmes  
 Environnements CAO intégrés (frameworks)

**Analyse:**

Analyse électrique conventionnelle (SPICE)  
 Analyse électrique de grands circuits  
 Analyse logique et switch-level  
 Analyse multi-niveaux et mode mixte

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra. Illustration des outils sur stations de travail.

**DOCUMENTATION :** Notes polycopiées, extraits d'articles, guide d'utilisation de programmes.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Electronique.

**Préparation pour :** CAO II & III, VLSI II & III. Projets et TP avancés 4e année.

<b>Titre : VLSI II</b>						
<b>Enseignant : Daniel MLYNEK, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité IN-Pilier 3.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

L'étudiant sera capable de concevoir des systèmes intégrés 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 topologique, en tenant compte des problèmes électriques globaux liés à la conception des systèmes complexes.

Les aspects généraux des systèmes seront abordés; on étudiera les relations spécifiques entre la notion de système et le traitement du signal, les télécommunications, les applications multimédias, les microsystèmes etc...

Ce cours complète les piliers Electronique, Traitement du signal, Télécommunication, Systèmes en Communication en donnant à l'étudiant des bases plus complètes de compréhension du fonctionnement des systèmes complexes modernes.

**CONTENU**

**Technologies:** on passera en revue les principales évolutions technologiques dans le domaine des systèmes intégrés en mettant l'accent sur les problèmes particuliers tels que la lithographie, la planarisation, la métallisation, le packaging.

**Concepts architecturaux:** les principaux principes de conception des systèmes seront abordés tant sur le plan purement technique, que celui du management d'un système complexe.

**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 et travail sur stations de design.

**DOCUMENTATION :** notes polycopiées, articles techniques

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** CAO I

**Préparation pour :** Systèmes Intégrés III

<b>Titre : CAO II (MICROELECTRONIQUE)</b>								
<b>Enseignant : Alain VACHOUX, chargé de cours EPFL/DE</b>								
<b>Heures totales :</b> 14		<b>Par semaine :</b> Cours 1			<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>			
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>		
Electricité IN-Pilier 3.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Informatique IT.....	5/7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

**OBJECTIFS**

Evaluer et comparer les principaux algorithmes implantés dans les outils CAO existants pour la conception de circuits intégrés, à la fois du point de vue de l'utilisateur et du point de vue du développeur.

**CONTENU****Langages de description de systèmes matériels :**

Description de systèmes logiques avec VHDL

Modélisation de la structure, du comportement et du temps; paquetages standards

Description de systèmes analogiques et mixtes logiques-analogiques avec VHDL-A

**Synthèse :**

VHDL pour la synthèse

Synthèse logique

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra. Illustration des outils sur stations de travail.

**DOCUMENTATION :** Notes polycopiées, extraits d'articles, guide d'utilisation de programmes.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Electronique, CAO I.

**Préparation pour :** CAO III, VLSI III. Projets et TP avancés 4e année.

<b>Titre : CIRCUITS INTEGRES ANALOGIQUES I</b>						
<b>Enseignant : Eric VITTOZ, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 28		<b>Par semaine :</b> Cours 2		<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité IN-Pilier 3 .....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique .....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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 technologies bipolaire et MOS, ainsi que les principes à respecter lors de leur implantation dans le layout.

**CONTENU** (ensemble du cours, 7e et 8e semestres)

**Circuits en technologie bipolaire**

Modèles, structures et limitations des transistors intégrés; comportement thermique et bruit.

Composants passifs et parasites; interconnexions.

Circuits élémentaires : règles de similitude, miroirs, cellule d'amplification, références de courant et tension, circuits translinéaires.

Exemples de blocs fonctionnels : amplificateur opérationnel, convertisseurs numérique-analogique, multiplieur.

Analyse fine des circuits logiques; technique I<sup>2</sup>L.

**Circuits en technologie MOS et CMOS**

Modes de fonctionnement, modèles, structures et limitations des transistors MOS intégrés; bipolaires compatibles en technologie CMOS.

Composants passifs et interconnexions.

Eléments et effets parasites.

Circuits élémentaires : similitude, miroirs, interrupteur, échantillonneur, cellules d'amplification, comparateur, capacités commutées, références de courant et tension, circuits translinéaires et dynamiques.

Amplificateur opérationnel à transconductance: critères de dimensionnement, caractéristiques pour petits et grands signaux.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** cours ex cathedra

**DOCUMENTATION :** notes de cours polycopiés, articles techniques

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Electronique I, II; VLSI-I

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

<b>Titre : VLSI III</b>						
<b>Enseignant : Daniel MLYNEK, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 2 Exercices</b>			<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
Electricité IN-Pilier 3.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

L'étudiant sera capable de concevoir des systèmes intégrés 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 topologique, en tenant compte des problèmes électriques globaux liés à la conception des systèmes complexes.

Les aspects généraux des systèmes seront abordés; on étudiera les relations spécifiques entre la notion de système et le traitement du signal, les télécommunications, les applications multimédias, les microsystèmes etc...

Ce cours complète les piliers Electronique, Traitement du signal, Télécommunication, Systèmes en Communication en donnant à l'étudiant des bases plus complètes de compréhension du fonctionnement des systèmes complexes modernes.

**CONTENU**

**Concepts architecturaux:** exemples d'architectures massivement parallèles, étude de cas (Alpha de DEC par ex. )

**Stratégie de conception:** application à une réalisation précise

**Stratégie de simulation et de vérification:** utilisation de VEE (Virtual Engineering Environment)

**Méthodes d'implantation symbolique:** utilisation de concepts nouveaux de description symbolique

**Circuiterie:** circuits rapides, submicroniques, multiplieurs, opérateurs logarithmiques...

**Architecture de différents types de circuits :**

- logique multivaluée (Fuzzy Logic)
- filtres digitaux
- compression de données
- processeurs très rapides

**Testabilité :** Test du circuit réalisé sur les testeurs HP

**Exemple de réalisation de circuits industriels**

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** cours ex cathedra et travail sur stations de design.

**DOCUMENTATION :** notes polycopiées, articles techniques

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Systèmes Intégrés II, CAO I

**Préparation pour :**

<b>Titre : CAO III (MICROELECTRONIQUE)</b>								
<b>Enseignant : Alain VACHOUX, chargé de cours EPFL/DE</b>								
<b>Heures totales :</b> 14		<b>Par semaine :</b> Cours 1			<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>								
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>			
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>		
Electricité IN-Pilier 3.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Informatique IT.....	6/8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

**OBJECTIFS**

Evaluer et comparer les principaux algorithmes implantés dans les outils CAO existants pour la conception de circuits intégrés, à la fois du point de vue de l'utilisateur et du point de vue du développeur.

**CONTENU****Synthèse (suite):**

Synthèse de haut-niveau  
Synthèse physique, placement et routage

**Test:**

Simulation de fautes  
Génération des vecteurs de test  
Synthèse automatique orientée test

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra. Illustration des outils sur stations de travail.

**DOCUMENTATION :** Notes polycopiées, extraits d'articles, guide d'utilisation de programmes.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Electronique, CAO I & II.  
**Préparation pour :** Projets de diplôme.



**Titre : CIRCUITS INTEGRES ANALOGIQUES II****Enseignant : Eric VITTOZ, professeur EPFL/DE****Heures totales : 28****Par semaine : Cours 2 Exercices****Pratique****Destinataires et contrôle des études :**

Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Electricité IN-Pilier 3 .....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique .....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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 technologies bipolaire et MOS, ainsi que les principes à respecter lors de leur implantation dans le layout.

**CONTENU** (ensemble du cours, 7e et 8e semestres)

**Circuits en technologie bipolaire**

Modèles, structures et limitations des transistors intégrés; comportement thermique et bruit.

Composants passifs et parasites; interconnexions.

Circuits élémentaires : règles de similitude, miroirs, cellule d'amplification, références de courant et tension, circuits translinéaires.

Exemples de blocs fonctionnels : amplificateur opérationnel, convertisseurs numérique-analogique, multiplieur.

Analyse fine des circuits logiques; technique  $I^2L$ .

**Circuits en technologie MOS et CMOS**

Modes de fonctionnement, modèles, structures et limitations des transistors MOS intégrés; bipolaires compatibles en technologie CMOS.

Composants passifs et interconnexions.

Eléments et effets parasites.

Circuits élémentaires : similitude, miroirs, interrupteur, échantillonneur, cellules d'amplification, comparateur, capacités commutées, références de courant et tension, circuits translinéaires et dynamiques.

Amplificateur opérationnel à transconductance: critères de dimensionnement, caractéristiques pour petits et grands signaux.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** cours ex cathedra

**DOCUMENTATION :** notes de cours polycopiés, articles techniques

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Electronique I, II; VLSI-I

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

## ORIENTATION INFOTRONIQUE

**Pilier**            **SYSTEMES PROGRAMMABLES**

**Coordinateur**   **Prof. H. Nussbaumer**

### Objectifs

Les enseignements du pilier "Systèmes Programmables" sont destinés à fournir aux électriciens de l'orientation Infotronique les compléments logiciels et matériels qui leur seront indispensables dans un environnement où la plupart des développements sont basés sur la mise en oeuvre et l'utilisation de circuits ou de systèmes programmables.

### Eléments essentiels du contenu

Le pilier "Systèmes programmables" contient les cours suivants :

- Informatique Industrielle II, III, IV.
- Systèmes d'exploitation
- Conception de systèmes programmables I, II.

Le cours "Informatique Industrielle II, III, IV" est conçu pour apporter aux électriciens les notions d'informatique qui sont les plus importantes dans leur métier : modélisation des automatismes (réseaux de Petri, Grafcet), entrées-sorties et interfaces de processus, équipements spécialisés d'informatique industrielle (automates programmables, commandes numériques), réseaux industriels, sécurité, sûreté, fiabilité.

Le cours de "Systèmes d'exploitation" enseigne les notions qui sont essentielles pour comprendre comment sont gérées les ressources d'un système informatique et comment l'utilisateur peut communiquer efficacement avec l'ordinateur.

Le cours de "Systèmes Programmables I et II" a pour ambition d'enseigner les méthodes de développement des systèmes d'informatique technique, qui comprennent à la fois du logiciel et du matériel. A l'occasion de ce cours, les élèves apprendront un nouveau langage de programmation adapté au développement méthodique du logiciel (probablement C++ ou ADA).

### Projets et travaux pratiques

L'enseignement ex-cathedra des différents cours du pilier "Systèmes Programmables" sera complété par des travaux pratiques.

Les élèves qui suivront ce pilier pourront prendre des projets de semestre ou de diplôme parmi les projets à orientation informatique technique offerts par les laboratoires du département d'électricité, ainsi que par certains laboratoires du département d'informatique (LIT, LTI, LSL, LAMI, LSP).

01.05.95/HN

<b>Titre : INFORMATIQUE INDUSTRIELLE II</b>						
<b>Enseignant : Henri NUSSBAUMER, professeur EPFL/DI</b>						
<b>Heures totales : 42</b>		<b>Par semaine : Cours 2 Exercices</b>			<b>Pratique 1</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Informatique .....	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Electricité GE + IN-Pilier 4 ..	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**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****Grafset et réseaux de Pétri.****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 cathedra + laboratoire utilisant des stations Macintosh IIcx et des équipements spécialisés.

**DOCUMENTATION :** livre "Informatique Industrielle II" H. NUSSBAUMER

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Informatique Industrielle I

**Préparation pour :** Informatique Industrielle III

<b>Titre : SYSTEMES D'EXPLOITATION</b>						
<b>Enseignant : Alain SANDOZ, chargé de cours EPFL/DI</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 1 Exercices</b>			<b>Pratique 1</b>	
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>						
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Branches</i>	
Electricité IN-Pilier 4.....	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

A la fin du cours, l'étudiant comprendra les problèmes liés à la programmation concurrente, et saura maîtriser les différents outils permettant d'exprimer la synchronisation.

**CONTENU****Programmation concurrente**

Notion de processus.

Exclusion mutuelle et synchronisation.

Evénements, sémaphores, moniteurs, rendez-vous.

Aspects concurrents du langage Ada.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra

**DOCUMENTATION :** Programmation concurrente (PPUR)

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Programmation I-IV

**Préparation pour :**

<b>Titre : CONCEPTION DE SYSTEMES PROGRAMMABLES I</b>						
<b>Enseignant : Jean-Dominique DECOTIGNIE, professeur EPFL/DI</b>						
<b>Heures totales :</b> 28		<b>Par semaine :</b> Cours 1		Exercices 1		Pratique
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité IN-Pilier 4.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

A la fin de ce cours, l'étudiant sera capable d'analyser le cahier des charges d'un système programmable (matériel) et de concevoir une solution répondant au cahier des charges et d'implanter cette solution.

**CONTENU**

- introduction, problématique, conception de produits
- phases du développement du matériel, cycle de vie
- cahier des charges d'un système matériel
- conception au niveau système
- fonctions de base en matériel
- notion de temps et modélisation associée
- problèmes liés à l'interconnexion
- exercice de conception d'une carte à microcontrôleur

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Cours ex cathedra avec exercices pratiques

**DOCUMENTATION :** Notes de cours

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Informatique Industrielle I et II, Systèmes Logiques  
**Préparation pour :** Conception de Systèmes Programmables II

<b>Titre : INFORMATIQUE INDUSTRIELLE III</b>						
<b>Enseignant : Henri NUSSBAUMER, professeur EPFL/DI Patrick PLEINEVAUX, chargé de cours EPFL/DI</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2		<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b> 1
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Informatique .....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Electricité IN-Pilier 4.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

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

**CONTENU****Sécurité, sûreté, fiabilité**

Bases théoriques. Prévention. Technique de tolérance aux pannes. Dépistage précoce. Maintenance. Fiabilité du logiciel. Sécurité des systèmes de contrôle commande.

**Automates programmables**

Organisation générale. Langages à relais. Exemples d'automates.

**Commande numérique des machines**

Systèmes à commande numérique. Interpolation. Programmation des commandes numériques. Exemples de commandes numériques.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** ex cathedra. 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

<b>Titre : CONCEPTION DE SYSTEMES PROGRAMMABLES II</b>						
<b>Enseignant : Jean-Dominique DECOTIGNIE, professeur EPFL/DI</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 1 Exercices 1</b>			<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
Electricité, IN-Pilier 4.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Ce cours se situe dans le prolongement du cours "Conception de systèmes programmables I". A la fin de ce deuxième cours, l'étudiant maîtrisera les méthodes nécessaires à l'analyse et à la conception de logiciels avec une orientation particulière sur les systèmes où le temps intervient.

**CONTENU**

- introduction, problématique, conception de produits
- phases du développement de logiciels, cycle de vie
- concepts du génie logiciel
- méthodes d'analyse (SA, OORA,...)
- méthodes de conception (SD, OOD, Buhr,...)
- méthodes de test
- environnement de développement (CASE, développement croisé sur microprocesseur)
- pratique détaillée des méthodes OORA et OOD avec implantation sur microcontrôleurs en développement croisé.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Cours ex cathedra avec exercices pratiques

**DOCUMENTATION :** Notes de cours

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Conception de Systèmes Programmables I

**Préparation pour :**

<b>Titre : INFORMATIQUE INDUSTRIELLE IV</b>						
<b>Enseignant : Henri NUSSBAUMER, professeur EPFL/DI Patrick PLEINEVAUX, chargé de cours EPFL/DI</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2		<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b> 1
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Informatique .....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Electricité IN-Pilier 4.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Acquérir les bases indispensable pour assurer l'interconnexion et l'interfonctionnement d'équipements électroniques ou informatiques en milieu industriel.

**CONTENU****Rappels sur le modèle OSI****Protocoles de liaison de données et de réseau****Réseaux locaux. Architecture. Protocoles.****Réseaux d'usine et d'atelier**

- MAP
- Mini-MAP
- Messagerie industrielle MMS

**Réseaux de terrain**

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra. 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 :**



## ORIENTATION INFOTRONIQUE

**Pilier ONDES**

**Coordinateur Prof. F. Gardiol**

### Objectifs

Les ondes sont à la base de toute communication : voix humaine, signaux lumineux, ondes dans l'espace, sur les lignes de transmission, dans le cœur des fibres optiques, etc. Le pilier "ondes" présente les phénomènes de propagation et de rayonnement des ondes, les mécanismes qui leur donnent naissance et leur modélisation. Il montre les similitudes entre l'acoustique et l'électromagnétisme (dont la lumière est un cas particulier), mais aussi les différences. Les principales applications techniques qui font usage des ondes sont passées en revue.

### Eléments essentiels du contenu

Le pilier est formé de quatre cours. Deux sont de nature fondamentale : Propagation (6ème semestre) et Rayonnement (7ème semestre). Les deux autres possèdent un caractère plus technique : Audio (7ème et 8ème semestres) et Hyperfréquences (8ème semestre).

Le cours "Propagation" présente les ondes, électromagnétiques et acoustiques, dans les milieux réels et dans des structures de guidage (fibres optiques, guides d'ondes, systèmes à propagation acoustique, ondes de surface). On considère également les phénomènes ondulatoires qui apparaissent dans des structures ayant des dimensions de quelques longueurs d'onde (cavités, salles). Les modèles utiles à l'ingénieur sont décrits, avec leurs approximations et leurs limites.

Le cours "Rayonnement" traite des processus d'émission des ondes dans des antennes et des sources de son, considérant également le rayonnement parasite au voisinage d'appareils électriques. Les paramètres des éléments rayonnants sont définis, et les techniques de mesure sont introduites dans la première partie du cours. On présente ensuite les principales méthodes numériques pour l'étude à l'ordinateur (analyse et synthèse) de différents types d'antennes et de réseaux d'intérêt pratique.

De nature plus appliquée, le cours "Audio" couvre les procédés, appareils et techniques pour la production, la transmission, la mesure, l'enregistrement et l'utilisation des sons. Il donne des bases solides pour l'étude, la conception et la réalisation de systèmes électroacoustiques et des technologies de l'audio numérique.

Le cours "Hyperfréquences" fait le pendant du cours précédent du côté de l'électromagnétisme, dans les bandes de fréquence utilisées pour les transmissions par satellites et les radars, ainsi que pour la cuisson d'aliments dans les fours à microondes.

### Projets et travaux pratiques

En parallèle avec les cours, les étudiants peuvent effectuer des travaux pratiques dans les laboratoires d'acoustique et d'hyperfréquences (mesures et CAO). Des projets de semestre et de diplôme leur sont proposés dans les domaines de l'acoustique, des antennes et des circuits hyperfréquences. Les recherches actuellement en cours en acoustique portent sur l'intelligibilité de la parole, les suppléances auditives, les microphones monolithiques et l'acoustique des salles. Les activités en électromagnétisme sont concentrées sur les structures microrubans (antennes et circuits imprimés), leur analyse théorique, leur synthèse par CAO et leur réalisation, puis la mesure de leurs paramètres et notamment des champs proches et rayonnés.

<b>Titre : PROPAGATION</b>						
<b>Enseignant : Fred GARDIOL et Mario ROSSI, professeurs EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 70</b>		<b>Par semaine : Cours 4 Exercices 1</b>			<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
Electricité IN-Pilier 5.....	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

- Connaître et maîtriser les phénomènes de propagation en électromagnétisme et acoustique et leur modélisation, notamment le guidage d'ondes dans les milieux réels et les structures techniques (guides d'ondes, fibres optiques, systèmes acoustiques, dispositifs à ondes de surface).
- Savoir appliquer les principales méthodes de calcul des champs.
- Connaître les principales techniques basées sur la propagation d'ondes électromagnétiques et acoustiques.

**CONTENU****Introduction**

Equations d'ondes en milieux linéaires isotropes sans et avec pertes, anisotropes, chiraux, et dans les plasmas. Ondes uniformes et non-uniformes. Ondes sphériques et planes, rayons et approximation optique. Conditions aux limites. Modèles des sources élémentaires.

**Interfaces**

Réflexion et transmission. Résolution matricielle et graphes orientés. Lames à faces parallèles. Empilage de lames à faces parallèles. Stratification des milieux à variation continue des paramètres. Propagation le long d'une lame, ondes de surface, ondes de fuite.

**Structures de guidage**

Guides d'ondes métalliques. Fibres optiques à saut d'indice. Condition de faible guidance. Dispersion et distorsion des signaux. Fibres à gradient d'indice. Guides optiques intégrés, méthodes approchées de calcul. Analyse (guidage naturel) et synthèse (guidage artificiel). Guides et dispositifs à propagation acoustiques et mécano-acoustiques.

**Diffraction**

Interactions avec des obstacles de dimensions finies. Théorie générale de la diffraction. Applications en acoustique et électromagnétisme.

**Propagation non-linéaire**

Formation de fronts d'ondes et solitons. Propagation sans distorsion.

**Applications**

Méthodes de calcul et de prévision des champs en Radiocommunications et en Génie acoustique. Acoustique des salles. Bases des Radars et Sonars.

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

**DOCUMENTATION :** Polycopié.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Electromagnétisme

**Préparation pour :** Rayonnement, Audio, Hyperfréquences, Travaux pratiques et projets en audio et en hyperfréquences

<b>Titre : RAYONNEMENT et ANTENNES</b>						
<b>Enseignant : Juan MOSIG, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2		Exercices 1	Pratique	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité IN-Pilier 5 .....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Connaître les principes fondamentaux gouvernant l'émission du rayonnement électromagnétique et acoustique. Se familiariser avec les paramètres définissant un système rayonnant et avec les techniques de mesure. Maîtriser les méthodes de synthèse d'un réseau d'antennes. Connaître les bases des techniques numériques permettant le calcul à l'ordinateur des champs rayonnés. A la fin du cours, l'étudiant sera en mesure d'établir un cahier de charges pour une antenne et de choisir un type particulier en fonction des exigences d'un système global de transmission.

**CONTENU**

- 1) Introduction : mécanisme de rayonnement et sources élémentaires. Ondes acoustiques et ondes électromagnétiques : antennes, haut-parleurs, microphones.
- 2) Paramètres électriques des antennes.
- 3) Antennes à fil, à ouverture et imprimées: théorie et méthodes numériques de calcul.
- 4) Synthèse de réseaux d'antennes. Antennes adaptatives.
- 5) Applications : radio-télévision, communications mobiles, faisceaux hertziens, communications par satellite, hyperthermie, radar, télédétection.
- 6) Mesures d'antennes. Impédance, diagramme de rayonnement, gain, polarisation.
- 7) Problèmes de compatibilité électromagnétique. Couplage de perturbations par rayonnement. Méthodes de protection contre des sources de bruit indésirables: blindage, filtrage, supprimeurs.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra, complété par des démonstrations et des mesures en laboratoire. Séances d'exercices avec contrôle continu payant.

**DOCUMENTATION :** Notes polycopiées, articles techniques. Livre : C. Balanis, "Antenna Theory and Design".

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable :** Electromagnétisme I et II.

**Préparation pour :** Projets

<b>Titre : AUDIO I</b>						
<b>Enseignant : Mario ROSSI, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité IN-Pilier 5.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique .....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Maîtriser les bases fondamentales, les modèles et les méthodes de l'Audio.

Etre capable de modéliser et de dimensionner un dispositif ou un système Audio.

Connaître les principales techniques de l'Audio et savoir en concevoir et réaliser les différents dispositifs, appareils et transducteurs.

**CONTENU**

L'Audio est l'ensemble des techniques des sons audibles et concerne les différents procédés, appareils et systèmes pour la production, la transmission, la mesure et l'enregistrement des sons. Ce cours propose de solides bases pour l'étude, la conception et la réalisation des dispositifs audio. Un juste équilibre entre théories et applications concrètes, permet la maîtrise des problèmes sous leurs principaux aspects.

De nombreux exemples et démonstrations illustrent les techniques et méthodes proposées. Les applications et procédés, des classiques aux plus modernes, ainsi 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
- Enregistrements analogiques et audio numériques
- Systèmes mécaniques et acoustiques
- Transducteurs.

**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 :** Audio II (semestre d'été).

<b>Titre : HYPERFREQUENCES</b>						
<b>Enseignant : Fred GARDIOL, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 42</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices 1</b>	<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité IN-Pilier 5 .....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

A la fin du cours, l'étudiant aura acquis une connaissance fondamentale du domaine des hyperfréquences (300 MHz - 300 GHz). Il sera en mesure de faire face aux principaux problèmes théoriques et pratiques de ce domaine : il connaîtra les principales techniques de mesure, les caractéristiques des principaux générateurs et amplificateurs et pourra réaliser des circuits simples.

**CONTENU**

1. Introduction, rappel des notions de base, applications: radar, télécommunications, chauffage.
2. Générateurs et amplificateurs: généralités, domaines d'application des tubes et des semiconducteurs, transistors, rendement, facteur de glissement.
3. Mesure du signal: fréquence (ondemètres et compteurs électroniques), spectre (analyseur), puissance (calorimètres et thermistances). Principales sources d'erreurs.
4. Composants: brève introduction au concept de matrice de répartition, propriétés des circuits: linéarité, dissipation, réciprocité, symétrie, adaptation. Description de composants à 1, 2, 3, 4, 5 et 6 accès.
5. Mesure des composants: ligne fendue, réflectométrie fréquentielle et temporelle (TDR), analyseur de réseau, affaiblissement et déphasage. Techniques de calibrage pour compenser les principales erreurs.
6. Circuits microrubans: fabrication, technologie, matériaux, implantation de composants.
7. Semiconducteurs: atténuateurs, modulateurs, commutateurs.
8. Dispositifs non réciproques à ferrites: isolateurs, circulateurs.

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

**DOCUMENTATION :** "Hyperfréquences" volume XIII du Traité d'électricité de l'EPFL, ou "Introduction to Microwaves", Artech House.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Electromagnétisme, Propagation.

**Préparation pour :** Travaux pratiques et projets en hyperfréquences

<b>Titre : AUDIO II</b>						
<b>Enseignant : Mario ROSSI, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 28		<b>Par semaine :</b> Cours 2		<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité IN-Pilier 5.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Microtechnique .....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Maîtriser les bases fondamentales, les modèles et les méthodes de l'Audio.

Etre capable de modéliser et de dimensionner un dispositif ou un système Audio.

Connaître les principales techniques de l'Audio et savoir en concevoir et réaliser les différents dispositifs, appareils et transducteurs.

**CONTENU**

L'Audio est l'ensemble des techniques des sons audibles et concerne les différents procédés, appareils et systèmes pour la production, la transmission, la mesure et l'enregistrement des sons. Ce cours propose de solides bases pour l'étude, la conception et la réalisation des dispositifs audio. Un juste équilibre entre théories et applications concrètes, permet la maîtrise des problèmes sous leurs principaux aspects.

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

**Ce second semestre est consacré aux aspects essentiels des chapitres suivants :**

- Haut-parleurs et systèmes haut-parleurs

- Microphones

**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 :** Audio I (semestre d'hiver).

**Préparation pour :**

## ORIENTATION INFOTRONIQUE

**Pilier TELECOMMUNICATIONS**

**Coordinateur Prof. J.P. Hubaux**

### Objectifs

Le pilier télécommunications offre une formation d'une part aux techniques fondamentales utilisées dans les systèmes de télécommunications, d'autre part aux principes de planification et d'exploitation qui sont à la base de l'évolution des systèmes et réseaux. Après avoir suivi ce pilier, l'étudiant doit être capable de participer au développement et à la mise en oeuvre de ces systèmes et réseaux.

### Eléments essentiels du contenu

Les cours constituant le pilier sont les suivants.

#### 1. Transmission I et II

*Respectivement aux semestres 6 et 7; 3 h/semaine, soit au total 84 h.*

- Principes de transmission d'informations
- Milieux de transmission (câbles, fibres optiques, ondes)
- Procédés analogiques et numériques ( modulation, multiplexage, régénération)
- Méthodes de planification et aspects techniques des systèmes de transmission analogiques et numériques

#### 2. Introduction aux réseaux et aux protocoles

*Semestre 6, à raison de 2h/semaine, soit au total 28 h*

- Structuration en couches
- Modèle OSI
- Protocoles point à point
- Couche liaison
- Couche transport

#### 3. Commutation

*Semestre 7, à raison de 3h/semaine, soit au total 42 h*

- Introduction à la commutation
- Modes de transfert
- Réseaux de connexion - principes
- RNIS et ATM

#### 4. Réseaux de télécommunications (nouveau cours, contenu à affiner)

*Semestre 8, à raison de 4h/semaine, soit au total 56h*

- Télétrafic: caractéristiques statistiques du trafic (sources, services); performances et dimensionnement des systèmes à pertes et à attentes
- Réseaux métropolitains et locaux, interconnexion de réseaux
- Communications optiques et par satellite (aspects réseaux)
- Routage, réseau intelligent, mise en oeuvre des services

### Projets et travaux pratiques

Le laboratoire de télécommunications offre aux étudiants la possibilité de réaliser les travaux pratiques A et B dans les domaines suivants:

- méthodes de mesure et d'analyse de milieux et de procédés de transmission
- méthode et environnement de développement de protocoles
- méthode et environnement d'évaluation des performances de réseaux

Les projets de semestre et de diplôme proposés par le Laboratoire portent sur les domaines des réseaux optiques, de la modélisation des réseaux (télétrafic en particulier), des protocoles à haute vitesse et de l'ingénierie des services et des services multimédias. Ils s'intègrent le plus souvent dans les projets de recherche du Laboratoire.

D'autres laboratoires sont susceptibles de proposer des projets relevant des télécommunications, notamment: LTS, LEMA, LEG (DE), LIT, LRC, LTI (DI).

<b>Titre : TRANSMISSION I : Objectifs, milieux et méthodes</b>						
<b>Enseignant : Pierre-Gérard FONTOLLIET, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2		Exercices 1	Pratique.	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité IN-Pilier 6.....	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Systèmes de Communications	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Etre capable de :

- Situer qualitativement et quantitativement le problème de la transmission d'information dans son contexte technique et humain.
- Identifier les critères qui déterminent la planification d'un système de transmission.
- Evaluer et comparer les différents milieux de transmission.
- Dimensionner une transmission numérique (probabilité d'erreurs) et analogique (bilan de bruit).

**CONTENU**

**Chap. 1 : TÉLÉCOMMUNICATIONS ET INFORMATION :** Objectifs, notion de système, approche globale. Aperçu historique, impact social et humain. Caractéristiques des informations à transmettre (textes, données, parole, musique, images).

**Chap. 2 : PLANIFICATION (1ère partie) :** Qualité de transmission, niveau, distorsions et perturbations, diaphonie. Standardisation internationale.

**Chap. 3 : MILIEUX DE TRANSMISSION :** Lignes symétriques et coaxiales. Fibres optiques. Ondes. Leurs propriétés pratiques comparées.

**Chap. 4 : PROCÉDÉS 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 NUMÉRIQUE :** Transmission *m*-aire et binaire. distorsions, perturbations et régénération. Interférences entre moments. Probabilité d'erreurs.

**Chap. 6 : TRANSMISSION ANALOGIQUE :** Amplification. Bilan de bruit dans une chaîne de répéteurs.

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

**DOCUMENTATION :** Vol. XVIII du Traité d'Electricité (nouvelle édition)

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Electromagnétisme, Théorie du signal, information et codage.

**Préparation pour :** Transmission II, Réseaux. Projets et TP avancés en 4e année.



<b>Titre : INTRODUCTION AUX RESEAUX ET AUX PROTOCOLES</b>						
<b>Enseignant : Jean-Pierre HUBAUX, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 1 Exercices</b>			<b>Pratique 1</b>	
<i>Destinataires et contrôle des études :</i>						
<i>Section(s)</i>	<i>Semestre</i>	<i>Oblig.</i>	<i>Facult.</i>	<i>Option</i>	<i>Branches</i>	
					<i>Théoriques</i>	<i>Pratiques</i>
Electricité IN-Pilier 6.....	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Etre capable de :

- comprendre les services offerts par un réseau
- situer un type de réseau selon les principaux critères
- lire la spécification d'un protocole

**CONTENU**

- Topologie et architecture des réseaux.
- Structuration en couches.
- Protocoles point à point.
- Techniques de retransmission.
- Découpe en trames.
- Couche liaison.
- Protocole ARQ.
- Couche transport.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Cours ex cathedra, exercices**DOCUMENTATION :** Notes polycopiées**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS****Préalable requis :****Préparation pour :** Commutation, Réseaux

<b>Titre : TRANSMISSION II : Modulations et systèmes</b>						
<b>Enseignant : Pierre-Gérard FONTOLLIET, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2 Exercices 1			<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité IN-Pilier 6.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Systèmes de communications	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Etre capable de :

- Evaluer et comparer les principales modulations numériques et analogiques
- Planifier et dimensionner dans ses grandes lignes un système de transmission analogique ou numérique
- Evaluer et comparer des systèmes connus en appliquant les notions et les méthodes apprises au 6e semestre
- Prendre conscience des critères économiques et des problèmes de planification et d'exploitation (maintenance, fiabilité) liés aux systèmes de transmission

**CONTENU**

- Chap. 7 :** MODULATIONS NUMÉRIQUES : Quantification uniforme et non uniforme. Modulation PCM. Modulations différentielles (AM, DPCM) et adaptatives (ADM).
- Chap. 8 :** MODULATIONS ANALOGIQUES :  
 - à porteuse sinusoïdale : AM, AM-P, SSB, FM,  $\phi$ M  
 - à porteuse impulsionnelle : PAM, PDM, PPM.  
 Leurs propriétés et leurs applications respectives.
- Chap. 2 :** PLANIFICATION (2e partie) : Conception d'un système. Cahier des charges. Fiabilité. Aspects économiques.
- Chap. 9 :** SYSTÈMES NUMÉRIQUES : Trame, verrouillage, signalisation. Hiérarchie synchrone (SDH). Planification de systèmes numériques.
- Chap. 11 :** TRANSMISSION DE DONNÉES : Données en bande de base : comparaison de modes, réponse partielle, égalisation, synchronisation, embrouillage. Modulations analogiques discrètes (OOK, ASK, PSK, FSK, QAM). Données dans une voie numérique.
- Chap. 12 :** FAISCEAUX HERTZIENS : Conditions de propagation. Faisceaux numériques et analogiques.
- Chap. 13 :** LIAISONS PAR SATELLITE : Planification. Satellites. Stations terriennes. Accès multiple.
- Chap. 14 :** COMMUNICATIONS OPTIQUES : Transducteurs. Amplification optique. Planification de systèmes optiques numériques ou analogiques.

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

**DOCUMENTATION :** Vol. XVIII du Traité d'Electricité (nouvelle édition)

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Transmission I.  
**Préparation pour :** Réseaux, projets et TP avancés en 4e année.

<b>Titre : COMMUTATION</b>						
<b>Enseignant : Jean-Pierre HUBAUX, professeur EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 42		<b>Par semaine :</b> Cours 2 Exercices 1 Pratique				
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Systèmes de communication .	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Electricité IN-Pilier 6.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

- Apprécier les possibilités et les limites des techniques de commutation
- Comparer la structure de différents commutateurs
- Être en mesure de mettre en oeuvre un réseau public tel que le RNIS

**CONTENU****1. Introduction à la commutation**

Fonctions-types, principe de banalisation.  
Architecture du commutateur.

**2. Modes de transfert**

Commutation de circuits, commutation de paquets.

**3. Réseaux de connexion - principes**

Commutation de circuits : commutation spatiale, temporelle, spatio-temporelle.  
Commutation de paquets à haut débit : fonctions et contraintes, éléments théoriques.

**4. RNIS et ATM**

Motivation et historique du RNIS.  
Modèle de référence et protocoles du RNIS.  
RNIS bande étroite.  
RNIS large bande et technique temporelle asynchrone (ATM).

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

**DOCUMENTATION :** Notes polycopiées.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :** Transmission I; Introduction aux Protocoles ou Téléinformatique I

**Préparation pour :**

<b>Titre : RESEAUX (DE TELECOMMUNICATIONS)</b>						
<b>Enseignant : Pierre-Gérard FONTOLLIET, Jean-Pierre HUBAUX, prof. EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 56		<b>Par semaine :</b> Cours 2		Exercices 2		Pratique
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
Electricité IN-Pilier 6.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

Etre capable de :

- dépasser les problèmes de transmission et de commutation pour les intégrer dans une problématique de réseau
- percevoir et concevoir les fonctions d'exploitation et de gestion nécessaires dans un réseau
- comparer des topologies et des modes d'exploitation de réseaux
- dimensionner les organes d'un réseau en fonction du trafic

**CONTENU**

- Services supportés par les réseaux de télécommunications : voix, données, image; services diffusés et services commutés; services avec et sans connexion; services multimédias.
- Morphologie et fonctions des réseaux.
- Notion de télétrafic et sa modélisation par des chaînes de Markov.
- Systèmes à pertes : Encombrement et pertes. Distributions d'Erlang et d'Engset. Coupleurs parfaits et imparfaits, accessibilité.
- Systèmes à attentes : Propriétés statistiques des délais d'attente. Files illimitées ou limitées.
- Approche par simulation. Principes et méthodes, génération de trafic artificiel, interprétation statistique des résultats.
- Trafic en mode ATM : Arrivée de cellules en mode de transfert asynchrone cadencé (ATM). Processus d'arrivée corrélé. Performances d'un commutateur ATM avec trafic corrélé.
- Réseaux locaux (LANs); le cas de FDDI (Fiber Distributed Data Interface).
- Routage.
- Réseau intelligent (IN) et mise en oeuvre des services.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra avec exemples et exercices intégrés.**DOCUMENTATION :** Notes polycopiées en vente au service des cours (Télétrafic, P-G. Fontolliet, Introduction aux réseaux de télécommunications, JP Hubaux)**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS****Préalable requis :** Transmission I et II, Commutation, Introduction aux protocoles, notions de probabilités et statistiques.

EPFL-SECTION D'ELECTRICITE

**ORIENTATIONS :**

**GENIE ELECTRIQUE + INFOTRONIQUE**

**MANAGEMENT DES TECHNOLOGIES**

**Pilier**                    **MANAGEMENT DES TECHNOLOGIES****Coordinateur**        **Prof. D. Mlynek****Objectifs**

Le but de ce Pilier est de sensibiliser nos élèves aux relations étroites entre la Technique et l'Economie (comme ceci se fait depuis longtemps aux US). Ces relations seront données clairement tout au long de l'enseignement, par des exemples pratiques, réels, simples, et seront utilisés par les élèves pendant le Projet. Les interactions Technique-Economie comme la notion de Qualité, ou celle de la Logistique seront abordées; on définira la notion d'"Intrapreneur" qui traite du Management technique à l'intérieur d'une société ou d'un organisme, en tenant compte des contraintes de choix dans ce cas, on y abordera les problèmes juridiques spécifiques s'y rapportant. On abordera enfin la notion d'Entrepreneur, de créateur, d'innovateur en spécifiant les facteurs nécessaires à la création et à l'innovation, tout en gardant un certain réalisme économique.

Avantages pour l'Elève: il aura un aperçu complet du Management des Technologies, il sera sensibilisé à la relation existante avec l'économie des produits industriels, il saura juger les facteurs prioritaires des choix techniques, comprendra les décisions dites stratégiques dans l'entreprise, aura une vue d'ensemble des règles économiques et juridiques en Europe. C'est une sorte de prise de conscience de la réalité de l'Entreprise, touchant d'ailleurs le domaine de l'Éthique de l'ingénieur.

**Éléments essentiels du contenu****1.- Etat de l'Art (28 heures, Prof. D. Mlynek)**

Ce cours sera composé d'une somme de séminaires, de visites et d'interventions pratiques qui auront pour but d'uniformiser l'état des connaissances des élèves quant aux nouvelles technologies des différentes branches techniques. On identifiera ainsi des besoins et des opportunités technologiques et on mettra en évidence les bases du management.

**2.- Styles de Management (28 heures, M. P. Dembinski)**

Le cours portera sur les points suivants : - l'entreprise qu'est-ce? - les fonctions primaires dans l'entreprise (production, finance, marketing) - les fonctions intégratives (organisation, stratégie, direction) - concurrence et stratégie - la conscience de changement.

**3.- Management de Projet - MBO (14 heures, Prof. D. Mlynek)**

Les théories du management par objectifs précis seront rappelées dans ce cours d'introduction.

**4.- Outils de Management (14 heures, Prof. F. Perret)**

Les outils de base (logiciels et méthodes spécialisés seront présentés) leur fonctionnalité à l'intérieur d'une entreprise, sera mise en évidence.

**5.- Droit Industriel (14 heures, Mme N. Tissot)**

Le cours proposé contient les chapitres suivants : - introduction générale au droit - l'entreprise commerciale - le droit des contrats - le contrat de bail, le contrat de travail - le contrat de vente, le contrat d'entreprise - la propriété immatérielle - les contrats informatiques

**6.- Droit International (14 heures, M. P. Boulier)**

Le contenu du cours n'est pas encore finalisé mais comportera les notions de droit international en général et européen en particulier (brevets, veilles technologiques, innovations, etc.).

**7.- Projets de Création d'Entreprise (42 heures, M. P. Boulier)**

Réparti sur 2 semestres (7ème et 8ème), ces projets intégreront les notions acquises à des applications précises. La façon de faire sera précisée lorsqu'on connaîtra le nombre potentiel d'étudiants. On organisera des séminaires techniques sur les thèmes du contrôle de qualité de la logistique tout en introduisant les notions précises de la gestion de projet.

**8.- Management de l'innovation (14 heures, M. J.J. Paltenghi)**

Par l'étude de cas précis et l'intervention de spécialistes de l'industrie, on mettra en évidence les conditions idéales de créativité et de gestion de l'innovation pour les technologies à hautes technicités.

**9.- Management des Relations Humaines (28 heures, Prof. A. Bergmann)**

On donnera des notions de la gestion et de l'organisation des ressources et relations humaines qui permettront une croissance saine d'une entreprise. Les méthodes modernes des relations hommes-machines, hommes-technologie seront évoquées.

**10.- Logistique (14 heures, M. Wieser)**

On sensibilisera les élèves, entre autres, aux problèmes de flux et d'organisation de la ligne de production.

<b>Titre : STYLE DE MANAGEMENT</b>						
<b>Enseignant : Paul H. DEMBINSKI, chargé de cours EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 2</b>		<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité IN-Pilier 7.....	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Electricité GE-Pilier 6.....	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
toutes autres sections.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

- Familiariser les étudiants avec les diverses fonctions à l'intérieur de l'entreprise, en mettant l'accent sur leurs interdépendances
- Mettre en évidence le rapport entre l'environnement concurrentiel et les décisions stratégiques de l'entreprise
- Identifier les relations complexes entre la stratégie d'entreprise d'un côté et son organisation de l'autre.

**CONTENU**

- Fonctions primaires (technologie + production, finances + marketing)
- Fonctions intégratives (organisation, stratégie, direction)
- Concurrence et stratégie d'entreprise
- Internaliser le changement = le management stratégique
- Deux visites d'entreprises, dans la mesure du possible

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra

**DOCUMENTATION :** Lectures et bibliographie distribuées

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :**

**Préparation pour :** Outils de Management

<b>Titre : ETAT DE L'ART</b>								
<b>Enseignant : Daniel MLYNEK, professeur EPFL/DE</b>								
<b>Heures totales :</b> 28		<b>Par semaine :</b> Cours 2			<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>								
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>			
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>		
Electricité IN-Pilier 7.....	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Electricité GE-Pilier 6.....	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
toutes autres sections.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

**OBJECTIFS**

Le but de ce cours est d'uniformiser les connaissances des élèves quant aux nouvelles technologies.

On identifiera les besoins, les opportunités, les tendances technologiques du moment.

On fera une synthèse des problèmes nouveaux posés par le développement technologique

On s'exercera à raisonner sur des cas concrets en vue de faire une synthèse des principes de management

**CONTENU**

Présentation de séminaires et interventions pratiques dans les domaines de pointe représentés à l'Ecole.

Identification des problèmes techniques posés.

Notion de priorités, de coût associé

Analyse des solutions employées, des moyens nécessaires.

Evaluation des potentiels technologiques

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** cours ex cathedra et travail en groupe ainsi que visites

**DOCUMENTATION :** notes photocopiées, articles techniques

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS** Management par Objectifs

**Préalable requis :**

**Préparation pour :** Autres cours du Pilier



<b>Titre : MANAGEMENT DE PROJET MBO</b>								
<b>Enseignant : Daniel MLYNEK, professeur EPFL/DE</b>								
<b>Heures totales :</b> 14		<b>Par semaine :</b> Cours 1			<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>								
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>			
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>		
Electricité IN-Pilier 7.....	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Electricité GE-Pilier 6.....	6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
toutes autres sections.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

**OBJECTIFS**

Donner à l'élève les bases nécessaires de Management au sens large (Management by Objectives)

**CONTENU**

- Comment développer un modèle d'utilisation du MBO
- Comment définir des objectifs
- Notion de mesure des résultats, contrôle du processus de management
- Comment penser stratégie
- Processus de prise des décisions collectives
- Motivations, leadership
- Productivité - Qualité - Réduction des Coûts

Ces notions resteront générales et seront développées plus amplement dans le Projet de Création d'Entreprise.

Le cours pourra être donné en partie en anglais.

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** cours ex cathedra et travail en groupe

**DOCUMENTATION :** notes polycopiées

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**      Projet de Création d'Entreprise

**Préalable requis :** cours Etat de l'Art

**Préparation pour :**

<b>Titre : DROIT INTERNATIONAL</b>								
<b>Enseignant : Pascal BOULIER, Chargé de Cours EPFL/DE</b>								
<b>Heures totales :</b> 14		<b>Par semaine :</b> Cours 1			<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>								
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>			
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>		
Electricité IN-Pilier 7.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Electricité GE-Pilier 6.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
toutes autres sections.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

**OBJECTIFS**

Ce cours qui s'adresse à de futurs ingénieurs, dont les connaissances en économie d'entreprise sont limitées et dont la culture prépondérante est technologique, vise :

- à les sensibiliser sur les possibilités de protection des créations et inventions et à déclencher chez eux un réflexe de protection,
- mais, au-delà, à développer une démarche stratégique en matière de gestion de "capital connaissances et informations sensibles" dans l'entreprise (savoir-faire, secrets de fabrique, créations, innovations).

**CONTENU**

Les trois concepts suivants seront analysés, tant d'un point de vue juridique qu'économique :

- l'innovation ou la démarche créative,
- la protection d'un "capital" ou "patrimoine" : la connaissance;
- l'exploitation des idées, savoirs, créations intellectuelles ou propriétés immatérielles.

Dans un premier temps, étude des schémas d'informations, de raisonnements, les mécanismes intellectuels qui aboutissent à innover. A partir de la démarche créative, identification des éléments de créations et typologie légale des idées, concepts, procédés, innovations et inventions.

Les créations et innovations ne présentent pas toutes un intérêt économique. C'est pourquoi le législateur a défini un cadre juridique distinct pour protéger l'activité strictement intellectuelle et celle dont l'utilisation et l'exploitation, à des fins économiques ou industrielles est prioritairement recherchée. Modalités selon lesquelles le titulaire d'une création ou d'une invention peut se réserver un droit d'usage exclusif national ou au-delà.

Panorama de ce qui est théoriquement protégeable et de ce qui, dans la pratique, est protégé. Sensibilisation sur les précautions à prendre avant de communiquer son innovation, son invention à un tiers. Sélection des procédés de protection les plus efficaces et notions sur les coûts et limites des systèmes de protection.

Définition du concept de "capital-connaissance" ou "patrimoine-connaissance" et sensibilisation des étudiants sur la gestion rationnelle des informations et connaissances (actualisation de la base de connaissances, veille technico-économique, prospective) qui constituent ce capital ou patrimoine immatériel. La transmission des créations, idées, connaissances et de leurs applications (savoirs, savoir-faire) et base contractuelles juridiques qui leur sont associées (communication de savoir-faire, contrat de licence, contrat de Transfert de Technologie, conventions de coopération ou d'alliance, méthodologie partenariale).

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** ex cathedra avec exemples d'application.

**DOCUMENTATION :** support de cours, extraits d'articles, bibliographie, tirés à part, documents émis par les organismes officiels de protection (OFPI, OEB, OMPI).

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :**

Bien qu'aucune compétence préalable n'est nécessaire pour suivre cette formation, un intérêt pour l'information économique est souhaitable.

**Préparation pour :**

Ce cours, dans un souci de complémentarité, a été établi en coordination étroite avec l'enseignante chargée d'assurer le cours de droit industriel et commercial. L'enseignement dispensé vise à développer un réflexe de protection chez les ingénieurs. Le projet "création d'entreprise" constitue un "tremplin" pour mobiliser les connaissances acquises en "stratégie de protection".

<b>Titre : PROJET DE CREATION D'ENTREPRISES</b>						
<b>Enseignant : Pascal BOULIER, chargé de cours EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales :</b> 14		<b>Par semaine :</b> Cours		Exercices		Pratique 1
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité IN-Pilier 7.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Electricité GE-Pilier 6.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
toutes les autres sections.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## OBJECTIFS

Apporter à des futurs ingénieurs une sensibilisation de telle sorte qu'ils puissent envisager de devenir candidats créateurs, co-créateurs ou accompagnateurs du porteur d'un projet de création d'entreprise. Les connaissances, savoir-faire, méthodologies nécessaires à l'élaboration d'un Business-Plan et à la mise en oeuvre d'un projet de création d'activité nouvelle reposant sur la mobilisation des technologies dites avancées feront l'objet de cette formation-accompagnement.

## CONTENU

S'agissant d'une formation essentiellement pratique, il est difficile de dire, à priori, ce que sera le contenu de la formation qui, par essence, est adaptative, c'est-à-dire qu'elle est définie en fonction des carences relatives des étudiants dans l'appréhension de la problématique d'une création d'entreprise. Cette formation vise donc à développer une culture d'entreprise, c'est-à-dire de connaissance sur les mécanismes principaux qui régissent une entreprise lors de sa création et de son développement.

Même si les contenus de formation ne peuvent pas être décrits en détail, puisqu'ils répondent avant tout aux besoins révélés par les élèves, il est possible d'esquisser, dans leurs grandes lignes, les contributions qui sont souvent nécessaires à destination d'un tel public. La formation s'articulera autour d'un projet dont la qualité, du point de vue de sa pertinence technologique et économique, sera *a priori* validée.

Le métier de dirigeant d'entreprise fait appel à des compétences à facettes multiples qui sont rarement rencontrées dans les cursus scolaires ou universitaires. Certaines dispositions innées en facilitent l'exercice, d'autres, au contraire, le rendent plus difficile à exercer, d'autres, enfin, s'acquièrent.

L'auditoire attendu pour cet enseignement étant constitué par des étudiants à formation éminemment technique, il y aura lieu de rappeler de grands principes :

- de marketing : identification du marché correspondant au service ou produit projeté. Taille du marché pressenti, élaboration d'une étude de marché, mise en place d'un plan marketing pour le lancement du produit.
- de gestion financière : notion de profit, de rentabilité, identification des coûts (apparents et masqués) que génère toute organisation.
- d'organisation et de gestion du temps, de l'information, en appliquant notamment les règles du management par objectif.
- de stratégie : stratégie de création. définition d'une grille de choix stratégiques pour le lancement d'un projet, conditions de mise en oeuvre du projet de création étudié, méthodologie de mise en oeuvre d'un projet de création.
- méthodologie de création, relation avec les partenaires constituant l'environnement du projet, etc...

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** formation appliquée, assise sur des études de cas

**DOCUMENTATION :** supports de cours polycopiés, extraits d'articles, tirés à part.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :**

**Préparation pour :**

<b>Titre : MANAGEMENT DE L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE</b>							
<b>Enseignant : Jean-Jacques PALTENGI, chargé de cours EPFL/DPR</b>							
<b>Heures totales :</b> 14		<b>Par semaine :</b> Cours		Exercices		Pratique 1	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>	
Electricité IN/GE .....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**OBJECTIFS**

- Comprendre l'importance de l'innovation technique pour la (sur)vie des entreprises, pour la création d'entreprises et d'emplois,
- Développer le goût et la volonté d'innover,
- Reconnaître les principaux facteurs de réussite et d'échec dans le passage d'une idée technique à un produit industriel, savoir analyser une situation concrète et apprécier avec clairvoyance les problèmes à résoudre.

**CONTENU**

- **Projet :**  
De l'idée technique au produit industriel. Etude de cas concrets dans divers domaines : électronique, génie médical, capteurs, instrumentation, environnement, robotique, etc...
- **Séminaires :**  
Entretien avec des personnalités connues pour leur esprit d'innovation et leurs réussites techniques et industrielles.
- **Thématique** (non exclusive) :
  - Du démonstrateur au prototype. Rien qu'un petit pas ?
  - L'argent pour l'innovation, une odeur de soufre ?
  - La vente, une basse nécessité ?
  - Breveter ou non ?
  - Entreprise, famille, loisir : faut-il choisir ?

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Etude de cas par les étudiants, en classe et sur le terrain.  
2 heures tous les 15 jours, début le 30 octobre 1995.

**DOCUMENTATION :** Notes polycopiées, extraits d'articles.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :**  
**Préparation pour :**

**Titre : OUTILS DE MANAGEMENT (SYSTEMES COMPTABLES)****Enseignant : Francis-Luc PERRET, professeur EPFL/DGC****Heures totales : 14****Par semaine : Cours 1 Exercices****Pratique****Destinataires et contrôle des études :**

Section(s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Branches	
					Théoriques	Pratiques
Electricité IN-Pilier 7.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Electricité GE-Pilier 6.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
toutes autres sections.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

A l'issue de ce cours, l'étudiant devrait être capable :

- de structurer l'information comptable et financière de l'entreprise,
- de construire un plan financier et d'établir une analyse complète de choix d'investissement,
- d'évaluer les potentialités d'un projet en appliquant les méthodes d'évaluation économique et d'analyse multicritère

**CONTENU****Systemes comptables**

Principes et méthodes de la comptabilité générale

Base de l'analyse financière : construction de tableau de bord

La comptabilité analytique : les techniques de coûts complets et coûts partiels

**Evaluation économique de projets**

Critères et modèles de choix d'investissement : de la construction de l'échéancier au modèle d'évaluation coût-avantage

Procédure d'évaluation économique et d'analyse de risque

Analyse déterministe, études de sensibilité, simulation de profils de risques

**Méthodes d'évaluation multicritère**

Construction d'une grille d'évaluation : point de vue de l'entreprise versus point de vue de la collectivité

Les méthodes de partition multicritère

Les méthodes de classement

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** cours ex cathedra, exercices**DOCUMENTATION :** photocopiés**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS****Préalable requis :****Préparation pour :** Projet Création d'Entreprise

<b>Titre : DROIT INDUSTRIEL (ET COMMERCIAL)</b>								
<b>Enseignant : Nathalie TISSOT, chargée de cours à l'Université de Neuchâtel</b>								
<b>Heures totales :</b> 14		<b>Par semaine :</b> Cours 1			<b>Exercices</b>		<b>Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>								
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>			
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>		
Electricité IN-Pilier 7.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Electricité GE-Pilier 6.....	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
toutes autres sections.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

## OBJECTIFS

Les étudiants sauront apprécier les avantages et les inconvénients liés à la création d'une société. Ils auront une idée suffisante des différentes formes de sociétés commerciales que comprend le droit suisse pour être capables de choisir celle correspondant le mieux à leurs besoins.

Les étudiants connaîtront et analyseront, d'un point de vue juridique, les différents types de protection que la propriété intellectuelle garantit aux inventions, aux logiciels et aux circuits intégrés. Ils seront attentifs aux limites de la protection de la propriété intellectuelle à laquelle ils auront appris à recourir au bon moment et à bon escient. Ils seront conscients des coûts de la protection et des difficultés, administratives et procédurales, que sa mise en oeuvre peut poser.

Les étudiants seront familiarisés avec les différents outils contractuels indispensables au développement de leurs activités (contrats de mandats ou d'entreprise) ainsi qu'à la valorisation des fruits de leurs recherches (contrats de confidentialité, de licence et de cession). Ils connaîtront le régime particulier des inventions de travailleurs et des logiciels et circuits intégrés développés par des employés ou par des indépendants.

Ils sauront s'entourer à temps des conseils d'un spécialiste, que ce soit pour la création de leur société ou la rédaction des contrats précités, ou pour l'accomplissement des formalités administratives nécessaires à l'obtention des droits de propriété intellectuelle.

## CONTENU

- éléments de droit suisse des sociétés
- approche juridique du système de protection offert par la propriété intellectuelle
- contrats nécessaires à la valorisation des droits de propriété intellectuelle

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** cours ex cathedra, mais aussi interactif que possible

**DOCUMENTATION :** textes des lois concernées

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :**

**Préparation pour :**

<b>Titre : MANAGEMENT DES RESSOURCES HUMAINES</b>							
<b>Enseignant : Alexander BERGMANN, professeur HEC, Université de Lausanne</b>							
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours 2 Exercices</b>			<b>Pratique</b>		
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>	
Electricité IN-Pilier 7.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Electricité GE-Pilier 6.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**OBJECTIFS**

- Sensibiliser les étudiants à l'importance de l'encadrement
- Présenter quelques approches et outils qui devraient leur permettre de mieux faire face à des responsabilités d'encadrement

**CONTENU**

1. Importance et difficultés de l'encadrement.
2. Fonctions du cadre : gérer d'autres et soi-même
3. Motivation
4. Qualification
5. Communication
6. Gestion de conflits
7. Travail en équipe et dynamique des groupes

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Etudes de cas - Conférences /Discussions

**DOCUMENTATION :** Polycopiés

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :**

**Préparation pour :**

<b>Titre : PROJET DE CREATION D'ENTREPRISES</b>						
<b>Enseignant : Pascal BOULIER, chargé de cours EPFL/DE</b>						
<b>Heures totales : 28</b>		<b>Par semaine : Cours</b>		<b>Exercices</b>		<b>Pratique 2</b>
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>					<b>Branches</b>	
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité IN-Pilier 7.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Electricité GE-Pilier 6.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
toutes les autres sections.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## OBJECTIFS

Apporter à des futurs ingénieurs une sensibilisation de telle sorte qu'ils puissent envisager de devenir candidats créateurs, co-créateurs ou accompagnateurs du porteur d'un projet de création d'entreprise. Les connaissances, savoir-faire, méthodologies nécessaires à l'élaboration d'un Business-Plan et à la mise en oeuvre d'un projet de création d'activité nouvelle reposant sur la mobilisation des technologies dites avancées feront l'objet de cette formation-accompagnement.

## CONTENU

S'agissant d'une formation essentiellement pratique, il est difficile de dire, à priori, ce que sera le contenu de la formation qui, par essence, est adaptative, c'est-à-dire qu'elle est définie en fonction des carences relatives des étudiants dans l'appréhension de la problématique d'une création d'entreprise. Cette formation vise donc à développer nécessaires à destination d'un tel public. La formation s'articulera autour d'un projet dont la qualité, du point de vue de sa création et de son développement.

Même si les contenus de formation ne peuvent pas être décrits en détail, puisqu'ils répondent avant tout aux besoins révélés par les élèves, il est possible d'esquisser, dans leurs grandes lignes, les contributions qui sont souvent nécessaires à destination d'un tel public. La formation s'articulera autour d'un projet dont la qualité, du point de vue de sa pertinence technologique et économique, sera *a priori* validée.

Le métier de dirigeant d'entreprise fait appel à des compétences à facettes multiples qui sont rarement rencontrées dans les cursus scolaires ou universitaires. Certaines dispositions innées en facilitent l'exercice, d'autres, au contraire, le rendent plus difficile à exercer, d'autres, enfin, s'acquière.

L'auditoire attendu pour cet enseignement étant constitué par des étudiants à formation éminemment technique, il y aura lieu de rappeler de grands principes :

- de marketing : identification du marché correspondant au service ou produit projeté. Taille du marché pressenti, élaboration d'une étude de marché, mise en place d'un plan marketing pour le lancement du produit.
- de gestion financière : notion de profit, de rentabilité, identification des coûts (apparents et masqués) que génère toute organisation.
- d'organisation et de gestion du temps, de l'information, en appliquant notamment les règles du management par objectif.
- de stratégie : stratégie de création. définition d'une grille de choix stratégiques pour le lancement d'un projet, conditions de mise en oeuvre du projet de création étudié, méthodologie de mise en oeuvre d'un projet de création.
- méthodologie de création, relation avec les partenaires constituant l'environnement du projet, etc...

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** formation appliquée, assise sur des études de cas

**DOCUMENTATION :** supports de cours polycopiés, extraits d'articles, tirés à part.

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS**

**Préalable requis :**

**Préparation pour :**



<b>Titre : LOGISTIQUE</b>						
<b>Enseignant : Philippe WIESER, chargé de cours EPFL/DGC</b>						
<b>Heures totales : 14</b>		<b>Par semaine : Cours 1</b>			<b>Exercices Pratique</b>	
<b>Destinataires et contrôle des études :</b>						
<b>Section(s)</b>	<b>Semestre</b>	<b>Oblig.</b>	<b>Facult.</b>	<b>Option</b>	<b>Branches</b>	
					<b>Théoriques</b>	<b>Pratiques</b>
Electricité IN-Pilier 7.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Electricité GE-Pilier 6.....	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
toutes autres sections.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**OBJECTIFS**

- A l'issue de ce cours l'étudiant sera capable de comprendre l'importance de la logistique dans le cadre de la gestion d'une entreprise et pourra appliquer les méthodes et outils caractéristiques d'aide à la modélisation des flux physiques et logiques dans le cadre d'une approche logistique globale ou ponctuelle

**CONTENU**

- Introduction à la fonction logistique d'entreprise
- Définition et rôle des "composants" de la fonction logistique
- Chapitres choisis :
  - l'analyse prévisionnelle
  - l'application de méthodes de simulation numérique
  - la gestion des stocks
  - l'application de bases de données relationnelles comme support de systèmes d'information

**FORME DE L'ENSEIGNEMENT :** Ex cathedra, démonstrations informatiques, études de cas

**DOCUMENTATION :** photocopié

**LIAISON AVEC D'AUTRES COURS** outils de management, Prof. F.-L. Perret

**Préalable requis :**

**Préparation pour :** Projet (création d'entreprises)