

**ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE
DE LAUSANNE**

SECTION MICROTECHNIQUE

LIVRET DES COURS

ANNEE ACADEMIQUE 1982 - 1983

SECTION MICROTECHNIQUE

La Section microtechnique a été créée à l'EPFL en octobre 1978 suite à une convention conclue entre les EPF et l'Université de Neuchâtel visant à rationaliser et à coordonner l'enseignement et la recherche en microtechnique sur le plan suisse.

Au terme de cet accord, l'enseignement en microtechnique est organisé de la manière suivante :

- le premier cycle d'études (deux ans) peut être accompli à Neuchâtel ou à Lausanne
- le deuxième cycle d'études (3ème et 4ème année) se fait uniquement à Lausanne, mais est réalisé en collaboration avec l'Université de Neuchâtel
- le diplôme et titre d'ingénieur en microtechnique est délivré par l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

Les étudiants ayant effectué leur premier cycle d'études à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zürich (section III A ou III B) sont admis au 2ème cycle à Lausanne. Les ingénieurs diplômés d'une école technique supérieure ont la possibilité d'entrer au niveau du 2ème cycle en microtechnique (3ème année) après avoir suivi des cours spéciaux de raccordement organisés à leur intention et après réussite d'un examen propédeutique spécial y relatif.

**RÈGLEMENT GÉNÉRAL DU CONTRÔLE DES ÉTUDES
A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE (EPFL)
du 26 mai 1978**

Le Conseil des Ecoles,

vu l'article 7, 2^e alinéa de l'arrêté fédéral du 24 juin 1970¹ sur les écoles polytechniques fédérales (réglementation transitoire),

vu l'article 40 du règlement du 16 avril 1924² de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ),

arrête:

1. DISPOSITIONS GÉNÉRALES

Article premier – Les formes du contrôle des études

Le contrôle des études revêt les deux formes suivantes:

- a) le contrôle continu
- b) les examens de diplôme comprenant l'examen propédeutique I, l'examen propédeutique II et l'examen final.

2. CONTRÔLE CONTINU

Art. 2 – Principe

1. Le contrôle continu (exercices associés à des cours théoriques, travaux écrits, séminaires) est considéré comme moyen d'autocontrôle de l'étudiant et de l'enseignant.
2. Le contrôle continu n'est pas utilisé comme moyen de promotion à l'exception des résultats obtenus dans les branches de forme pratique.

Art. 3 – Branches de forme pratique

Les branches de forme pratique, qui correspondent à une contribution personnelle de l'étudiant, sont définies exclusivement comme suit: laboratoires, dessin technique, projets, ateliers, campagnes topographiques ou de mesures sur le terrain.

Art. 4 – Promotion annuelle pendant le premier cycle

Au premier cycle, la promotion annuelle coïncide avec la réussite de l'examen propédeutique correspondant.

Art. 5 – Promotion annuelle pendant le deuxième cycle

1. Au deuxième cycle, la promotion en quatrième année et l'admission à l'examen final se font respectivement sur la base de la moyenne annuelle des résultats obtenus dans les branches de forme pratique.
2. Au cas où le nombre des branches de forme pratique n'est pas égal au moins à trois, aucune condition de promotion n'est exigée.
3. La moyenne annuelle doit être égale ou supérieure à 6.0 sur 10. L'échec implique de refaire l'ensemble des branches de forme pratique de l'année. Exceptionnellement et sur proposition du département, un complément peut être exigé et la promotion accordée si les conditions ont été remplies.
4. Un seul échec est admis sur l'ensemble du deuxième cycle.

3. EXAMENS PROPÉDEUTIQUES

Art. 6

1. Les examens propédeutiques I et II sont des épreuves de promotion situées à la fin de l'année d'études correspondante du premier cycle.
2. Ils portent sur des branches de cours (branches théoriques) et ils ont pour but le contrôle de la synthèse des connaissances.

Art. 7

1. Un cours de deux semestres ou plus ne donne lieu, en principe, qu'à une seule interrogation.
2. Des cours débutant au premier cycle et se terminant au deuxième sont considérés comme faisant partie du deuxième cycle.

¹ RS 414.110.2

² RS 414.131

Art. 8

1. Le nombre d'interrogations orales et/ou écrites portant sur les branches théoriques pour un examen propédeutique est limité à huit.
2. Des branches apparentées portant sur un nombre d'heures restreint sont regroupées pour une seule interrogation.

Art. 9

L'enseignement de forme pratique (cf. art. 3) est exclu des examens propédeutiques. En revanche, chaque branche de ce type fait l'objet d'une note intégrée dans la moyenne propédeutique.

Art. 10

1. Chaque examen propédeutique s'étend sur un ensemble de trois sessions: E (été), A (automne) et P (printemps) consécutives à l'année écoulée.
2. L'étudiant choisit la session à laquelle il veut présenter une branche donnée, mais il doit avoir passé l'ensemble des branches au plus tard à la session P.

Art. 11

1. L'étudiant peut repasser l'interrogation de chaque branche une seule fois, lors des sessions A ou P. En cas de répétition, la deuxième note est définitive.
2. L'étudiant qui présente pour la première fois des branches en session P perd la possibilité de les répéter.
3. L'étudiant empêché de se présenter aux sessions E et A pour des raisons de service militaire peut obtenir une dérogation au 2^e alinéa.

Art. 12

1. La réussite est conditionnée par l'obtention de 6,0 sur 10 pour la moyenne propédeutique et, selon les sections, pour la moyenne de certaines branches.
2. En cas d'échec, toutes les interrogations doivent être subies à nouveau. Les branches de forme pratique doivent également être répétées intégralement si leur moyenne est inférieure à 6,0.
3. L'étudiant qui subit un premier échec peut:
 - a) soit demander sa mise en congé jusqu'à la répétition de ses examens au plus tôt lors de l'ensemble des trois sessions qui suivent,
 - b) soit répéter une partie des semestres d'études.
4. A chaque examen propédeutique, un deuxième échec est définitif.

Art. 13

Pour chaque branche de cours examinée, un maître ou un collaborateur expérimenté de l'Ecole fonctionne comme expert (jury).

4. EXAMEN FINAL

Art. 14

1. L'examen final comprend des épreuves théoriques et une épreuve pratique.
2. Les épreuves théoriques portent sur la synthèse des principales branches de spécialité de la profession.
3. L'épreuve pratique correspond à un contrôle des capacités professionnelles.
4. L'obtention du diplôme implique la réussite des épreuves théoriques et de l'épreuve pratique ainsi que des examens propédeutiques I et II.
5. Pour l'appréciation des épreuves théoriques et pratiques, un expert extérieur à l'Ecole assiste le maître (jury).

Art. 15 – Epreuves théoriques

1. Les épreuves théoriques consistent en des interrogations orales limitées à dix.
2. Des branches apparentées portant sur un nombre d'heures restreint sont regroupées pour une seule interrogation.
3. Les épreuves théoriques peuvent être décomposées en deux épreuves partielles, l'une à la fin de la troisième année (session A) et l'autre à la fin de la quatrième année (session A).
4. Les étudiants ont la possibilité de choisir les branches qu'ils souhaiteraient passer à la fin de la troisième année parmi celles qui sont proposées. Une possibilité de rattrapage n'existe pas.

5. Au cas où une seule session est offerte par un département, elle se situe à la fin de la quatrième année (session A).
6. L'admission au travail pratique est conditionnée par l'obtention d'une moyenne de 6,0 sur 10 aux épreuves théoriques, qui sont ainsi définitivement acquises.
7. En cas d'échec, toutes les épreuves théoriques doivent être subies à nouveau.

Art. 16 – Epreuve pratique

1. Le travail pratique est déterminé par le professeur sous la direction duquel le candidat désire travailler. En accord avec le candidat, le département de spécialité peut charger de cette mission un professeur d'un autre département.
2. Le travail pratique doit être effectué dans le cadre de l'Ecole.
3. La réussite du travail pratique est conditionnée par l'obtention d'une note de 6,0 sur 10. En cas d'échec, celui-ci doit être refait dans un délai d'une année. Le cas échéant, un complément de travail pratique peut être exigé sous une forme et dans un délai déterminés. La note définitive est alors fixée par le jury après présentation du complément.
4. La durée du travail pratique est fixée à deux mois, exception faite pour les candidats architectes (cinq mois) et les ingénieurs chimistes (trois mois).

Art. 17 – Résultats finals

La note de l'examen final s'obtient en calculant la moyenne des notes des épreuves théoriques et du travail pratique.

5. DÉROULEMENT DES EXAMENS

Art. 18 – Règlements spéciaux d'application

Les branches sur lesquelles portent les examens de diplôme, les dispositions d'organisation et les règles pour le calcul des moyennes font l'objet de règlements spéciaux d'application, soumis à l'appréciation de la Commission d'enseignement.

Art. 19 – Langues d'examens

Les candidats sont autorisés à s'exprimer dans l'une des trois langues officielles.

Art. 20 – Notes

L'échelle des notes va de 0 (note la plus basse) à 10 (note la meilleure); les demi-points sont autorisés de même que la pondération des branches de cours et de forme pratique.

Art. 21 – Inscription

1. Les candidats aux examens doivent s'inscrire dans le délai prescrit.
2. Un candidat peut retirer son inscription au plus tard 3 jours avant les examens.

Art. 22 – Défaut sans excuse

Tout candidat qui, sans excuse valable donnée au Secrétariat général de l'Ecole, fait défaut à une interrogation reçoit la note 0 (zéro).

Art. 23

Les candidats sont jugés sur les programmes d'enseignement en vigueur lors de l'année correspondant à la session d'examens, indépendamment d'un éventuel changement d'enseignant.

6. DIPLÔME

Art. 24 – Bulletin final

Le bulletin final des épreuves de diplôme sera complété par les indications suivantes:

- moyenne du premier propédeutique (PI)
- moyenne du deuxième propédeutique (PII)

Art. 25 – Diplôme

Le diplôme porte le sceau de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne avec la signature du Président et celle du Chef de département.

Art. 26 – Titre

Après avoir reçu le diplôme, le candidat est autorisé à porter le titre d'ingénieur, de mathématicien ou d'architecte diplômé de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne.

7. DISPOSITIONS FINALES

Art. 27 — Abrogation du droit actuel

Sont abrogés,

- les art. 22 à 28 du règlement de l'Ecole d'ingénieurs du 4 août 1942¹,
- les art. 19 à 24 du règlement de l'Ecole d'architecture et d'urbanisme du 2 décembre 1942¹ et
- le règlement général des examens de diplôme du 18 juin 1969¹.

Art. 28 — Dispositions transitoires

1. Sous réserve de l'alinéa 2, le présent règlement s'applique à tous les étudiants de l'Ecole. Toutefois, les étudiants qui entrent en 4^e année d'études, le 23 octobre 1978, peuvent rester au bénéfice des dispositions de l'ancien droit s'ils en font la demande au Secrétariat général jusqu'au 1^{er} décembre 1978 au plus tard.
2. Tout étudiant qui, à la date d'entrée en vigueur du présent règlement, a obtenu la promotion annuelle, mais n'a pas réussi ou ne s'est pas présenté aux épreuves de grade correspondantes selon les dispositions de l'ancien droit, devra se présenter à ces épreuves selon les dispositions de ce dernier.

Art. 29 — Entrée en vigueur

Le présent règlement entre en vigueur le 1^{er} novembre 1978, après son approbation par le Conseil fédéral.

Au nom du Conseil des Ecoles
polytechniques fédérales

Le Président: J. Burckhardt
Le Secrétaire: J. Fulda

¹ Pas publiés dans le RO.

TABLE DES MATIERES DES RESUMES DE COURS DE LA SECTION MICROTECHNIQUE

<u>TITRE DU COURS</u>	<u>Enseignant(s)</u>	<u>Semestre(s)</u>	<u>Page(s)</u>
<u>Mathématiques</u>			
Analyse I,II	Matzinger	1er, 2e	1,2
Analyse III,IV	Arbenz	3e, 4e	3,4
Algèbre linéaire I,II	Cairoli	1er, 2e	5,6
Analyse numérique	Arbenz	4e	7
Probabilité et statistique I	Ruegg	3e	8
Programmation I,II	Coray	1er, 2e	9,10
Géométrie descriptive I	Buser	1er, 2e	11
<u>Physique</u>			
Mécanique I,II	Mooser	1er, 2e	12,13
Physique générale	Benoit	2e	14
Physique III,IV	Buttet	3e,4e	15,16
Physique TP	Châtelain	4e	17
<u>Matériaux</u>			
Introduction science des matériaux	Kurz	1er	18
Chimie des matériaux	Landolt	1er	19
Matériaux microtechniques I,II	Kausch/ vacat	3e, 4e	20, 21
<u>Mécanique</u>			
Eléments de construction I	Barmaverain /Maeder	1er	22
Composants de la microtechnique I,II	Clavel	2e, 3e	23,24
Résistance des matériaux	Del Pedro	3e	25
<u>Electricité</u>			
Electrotechnique	Gardiol	2e	26
Electronique I	De Coulon	3e	27
Electronique II	Dessoulavy	4e	28
Physique des semiconducteurs	Lévy	4e	29
<u>Microtechnique</u>			
Microtechnique I,II,III	Burckhardt	4e, 5e, 8e	30,31,32
Méthodologie de construction I,II	Clavel	5e, 6e	33,34
Microtechnique TP	Piller	5e, 6e	35
<u>Electromécanique et capteurs</u>			
Electromécanique	Jufer	5e	36
Régulation automatique I,II	Roch	5e, 6e	37,38
Techniques de mesure	Robert/	6e	39
Moteurs électriques	Jufer	5e	40

<u>TITRE DU COURS</u>	<u>Enseignant(s)</u>	<u>Semestre(s)</u>	<u>Page(s)</u>
<u>Electronique/Microélectronique</u>			
Signaux et Systèmes I,II	Pellandini	5e, 6e	41,42
Microélectronique I	Ilegems	5e	43
Microélectronique II	Ilegems	6e	44
Microélectronique III	Vittoz E.	7e	45
Microélectronique TP	Ilegems	7e	46
<u>Logiciel et informatique</u>			
Systèmes logiques I	Stauffer	5e	47
Microinformatique	Nicoud	5e	48
Interfaces	Nicoud	6e	49
<u>Optique</u>			
Optique appliquée I,II	Dändliker	6e, 7e	50,51
<u>Divers</u>			
Droit I,II	Rusconi	3e, 4e	52,53
Aspects socio-culturels de la technologie	Grinevald	5e, 6e	54,55,
		7e, 8e	56,57
<u>Options</u>			
Réglage Automatique III	Roch	7e	58
Microprocesseurs	Nicoud	7e	59
Machines outils et automates	Pruvot	7e	60
Entraînements électriques I	Jufer	7e	61
Electronique Industrielle I,II	Bühler	7e,8e	62,63
Electroacoustique I,II	Rossi	7e,8e	64,65
Polymères, mise en oeuvre	Kausch	7e	66
Céramiques, mise en oeuvre	Mocellin	7e	67
Conception assistée par ordinateur	Martin J.C.	7e	68
Systèmes logiques II	Mange	8e	69
Microélectronique IV	Vittoz E.	8e	70
Optoélectronique	Ilegems	8e	71
Microscopie électronique	Gotthardt	7e	72
Transmission de chaleur	Gianola	7e	73
Analyse physique des microstructures	Martin J.L.	7e	74

Titre : ANALYSE I						
Enseignant : H. MATZINGER, professeur						
Heures total : 120		Par semaine : cours 4		Exercices 4		Pratiques
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité	1er	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique	1er	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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

CONTENU

- I. Rappel concernant les limites et la continuité.
- II. LES NOMBRES COMPLEXES : Pourquoi 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 & fonctions hyperboliques inverses. Etude de fonctions. Courbes paramétrées. "Maxima et minima". Approximation (locale) linéaire. Précision de l'approximation linéaire. Formes indéterminées, règle de Bernoulli-l'Hospital.
- IV. INTEGRALES : Comment calculer des surfaces ? L'intégrale définie. Propriétés de l'intégrale définie. L'intégrale indéfinie (primitives). Intégration de fonctions rationnelles. Le "théorème fondamental du calcul infinitésimal". Intégrales généralisées (intégrales impropres). Applications des intégrales. Courbure, cercle osculateur.
- V. Introduction à la notion de série.
- 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. Applications des séries de Taylor
- 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.

DOCUMENTATION : Cours : Bass J., Math., Analyse, 1ère année, Tome II, Masson & Cie.
Piskounov, Calcul diff. & intégral (éd. MIR, Moscou)

Formulaires : Tiza, Taillard, Vautravers, Diethelm, Tables num. & formules

Collection d'exercices : Schaum's Calcul différentiel et intégral

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

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : ANALYSE II						
Enseignant : H. MATZINGER, professeur						
Heures total : 80		Par semaine : cours 4		Exercices 4		Pratiques
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
..Electricité....	..2ème	☒	☐	☐	☒	☐
..Microtechnique..	..2ème	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

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 les 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. Intégrales dépendant d'un paramètre.
- IX. CHAMPS VECTORIELS PLANS ET POTENTIELS : Intégrales curvilignes planes. Gradient et potentiel. Différentielles totales.
- X. EXEMPLES D'EQUATIONS DIFFERENTIELLES D'ORDRE 1 : La "croissance exponentielle". Equations à variables séparées, changement de variable, équations "homogènes". Equations aux différentielles totales, facteur intégrant. Familles de courbes, enveloppes, trajectoires orthogonales, équation de Clairaut. Existence et unicité.
- XI. EQUATIONS DIFFERENTIELLES LINEAIRES A COEFFICIENTS CONSTANTS : L'équation $y' + ay = f(x)$. L'équation $y'' + ay' + by = 0$. L'équation $y'' + ay' + by = f(x)$. Seconds membres particuliers. L'équation $y + a y' + \dots + a y = 0$. L'équation $y + a y' + \dots + a y = f(x)$.
- XII. EQUATIONS LINEAIRES A COEFFICIENTS VARIABLES : L'ensemble des solutions d'équations linéaires. Equations d'Euler. Equation $y' + a(x)y = f(x)$. Equations à coefficients analytiques.
- XIII. METHODES PARTICULIERES, EXEMPLES D'EQUATIONS NON LINEAIRES : Abaissement de l'ordre. Exemples d'équations non linéaires.

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

DOCUMENTATION : Cours : Bass J., Math., Analyse, 1ère année, Tome II, éd. Masson & Cie. Piskounov, Calcul diff. & intégral, éd. MIR, Moscou
 Formulaires : Olza, Taillard, Vautravers, Diethelm, Tables num. & form.
 Collection d'exercices : Schaum's Calcul différentiel et intégral
 Ouvrage de références : Petite encyclopédie des math., éd. K. Pagoulatos, Paris

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : ANALYSE III						
Enseignant : K. ARBENZ, professeur						
Heures total : 75		Par semaine : cours 3 Exercices 2 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	3e...	☒	☐	☐	☐	☐
Microtechnique...	3e...	☒	☐	☐	☒	☐
Electricité.....	3e...	☒	☐	☐	☐	☐
Matériaux.....	3e...	☒	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

1. Analyse Vectorielle : Algèbre vectorielle; différenciation vectorielle; gradient, divergence et rotationnel; intégration vectorielle, théorème de la divergence, théorème de Stokes et autres théorèmes concernant les intégrales; coordonnées curvilignes; applications.
2. 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.
3. Intégrale de Fourier : L'intégrale de Fourier; transformées de Fourier; théorème de la convolution; applications.
4. 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 : Exposé oral et exercices

DOCUMENTATION : Théorie et Application de l'Analyse, Série Schaum, Ediscience SA, Paris, France.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Analyse I et II

Préparation pour :

Titre : ANALYSE IV						
Enseignant : K. ARBENZ, professeur						
Heures total : 40		Par semaine : cours 2 Exercices 2 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	..4e.	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique...	..4e.	☒	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Etre 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; fonctions 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 : Exposé oral et exercices

DOCUMENTATION : Variables complexes, Série Schaum, Ediscience S.A., Paris, France

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Analyse I-III

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : ALGEBRE LINÉAIRE I						
Enseignant : R. CAIROLI, professeur						
Heures total : 60		Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	1er	☒	☐	☐	☐	☐
.....	...	☐	☐	☐	☐	☐
Microtechnique...	1er	☒	☐	☐	☒	☐
.....	...	☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

CONTENU

1. Espaces vectoriels : introduction, vecteurs, combinaisons linéaires, générateurs, dépendance et indépendance linéaires, notions de base et de dimension, produit scalaire, produit vectoriel, produit mixte, définition et premières propriétés des déterminants.
2. Applications linéaires et matrices : applications linéaires, matrice d'une application linéaire, composée et inverse d'applications linéaires, produit de matrices, matrices inversibles, matrice d'un changement de base, transformation de la matrice d'une application linéaire dans un changement de base.
3. Systèmes d'équations linéaires : rang d'une matrice, systèmes homogènes, systèmes inhomogènes.
4. Déterminants : définition, propriétés, développement suivant une ligne ou une colonne, règle de Cramer, calcul de l'inverse d'une matrice, volume d'un parallélépipède de dimension n.

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

DOCUMENTATION : Feuilles polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Analyse I

Préambles requis : Maturité scientifique

Préparation pour :

Titre : ALGEBRE LINEAIRE II						
Enseignant : R. CAIROLI, professeur						
Heures total : 40		Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	.2e..	☒	☐	☐	☐	☐
Mécanique.....	.2e..	☒	☐	☐	☐	☐
Microtechnique...	.2e..	☒	☐	☐	☒	☐
Matériaux.....	.2e..	☒	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

CONTENU

1. Valeurs propres et vecteurs propres : définitions et premières propriétés, polynôme caractéristique d'une matrice, diagonalisation d'une matrice, matrices semblables.
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.
4. Systèmes différentiels et linéaires du premier ordre et coefficients constants.

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

DOCUMENTATION : Feuilles photocopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Analyse II

Pré-requis : Maturité scientifique

Préparation pour :

Titre : ANALYSE NUMERIQUE						
Enseignant : K. ARBENZ, professeur						
Heures total : 45		Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	..4e.	☒	☐	☐	☐	☐
Microtechnique...	..4e.	☒	☐	☐	☐	☒
Electricité.....	..4e.	☒	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

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

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposé oral et exercices

DOCUMENTATION :

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

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : PROBABILITE ET STATISTIQUE I						
Enseignant : Alan RUEGG, professeur						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	.3e..	☒	☐	☐	☒	☐
Mécanique.....	.3e..	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique...	.3e..	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Connaissance des notions et méthodes fondamentales en calcul de probabilités.
Aptitude à construire un modèle probabiliste d'un problème pratique.

CONTENU

Espaces de probabilité discrets et continus; variables aléatoires; densité de probabilité et fonction de répartition; espérance mathématique et variance.

Probabilités conditionnelles et événements indépendants; formule des probabilités totales.

Exemples de lois de probabilité bidimensionnelles; corrélation.

Approximation de la loi binomiale par la loi normale et par la loi de Poisson.

Estimation de la moyenne d'une variable aléatoire.

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

DOCUMENTATION : cours polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Analyse I

Préparation pour : Probabilité et Statistique II - Traitement des signaux - Techniques des mesures - Télécommunications - Fiabilité - Information et codage

Titre : PROGRAMMATION I						
Enseignant : Professeur Giovanni CORAY						
Heures total : 45		Par semaine : cours 1		Exercices	Pratiques 2	
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
.Electriciens....	1er...	☒	☐	☐	☐	☒
.Matériaux.....	1er...	☒	☐	☐	☐	☒
.Microtechniciens	1er...	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

Connaître quelques algorithmes élémentaires en traitement de l'information.

CONTENU

Utilisation d'un système informatique : matériel, éditeur, compilateur.
Notion de fichier de données et de programmes.

- Forme générale des programmes (Pascal). Entrées et sorties. Modules en bibliothèque.
- Instructions simples et structurées. Intervalles. Itération.
- Procédures et fonctions. Variables locales, portée des déclarations. Paramètres-valeur et variable. Tableaux. Calcul matriciel.
- Présentation et décomposition de programmes.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices en classe et par groupes

DOCUMENTATION : Cours polycopié et informations sur ordinateur

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : ---

Préparation pour : Programmation II

Titre : PROGRAMMATION II						
Enseignant : Professeur Giovanni CORAY						
Heures total : 30		Par semaine : cours 1 Exercices Pratiques 2				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
..Electriciens....	..2e..	☒	☐	☐	☐	☒
..Microtechniciens	..2e..	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

- Savoir utiliser le langage de programmation (Pascal).
- Savoir choisir et adapter les structures d'informations classiques.
- Connaître les algorithmes de traitement d'information.

CONTENU

- Problèmes de tri (fusion, Quicksort)
- Tables associatives
- Structures de données (listes, piles, arbres binaires)
- Méthodes récursives. Pointeurs
- Analyse lexicale
- Analyse syntaxique et description de la syntaxe (grammaires, diagrammes syntaxiques).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices en classe et par groupes

DOCUMENTATION : Cours photocopie. Exemples sur ordinateur

LIASON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Programmation I

Préparation pour : Liste des cours 2ème cycle informatique

Titre : GEOMETRIE DESCRIPTIVE 1						
Enseignant : P. BUSER, professeur						
Heures total :	45	Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	1er., 2e	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique...	1er., 2e	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Intentions de l'enseignant - Etude synthétique et graphique des objets de l'espace par la méthode de Monge, l'axonométrie.
Objectifs de l'étudiant - Capacité de vision dans l'espace et de réaliser es épreuves adéquates précises.

CONTENU

Méthode de Monge: point, droite, plan; problèmes de position, d'incidence, métrique (rabattement); application à la représentation de: polyèdres, cônes, cylindres, sections planes, ombres, développements. Ombres d'une sphère en lumière ponctuelle.

Axonométrie: cavalière et orthogonale; lien avec la méthode de Monge; description mathématique (formules matricielles), méthodes numériques et graphiques; étude détaillée du contour apparent; application à la représentation des quadriques et de quelques autres surfaces et courbes simples (hélice circulaire, tore, etc.).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra

DOCUMENTATION : traités usuels

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Algèbre linéaire, analyse, géométrie appliquée, informatique graphique.

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : MECANIQUE I						
Enseignant : Emmanuel MOOSER, professeur						
Heures total : 60		Par semaine : cours 3 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	1er...	☒	☐	☐	☒	☐
Matériaux.....	1er...	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique...	1er...	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

L'étudiant sera capable de décrire quantitativement des phénomènes physiques et de déduire l'évolution de systèmes simples. A partir de données réelles clairement définies, il saura construire un modèle physicomathématique adéquat et interpréter ses conséquences du point de vue pratique.

CONTENU

Programme de base (obligatoire)

Cinématique de la particule; cinématique des mouvements curvilignes; dynamique de la particule; moment cinétique, énergie, énergie potentielle, conservation de l'énergie; systèmes de particules, chocs, systèmes à grand nombre de particules; cinématique du solide, dynamique du solide; oscillations libres, couplées, amorties et forcées; statique.

Programme complémentaire (facultatif)

Vecteurs, calcul différentiel et intégral; frottements, systèmes à masse variable, dynamique des systèmes tournants, mouvement central, viriel, champ de gravitation, théorème de Gauss, relativité restreinte, mécanique Lagrangienne.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Modulaire, instruction personnalisée

DOCUMENTATION : Manuel édité : Physique générale, Tome I, Alonso et Finn, Ed. du Renouveau Pédagogique // Polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Analyse, Algèbre, Physique et travaux pratiques de physique, Hydraulique.

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : MECANIQUE II						
Enseignant : Emanuel MOOSER, professeur						
Heures total : 40		Par semaine : cours 3 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	2ème	☒	☐	☐	☒	☐
Matériaux.....	2ème	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique...	2ème	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

L'étudiant sera capable de décrire quantitativement des phénomènes physiques et de déduire l'évolution de systèmes simples. A partir de données réelles clairement définies, il saura construire un modèle physicomathématique adéquat et interpréter ses conséquences du point de vue pratique.

CONTENU

Programme de base (obligatoire)

Cinématique de la particule; cinématique des mouvements curvilignes, dynamique de la particule; moment cinétique, énergie, énergie potentielle, conservation de l'énergie; systèmes de particules, chocs, systèmes à grand nombre de particules; cinématique du solide, dynamique du solide; oscillations libres, couplées, amorties et forcées; statique.

Programme complémentaire (facultatif)

Vecteurs, calcul différentiel et intégral; frottements, systèmes à masse variable, dynamique des systèmes tournants, mouvement central, viriel, champ de gravitation, théorème de Gauss, relativité restreinte, mécanique Lagrangienne.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Modulaire, instruction personnalisée

DOCUMENTATION : Manuel édité : Physique Générale, Tome I, Alonso et Finn, Ed. du Renouveau Pédagogique // Polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Analyse, Algèbre linéaire, Physique et travaux pratiques de physique, Hydraulique.

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE GENERALE - THERMODYNAMIQUE						
Enseignant : Willy BENOIT, Professeur						
Heures total : 66		Par semaine : cours 4 Exercices 2 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
. Physiciens.....	. 2e..	☒	☐	☐	☒	☐
. Mathématiciens..	. 2e..	☒	☐	☐	☒	☐
. Microtechniciens	. 2e..	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduire les étudiants dans la logique de l'approche thermodynamique d'un phénomène physique. Leur apprendre à utiliser cette méthode de la physique. L'étudiant doit résoudre les problèmes posés aux exercices. Savoir justifier les méthodes utilisées et donner les principes de base de la thermodynamique (méthodes de la thermodynamique). Connaître les applications présentées au cours.

CONTENU

- Variables thermodynamiques (pression, température).
Principe zéro et équation d'état.
- Travail, chaleur. Premier principe. Energie. Cycle thermodynamique.
Moteur, réfrigérateur, pompe à chaleur. Rendement.
- Deuxième principe. Réversibilité. Entropie. Energie et enthalpie libre.
Condition d'équilibre d'un système.
- Thermodynamique statique. Formule de Boltzmann. Entropie de mélange.
Diagrammes de phase. Règle des phases.
- Equilibre chimique. Potentiel chimique. Equations de Gibbs et Gibbs-Duhem.
Transitions de phases. Formule de Clapeyron. Loi d'action de masse.
- Equations de diffusion (chaleur, matière).
Phénomènes croisés (thermo-électricité,...).

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

DOCUMENTATION : un livre est recommandé : Thermodynamique et Physique statistique,
M. Gerl et C. Janot, Hachette

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Bases de calcul différentiel et intégral.
Préparation pour :

Titre : PHYSIQUE GENERALE III						
Enseignant : J. BUTTET, professeur						
Heures total : 102		Par semaine : cours 4 Exercices 2 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Microtechniciens	3e	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☒	☐	☐	☒	☐
Electriciens	3e	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☒	☐	☐	☒	☐
Physiciens	3e	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☒	☐	☐	☒	☐
ETS raccordement		☒	☐	☐	☒	☐
.....		☒	☐	☐	☒	☐

OBJECTIFS

Connaître les phénomènes physiques et les lois qui les régissent.
Savoir utiliser l'outil mathématique pour établir un lien entre le phénomène et sa formulation. Se familiariser avec la méthode expérimentale.

CONTENU

1. Mécanique des corps déformables : propriétés élastiques des solides et des fluides. Les tenseurs des contraintes et des déformations, loi de Hooke généralisée. Application à quelques cas simples. Viscosité des fluides et des solides. Energie de déformation élastique.
2. Physique des fluides : description cinématique du mouvement des fluides. Statique et dynamique des fluides parfaits incompressibles, équations d'Euler et de Bernoulli. Dynamique des fluides visqueux, équation de Navier-Stokes. Application à l'écoulement stationnaire dans une conduite, autour d'obstacles simples. Problèmes de stabilité, le nombre de Reynolds, similitude, les tourbillons, la portance.
3. Ondes élastiques et acoustiques : équation de d'Alembert. Solutions planes et sphériques. Ondes de pression dans un fluide et ondes élastiques. Impédance, intensité, énergie. Ondes stationnaires, interférence, diffraction, réflexion et réfraction, effet Doppler. Vitesses de groupe et de phase. Perception du son.
4. Electrodynamique : force de Lorentz. Electrostatique : champ électrique et potentiel scalaire dans le vide et les conducteurs, énergie électrostatique. Magnétostatique : champ magnétique et potentiel vecteur dans le vide.

Ex cathédra, illustré par des expériences de démonstration.
Exercices proposés chaque semaine, effectués en classe ou à la maison.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT

DOCUMENTATION

Polycopiés et ouvrages recommandés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS

Préalable requis : cours de physique et de mathématiques des 1er et 2e sem.
Préparation pour : physique des semiconducteurs, optique appliquée I, II, matériaux microtechniques I.

Titre : PHYSIQUE GENERALE IV						
Enseignant : J. BUTTET, professeur						
Heures total : 66		Par semaine : cours 4 Exercices 2 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Microtechniciens	4e	☒	☐	☐	☒	☐
Electriciens	4e	☒	☐	☐	☒	☐
Physiciens	4e	☒	☐	☐	☒	☐
ETS raccordement	4e	☒	☐	☐	☒	☐

OBJECTIFS

Connaître les phénomènes physiques et les lois qui les régissent. Savoir utiliser l'outil mathématique pour établir un lien entre le phénomène et sa formulation. Se familiariser avec la méthode expérimentale.

CONTENU

1. Electrodynamique : champ électrique et magnétique dans la matière. Phénomènes non stationnaires ; la loi d'induction, les courants de déplacement et les équations de Maxwell. L'énergie électromagnétique. Propagation des ondes électromagnétiques dans les milieux linéaires, conducteurs, biréfringents. Solution générale des équations de Maxwell, théorie des potentiels. Application au rayonnement dipolaire.
2. Introduction à la physique atomique et à la mécanique quantique : expériences montrant les limites de la physique classique : corps noir, effet photoélectrique. La dualité photon-corpuscule. Niveaux d'énergie atomique : le modèle de Bohr, tableau des éléments, spectroscopie. La dualité onde-matière, onde de De Broglie, principe d'incertitude. Introduction à l'équation de Schrödinger et à quelques applications : niveaux discrets, effet tunnel, atome d'hydrogène.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, illustré par des expériences. Exercices proposés chaque semaine, effectués en classe ou à la maison.

DOCUMENTATION : Polycopiés et ouvrages recommandés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : cours de physique et de mathématiques, 1er, 2e et 3e sem.

Préparation pour : physique des semiconducteurs, optique appliquée I,II, matériaux microtechniques II.

Titre : TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE GENERALE						
Enseignant : André CHATELAIN Professeur EPFL/DP - P. KOCIAN, A. RIESEN Adjoints scientifi.						
Heures total : 40		Par semaine : cours		Exercices	Pratiques	4
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	..4ème	☒	☐	☐	☐	☒
Microtechnique..	..4ème	☒	☐	☐	☐	☒
Matériaux.....	..4ème	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Présenter par des expériences pratiques une vue générale des phénomènes physiques et de leurs relations mutuelles. Compléter les connaissances acquises aux cours. Acquérir des connaissances concernant les méthodes d'observation et de mesure. Apprendre la manipulation d'appareils et d'instruments. Développer le sens de l'initiative et la créativité.

CONTENU

En rapport avec le contenu des cours de mécanique et de physique des sections concernées. En rapport avec certains enseignements dispensés par les départements concernés.

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, bibliothèque spécialisée à disposition.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Cours de mathématiques, de mécanique générale et de physique générale.

Préparation pour :

Titre : INTRODUCTION A LA SCIENCE DES MATERIAUX						
Enseignant : Wilfried KURZ, Professeur EPFL						
Heures total : 45		Par semaine : cours 3 Exercices Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Matériaux.....	.1...	☒	☐	☐	☒	☐
Mécanique.....	.1...	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique...	.1...	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

- 1) se familiariser avec quelques concepts simples mais généraux facilitant la compréhension du comportement (surtout mécanique) des matériaux.
- 2) savoir distinguer les classes de matériaux importants et en connaître les caractéristiques générales.
- 3) développer un intérêt pour les matériaux, leurs structures, leurs propriétés et leur technologie.

CONTENU

INTRODUCTION: La science des matériaux. Types de matériaux. Structure et propriétés.

STRUCTURE ATOMIQUE: Liaisons atomiques. Etat cristallin. Diffraction. Défauts cristallins.

PROPRIETES MECANQUES D'UN METAL PUR: Déformation élastique. Déformation plastique. Durcissement par les défauts cristallins.

ALLIAGES: Phases. Diagrammes d'équilibre.

TRANSFORMATIONS DE PHASE: Diffusion. Germination et croissance. Micro-structure des alliages.

PROPRIETES MECANQUES DES ALLIAGES: Durcissement par la présence de phase. Rupture.

POLYMERES: Quelques aspects de la structure des polymères et de leurs propriétés.

CERAMIQUES: Quelques aspects de la structure des céramiques et de leurs propriétés.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra, quelques démonstrations dans la salle de cours, séances d'exercices.

DOCUMENTATION : Cours polycopiés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : -

Préparation pour : Métallurgie générale

Titre : CHIMIE DES MATERIAUX						
Enseignant : Prof. D. LANDOLT						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2h Exercices Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Ing. Mécaniciens	1er..	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechn.....	1er..	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Familiariser l'étudiant avec les lois fondamentales qui gouvernent la fabrication et le comportement chimique des matériaux de l'ingénieur.

CONTENU

1. Structure de l'atome et système périodique
2. Liaison chimique et structure de la matière
3. Réactions chimiques et électrochimiques
4. Enthalpie de réaction
5. Vitesse des réactions chimiques
6. Equilibre chimique
7. Elaboration et corrosion des métaux
8. Chimie de l'eau
9. Les silicates
10. Les hydrocarbures
11. Les groupes fonctionnels en chimie organique
12. Chimie des polymères

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

DOCUMENTATION : cours polycopié

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Introduction à la science des matériaux

Préalable requis : -

Préparation pour : -

Titre : MATERIAUX MICROTECHNIQUES I						
Enseignant : H.H. Kausch, professeur de polymères EPFL						
Heures total : 45		Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Microtechnique...	...3.	☒	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS Les étudiants connaîtront les méthodes de mise en oeuvre et le comportement des matériaux polymères par rapport aux métaux ce qui leur permettra de faire le choix intelligent d'un matériau selon les exigences de la construction, de la mise en oeuvre et du but d'application.

CONTENU

I. INTRODUCTION

1. Métaux et plastiques
2. Plastiques, structures caractéristiques

II. MISE EN OEUVRE

3. Méthodes de fabrication directe
4. Règles de construction et tolérances
5. Méthodes de transformation et d'assemblage
6. Finition et traitement de surface

III. COMPORTEMENT DES MATIERES PLASTIQUES

7. Comportement viscoélastique
8. Résistance mécanique
9. Résistance thermique

IV. APPLICATIONS

10. Eléments de précision, à ressort et intégrés
11. Contact, frottement, usure
12. Micro-encapsulage
13. Circuits imprimés

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra avec démonstrations au laboratoire

DOCUMENTATION : polycopié "Matériaux en Microtechnique: matières polymères"

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Introduction à la science des matériaux, chimie des matériaux
Préparation pour : Microtechnique I

Titre : MATERIAUX MICROTECHNIQUES II						
Enseignant : vacat						
Heures total :		Par semaine : cours		Exercices	Pratiques	
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Microtechnique..	4e	☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Familiariser l'étudiant avec la fabrication et l'emploi de matériaux métalliques et céramiques.

CONTENU

1. Introduction : les métaux, les céramiques
2. Fabrication : par coulée, par frittage, par transformation
3. Propriétés physiques et emploi : le noyau, les propriétés électriques, les propriétés magnétiques, les propriétés optiques, la conduction et la dilatation thermique, les propriétés de mémoire de forme, les propriétés d'amortissement.

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

DOCUMENTATION : feuilles polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : ELEMENTS DE CONSTRUCTION						
Enseignant : Pierre BARMAVERAIN, maître de dessin; Wilfred HEINIGER, maître de dessin; Willy MAEDER						
Heures total : 90		Par semaine : cours		Exercices 6		Pratiques
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécaniciens.....	1.....	☒	☐	☐	☐	☒
Microtechniciens.....	1.....	☒	☐	☐	☐	☒
Matériaux.....	1.....	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Savoir s'exprimer et communiquer à l'aide du dessin technique selon les normes. Savoir lire un dessin industriel. Connaître différents modes de fabrication et leurs influences sur la conception des pièces. Connaître des éléments et des mécanismes normalisés du commerce.

CONTENU

1. But du dessin technique: Les divers types de dessin dans l'industrie et leur utilisation.
2. Règles du dessin technique: Projections orthogonales - choix du nombre et disposition des vues - coupes, sections, rabattements - dessin d'ensemble, liste de pièces - cotation.
3. Mode de fabrication de différentes pièces: Visite d'atelier avec démonstration d'usinage sur les machines-outils - mode opératoire d'usinage, état de surfaces, tolérances - notion de fonderie - soudure.
4. Connaissance des éléments de construction: Eléments normalisés du commerce: visserie, clavettes, goupilles, circlips, paliers lisses, roulements à billes, roues dentées, chaînes, courroies, ressorts, accouplements, etc... .
5. Réalisation de petites constructions: Conception de petits ensembles mécaniques - exécution de dessins de montage avec liste de pièces.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours avec moyens audio-visuels et exercices en salle de dessin.

DOCUMENTATION : Fiches polycopiées, manuel édité et documentation professionnelle.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour : Composants de la microtechnique I et II.

Titre : COMPOSANTS DE LA MICROTECHNIQUE I								
Enseignant : R. CLAVEL, professeur								
Heures total : 50		Par semaine : cours 2		Exercices		Pratiques 3		
Destinataires et contrôle des études :					Branches			
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques		Pratiques	
Microtechnique....	2ème...	☒	☐	☐	☐	☒		
.....		☐	☐	☐	☐	☐		
.....		☐	☐	☐	☐	☐		
.....		☐	☐	☐	☐	☐		

OBJECTIFS

Connaître les composants de base de la microtechnique en vue de savoir les développer, choisir et dimensionner, afin d'effectuer des constructions réelles et réalisables industriellement.

CONTENU

1. Matériaux les plus couramment utilisés en microtechnique.

2. Normes :

- système d'ajustement et de tolérance ISO
- tolérances et moyens de fabrication
- tolérances de forme et de position
- états de surface et moyens de fabrication

3. Frottement :

- théorie du frottement et de l'usure
- frottement dans les mécanismes

4. Guidages :

- lisses : radiaux, axiaux, rectilignes
- roulants : radiaux, axiaux, rectilignes

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposé oral et exercices de construction

DOCUMENTATION : Polycopiés et extrait de normes VSM

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Précédable acquis : Eléments de construction I

Préparation pour : Microtechnique I, II, III + Méthodologie de construction

Titre : COMPOSANTS DE LA MICROTECHNIQUE II						
Enseignant : R. CLAVEL, professeur						
Heures Total : 75		Par semaine : cours 2		Exercices	Pratiques ³	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Microtechnique...	3ème	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Connaître les composants de base de la microtechnique en vue de savoir les développer, choisir et dimensionner, afin d'effectuer des constructions réelles et réalisables industriellement.

CONTENU

- Accouplements :
 - permanents
 - temporaires : embrayages, limiteurs de couple
- Transmission de mouvement et de couple :
 - rapport de transmission, inertie et couple rapporté, rendement
 - courroies : lisses, trapézoïdales, crantées
 - chaînes
 - engrenages : droits, hélicoïdaux, coniques.
- Transformation de mouvement :
 - cames
 - systèmes à leviers.
- Eléments élastiques :
 - ressorts de traction, compression, flexion, torsion; utilisation et dimensionnement.
- Amortisseurs :
 - à gaz, à liquide, à induction
- Liaisons électriques :
 - circuits souples, bonding.....

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposé oral et exercices de construction

DOCUMENTATION : Polycopiés

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : composants de la microtechnique I

Préparation pour : microtechnique I, II, III + Méthodologie de construction.

Titre : RESISTANCE DES MATERIAUX						
Enseignant : Michel DEL PEDRO, professeur EPFL						
Heures total : 75		Par semaine : cours 3 Exercices 2 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité.....	3e..	☒	☐	☐	☒	☐
Mécanique.....	3e..	☒	☐	☐	☒	☐
Matériaux.....	3e..	☒	☐	☐	☒	☐
Microtechnique...	3e..	☒	☐	☐	☒	☐

OBJECTIFS

Connaître les lois et théorèmes de base concernant le comportement des corps solides déformables, ainsi que les méthodes d'analyse de systèmes simples, statiques et hyperstatiques. Etre en mesure de calculer les organes et structures élémentaires de la construction mécanique.

CONTENU

1. Equilibre intérieur et propriétés des matériaux : Généralités - hypothèses fondamentales - efforts intérieurs et contraintes - propriétés mécaniques des matériaux.
2. 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 - introduction aux systèmes hyperstatiques.
3. Energie de déformation élastique : Formes quadratiques de l'énergie élastique - théorèmes de Maxwell-Betti, Castigliano et Menabrea - application aux systèmes statiques et hyperstatiques.
4. Théorie de l'état de contrainte : Théorème de Cauchy - matrice et quadriques des contraintes - calcul des contraintes et directions principales - cas particuliers.
5. 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 probabilistique de la sécurité.
6. Flambage des poutres droites : Notion d'instabilité - cas fondamental et dérivés du flambage d'une poutre - flambage en dehors du domaine élastique - méthode de Timoschenko

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra avec exercices hebdomadaires

DOCUMENTATION : Cours polycopié, 1ère et 2ème parties (1977). Polycopié d'exercices (1977)

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Mécanique générale, analyse et algèbre linéaire.

Préparation pour :

Titre : ELECTROTECHNIQUE						
Enseignant : Fred GARDIOL, professeur						
Heures total : 20		Par semaine : cours + Exercices 2 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	..4e..	☒	☐	☐	☐	☐
Microtechnique..	..2e..	☒	☐	☐	☐	☐
Matériaux.....	..4e..	☒	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Assimiler les calculs des régimes transitoires et des régimes permanents sinusoïdaux dans les circuits linéaires. Maîtriser l'emploi du calcul complexe, des notions d'impédance, d'admittance, de puissances actives et réactives. Exercer le calcul des régimes permanents dans les systèmes triphasés symétriques et non symétriques.

CONTENU

- Chap. 1 : DEFINITIONS : Notations, symboles et unités, relations fondamentales, éléments linéaires, lois de Kirchhoff.
- Chap. 2 : REGIMES TRANSITOIRES : Réponses indicielles, éléments R, L, C. Eléments réels, méthode générale. Exemples : saut de tension aux bornes d'un circuit RC en série, RL en série. Enclenchement sur une source de tension sinusoïdale. Transformée de Laplace.
- Chap. 3 : GRANDEURS SINUSOIDALES : Principe d'un générateur alternatif. Définitions des grandeurs sinusoïdales. Nombres complexes associés. Impédances et admittances. Etudes des régimes permanents par le calcul complexe. Puissances.
- Chap. 4 : SYSTEMES TRIPHASES : Principe d'un générateur triphasé. Définition. Notations, tensions simples et composées. Courants. Modes de couplage. Puissances. Passages étoile-triangle. Systèmes triphasés non symétriques.

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

DOCUMENTATION : Traité d'électricité, vol. I.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : physique générale, analyse

Préparation pour : électronique, machines et installations électriques, etc.

Titre : ELECTRONIQUE I						
Enseignant : Frédéric DE COULON, Professeur EPFL						
Heures total :		Par semaine : cours 2 Exercices 1 ⁽¹⁾ Pratiques 2 ⁽²⁾ , 1 ⁽³⁾				
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Microtechnique (1)(2) ...3e		☒	☐	☐	☒	☒
Physique (2) ...3e		☒	☐	☐	☐	☒
Matériaux/Mécanique (1) ...5e		☒	☐	☐	☒ (Méc.)	☐
Mathématiques (3) ...5e		☐	☐	☒	☐	☐

OBJECTIFS

Etre à même de décrire le fonctionnement des principaux composants électroniques, d'analyser un schéma théorique de circuit et de concevoir et expérimenter un montage électronique simple.

CONTENU

1. Méthodes de calculs des circuits électriques : éléments actifs et passifs, lois et concepts fondamentaux.
Phénomènes transitoires. Impédances et fonctions de transfert en régime sinusoïdal.
Diagramme de Bode.
2. Composants électroniques : semiconducteurs, jonction pn, diode, thyristor, transistors bipolaires et à effet de champ, circuits intégrés.
3. Mise en oeuvre des composants électroniques : principe de la polarisation, fonction d'amplification, fonction logique ou d'interrupteur commandé, montages fondamentaux.
4. Contre-réaction et amplificateur opérationnel : types de contre-réaction et propriétés, montages à amplificateurs opérationnels linéaires et non linéaires.
5. Basculs et circuits logiques : bascule de Schmitt, bascules bistables, monostables et astables. Opérateurs logiques, exemples de réalisations pratiques.

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

DOCUMENTATION : Cours photocopié de J.-D. Châtelain et notes de laboratoire.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Electrotechnique (Sect. de matériaux, mécanique et microtechnique)

Préparation pour : Electronique II (Sect. de physique et microtechnique)
Instrumentation électronique (Sct. matériaux)

Titre : ELECTRONIQUE II						
Enseignant : R. Dessoulavy, professeur						
Heures total : 20		Par semaine : cours 2 Exercices 2 Pratiques 2				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Microtechnique...	..4e.	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

- Comprendre, sur la base de la connaissance des propriétés des dispositifs à semiconducteur et des montages fondamentaux, le fonctionnement de divers circuits usuels.
- Etre à même d'en faire la synthèse
- Acquérir au cours des travaux pratiques en laboratoire une certaine expérience des circuits étudiés et prendre conscience des différences entre le comportement pratique et théorique.

CONTENU

- . Redresseurs et stabilisateurs de tension
- . Thyristors et quelques applications
- . Amplificateur sélectif à circuit accordé et à filtre actif
- . Oscillateur LC et RC à pont de Wien
- . Changement de fréquence et application au récepteur radio
- . Amplificateurs de puissance classe A, B et C
- . Conversion D/A et AD
- . Oscillateur commandé en tension (VCO) et boucle asservie en phase (PLL)
- . Photodiodes, phototransistors et applications
- . FET et MOST

Remarque : cette liste est à considérer comme indicative, le temps disponible ne permettant pas de traiter tous ces sujets de manière approfondie.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra - exercices et travaux pratiques en salle avec la collaboration d'assistants

DOCUMENTATION : Notes polycopiées, traité d'électricité, vol. VIII

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Electronique I, 3e sem.

Préparation pour : Microélectronique I, II, III et IV

Titre : INTRODUCTION A LA PHYSIQUE DES SEMICONDUCTEURS						
Enseignant : Francis LEVY, chargé de cours DP, EPF						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2		Exercices ¹	Pratiques	
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Microtechniciens	4e	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

1. Introduire les bases d'étude et les différents modèles en physique des matériaux
2. Connaître les matériaux semiconducteurs et être en mesure d'en évaluer les propriétés, en particulier par rapport aux applications.
3. Acquérir les principes physiques pour être capable d'entreprendre l'étude des dispositifs à semiconducteurs.

CONTENU

1. Notions de mécanique quantique : onde-particule, principe d'incertitude, équation de Schrödinger, électron dans un puits de potentiel, principe de Pauli.
2. Cristaux et nature des liaisons : systèmes cristallins, liaisons chimiques, structures cristallines simples, diffraction des rayons X par les réseaux cristallins.
3. Les électrons dans les cristaux : modèle de l'électron libre, conditions aux limites cycliques, densité d'états, distributions statistiques de Maxwell-Boltzmann et de Fermi-Dirac, électron dans un potentiel périodique, structure de bandes d'énergie.
4. Métaux, isolateurs, semiconducteurs : schémas de bande d'énergie, énergie de Fermi, vitesse de dérive, masse effective.
5. Les semiconducteurs à l'équilibre : semiconducteurs intrinsèques, densités de porteurs, semiconducteurs dopés, loi d'action de masse, condition de neutralité, compensation.
6. Les semiconducteurs hors équilibre : potentiel de Fermi, quasi potentiels, équation de continuité, exemple de la surface d'un semiconducteur.
7. Phénomène de transport : conductivité électrique, mobilité, effet Hall, équation de Boltzmann.
8. Applications et dispositifs : jonction p-n, contact métal-semiconducteur, caractéristiques courant-tension idéales, dispositifs à résistivité différentielle négative.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ex cathedra, exercices "obligatoires" préparés à la maison et discutés en classe

DOCUMENTATION : littérature spécialisée + notes de cours

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : physique générale I,II,III

Préparation pour : microélectronique I-IV, électronique, conception des circuits intégrés, physique des semiconducteurs

Titre : MICROTECHNIQUE I						
Enseignant : C.W. BURCKHARDT professeur EPFL						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Micratechnique..	Aëma	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduire quelques méthodes de travail de la microtechnique, en particulier dans le domaine mécanique. Se familiariser avec quelques mécanismes et appareils typiques.

CONTENU

1. Introduction : définition de la microtechnique et de ses domaines typiques, par exemple la montre et la machine à écrire. La microtechnique à l'échelle industrielle.
2. Les lois de similitude en microtechnique : résistance des matériaux, systèmes oscillants, transducteurs électromagnétiques, usinages.
3. Introduction à la théorie de l'information
4. Systèmes mécaniques : signaux mécaniques, opérations arithmétiques et logiques, codes, les lois de mouvement.
5. Interface électrique-mécanique

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposé oral et exercices commencés en classe et terminés à domicile.

DOCUMENTATION : Feuilles photocopiées

LIASON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Composants de la microtechnique I,II, Physique I à III.

Préparation pour : Microtechnique II

Titre : MICROTECHNIQUE II						
Enseignant : C.W. BURCKHARDT, professeur EPFL						
Heures total : 45		Par semaine : cours 3			Exercices Pratiques	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Microtechnique...	.5e..	☒	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Apprendre à acquérir des connaissances technologiques à l'aide de la littérature et de contacts avec des spécialistes (visites d'usines). Acquérir les connaissances fondamentales sur les méthodes de fabrication en microtechnique.

CONTENU

La matière sera choisie, entre autres, parmi les sujets suivants :

- injection de matière synthétique
- découpage de métaux, normal et fin
- collage
- photogravure
- usinage par laser
- usinage par ultrason
- décolletage
- emboutissage
- normalisation

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : séminaire, chaque étudiant prépare deux à trois exposés (environ 10 h. de préparation). Il remet un rapport

DOCUMENTATION : écrit à tous les participants.
Bibliothèque de l'EPFL et de l'Institut, etc.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Matériaux en microtechnique, Microtechnique I
Préparation pour : Microtechnique III

Titre : MICROTECHNIQUE III						
Enseignant : C.W. BURCKHARDT, professeur EPFL						
Heures total : 20		Par semaine : cours 2		Exercices	Pratiques	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Microtechnique..	..8e	☒	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Apprendre à présenter oralement et par écrit un sujet technique d'actualité.
Faire l'analyse d'un nouveau produit ou d'une nouvelle méthode de fabrication en microtechnique.

CONTENU

Les sujets des séminaires seront déterminés de cas en cas entre participants, assistants et le professeur.

Il s'agira soit d'une nouveauté tirée essentiellement d'une étude de littérature, soit de l'analyse d'un produit moderne de la microtechnique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : séminaire, des exposés (environ 20 heures de préparation) seront suivis d'une discussion.

DOCUMENTATION : bibliothèque, visites d'usines, etc.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Microtechnique I,II

Préparation pour :

Titre : METHODOLOGIE DE CONSTRUCTION I							
Enseignant : R. CLAVEL, professeur							
Heures total : 64		Par semaine : cours 2		Exercices		Pratiques 2	
Destinataires et contrôle des études :					Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Microtechnique	5ème	☒	☐	☐	☐	☒	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

A la fin du cours, les étudiants seront capables de conduire avec méthode un développement de produit microtechnique, de l'idée initiale jusqu'à la mise en production.

CONTENU

1. Introduction : - nécessité d'une méthode systématique de construction
- schéma général de travail et de recherche d'une solution
2. Projection : - choix du produit, objectifs du développement
- établissement du cahier des charges
3. Conception : - décomposition du produit en fonctions simples
- recherche de solutions de principe
- évaluation de ces solutions
- combinaison des différentes solutions de fonctions simples
- estimation des solutions complexes obtenues
- choix
4. Construction : - développement et optimisation des pièces détachées
- élaboration de la documentation d'exécution
- fabrication et test d'un prototype
- contrôle des coûts

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : exposé oral et exercices liés à des cas concrets

DOCUMENTATION : feuilles photocopées. Bibliothèque centrale et de l'Institut

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : composants de la microtechnique I,II. matériaux microtechniques I et II
Préparation pour : méthodologie de construction II.

Titre : METHODOLOGIE DE CONSTRUCTION II							
Enseignant : R. CLAVEL, professeur							
Heures total : 44		Par semaine : cours		Exercices		Pratiques ⁴	
Destinataires et contrôle des études :					Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Microtechnique	6ème	☒	☐	☐	☐	☒	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

A la fin du cours, les étudiants seront capables de conduire avec méthode un développement de produit microtechnique, de l'idée initiale jusqu'à la mise en production.

CONTENU

Développement complet d'un produit microtechnique à l'aide des méthodes vues dans le cadre du cours du 5ème semestre.

1. Choix du produit
2. Etablissement du cahier des charges.
3. Conception
 - décomposition en fonctions simples
 - recherche de solutions de principe
 - évaluation des solutions
 - combinaison des solutions
 - choix d'une solution
4. Construction
 - dimensionnement et construction des éléments à l'échelle
 - optimisation des composants utilisés.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Projets par groupes de 3 à 4 étudiants

DOCUMENTATION : Documentation professionnelle, bibliothèque centrale et de l'Institut

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Méthodologie de construction I.

Préparation pour : Projets de semestre et diplôme.

Titre : MICROTECHNIQUE TP						
Enseignant : G. PILLER, chargé de cours						
Heures total : 60 (1) 40 (2)		Par semaine : cours		Exercices	Pratiques	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Microtechnique....	5 ⁽¹⁾ 6 ⁽²⁾	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS (1) 1er groupe
(2) 2ème groupe

Les étudiants disposeront d'un bagage de méthodes expérimentales utiles dans la construction en microtechnique.

CONTENU

1. Etude dynamique de micro-systèmes
2. Mesure de micro-moteurs
3. Problèmes de friction
4. Modélisation
5. Influence de l'environnement
6. Matériaux spéciaux (ex. céramiques piézo-électriques)
7. Métrologie
8. Microphoto
9. Réglage de moteurs C.C.
10. Analyse de vibrations
11. Composants de petite hydraulique
12. Optique et optoélectronique

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : laboratoire

DOCUMENTATION : fiches polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Microtechnique, méthodologie de construction.

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : ELECTROMECHANIQUE I						
Enseignant : Marcel JUFER, professeur EPFL						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité	4,5	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☒	☐	☐	☐	☐
Microtechnique	4	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables d'analyser un dispositif électromécanique par le biais de la décomposition en circuits électrique et mécanique, de l'étude de la conversion électromécanique et du comportement dynamique. Ils seront également à même de choisir les dimensions (synthèse) d'un dispositif simple ainsi que de définir une solution adaptée à une application.

CONTENU

- Généralités : Loi de l'induction. Circuits électriques et magnétiques.
- Conversion d'énergie électromécanique : Energie et co-énergie magnétique. Tenseur de Maxwell.
- Les aimants permanents : Modèles macroscopiques. Bilan énergétique. Critères de choix.
- Les lois de la similitude : Principe des lois de réduction. Application aux transducteurs. Limite des principaux systèmes.
- Comportement dynamique : Equations dynamiques. Tension induite de transformation, de mouvement et de saturation.
- Systèmes réductants: Comportement statique. Comportement dynamique. Exemples.
- Systèmes électrodynamiques: Comportement dynamique. Domaines d'application. Exemples.
- Systèmes électromagnétiques: Comportement dynamique. Modèles spécifiques. Domaines d'application. Exemples.
- Systèmes réductants polarisés: Domaines d'application. Exemples.
- Les moteurs pas à pas: Principe. Dispositions principales. Emplois types. Dynamique. Marche en circuit ouvert ou fermé. Sources. Marche en monophasé.

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

DOCUMENTATION : Traité, Vol. IX Transducteurs Electromécaniques.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Electrotechnique, Analyse, Physique.

Préparation pour :

Titre : REGLAGE AUTOMATIQUE I						
Enseignant : Alfred ROCH, professeur EPFL/DME						
Heures total :	60	Par semaine : cours 2 Exercices 2 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
MECANIQUE	5è	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☒	☐	☐	☒	☐
MICROTECHNIQUE	5è	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Etude des systèmes dynamiques linéaires, techniques de réglage élémentaire.

CONTENU

- Introduction : Principe de la contre-réaction (feedback). Mise en équations des systèmes, schéma fonctionnel.
- Les réglages élémentaires : Réglage par tout ou rien, représentation sur plan de phase. Réglage proportionnel, statisme. Réglage PID (proportionnel - différentiel - intégral).
- Calcul opérationnel : Les réponses caractéristiques d'un élément linéaire. Théorie des distributions (transformée de Laplace). Notion de fonction de transfert, propriétés essentielles:
- Fonction de transfert : Etude des systèmes par réponse harmonique et représentations. Diagrammes de Nyquist, de Black (-Nichols), de Bode. Application : fonctions de transfert d'éléments courants.
- Stabilité : Définition et critères mathématiques. Systèmes bouclés : critère de Nyquist.
- Lieu des pôles : Définition, construction du lieu des pôles, pour une variation du paramètre "gain" d'un système bouclé.

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

DOCUMENTATION : Cours polycopié édité par l'Institut d'Automatique. Fascicules M + I.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Mécanique générale, théorie des équations différentielles linéaires.
Préparation pour : Réglage automatique II, III, IV.

Titre : REGLAGE AUTOMATIQUE II						
Enseignant : Alfred ROCH, professeur EPFL/DME						
Heures total : 80		Par semaine : cours 2 Exercices 2 Pratiques 4				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
.....MICROTECHNIQUE.....	6è.....	☒	☐	☐	☒	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Méthodes d'étude des systèmes réglés linéaires.
Introduction à l'étude des systèmes non linéaires.

CONTENU

- Qualité du réglage : Conditions d'amortissement des transitoires. Qualité de la réponse indicielle (dépassements, etc.). Erreurs permanentes, ordre d'un système. Utilisation de l'abaque de Nichols.
- Les corrections : Correction en série : avance et retard de phase. Autres corrections feedback, parallèle. Régulateur PID.
- Systèmes échantillonnés : Description et étude par transformation-z. Stabilité.
- Systèmes non linéaires : Méthodes de la fonction de transfert généralisée. Stabilité des régimes oscillants. Systèmes à relais : méthode de Cypkin. Méthodes topologiques : espaces de phase. Méthodes analytiques : énergie, méthode de Liapounov.

PROJET :

Applications de la simulation et du réglage automatique

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices en cours de semestre.

DOCUMENTATION : Cours polycopié édité par l'Institut d'Automatique. Fascicule 2.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Réglage automatique I
Préparation pour : Réglage automatique III et IV

Titre : TECHNIQUES DE MESURE						
Enseignant : Ph. ROBERT, professeur EPFL						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electriciens.....	6e.	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechniciens	6e.	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS Etre capable de concevoir et réaliser un système de mesure complet.

CONTENU Capteurs

Conversion d'une grandeur physique quelconque en grandeur électrique. Modélisation générale d'un capteur et de ses interfaces du côté physique et du côté électrique. Application à quelques capteurs représentatifs : calcul de la fonction de transfert, des paramètres d'entrée et de sortie.

Systèmes numériques

Analyse des principes de conversion analogique-numérique et de leurs domaines d'application privilégiés. Etude des principaux éléments d'un système numérique : échantillonneurs bloqueurs et multiplexeurs. Présentation des méthodes de liaison entre appareils et contrôleur : bus d'instrumentation et système modulaire.

Instrumentation spécifique

Etude du fonctionnement, des performances et des domaines d'applications d'instruments complexes tels que : l'analyseur spectral : par transformée de Fourier, par wobulation, optique; l'analyseur de transitoires : à mémoire numérique, à tube mémoire, à échantillonnage; le boxcar; l'amplificateur lock-in.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Présentation en classe sur la base de notes polycopiées.

DOCUMENTATION : Notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Physique des matériaux, électromagnétisme, électrométrie.

Préparation pour : Projets et laboratoires en électrométrie au 7e et 8e semestre.

Titre : MOTEURS ELECTRIQUES						
Enseignant : Marcel JUFER, professeur EPFL/DE						
Heures total : 45		Par semaine : cours 2 Exercices Pratiques 1				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Microtechniciens.	.5e..	☒	☐	☐	☒	☒
Informaticiens...	.5e..	☒	☐	☐	☒	☒
(Inf. tech.)		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront à même de déterminer et modéliser les caractéristiques externes des principaux moteurs électriques de faible et moyenne puissance.

CONTENU

- Les moteurs pas à pas

Principe. Caractéristiques constructives principales. Emplois types. Dynamique. Marche en circuit ouvert ou fermé. Sources. Commandes. Moteurs monophasés.

- Les moteurs à courant continu

Principe. Caractéristiques constructives principales. Emplois types. Variantes à aimants permanents. Equations principales. Modes d'excitation. Démarrage. Application. Schéma bloc.

- Les moteurs asynchrones

Principe. Caractéristiques constructives principales. Le stator; génération d'un champ tournant. Le moteur à cage. Schéma équivalent. Caractéristiques de couple et de courant. Démarrage. Freinage.

Le moteur à rotor bobiné. Principe. Caractéristiques de démarrage.

- Les moteurs synchrones

Principe. Variantes à aimant permanent. Alimentation. Fréquence variable.

Laboratoire : Moteurs pas à pas, à courant continu et asynchrone.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec démonstrations expérimentales.

DOCUMENTATION : Traité, volume IX "Transducteurs électromécaniques" + photocopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Electromécanique I

Préparation pour : Entraînements électriques

Titre : SIGNAUX ET SYSTEMES I						
Enseignant : F. PELLANDINI, professeur UNI. NE						
Heures total : 45		Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Microtechnique..	..5e	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Présenter les méthodes et les moyens permettant de caractériser les signaux continus ainsi que les systèmes utilisables pour leur traitement. A la fin du cours l'étudiant sera capable de reconnaître les caractéristiques essentielles des signaux et de choisir les systèmes aptes à les traiter.

CONTENU

1. Introduction à la théorie de l'information : notion de qualité d'information, de codage optimal de source et de canal.
2. Analyse de Fourier de signaux continus, périodiques et apériodiques. Généralisation à d'autres fonctions orthogonales.
3. Convolution de signaux dans les domaines du temps et des fréquences. Fonctions de corrélation. Représentation de signaux aléatoires.
4. Systèmes analogiques linéaires : définitions et représentation des propriétés dans les domaines du temps et des fréquences, conditions relatives à la causalité. Filtre basse-pass idéal et réel, théorème de Nyquist.
5. Transformation de Laplace : description généralisée des systèmes analogiques linéaires avec leur fonction de transfert; condition de stabilité, étude de la réponse en fréquence en fonction de la position des zéros et des pôles, systèmes à déphasage minimum. Synthèse des fonctions de transfert de filtres analogiques classiques.
6. Détection de signaux dans le bruit et filtrage optimal

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposé oral, exercices dirigés et répétitions

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : SIGNAUX ET SYSTEMES II						
Enseignant : F. PELLANDINI, professeur UNI NE						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Microtechnique...	.6e..	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Présenter les différentes méthodes de modulation des signaux. Etudier les caractéristiques des signaux discrets et numériques, ainsi que les systèmes utilisables pour leur traitement.

CONTENU

1. Modulation de signaux : Modulation de signaux continus en amplitude, en fréquence et en phase. Modulation par impulsions de signaux analogiques (théorème de Shannon) : modulations pulsées en amplitude, en durée et en phase, modulation par impulsions codées.
2. Signaux discrets et numériques : Transformation en Z, convolution et corrélations de signaux discrets. Description de systèmes discrets linéaires : structures transversales et récursives, fonction de transfert en Z.
3. Transformation de Fourier discrète : Algorithmes de la transformation de Fourier rapide. Convolution et corrélations discrètes aperiodiques et periodiques. Convolution et corrélations rapides.
4. Chapitres au choix : Filtrage à capacités commutées. Simulation de systèmes analogiques avec des systèmes numériques. Principe du filtrage homomorphe.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposé oral, exercices dirigés et répétitions

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Signaux et systèmes I

Préparation pour :

Titre : MICROELECTRONIQUE I : DISPOSITIFS						
Enseignant : Marc ILEGEMS, professeur EPFL/IIME						
Heures total : 45		Par semaine : cours 2		Exercices	Pratiques	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
..Electricité....	.5...	☐	☐	☒	☒	☐
..Physique.....	.7...	☐	☐	☒	☒	☐
..Microtechnique..	.5...	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Présenter les principes de fonctionnement interne des composants semiconducteurs utilisés en microélectronique.

CONTENU

1. Introduction : notions de physique des semiconducteurs. Caractéristiques des matériaux utilisés.
2. Propriétés électroniques du Silicium : mobilité, durée de vie et longueur de diffusion des porteurs. Processus de recombinaison. Equations de continuité.
3. Analyse de la jonction p-n : jonction p-n à l'équilibre et hors équilibre, caractéristique I-V idéale. Génération-recombinaison dans la zone de déplétion. Caractéristique à courant élevé. Modèle de la diode 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 à jonction : modes de fonctionnement. Caractéristique statique courant-tension. Modèle Ebers-Moll. Modèle Gummel-Poon. Réalisation technologique.
6. Transistor à jonction à effet de champ : principe. Caractéristiques statiques. Réalisation technologique.
7. Thyristor : modèle à deux transistors. Caractéristiques statiques et dynamiques.
8. Interface métal-oxyde-semiconducteur et capacité MOS : diagramme des bandes d'interfaces. Accumulation, déplétion et inversion de la zone de charge d'espace. Capacité MOS idéale.
9. Transistor MOS : régimes de fonctionnement. Caractéristiques statiques. Modèles en faible et forte inversion. Cellules mémoires. Réalisations technologiques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : exposé oral avec exercices

DOCUMENTATION : Traité d'Electricité, volume 7, notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Cours d'introduction en Electronique et Physique des Matériaux

Préparation pour : Microélectronique II,III,IV, laboratoire et projets.

Titre : MICROELECTRONIQUE II : TECHNOLOGIE						
Enseignant : Marc ILEGEMS, professeur EPFL/IIME						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2 Exercices Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
...Electricité...	.6..	☐	☐	☒	☒	☐
..Microtechnique	.6..	☒	☐	☐	☒	☐
..Physique.....	.8..	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Présenter les méthodes de fabrication des semiconducteurs et circuits intégrés.
Préparer au laboratoire et projets en microélectronique.

CONTENU

1. Structures cristallines
2. Synthèse de monocristaux et épitaxie : méthode Czochralski et zone flottante, épitaxie phase gazeuse, pyrolyse
3. Oxydation et couches diélectriques : cinétique du processus d'oxydation, caractéristiques d'interface, dépôt d'oxydes et nitrures à basse température
4. Dopage : rôle des différentes impuretés, solubilité, coefficient de distribution, caractérisation électrique
5. Diffusion : modèle atomistique, formalisme, coefficient de diffusion, diffusion et oxydation simultanées, techniques expérimentales, évaluation des couches
6. Implantation ionique : profils, effets de canalisation, masques
7. Métallisation : méthodes d'évaporation et de dépôt, chimie de l'interface, contacts électriques, soudure et connexions
8. Lithographie : principes, fabrication de masques, méthodes d'exposition, techniques de gravure
9. Méthodes de layout : concepts principaux en technologie bipolaire et MOS, exemples de structures transistor, méthodes d'isolation, réalisation d'éléments passifs
10. Méthodes de caractérisation : méthodes électriques et optiques, microscopie et microanalyse, méthodes d'analyse de surface

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exercices

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Microélectronique I
Préparation pour : Microélectronique III, IV, laboratoire et projets

Titre : MICROELECTRONIQUE III : CIRCUITS						
Enseignant : E. VITTOZ, chargé de cours						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2 Exercices Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
.Electriciens....	..7e.	☐	☐	☒	☒	☐
.Microtechniciens	..7e.	☒	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

A la fin du cours, les étudiants seront capables de maîtriser les structures des dispositifs et les principes de circuits utilisés dans les circuits intégrés bipolaires et MOS, en tenant compte en particulier des divers éléments et effets parasites.

CONTENU

1. Circuits en technologie bipolaire

- 1.1 Transistors : structures, calcul des paramètres, modèles, comportement thermique, dimensionnement
- 1.2 Eléments passifs et parasites
- 1.3 Circuits élémentaires : similitude, miroirs, amplificateurs, références de tension et courant
- 1.4 Exemples de circuits analogiques
- 1.5 Exemples de circuits logiques, technique I²L

2. Circuits en technologie MOS

- 2.1 Transistor MOS : structure, régimes de travail, modèles, comportement thermique, bruit, dimensionnement
- 2.2 Eléments passifs
- 2.3 Effets parasites
- 2.4 Circuits élémentaires : similitude, miroirs, interrupteurs, échantillonneur, amplificateurs, comparateur, capacités commutées, références de tension et courant
- 2.5 Exemples de circuits logiques
- 2.6 Exemples de circuits analogiques

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Microélectronique I et II
 Préparation pour : Microélectronique IV, projets 8e sem. et diplôme en conception de circuits intégrés.

Titre : MICROELECTRONIQUE TP						
Enseignant : Marc Ilegems, professeur EPFL/IIME						
Heures total : 60		Par semaine : cours		Exercices		Pratiques 4
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
.....		☐	☐	☐	☐	☒
Microtechnique...	..7e.	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Illustrer et compléter la matière des cours Microélectronique I (Dispositifs) et Microélectronique II (Technologie).

CONTENU

Les expériences prévues devront permettre aux étudiants :

- de vérifier les équations de fonctionnement de certains éléments intégrés étudiés en cours
- de se familiariser avec les méthodes de fabrication et d'analyse utilisées en technologie microélectronique
- de participer à la réalisation de quelques éléments simples

LISTE DES SUJETS

1. Caractérisation des matériaux : mesures Hall et résistivité en fonction de la température sur couches épitaxiales et diffusées.
2. Mesures sur capacités MOS réalisées au laboratoire. Evaluation des états d'interface.
3. Mesures sur transistors MOS : caractéristiques statiques, relations avec paramètres technologiques, effets de variation de longueur de grille (lois du scaling).
4. Mesures sur circuits MOS simples. Analyse du layout, évaluation des paramètres du circuit en relation avec les caractéristiques des éléments individuels.
5. Fabrication de diodes p-n passivées par oxyde (technique planar). Evaluation des diffusions. Caractérisation des éléments réalisés.
6. Fabrication de transistors et circuits test en technologie MOS à grille métallique. Caractérisation des éléments réalisés.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : laboratoire

DOCUMENTATION : énoncé et feuilles d'information pour chaque sujet

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Microélectronique I et II

Préparation pour :

Titre : SYSTEMES LOGIQUES I							
Enseignant : A. STAUFFER, chargé de cours							
Heures total : 60		Par semaine : cours 2		Exercices		Pratiques 2	
Destinataires et contrôle des études :					Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Electriciens....	5 ^e ...	☒	☐	☐	☐	☒	
Mathématiciens..	7 ^e ...	☐	☐	☒	☒	☐	
Physiciens.....	7 ^e ...	☐	☐	☒	☒	☐	
Microtechniciens	5 ^e ...	☒	☐	☐	☐	☒	
Informaticiens	5 ^e	☒				☒	

OBJECTIFS

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

CONTENU

1. SYSTEMES LOGIQUES COMBINATOIRES. Définition des modèles logiques; variable logique; fonctions logiques d'une et plusieurs variables; modes de représentation des fonctions logiques; algèbre logique (algèbre de Boole).
2. SIMPLIFICATION DES SYSTEMES COMBINATOIRES. Réalisation des systèmes combinatoires et hypothèses relatives à la simplification; simplification par la méthode de la table de Karnaugh; utilisation des portes "OU-exclusif"; systèmes itératifs.
3. BASCULES BISTABLES. Notion de système séquentiel; définition et modèles des bascules; analyse détaillée d'un cas particulier : la bascule SR; modes de représentation des divers types de bascules.
4. COMPTEURS. Définition, représentation par un chronogramme, un graphe ou une table d'états. Méthodes générales de synthèse et d'analyse. Réalisation d'une horloge électronique.
5. SYSTEMES SEQUENTIELS SYNCHRONES. Définition, analyse, représentation par un graphe et une table d'états. Applications : compteur réversible, registre à décalage.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours-laboratoire intégré.

DOCUMENTATION : Volume V du Traité d'Electricité; notes de laboratoire.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalables requis :

Préparation pour : Systèmes logiques II.

Titre : MICROINFORMATIQUE						
Enseignant : J.-D. NICOUD, professeur EPFL						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2 Exercices 1* Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Informaticiens.*	..5e.	☒	☐	☐	☐	☒
Microtechniciens.	..5e.	☒	☐	☐	☒	☐
Mathématiciens...	..5e.	☐	☐	☒	☒	☐
Electriciens.....	..5e.	☐	☐	☒	☒	☐

OBJECTIFS

L'étudiant devra avoir assimilé les principes de base de la structure et de la programmation des mini- et microordinateurs. Il devra être capable d'écrire un programme en langage d'assemblage, de comprendre la documentation générale relative à un système micro-ordinateur, un programme éditeur, assembleur ou compilateur.

CONTENU

1. Nombres et opération

Opérateurs arithmétiques. Types de donnée. Changement de base.

2. Structure et fonctionnement des calculatrices et ordinateurs

Architecture de Harward et de von Neumann, décodage et exécution des instructions, modes d'adressage.

3. Programmation en langage d'assemblage.

Exercices pratiques avec le microprocesseur Z80.

4. Systèmes microinformatique.

Interfaces simples, périphériques, support logiciel.

Les Informaticiens disposent d'une heure d'exercice supplémentaire consacrée en majeure partie à la programmation du microprocesseur M68000.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices - laboratoires utilisant un système microprocesseur didactique

DOCUMENTATION : Traité d'électricité, vol. XIV, chap. 1, 2 et 5, et notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Systèmes logiques (recommandé, mais non indispensable)

Préalable requis : -

Préparation pour : Interfaces, Microprocesseurs, Support logiciel, Réseaux informatiques, Systèmes Graphiques.

Titre : INTERFACES						
Enseignant : J.-D. NICLOUD, Professeur EPFL						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2 Exercices + Pratiques 1				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Informaticiens...	6e	☒	☐	☐	☐	☒
Microtechniciens	6e	☒	☐	☐	☒	☐
Electriciens	6e	☐	☐	☐	☒	☐
.....		☐	☐	☒	☒	☐
Mathématiciens...	6e	☐	☐	☒	☒	☐
Physiciens	6e	☐	☐	☒	☒	☐

OBJECTIFS

L'étudiant devra connaître les techniques digitales utilisées dans la réalisation des systèmes de calculs spécialisés et des interfaces de mini et micro-ordinateurs. Il devra être capable d'analyser les spécifications d'une interface ou d'une unité spécialisée, d'établir le schéma-bloc et le logigramme détaillé, et d'écrire le programme de test.

CONTENU

1. Modules digitaux

Circuits intégrés TTL et MOS (registres, décodeurs, mémoire).
Systèmes digitaux, études de cas.

2. Interfaces

Transmission parallèle en série. Synchronisation des échanges. Bus de microprocesseur. Interruptions. Bus d'instrumentation IEEE 488/IEC 625.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices + laboratoire utilisant des logidules complexes et un système microprocesseur didactique.

DOCUMENTATION : Traité d'Electricité Vol. XIV, chap. 4, multicopiés.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Micro-informatique, Electronique, ou Introduction aux microprocesseurs
Préparation pour : Microprocesseurs

Titre : OPTIQUE APPLIQUEE I						
Enseignant : René DANDLIKER, professeur UNI/NE						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Microtechnique...	.6e..	☒	☐	☐	☐	☐
Physique.....	.6e..	☐	☒	☐	☐	☐
Electricité.....	.6e..	☐	☒	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

A la fin du cours, l'étudiant sera capable de décrire, d'analyser et de calculer la propagation de lumière cohérente et incohérente dans des systèmes optiques composés d'éléments passifs.

CONTENU

ondes électromagnétiques
réfraction et réflexion
polarisation et biréfringence
diffraction: transformation de Fourier et rayons Gaussiens
formation des images: lentilles et optique de Fourier

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Physique II, III, IV
Préparation pour : Optique appliquée I:

Titre : OPTIQUE APPLIQUEE II						
Enseignant : René DANDLIKER, professeur UNI/NE						
Heures total : 45		Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Microtechnique...	7e..	☒	☐	☐	☐	☐
Physique.....	7e..	☐	☒	☐	☐	☐
Electricité.....	7e..	☐	☒	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

A la fin du cours, l'étudiant sera capable de composer et d'analyser des systèmes optiques et électro-optiques contenant des éléments passifs et actifs.

CONTENU

rayons Gaussiens et résonateurs optiques
ondes guidées et fibres optiques
sources de lumière incohérente et cohérente
principes et propriétés des différents types de lasers
détection et détecteurs opto-électroniques
modulateurs électro-optiques et acousto-optiques
holographie et interférométrie
systèmes électro-optiques et opto-électroniques

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

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Pré-requis : Physique II, III, IV, Optique appliquée I
Préparation pour :

Titre : DROIT I						
Enseignant : B. RUSCONI, professeur						
Heures total :		Par semaine : cours 2		Exercices	Pratiques	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....	..	☒	☐	☐	☐	☐
Microtechnique ..	8ème	☒	☐	☐	☐	☐
Electricité	..	☒	☐	☐	☐	☐
Chimie.....	..	☐	☐	☒	☐	☐

OBJECTIFS

Se familiariser avec les éléments essentiels de la science juridique et maîtriser quelques notions pratiques qu'il rencontrera nécessairement dans sa vie professionnelle.

CONTENU

1. Introduction générale au droit :

Généralités sur le droit, panorama du droit, les sources du droit, la règle du droit, l'application du droit.

2. Notions de droit civil et de droit des obligations :

Aperçu du droit des personnes, droit de famille, droit des successions, droits réels, droit des obligations.

La responsabilité civile.

Etude détaillée de quelques contrats, vente, bail, travail, entreprise, mandat, cautionnement, d'assurance.

Aperçu de droit des sociétés.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposé oral

DOCUMENTATION : Ouvrages juridiques indiqués durant le cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : DROIT II						
Enseignant : B. RUSCONI, professeur						
Heures total :		Par semaine : cours		Exercices		Pratiques
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Mécanique.....		☒	☐	☐	☐	☐
Microtechnique...	4ème	☒	☐	☐	☐	☐
Electricité.....	...	☒	☐	☐	☐	☐
Chimie.....	...	☐	☐	☒	☐	☐

OBJECTIFS

Se familiariser avec les éléments essentiels de la science juridique et maîtriser quelques notions pratiques qu'il rencontrera nécessairement dans sa vie professionnelle.

CONTENU

1. Les accidents de travail
2. La propriété industrielle :
 - les brevets d'invention
 - les dessins et modèles industriels
 - les marques de fabrique et de commerce

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Exposé oral

DOCUMENTATION : Ouvrages juridiques indiqués durant le cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : LES ASPECTS SOCIO-CULTURELS DE L'HISTOIRE DE LA TECHNOLOGIE						
Enseignant : J. GRINEVALD, chargé de cours						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2		Exercices	Pratiques	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Microtechnique	5ème	☒	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Sensibiliser les étudiants à la dimension sociale de la profession d'ingénieur et à la dimension culturelle des rapports entre l'homme et la nature. Introduire les futurs ingénieurs à l'aspect historique de la technologie.

CONTENU

1. Introduction : les sciences humaines dans l'enseignement technique et scientifique L'histoire sociale des sciences et des techniques. Préalables épistémologiques et méthodologiques.
2. Technologie et problématique de l'évolution : la question du temps, de l'irréversibilité, de l'histoire, du développement et ses rapports avec l'histoire de la technologie.
3. Les aspects classiques de la machine : la culture classique de l'Occident, le système technique gréco-romain, les représentations sociales de la machine. La machine comme métaphore et comme instrument.
4. L'essor technique de l'Europe chrétienne : discussion de la thèse de Lynn White sur "les racines historiques de notre crise écologique".
5. Les arts mécaniques et la révolution mécaniste : de la Renaissance à la révolution intellectuelle de Galilée. Les ingénieurs et les savants de l'Europe pré-industrielle.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : exposé oral

DOCUMENTATION : photocopies

LIASON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalables requis :

Préparation pour :

Titre : LES ASPECTS SOCIO-CULTURELS DE L'HISTOIRE DE LA TECHNOLOGIE						
Enseignant : J. GRINEVALD, chargé de cours						
Heures total : 20		Par semaine : cours 2 Exercices Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Microtechnique...	6ème..	☒	☐	☐	☐	☒
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Sensibiliser les étudiants à la dimension sociale de la profession d'ingénieur et à la dimension culturelle des rapports entre l'homme et la nature. Introduire les futurs ingénieurs à l'aspect historique de la technologie.

CONTENU

1. La révolution thermo-industrielle du XIXème - XXème siècle : l'idée de révolution industrielle. Machines hydrauliques. Le développement historique de la thermo-dynamique. L'idéologie du développement.
2. Le système scientifico-militaro-industriel : ses origines, sa structure, sa dynamique, ses critiques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : exposé oral

DOCUMENTATION : photocopies

LIASON AVEC D'AUTRES COURS :

Pré-requis :

Préparation pour :

Titre : LES ASPECTS SOCIO-CULTURELS DE L'HISTOIRE DE LA TECHNOLOGIE							
Enseignant : J. GRINEVALD, chargé de cours							
Heures total : 30		Par semaine : cours		Exercices		Pratiques 2	
Destinataires et contrôle des études :					Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Microtechnique	7ème	☒	☐	☐	☐	☒	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Approfondir certains thèmes de la réflexion HTE. Introduire l'étudiant à une réflexion personnelle, et documentée, sur les aspects socio-culturels de la pratique du métier d'ingénieur.

CONTENU

Les étudiants, avec le conseil de l'enseignant HTE responsable, choisissent un sujet de projet, établissent une bibliographie élémentaire, constituent un plan de rédaction qui, une fois approuvé, sert de base à la rédaction définitive du projet. Une introduction méthodologique est donnée au début à tous les étudiants.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : projets individuels

DOCUMENTATION : bibliothèque

LIASON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalables requis : Les aspects socio-culturels de l'histoire de la technologie.

Préparation pour :

Titre : LES ASPECTS SOCIO-CULTURELS DE L'HISTOIRE DE LA TECHNOLOGIE							
Enseignant : J. GRINEVALD, chargé de cours							
Heures total : 20		Par semaine : cours		Exercices		Pratiques 2	
Destinataires et contrôle des études :					Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques	
Microtechnique...	8 ^{ème}	☒	☐	☐	☐	☒	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	
.....		☐	☐	☐	☐	☐	

OBJECTIFS

Approfondir certains thèmes de la réflexion HTE. Introduire l'étudiant à une réflexion personnelle, et documentée, sur les aspects socio-culturels de la pratique du métier d'ingénieur.

CONTENU

Les étudiants, avec le conseil de l'enseignant HTE responsable, choisissent un sujet de projet, établissent une bibliographie élémentaire, constituent un plan de rédaction définitive du projet. Une introduction méthodologique est donnée au début à tous les étudiants.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : projets individuels

DOCUMENTATION : bibliothèque

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : les aspects socio-culturels de l'histoire de la technologie.

Préparation pour :

Titre : REGLAGE AUTOMATIQUE III						
Enseignant : Alfred ROCH, professeur EPFL/DME						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2		Exercices	Pratiques	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electricité	7è....	☐	☐	☒	☒	☐
Mathématiques	7è....	☐	☐	☒	☒	☐
Mécanique	7è....	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechnique	7è....	☐	☐	☒	☒	☐

OBJECTIFS

Méthodes d'étude des systèmes multivariables.
Introduction à la commande optimale des processus.

CONTENU

- Systèmes multivariables : Variables d'état, équation d'état et solution : matrices de transition. Formes diverses et transformations. Matrice de Jordan. Modèle d'état, observateur linéaire (estimateur).
- Rappels mathématiques : extrema de fonctions, extrema liés. Calcul des variations, formulation vectorielle.
- Introduction à la commande optimale : Commande optimale linéaire, équation de Riccati. Hamiltonien. Problème de Bolza (contraintes égalité). Principe de Pontriagin (contraintes inégalité). Applications : régulateur optimal, etc.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra. Exercices en cours de semestre.

DOCUMENTATION : Cours photocopié édité par l'Institut d'Automatique. Fascicule 3.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Réglage automatique I et II, algèbre linéaire, analyse mathématique.
Préparation pour : Réglage automatique IV.

Titre : MICROPROCESSEURS						
Enseignant : J.-D. NICOUD, Professeur EPFL						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2 Exercices Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electriciens.....	7e..	☐	☐	☒	☒	☐
Mathématiciens...	7e..	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechniciens.	7e..	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

L'étudiant devra avoir compris toutes les contraintes des systèmes microprocesseurs et les caractéristiques principales des microprocesseurs et interfaces programmables disponibles. Il devra se sentir à l'aise en face de spécifications en anglais sur des microprocesseurs et interfaces programmables.

CONTENU

1. Familles de processeurs 8080-8085-8086-8088, Z8-Z80-Z800-Z8000, 6800-6801-6802-6805-6809.
2. Interfaces programmables : Principes, 6821, 8255, 8156, 8253, 8251.
3. Ordinateurs monolithiques: TMS1000, 8048, 8400.
4. Microprocesseurs 16 et 32 bits : M68000, IAPX432, NS16032, IAPX 286.
5. Contrôleurs programmables d'écran, de disques souples, de bus 488, de communication.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : Notes multicropiées et tirés à part.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Microinformatique, Interfaces.

Préparation pour :

Titre : PROJET DE MACHINES OUTILS ET AUTOMATES						
Enseignant : François PRUVOT, professeur						
Heures total : 60		Par semaine : cours 4 Exercices Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Microtechnique...	...7e.	☐	☐	☒	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Habituer l'étudiant, par l'étude d'un projet individualisé de nature industrielle à poser un problème, à l'analyser, à trouver les solutions élémentaires et à en faire la synthèse.

CONTENU

Choix en début de semestre d'un problème parmi une liste proposée aux étudiants. Le travail se déroule sous la surveillance du professeur et/ou d'assistants. A la fin du semestre, un projet sous forme de calculs et de dessins doit être remis.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT :

DOCUMENTATION : Catalogues constructeurs, normes, programmes de calculs, photocopiés à la disposition des étudiants.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Cours de machines outils 7ème et 8ème semestre
Cours de moteurs d'asservissement 7ème semestre

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : ENTRAINEMENTS ELECTRIQUES I						
Enseignant : Marcel JUFER, professeur EPFL						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2		Exercices		Pratiques
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electriciens.....	7e...	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechniciens.....	7e.....	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS Les étudiants seront capables de choisir un système d'entraînement électrique adapté à une application. Il s'agira aussi bien du coix 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
 - Caractéristiques externes des machines électriques
Le moteur asynchrone à cage, double-cage, à rotor bobiné, monophasé.
La machine synchrone, le moteur synchrone.
Le moteur à courant continu à excitation séparée, shunt, série, compound, à aimant permanent. Les moteurs à collecteur.
Les moteurs pas à pas.
Les machines spéciales.
 - Démarrage et freinage
Caractéristiques de démarrage. Limitation de courant. Bilan énéroétique.
Caractéristiques de freinage. Freinage de maintien. Freinage d'arrêt.
Bilan énergétique.
 - Alimentation et commande
Alimentation des divers types de machines. Variante. Paramètres de réglage. Protection et appareillage.
 - Modélisation des principaux entraînements
Modélisation simplifiée adaptée à un choix. Fonctions de transfert.
 - Refroidissement
Modes de refroidissement. Critères de choix. Limites.
 - Synthèse des paramètres de choix
 - Exemples

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Electromécanique, Machines Electriques, Réglage automatique.

Préparation pour : Dimensionnement des machines électriques, Electronique Industrielle II.

Titre : ELECTRONIQUE INDUSTRIELLE I						
Enseignant : Hansruedi BÜHLER, professeur EPFL/DE						
Heures total : 45		Par semaine : cours 3 Exercices Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Électriciens.....	7e...	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechniciens..	7e...	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables d'analyser et de concevoir des organes et des dispositifs faisant part de l'électronique industrielle et de les intégrer dans des systèmes de réglage.

CONTENU

- Introduction : conception des systèmes.
- Les organes : organes de consigne et de mesure, régulateurs, organes de commande.
- Electronique de puissance : considérations générales sur les éléments de puissance.
- Convertisseurs de courant : fonctionnement idéalisé, phénomène d'empiètement, fonctionnement réel, convertisseurs de courant bidirectionnels, convertisseurs de fréquence à commutation naturelle.
- Variateurs de courant continu : fonctionnement idéalisé, commutation forcée, variateurs à transistors de commutation.
- Onduleurs et convertisseurs de fréquence : fonctionnement idéalisé, commutation forcée, onduleurs à transistors.
- Technique des systèmes de réglage : réglage et limitation, réglage d'état, imposition du point de fonctionnement, réglage et contrôle des convertisseurs statiques.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathédra.

DOCUMENTATION : Traité d'Electricité, vol. XV et XVI

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : ---

Préparation pour : Electronique Industrielle II

Titre : ELECTRONIQUE INDUSTRIELLE II						
Enseignant : Professeur Hansruedi BÜHLER, professeur EPFL/DE						
Heures total : 20		Par semaine : cours 2		Exercices	Pratiques	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electriciens.....	..8e.	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechniciens.	..8e.	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Les étudiants seront capables de réfléchir en terme de système et d'analyser et de concevoir des installations de réglage et de commande.

CONTENU

- Etude des circuits de réglage : critère sur l'amortissement, ajustement optimal des constantes de temps d'un régulateur, réglage d'état avec imposition des pôles, réglage robuste.
- Cas particuliers de réglages dans le domaine de l'électronique industrielle : schéma équivalent d'un convertisseur de courant, circuit de réglage de courant, influence de l'ondulation, circuits de lissage.
- Entraînements réglés : généralités, variation de la vitesse, circuits de puissance et de réglage pour moteurs à courant continu, moteur asynchrone et moteur synchrone.
- Applications dans le domaine énergie : conversion de l'énergie solaire, transmission d'énergie à haute tension continue, compensation de puissance réactive, etc.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathédra.

DOCUMENTATION : Traité d'Electricité, vol. XV et XVI

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Electronique industrielle I

Préparation pour : --

Titre : ELECTROACOUSTIQUE I						
Enseignant : Mario ROSSI, professeur						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2		Exercices	Pratiques	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electriciens.....	7e...	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechnique...	7e...	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Maîtriser les bases de l'électroacoustique.
 En connaître les modèles et les méthodes.
 Etre capable de modéliser et dimensionner un dispositif électroacoustique.

CONTENU

Rappel de notions fondamentales d'acoustique.
 Sources et rayonnement.
 Dispositifs à propagation.
 Circuits, composants et couplages.
 Homme et son : audition, phonation, communication parlée.
 Haut-parleurs et transducteurs émetteurs.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : Polycopié.

LIASON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Conseillé - Propagation d'ondes.
 Préparation pour : Electroacoustique II, semestre d'été.

Titre : ELECTROACOUSTIQUE II						
Enseignant : Mario ROSSI, professeur						
Heures total : 20		Par semaine : cours 2 Exercices Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electriciens.....	.8e..	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechnique...	.8e..	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Etre à même d'utiliser les modèles, méthodes et techniques de l'électroacoustique, d'une part pour concevoir des dispositifs et des systèmes et d'autre part pour résoudre les problèmes survenant dans les différentes applications.

CONTENU

Microphones.

Acoustique des salles et sonorisation.

Enregistrements analogique et numérique du son.

Exemples d'applications.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra.

DOCUMENTATION : Polycopié.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Electroacoustique I, semestre d'hiver.

Préparation pour :

Titre : POLYMERES, mise en oeuvre						
Enseignant : H.H. KAUSCH, professeur						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2		Exercices	Pratiques	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Microtechnique...	7e...	☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Présenter l'essentiel des méthodes de mise en oeuvre industrielle des polymères.

CONTENU

1. Introduction : Méthodes de mise en oeuvre (formage direct, transformation, traitement)
2. Coulée et trempage
3. Théorie d'extrusion
4. Moulage à injection et à compression
5. Formation des mousses
6. Adhésion et collage
7. Flexion et soudage
8. Transformation et traitement de surface (galvanisation)
9. Adjuvants, charges, mélanges
10. Matériaux composites

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec démonstrations

DOCUMENTATION : photocopie

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Chimie des polymères et polymères, structure et propriétés ou matériaux en Microtechnique I.

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : CERAMIQUES : MISE EN OEUVRE						
Enseignant : A. MOCELLIN, Professeur						
Heures total : 45		Par semaine : cours 3 Exercices Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Microtechnique...	..7..	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Identifier les transformations physico-chimiques susceptibles d'affecter un système donné, ainsi que les moyens pratiques de les contrôler.

Inscription: discussion préalable avec l'enseignant et le conseiller d'études.

CONTENU

1. Nature et préparation des matières premières, naturelles et synthétiques. Broyage et classification.
2. Caractérisation physique, chimique et morphologique des produits divisés, préalable-ment à la mise en forme.
3. Formage à froid des céramiques à partir de barbotines, pâtes plastiques, poudres (pressages uniaxial et isostatique)... Structure et propriétés des ébauches; séchage.
4. Le frittage naturel monophasé: origine et phénoménologie, cinétiques des divers stades, contrôle des microstructures.
5. Les frittages et cuissons complexes, sous charge, avec réaction(s), en présence d'une phase liquide: transformations lors des traitements thermiques, cinétiques et contrôles. Cas particulier des compositions du système $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{K}_2\text{O}$ (Na_2O).
6. Fabrication des métaux et alliages à partir de poudres. Mise en forme à froid et à chaud. Obtention de produits à hautes performances. Applications. Exemples: superalliages, alliages d'Al, de Ti.
7. Notions sur l'élaboration des verres usuels: fusion, affinage et mise en forme. Cas particulier des émaux et glaçures: leurs compositions et leur mise en oeuvre.
8. Changements de phase et transformations dans les systèmes vitreux. Caractéristiques essentielles de la demixtion et de la cristallisation. Les procédés de vitro-céramisation et de trempe: principes, exemples.

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

DOCUMENTATION : Une liste de références de base (livres, publications) sera proposée. Des notes polycopiées seront distribuées pour certaines parties du cours.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : en accord avec l'enseignant et avec le conseiller d'études.

Préparation pour :

Titre : CONCEPTION ASSISTEE PAR ORDINATEUR						
Enseignant : J.C. Martin, chargé de cours						
Heures total : 30		Par semaine : cours 2		Exercices	Pratiques	
Destinataires et contrôle des études :				Branches		
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Microtechnique...	7e...	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Introduire les principes des méthodes de conception assistée par ordinateur avec l'accent sur leur utilisation dans le domaine des circuits microélectroniques et de la construction mécanique.

CONTENU

1. Introduction et généralisation sur la conception assistée
2. Applications dans le domaine microélectronique
 - principes des modèles utilisés
 - programmes de simulation de circuits
 - programmes graphiques de layout
 - test
3. Applications dans le domaine mécanique
4. Exemples et conclusions

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : ce cours sera donné sous forme d'une série de séminaires faisant appel à des spécialistes du domaine à l'extérieur et à l'intérieur de l'Ecole.

DOCUMENTATION :

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Microélectronique I à III, Microtechnique I à III.

Préable requis :

Préparation pour :

Titre : SYSTEMES LOGIQUES II						
Enseignant : Daniel MANGE, professeur EPFL /André STAUFFER/Eduardo SANCHEZ						
Heures total : 30		Par semaine : cours 3		Exercices	Pratiques	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Electriciens....	6 ^e ...	☐	☐	☒	☒	☐
Mathématiciens....	8 ^e ...	☐	☐	☒	☒	☐
Physiciens.....	8 ^e ...	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechniciens	8 ^e ...	☐	☐	☒	☒	☐
Informaticiens	6 ^e ...	☒				☒

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, la programmation et le dépannage de ces mêmes systèmes.

CONTENU

1. SYSTEMES SEQUENTIELS SYNCHRONISES. 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.
2. ARBRES ET ALGORITHMES DE DECISION BINAIRE. Définition, analyse et synthèse des arbres de décision binaire. Transformation des arbres en algorithmes. Réalisation de ces algorithmes par des réseaux de démultiplexeurs (système logique câblé) ou par une machine de décision binaire (système logique programmé).
3. SYSTEMES LOGIQUES PROGRAMMES. Réalisation programmée de divers systèmes logiques combinatoires (comparateur de nombres, additionneur) et séquentiels (compteur, horloge). Conception du logiciel (microprogramme) et du matériel (machine de décision binaire): notions de sous-programme et de programme incrémenté. Conception du matériel (machine de décision binaire): notions de pile (stack) et de compteur de programme. Utilisation de circuits intégrés en tranche (mémoire vive, séquenceur).

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Cours-laboratoire intégré.

DOCUMENTATION : Volume V du Traité d'Electricité; notes de laboratoire.

LIASON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Systèmes logiques I.

Préparation pour :

Titre : MICROELECTRONIQUE IV : SYSTEMES						
Enseignant : Eric VITTOZ, chargé de cours						
Heures total : 20		Par semaine : cours 2 Exercices Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
..Electriciens....	..8e.	☐	☐	☒	☐	☐
..Microtechniciens	..8e.	☐	☐	☒	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

A la fin du cours, les étudiants seront capables de concevoir des circuits intégrés sur la base des données technologiques, et d'en dessiner les plans de masques. Ils seront à même de discuter en connaissance de cause avec des fabricants de circuits intégrés et de prévoir assez à l'avance l'apparition de nouveaux produits.

CONTENU

1. Choix et caractérisation de la technologie

Critères de choix, paramètres technologiques, règles de layout.

2. Synthèse d'un système intégré : contraintes, décomposition en blocs fonctionnels, réalisation du layout, analyse et simulation, éléments de test et figures auxiliaires.

3. Exemples de blocs fonctionnels

Tableau logique, PLA, ROM, RAM, circuits combinatoires universels, etc.

4. Tests et analyse d'un circuit intégré

Défauts de conception, tests en production, analyse d'un circuit inconnu.

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

DOCUMENTATION : Notes polycopiées.

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis : Microélectronique I, II et III

Préparation pour : Projet de diplôme en conception de circuits intégrés.

Titre : OPTOELECTRONIQUE						
Enseignant : Marc ILEGEMS, professeur EPFL/IINE						
Heures total :	20	Par semaine : cours 2 Exercices Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
..Electricité....	8....	☐	☐	☒	☒	☐
..Microtechnique.	8....	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

CONTENU

1. Rappels d'optique : lois de rayonnement et de propagation, photométrie
2. Etats d'énergie dans les solides : relations entre structure électronique et propriétés optiques, interactions radiation/matière
3. Absorption optique : absorption fondamentale, absorption assistée par impuretés, absorption du réseau, réflectivité
4. Détection : photoconducteur, photodiode, photocathode, gain, réponse spectrale
5. Cellules solaires : analyse des cellules à jonction p-n et à barrière de Schottky, structures technologiques, rendement de conversion
6. Emission spontanée : transitions fondamentales, transitions bande-impureté, transitions donneur-accepteur, transitions non-radiatives
7. Electroluminescence : mécanismes d'injection, spectres d'émission, rendement, technologie des diodes électroluminescentes, affichages
8. Emission stimulée : effet laser dans les semiconducteurs, cavité et modes, gain, spectres d'émission, technologie des diodes laser
9. Modulation : modulation électrique, modulation par effets électrooptique et photoacoustique, fréquences maximales
10. Systèmes de transmission optique : fibres optiques, structures en optique intégrée

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra avec exercices

DOCUMENTATION : Notes polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour :

Physique des Semiconducteurs, Microélectronique I,II

Titre : MICROSCOPIE ELECTRONIQUE						
Enseignant : GOTTHARDT, Rolf, chargé de cours EPFL						
Heures total : 30	Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques					
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Physiciens.....	8e...	☐	☐	☒	☒	☐
Matériaux.....	8e...	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechnique..	8e...	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Connaître un microscope électronique (fonctionnement et construction), savoir interpréter quelques contrastes (théorie), connaître les méthodes d'observation en microscopie électronique.

CONTENU

1. Introduction générale et problèmes techniques.
2. Microscope électronique à balayage: description et applications.
3. Microscope électronique à transmission.
4. La diffraction électronique (détermination de l'orientation d'un cristal).
5. La théorie cinématique.
Interprétation des figures de contrastes des cristaux parfaits et imparfaits (contrastés des défauts cristallins, p.e. les dislocations et les précipités).
6. La théorie dynamique (introduction, interprétation des figures de contrastes des petits amas de défauts cristallins).
7. Dans le cadre des exercices, utilisation d'un microscope électronique.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra et exercices

DOCUMENTATION : Fiches polycopiées

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS :

Préalable requis :

Préparation pour :

Titre : TRANSMISSION DE CHALEUR						
Enseignant : J.Cl. GIANOLA, professeur EPFL/DME						
Heures total : 30		Par semaine : cours		Exercices	Pratiques	
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
.Electriciens....	.5...	☒	☐	☐	☒	☐
.Microtechniciens	.7...	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

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

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

CONTENU

Chap.1 Généralités :

Introduction. Echange de chaleur et pertes thermodynamiques. Problèmes avec ou sans source. Les trois modes de transmission de la chaleur. Régimes d'évolution dans le temps.

Chap.2 Rayonnement :

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

Chap.3 Conduction :

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

Chap.4 Convection :

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

Chap.5 Conduction et convection associées :

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

Chap.6 Convection, conduction et rayonnement associés :

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

RÉGIME DE L'ENSEIGNEMENT

DOCUMENTATION :

Ex cathedra avec exemples et exercices, démonstration sur stand de transmission de chaleur.

Cours photocopiés

LIASON AVEC D'AUTRES COURS :

Préconnaissances requises : Mathématiques, équations différentielles et aux dérivées partielles. Physique.

Machines électriques et électronique de puissance.

Titre : ANALYSE PHYSIQUE DES MICROSTRUCTURES						
Enseignant : Jean-Luc MARTIN, professeur EPFL						
Heures total : 45		Par semaine : cours 2 Exercices 1 Pratiques				
Destinataires et contrôle des études :					Branches	
Sections (s)	Semestre	Oblig.	Facult.	Option	Théoriques	Pratiques
Matériaux.....	7e.	☒	☐	☐	☒	☐
Physiciens.....	7e.	☐	☐	☒	☒	☐
Microtechnique...	7e.	☐	☐	☒	☒	☐
.....		☐	☐	☐	☐	☐

OBJECTIFS

Connaître et savoir utiliser les principales méthodes de diffraction et de microanalyse qui utilisent divers rayonnements incidents et qui sont employées à la caractérisation microscopique des matériaux. Comprendre l'origine des diagrammes de diffraction, des images, le principe des mesures quantitatives des teneurs en divers éléments.

CONTENU

- 1) Introduction : Nature physique de la diffusion par un solide de divers rayonnements : lumière, photons X, électrons, ions, neutrons. Diffusion élastique, inélastique, pertes d'énergie, émission secondaire, émission X, Effet Auger, formation d'une image.
 - 2) Rayons X : Figures de diffraction, méthodes topographiques.
 - 3) Electrons : microscopie électronique à transmission, à balayage, à balayage transmission, Microanalyse X et microsonde, microanalyse par pertes d'énergie des électrons, sonde Auger.
 - 4) Ions et neutrons : microanalyseur ionique, diffraction des neutrons.
- On comparera les avantages et limitations de chaque méthode.

FORME DE L'ENSEIGNEMENT : Ex cathedra et exercices concernant de problèmes concrets abordés dans l'Ecole.

DOCUMENTATION : Ouvrages recommandés

LIAISON AVEC D'AUTRES COURS : Préable requis : notions de base sur la structure électronique de l'atome, de cristallographie, de théorie des défauts cristallins.
 Préparation pour : Préparation pour les cours suivants : - Microscopie électronique en physique métallurgique
 - Analyse des surfaces