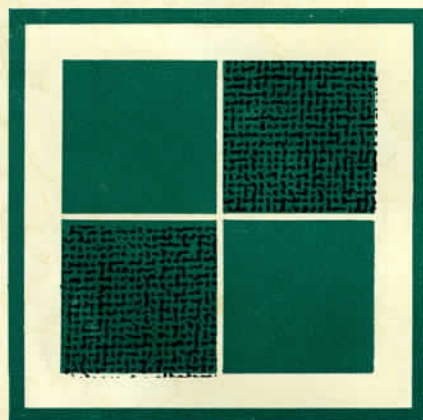


5 F 1034

École française de Radioélectricité, d'Électronique et d'Informatique

Établissement privé
d'Enseignement supérieur
reconnu par l'état
(Arrêté du 23 février 1945)



INGÉNIEURS TECHNICIENS SUPÉRIEURS

10, rue Amyot et 12, rue Laromiguière, 75005 Paris
Tél. : 707.05.95 - C.C.P. : 1403-83 W Paris

SOMMAIRE

Organigramme	4 et 5
---------------------------	---------------

Renseignements généraux

L'école	7
But de l'enseignement	7
Évaluation des connaissances	7
Stages " Élèves-Ingénieurs "	8
Débouchés	8
Personnel enseignant	8
Inscription - Frais d'études	8
Bourses et Prêts d'honneur	9
Régime général	10
Régime Étudiant	10
Logement	11
Service national	11

Section des élèves-ingénieurs

Origine des élèves et conditions d'admission	12
— Concours d'entrée en 1 ^{re} année	12
— Accès direct en 2 ^e et 3 ^e années	13
Sanction des études	14
Principales matières enseignées :	
— 1 ^{re} année	15
— 2 ^e année	18
— 3 ^e année	24
— 4 ^e année	29

Section des élèves-techniciens supérieurs

Définition du Technicien supérieur	32
Débouchés	33
Conditions d'admission	33
Sanction des études	34
Principales matières enseignées :	
— 1 ^{re} et 2 ^e années	34
— 3 ^e et 4 ^e années	35

Concours d'entrée
Programme
de Terminale C, D, E.

Élèves-Ingénieurs
1^{re} année



Élèves-Ingénieurs
2^e année



Après examen
de dossier pour les
titulaires du : DEUG.A,
DUT Génie électrique,
BTS Électronique ou
Électrotechnique avec
mention, ou élèves
issus de Mathématiques
Spéciales des Lycées

Élèves-Ingénieurs
3^e année



Après examen de dossier
pour les titulaires de
certaines Maîtrises

Élèves-Ingénieurs
4^e année

Élèves issus des classes
de 2° C et T des lycées
après examen
du dossier scolaire

**Élèves-Techniciens
supérieurs**
1^{re} année

ou examen d'entrée



Élèves issus de 1° C, D,
E, F et H après examen
du dossier scolaire
Titulaires
de certains B.T.,
du C.A.P. ou B.E.P.
Électronicien ou
Électrotechnicien

**Élèves-Techniciens
supérieurs**
2^e année

ou examen d'entrée



Bacheliers C, D, E et F
(électronique ou
électrotechnique)

**Élèves-Techniciens
supérieurs**
3^e année

ou élève des
classes terminales
C, D, E et F
(électronique,
électrotechnique) après
examen du dossier
scolaire



**Élèves-Techniciens
supérieurs**
4^e année

RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX

L'école

L'ÉCOLE FRANÇAISE DE RADIOÉLECTRICITÉ, D'ÉLECTRONIQUE ET D'INFORMATIQUE, établissement privé d'enseignement supérieur fondé en 1936, a été reconnue par l'État par arrêté du 23 Février 1945.

L'École comporte deux sections :

- **INGÉNIEURS**
- **TECHNICIENS SUPÉRIEURS.**

But de l'enseignement

Q'il s'agisse d'Ingénieurs ou de Techniciens Supérieurs, l'objectif est de mettre à la disposition de l'Industrie des collaborateurs qui soient des réalisateurs, doués d'imagination et d'autorité, entraînés à l'étude, à la recherche et à l'innovation.

L'industrie moderne a besoin d'hommes et de femmes dotés d'une forte culture générale leur permettant de s'adapter aux changements techniques et technologiques.

Il importe de former des cadres moyens et supérieurs possédant une personnalité tant sur le plan scientifique et technique que sur le plan des responsabilités du travail en équipe et de l'esprit de décision.

Évaluation des connaissances

Les connaissances sont vérifiées d'une façon continue par :

- des interrogations écrites et orales,
- des examens oraux,
- des séances de travaux dirigés,
- des compositions trimestrielles,
- des comptes-rendus sanctionnant les travaux de laboratoire,
- des projets.

Trimestriellement, les parents, correspondants ou étudiants indépendants, reçoivent un relevé : notes obtenues, moyenne générale, classement, appréciation d'ensemble du Directeur général.

En fin d'année scolaire, aucun élève ne peut être admis dans la classe supérieure s'il n'a pas obtenu la moyenne requise ou si les notes dans les matières fondamentales sont notoirement insuffisantes.

Stages " élèves-ingénieurs "

Pour compléter leur formation et les initier aux fonctions d'Ingénieur, les étudiants peuvent effectuer des stages facultatifs durant leur scolarité.

En outre, ils effectuent un stage obligatoire de trois mois minimum au début de leur dernière année scolaire.

A cette occasion les étudiants établissent un projet dont la présentation constitue une épreuve de l'examen de sortie.

Débouchés

La Direction de l'école, en liaison avec l'Association des anciens élèves, assure le placement des élèves diplômés.

Le placement des intéressés est d'ailleurs grandement facilité par les stages qu'ils effectuent dans les firmes industrielles ou dans les laboratoires avec lesquels l'établissement assure un contact permanent et par les besoins en Ingénieurs et Techniciens supérieurs.

Personnel enseignant

Les nominations de professeurs d'enseignement général ou d'enseignement scientifique, technologique ou pratique sont soumises à l'agrément du Ministère de l'Éducation.

Ces professeurs sont choisis parmi les membres du corps enseignant des établissements officiels (Universités, Grandes Écoles, Lycées, etc...), parmi les Ingénieurs et les spécialistes de l'Industrie.

Inscription - Frais d'études

Les **candidats élèves-techniciens supérieurs** doivent produire en vue de leur inscription :

- une déclaration d'inscription dûment signée,
- une fiche individuelle d'état-civil,
- une photocopie de leurs diplômes ou de leur livret scolaire,
- trois photographies d'identité.

Les **candidats élèves-ingénieurs**, admis après concours, doivent

fournir uniquement la déclaration d'inscription dûment signée, les autres pièces étant exigées en vue de l'inscription au concours d'entrée.

Les **candidats étrangers** doivent fournir, en outre, une attestation de nationalité délivrée par leur ambassade ou légation.

Les candidats ne sont valablement inscrits qu'après remise de la déclaration d'inscription signée et après versement d'un acompte provisionnel.

Pour les élèves-ingénieurs, ces formalités sont à remplir dans les délais indiqués dans la lettre les avisant de leur admission au concours.

En outre, tout nouvel élève doit fournir, avant la rentrée scolaire, un certificat médical attestant qu'il n'est atteint d'aucune maladie contagieuse.

Le règlement des **frais de scolarité** s'effectue en trois versements exigibles, le premier à la rentrée scolaire, le deuxième le 1^{er} janvier, le troisième le 1^{er} avril.

Les frais d'inscription, d'assurance (accidents), de contrôle médical, ainsi que les frais annuels sont perçus lors du premier versement.

Il en est de même des cotisations de Sécurité Sociale " Étudiants " que l'école doit reverser à cet organisme.

Les frais de scolarité peuvent être révisés en cours d'année pour tenir compte des répercussions qu'aurait sur les charges toute modification officielle des prix.

Tout trimestre commencé est dû en entier.

L'acompte provisionnel versé en vue de l'inscription ne peut, en aucun cas, faire l'objet d'un remboursement même partiel.

Les parents, les correspondants d'un élève (ou l'élève majeur lui-même) qui se trouve dans l'obligation de quitter l'école en cours d'année doivent aviser par écrit la Direction au moins quinze jours avant le début du trimestre suivant, faute de quoi le prix du trimestre est dû en entier.

Pour obtenir un certificat de scolarité ou toute autre attestation et pour être admis à subir les examens de fin d'année, les élèves doivent être à jour de leurs frais de scolarité.

Bourses et prêts d'honneur

L'école est habilitée à recevoir des boursiers (boursiers nationaux et boursiers d'enseignement supérieur).

Les formalités à accomplir pour le transfert ou l'obtention de ces bourses sont précisées, pour chaque cas particulier, par le Secrétariat de l'école avec lequel les candidats ont intérêt à prendre contact le plus tôt possible.

Bourses d'Enseignement supérieur (non remboursables) : Elles peuvent être accordées par le Ministère de l'Éducation aux élèves dont les familles ont des ressources limitées. Les dossiers sont à établir dès le mois d'Avril pour l'année scolaire suivante. Indications et imprimés sont fournis pour les nouveaux élèves par l'établissement d'origine.

Bourses sur taxes d'apprentissage : Elles permettent de dégrever un grand nombre d'élèves de leurs frais de scolarité. Les ressources servant à l'attribution de ces bourses proviennent de versements faits à l'École par les industriels au titre de la taxe d'apprentissage. La répartition en est faite par la Préfecture de Paris. Toutes instructions pour l'établissement des dossiers sont fournies en temps utile aux intéressés. Seuls les élèves de nationalité française ou originaires des pays de la C.E.E. dont les familles résident en France peuvent en bénéficier.

Les élèves étrangers peuvent éventuellement obtenir des bourses de leur pays d'origine en s'adressant au Service Culturel de l'Ambassade dont ils sont ressortissants.

Des **prêts d'honneur** remboursables peuvent être accordés par le Rectorat du PARIS. Les renseignements sont à demander directement au Service des Prêts d'Honneur de l'Académie de PARIS, 37, rue Jacob, 75006 PARIS. Ces prêts ne peuvent être accordés qu'à des citoyens français et ne peuvent être cumulés avec les bourses d'enseignement supérieur.

Régime général

L'école reçoit des jeunes gens et des jeunes filles en qualité d'externes.

Pour faciliter la vie à l'école et veiller à son renom, il est impératif que les élèves ou étudiants se conforment à quelques règles énoncées dans un règlement intérieur remis à chaque intéressé.

L'assiduité à toutes les activités scolaires est contrôlée et les absences éventuelles portées à la connaissance des parents ou responsables.

Toute absence doit être motivée. Aucun élève ne peut être réadmis à un cours sans justification écrite.

Régime étudiant

Tous les élèves sont assujettis au régime " Accidents du travail " de la Sécurité Sociale.

En outre, tous les élèves-ingénieurs ainsi que les élèves-techniciens supérieurs des deux dernières années bénéficient du régime " Étudiant " de la Sécurité Sociale (Prestations, admission dans les cités et restaurants universitaires).

Logement

L'école, soucieuse de faciliter le logement des élèves, tient à la disposition des intéressés des renseignements relatifs à l'admission dans des foyers, pensions de famille ou chez des particuliers.

Il est fortement recommandé de se préoccuper du logement à Paris plusieurs semaines à l'avance.

Service national

Les étudiants peuvent bénéficier de report d'incorporation selon les conditions prévues par la législation en vigueur. S'adresser au Secrétariat de l'école pour tous renseignements à ce sujet.

SECTION DES ÉLÈVES-INGÉNIEURS

La section des élèves-ingénieurs est une section d'enseignement supérieur qui a pour objet la formation d'ingénieurs susceptibles, par la culture générale qui leur est dispensée et par la connaissance qu'ils acquièrent des techniques nouvelles, d'être utilisés, dès l'obtention de leur diplôme, dans les diverses branches de l'électronique et de l'informatique.

La durée des études est de quatre ans.

Origine des élèves et conditions d'admission

Il existe deux voies d'accès à l'E.F.R.E.I. : le concours 1^{re} année sur épreuves et l'admission sur titres (2^e et 3^e années).

CONCOURS D'ENTRÉE EN PREMIÈRE ANNÉE

Le concours est accessible aux élèves des classes terminales et porte sur le programme commun C, D, E.

Ce concours a lieu une fois par an (au début du mois de Juin). Les épreuves écrites peuvent être subies dans les Centres de PARIS, BORDEAUX et ROUEN. Les épreuves orales se déroulent uniquement à PARIS.

L'école fixe chaque année le nombre maximum de candidats à admettre.

Épreuves du concours :

Épreuves écrites (admissibilité)	Coeff.	Durée
— Mathématiques	8	4 h.
— Physique :		
Question de cours	3]	4 h.
Problèmes	5]	
— Composition française ou analyse de texte :		
Épreuve destinée à apprécier les qualités d'expression écrite et la culture générale du candidat	4	3 h.
	20	

- Dessin industriel (épreuve facultative du niveau du baccalauréat E). Seuls les points supérieurs à 10 sont retenus et affectés du coefficient 1.

Les candidats titulaires avant leur inscription au concours d'un baccalauréat scientifique (C, D, E, ou baccalauréat de Technicien) bénéficient d'une majoration de dix points aux épreuves écrites.

Épreuves orales (admission)	Coeff.
— Mathématiques	8
— Physique	8
	16

- Langue anglaise ou allemande (épreuve orale facultative). Seuls les points supérieurs à 10 sont retenus et affectés du coefficient 1.

A l'issue des épreuves il est publié une liste des candidats admis définitivement ainsi qu'une liste supplémentaire à laquelle il est fait appel au fur et à mesure de l'enregistrement des démissions.

Inscription au concours

Pour participer au concours d'entrée, chaque candidat doit produire :

- 1) Une demande d'inscription établie sur un imprimé délivré par l'école ;
- 2) Une fiche individuelle d'état-civil ;
- 3) Trois photographies d'identité ;
- 4) S'il est bachelier C, D ou E, ou titulaire d'un baccalauréat de Technicien, une photocopie de son diplôme.

ACCÈS DIRECT EN DEUXIÈME ET TROISIÈME ANNÉES

2^e année : L'admission directe a lieu sur titres, dans la limite des places disponibles et après examen de dossier pour les candidats suivants :

- Titulaires d'un D.U.T. Génie électrique ;
- Titulaires d'un D.E.U.G. A ;
- Titulaires d'un B.T.S. Électronique ou Électrotechnique avec mention ;
- Élèves issus des classes de Mathématiques Spéciales des Lycées.

3^e année : Peuvent demander leur admission sur titre, dans la limite des places disponibles et après examen de dossier, les titulaires des maîtrises suivantes :

Physique - Électronique - Électrotechnique - Automatique -
Mathématiques - Informatique - Mécanique -
Mathématiques et Applications fondamentales.

Pour chacune de ces maîtrises, et tout particulièrement pour les quatre dernières de la liste ci-dessus, la possession d'un certificat traitant d'Électronique et de Théorie des circuits sera, sauf exception, exigée.

Les **demandes d'admission** sur titres doivent être adressées au Directeur Général de l'E.F.R.E.I. fin Juillet de chaque année et doivent comporter les pièces ci-dessous :

- 1) Fiche individuelle d'état-civil ;
- 2) Attestation des diplômes ou photocopies ;
- 3) Relevé des notes des deux dernières années scolaires ;
- 4) Situation militaire.

Sanction des études

Au terme de leur quatrième année d'études, les élèves qui ont suivi avec assiduité les cours et exercices théoriques et pratiques subissent un examen de sortie devant un jury dont le Président est désigné par le Secrétariat d'État aux Universités. Si la moyenne générale des notes obtenues pendant le cycle d'études et les résultats de l'examen terminal sont jugés satisfaisants par le jury, l'élève reçoit le titre d'ingénieur diplômé de l'École Française de Radioélectricité, d'Électronique et d'Informatique (Ingénieur E.F.R.E.I.), en conformité avec la Loi sur le titre d'Ingénieur diplômé du 10 Juillet 1934.

Les élèves diplômés peuvent être admis sur titres dans l'une des écoles suivantes :

- En vue d'une spécialisation technique :
 - École Supérieure d'Électricité (examen de dossier).
 - École Nationale Supérieure de l'Aéronautique et de l'Espace.
 - Écoles Nationales Supérieures d'Ingénieurs de TOULOUSE et de GRENOBLE.
 - École Nationale Supérieure du Pétrole et des Moteurs à combustion interne de RUEIL.
 - École Supérieure de Fonderie.
 - Institut du Froid industriel.
 - École Supérieure de Soudure.
- En vue d'une spécialisation en gestion et marketing :
 - Institut Supérieur des Affaires (I.S.A.).
 - École des Sciences Économiques et Sociales (E.S.S.E.C.).
 - Institut d'Administration des Entreprises.

N.B. - Pour l'E.S.A. et l'E.S.S.E.C., les admissions sont subordonnées à la réussite à des tests d'aptitude.

DU TITRE D' " INGÉNIEUR " EN FRANCE

En France, le titre d'Ingénieur n'est pas réglementé ; seul est protégé par la loi du 10 Juillet 1934 le titre d' " Ingénieur diplômé ". Aux

termes de cette loi, les établissements d'enseignement ne peuvent décerner un "diplôme d'ingénieur" que s'ils en ont reçu l'autorisation du Ministère de l'Éducation (Secrétariat d'État aux Universités).

Celui-ci est assisté dans cette tâche par une commission officielle d'experts dite "Commission des Titres d'Ingénieurs". Les Ingénieurs diplômés français doivent normalement préciser de quelle École ils sont issus en utilisant des abréviations elles-mêmes réglementées.

Principales matières enseignées

1^{ère} ANNÉE

MATHÉMATIQUES

Algèbre et Analyse : Ensembles - Lois de composition - Relations binaires, d'équivalence, d'ordre - Notions d'application et d'isomorphisme - Structure de groupe, d'anneau - L'anneau $\mathbb{Z}$ - Structure de corps - Le corps $\mathbb{Q}$ - Le corps $\mathbb{R}$ - La mesure de longueurs sur une droite - Axiome de Cantor-Dedekind - Convergence sur $\mathbb{Q}$ - Condition de Cauchy - Suites adjacentes - Suites récurrentes - Exposants rationnels > 0 et < 0 (positifs et négatifs) - Étude du corps des nombres complexes - Analyse combinatoire sans répétition - Substitutions, transpositions - Anneaux des polynômes à une indéterminée - Division - Structure d'idéal - P.G.C.D. de plusieurs polynômes - Identité de Bezout - Théorème de d'Alembert (admis) - Polynômes dérivés - Identité de Taylor - Polynômes à plusieurs indéterminées - Étude de séries à termes > 0 (positifs), alternées, entières, à termes complexes - Convergence uniforme - Théorie des fonctions d'une variable réelle - Fonctions dérivées - Infiniment petits - Différentielles - Formules des accroissements finis, de Taylor et de Mac-Laurin - Développement limités - Formes indéterminées - Fonctions de plusieurs variables réelles : dérivation, théorème de Schwartz - Différentielles totales - Champ de gradient - Fonctions implicites - Calcul intégral : intégrales définies et indéfinies - Applications géométriques - Intégrales curvilignes - Points critiques - Séries trigonométriques - Intégrales doubles et triples : applications géométriques - Calcul des moments d'inertie de volumes simples - Intégrale de surface - Angle solide - Formules de transformation : dans un plan, d'une intégrale curviligne en intégrale double ; dans l'espace, d'une intégrale de surface en intégrale triple - Divergence - Rotationnel - Flux - Circulation - Équations différentielles du 1^{er} et du 2^e ordre - Applications géométriques.

Algèbre linéaire : Espaces vectoriels, applications linéaires et multilinéaires. Déterminants. Calcul matriciel. Réduction des matrices. Exemples d'utilisation pour la résolution des systèmes (Systèmes algébriques, récurrents).

MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES

Calcul numérique : Résolution pratique des équations algébriques et transcendantes par les méthodes usuelles - Calcul approché des intégrales définies.

Calcul vectoriel : Introduction à la géométrie affine : Espace affine - Points et vecteurs - Vecteurs liés - Espace vectoriel associé - Vecteurs libres - Somme géométrique - Famille de vecteurs indépendants - Bases - Représentation d'un vecteur par ses composants - Changement de base - Repère affine - Translation - Barycentre de n points.

Introduction à la géométrie métrique : Espace euclidien réel - Produit scalaire, métrique - Base orthonormée - Produit vectoriel - Produit mixte ; forme multilinéaire et alternée de trois vecteurs - Double produit vectoriel - Vecteurs glissants - Moments par rapport à un point et à un axe - Système de vecteurs glissants - Champs de moments - Réduction ; axe central.

Géométrie : Les questions métriques ne sont traitées qu'en base orthonormée.

Systèmes de coordonnées : cartésiennes, polaires, cylindriques, sphériques - Changement de coordonnées - Distance de deux points - Angles de deux directions - La droite dans le plan et dans l'espace - Le plan - Notions de géométrie projective : correspondance homographique entre deux variables - Birapport - Coordonnées homogènes - Droite de l'infini, plan de l'infini - Coordonnées tangentielles - Principe de dualité.

Étude générale des courbes algébriques du second ordre - Classification - Propriétés métriques et projectives - Cas du cercle - Familles de coniques - Étude générale des surfaces algébriques du second ordre - Classification - Propriétés métriques et projectives - Cas de la sphère - Recherche d'un lieu géométrique dans le plan et dans l'espace - Équations générales de surfaces coniques, cylindriques, conoïdes - Étude de transformations géométriques simples.

Géométrie différentielle : Étude générale des courbes planes définies par une représentation explicite, une représentation implicite, une représentation paramétrique, une équation en coordonnées polaires - Tangente, concavité, inflexion, branches infinies - Enveloppe d'une famille de courbes planes à un paramètre.

Étude des courbes gauches - Tangente - Plan osculateur - Trièdre de Frenet.

Courbure des courbes planes et gauches.

Étude en un point d'une surface définie paramétrique - Plan tangent - Normale - Surfaces réglées - Surfaces développables.

Probabilités : Probabilité d'un événement - Épreuves de Bernoulli - Variable aléatoire - Espérance mathématique - Loi à une dimension - Descriptions d'exemples de physique statistique : gaz parfaits et particules - Étude de la fiabilité de systèmes : redondance série et parallèle.

Analyse numérique : Méthode directe de résolution des systèmes linéaires - Valeur propre et vecteurs propres d'une matrice - Résolutions des équations algébriques - Résolutions des équations différentielles.

ÉLECTRICITÉ GÉNÉRALE

Champ et potentiel électrique dans le vide - Conducteurs électrisés dans le vide - Capacité d'un conducteur isolé - Systèmes de conducteurs - Diélectriques parfaits et réels - Énergie et forces électrostatiques - Courant continu - F.E.M. - Effet Volta - Effet thermo-électrique - Lois de Kirchhoff - Magnétisme - Champ et potentiel - Étude des milieux aimantés - Aimants permanents - Électromagnétisme - Action d'un champ sur un courant - Champ produit par un courant - Loi d'Ampère - Electro-aimants - Théorie moderne du magnétisme - Courants variables et induction électromagnétique - Induction mutuelle et induction propre - Énergie des courants - Coefficients d'induction - Courant alternatif - Résonances série et parallèle - Puissance.

Courants périodiques non sinusoïdaux.

Transmission de la puissance électrique - Quadripôles - Affaiblissements - Déphasage - Filtres électriques - Le champ électromagnétique - Équations de Maxwell - Potentiels de Maxwell et de Lorentz - Propagation dans les diélectriques - Réflexion d'une onde sur un conducteur parfait.

Mesures électriques : Les unités électriques - Théorie des erreurs - Galvanométrie - Mesure des résistances, des différences de potentiel, des intensités, des puissances, de l'énergie, des capacités, des coefficients de self et de mutuelle induction - Mesures en courant alternatif - Fréquencemètres - Synchroscope - Oscillographe - Mesures photométriques.

INFORMATIQUE

Initiation à la programmation. BASIC. FORTRAN.

TECHNOLOGIE DES COMPOSANTS

Composants passifs : Normes. Unités. Symboles - Résistances fixes et variables - Condensateurs fixes et variables - Bobinages pour les circuits d'alimentation et de basse fréquence - Bobinages pour circuits haute-fréquence.

DESSIN INDUSTRIEL

Étude des conventions normalisées - Représentation des solides - Recherche de formes simples et lecture de dessins - Représentation et choix des formes - Exercices de transformation.

TRAVAUX PRATIQUES

Travaux pratiques portant sur l'ensemble des cours dispensés.

2^e ANNÉE

MATHÉMATIQUES

Algèbre : Le cours d'algèbre en seconde année est la suite logique du cours de 1^{re} année. Il est orienté vers l'utilisation des matrices pour la résolution des systèmes différentiels.

Fonctions de matrices. Calcul de fonctions de matrices par les réductions de Jordan.

Analyse : Thème général : l'holomorphie.

Fonctions holomorphes (théorie de Cauchy). Fonctions analytiques. Développements en séries de Taylor, en séries de Laurent. Théorie des résidus. Applications à la résolution d'équations dans $\mathbb{C}$. Transformations conformes. Calcul d'intégrales et de séries.

Fonctions spéciales : fonctions eulériennes, sinus, cosinus intégral, fonctions de Bessel.

Théorie de la convergence uniforme. Applications aux fonctions définies par des séries ou par des intégrales généralisées. Applications à l'étude de la transformation de Laplace.

Compléments de mathématiques : Convergence uniforme (applications) - Calcul tensoriel : algèbre tensorielle, algèbre extérieure - Changement de variables dans les intégrales multiples - Analyse vectorielle - Intégrales simples et multiples généralisées - Champs vectoriels et champs scalaires - Fonctions eulériennes - Potentiels newtoniens - Équations de Laplace et de Poisson.

Fonctions analytiques. Représentation conforme - Intégration dans le

plan complexe - Série de Taylor et de Laurent - Théorème des résidus (applications) - Intégrale de Dirichlet - Fonctions orthogonales - Espaces vectoriels normés - Séries de Fourier dans les espaces normés - Intégrales de Fourier - Systèmes différentiels - Fonctions et équations de Bessel - Équations aux dérivées partielles du 1^{er} et du 2^e ordre.

Calcul symbolique : Transformation de Laplace - Règles et correspondances fondamentales - Théorème de Murphy - Applications à la résolution des équations différentielles, des équations aux dérivées partielles et au calcul des intégrales définies - Étude des réseaux électriques - Principe de la méthode de Carson - Admittances indicelles et leur détermination - Lignes artificielles - Notion de filtres - Phénomènes transitoires dans les filtres.

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

Cinématique du point - Cinématique du solide - Distribution des vitesses - Mouvement plan sur plan - Géométrie des masses - Centre de gravité - Moments d'inertie - Éléments cinématiques d'un système matériel - Notion de travail - Classification des forces appliquées à un système - Théorèmes généraux de la mécanique des systèmes - Dynamique de la particule matérielle libre - Résistance du milieu - Mouvement sans frottement sur une courbe - Pendule - Mouvement avec frottement d'un point sur une courbe - Mouvement d'un solide autour d'un axe fixe - Pendule composé - Mouvement d'un solide autour d'un point fixe - Angles et équations d'Euler - Problème de Poincaré - Problème de Lagrange - Mécanique analytique - Théorème des travaux virtuels - Équations de Lagrange - Intégrale de l'énergie cinétique - Dynamique des systèmes linéaires et non linéaires - Gyroscope.

PHYSIQUE

Physique vibratoire : Oscillations pendulaires. Amortissement des oscillations. Excitation par choc de systèmes vibrants. Systèmes mécaniques et électriques à deux degrés de liberté. Équation de Klein-Gordon. Ondes exponentielles. Vitesse de phase et de groupe. Notion d'impulsion et de paquet d'onde. Équations de Lagrange et principe de Hamilton. Couplage par effet gyroscopique. Étude du microphone électrodynamique. Interaction entre deux points matériels.

Thermodynamique : Principe de la conservation de l'énergie. Principe de Carnot. Enthalpie. Énergie interne. Entropie. Cycles thermiques. Équilibres biphasés. Point simple. Équilibres physico-chimiques. Loi d'action de masse, lois de Van't Hoff. Équilibres

ioniques en milieu aqueux. Notion de pH. Ions complexes. Vitesse de réaction. Oxydoréduction. Loi de Nernst.

Électricité : Transformation de Lorentz. Champ électrique créé par les charges en mouvement. Champ magnétique. Induction électromagnétique et équations de Maxwell. Ondes électromagnétiques. Puissance rayonnée. Champ électrique dans la matière. Champ magnétique dans la matière.

ELECTROTECHNIQUE

Redressement monophasé. Filtrage. Stabilisation par circuits transistorisés et par circuits à thyristors. Courants polyphasés. Bobine à noyau de fer. Transformateur monophasé. Diagramme de Kapp. Schémas équivalents. Essais à vide et en court circuit. Étude des transformateurs triphasés. Redressement polyphasé. Empiètement. Bobine d'absorption. Onduleur. Étude de dimensionnement et applications.

ELECTRONIQUE

Schéma équivalent de la dérive thermique d'un transistor. Amplificateur différentiel symétrique. Fonctionnement en mode commun et en mode différentiel. Taux de réjection. Montages fondamentaux. Modes de commande électronique de fonctionnement d'un amplificateur opérationnel : calculateur analogique. Mise à l'échelle d'un modèle mathématique. Simulation de fonction de transfert par filtre actifs. Utilisation des graphes pour l'analyse des filtres utilisés en automatisme. Formation d'une boucle propre. Calcul des paramètres d'un quadripôle par la méthode des graphes.

Structures fondamentales à transistors à jonction : Régime de polarisation, de petites variations et global. Schémas équivalents en petites variations. Structure type "Darlington". Sources commandées : tension, courant, poulie. Structures amplificatrices : émetteur commun, collecteur commun, base commune. Exemple de calcul de schémas complet. Cas particulier des amplificateurs alternatifs.

Étages de puissance : Classe A, classe B, classe AB, exemples de calcul complet d'un étage.

Théorie de la réaction : Diagramme et équation de la réaction. Propriétés des systèmes à réaction : sensibilité, bande passante, impédance... Stabilité des systèmes bouclés : critères de Nyquist, marge de phase et marge de gain. Abaque de Black-Nichols.

Circuits électriques

Principes généraux : Définitions topologiques - Système linéaire - Lois générales : Kirchhoff - Superposition - Énergie - Étude des dipôles fondamentaux.

Régimes harmoniques (sinusoïdal permanent) : Représentation complexe. Impédance - Admittance - Formules de passage. Représentations et diagrammes. Puissance en régime harmonique.

Éléments réels : Sources de tension et de courant. Éléments passifs. Exercices.

Transformation de Laplace : Définitions - Transformées usuelles - Théorèmes - Exercices.

Applications du calcul symbolique à l'étude des réseaux : Fonctions de réseaux - Théorèmes généraux.

Méthode du tracé asymptotique de Bode : 1^{er} ordre : module et argument - 2^e ordre : module et argument - Exercices.

Méthodes matricielles d'analyse de réseaux : Méthode des mailles adjacentes - Méthode des tensions indépendantes - Méthode de la matrice flottante.

Méthodes spéciales d'étude des réseaux : Méthode des schémas bloc - Résolution pas à pas. Méthode des diagrammes de fluence : résolution pas à pas, résolution systématique par règle de Mason.

Les quadripôles : Définitions - Matrices. Représentations à partir des matrices. Calcul des coefficients. Impédances d'entrée et de sortie. Gains en tension et en courant. Association de quadripôles.

Physique des solides (point de vue pratique)

Niveaux d'énergie de l'électron dans l'atome. Niveaux d'énergie de l'électron dans le cristal. Notion de conduction - Conducteur - Semi-conducteur - Isolant. Semi-conducteurs extrinsèques. Type P et Type N. Jonction P.N. - Diode - Polarisation directe et inverse. Caractéristiques. Le transistor à jonction : principe, équations, schémas équivalents, aperçu du rôle amplificateur, limitations, notions de fabrication. Le transistor à effet de champ : principe, différents types, schéma équivalent.

CIRCUITS RADIOÉLECTRIQUES

Généralités : Définition d'une chaîne de transmission d'une information - Les éléments L.C.R. accumulateurs et dissipateurs d'énergie. Leur rôle dans la chaîne de transmission - Définition des régimes permanents et transitoires.

Circuits à un degré de liberté : Régime permanent : Étude de coefficient de transmission, en module et en phase, des circuits R.L. et R.C. - Courbes représentatives.

Régime transitoire : Réponse à un échelon - Réponse à une impulsion unique - Réponse à des impulsions périodiques - Application d'une f.e.m. alternative.

Circuits R.C. de liaison interétage : Courbe de gain et de phase en fonction de la fréquence - Bande passante.

Circuits à 2 degrés de liberté : Étude d'un circuit L.C.R. série en régime permanent : Équations générales - Étude du courant et des tensions en module et en phase - Résonance - Facteur de surtension - Bande passante - Réponse en dehors de la résonance - Équations simplifiées - Erreurs correspondantes - Tracé de la courbe de résonance - Bilan des énergies et des puissances mises en jeu - Mesure du coefficient de surtension - Principe et équations exactes d'un Q-mètre.

Étude d'un circuit L.C.R. série en régime transitoire : Équations générales - Réponse à un échelon ; Courbes de tension et du courant - Solution amortie - Solution oscillante - Constante de temps - Application d'une f.e.m. alternative - Temps de montée d'un front - Relation avec la bande passante - Application aux mesures de coefficients de surtension.

Étude d'un circuit L.C.R. parallèle : Étude générale en régime permanent - Impédance aux bornes, étude du module et de la phase en fonction de la fréquence - Condition de la résonance, impédance à la résonance - Comportement en dehors de la résonance - Bande passante - Équations simplifiées et erreurs correspondantes - Tracé de la courbe de réponse - Composition des courants dans différentes branches - Coefficient de surintensité - Circuit parallèle chargé - Influence sur l'impédance et le coefficient de surtension - Équivalence des circuits parallèle et série.

Circuits multiples à accord synchrone : Étude de n circuits accordés en cascade - Courbe globale de réponse - Bande passante - Coefficient de forme.

Circuits à accords décalés : Étude d'un couple de circuits à accords décalés - Courbe de réponse globale - Bande passante - Coefficient de forme.

Circuits couplés : Définition - Étude de différents modes de couplage entre les circuits - Équation générale - Mise en évidence de l'action mutuelle - Étude des courants primaire et secondaire en module et en phase.

Étude à la résonance : Conditions de résonance - Formule générale - Formule approchée, erreurs correspondantes - Influence du couplage - Couplage critique - Recherche des maxima du signal à la sortie - Couplage optimum - Positions des vecteurs de tensions et de courants - Indice de couplage - Bilan énergétique - Rendement - Alimentation du primaire en série ou en parallèle - Impédances aux bornes - Tension aux bornes.

Étude en dehors de la résonance : Réponse en fonction de la fréquence - Influence de l'indice de couplage sur la forme de la courbe - Couplage transitionnel - Définition du niveau de référence - Équation de la courbe de sélectivité - Valeur de la bande passante et position des bosses en fonction de l'indice de couplage - Rappel des conditions de phases - Comparaison avec les circuits à accords synchrones et à accords décalés.

Circuits couplés incomplets : Différents cas de circuits incomplets. Leur utilisation en pratique.

Contre-réaction dans les chaînes de transmission de signaux :

Définition - Contre-réaction de tension - Contre-réaction d'intensité - Modification des caractéristiques de la chaîne par la contre-réaction - Influence sur la courbe du gain - Influence sur les impédances de sortie et d'entrée.

Circuits à constantes réparties (Lignes) : Étude générale -

Définition - Équations générales - Répartition des tensions et des courants - Onde directe et onde réfléchie - Constantes de propagation - Affaiblissement - Phase - Impédance caractéristique - Ligne de longueur infinie - Ligne de longueur finie - Coefficient de réflexion - Mesure de l'impédance caractéristique d'une ligne.

Ligne en haute fréquence : Répartition des maxima et des minima des tensions et des courants - Ondes stationnaires - Ondes progressives - Lignes en court-circuit et lignes ouvertes à l'extrémité - Transformation d'impédance - Diagramme de Smith.

INFORMATIQUE

Programmation : Langage Assembleur.

TECHNOLOGIE DES COMPOSANTS

Composants actifs : Définition d'un semi-conducteur - Germanium, Silicium. Composés intermétalliques - Usinage des semi-conducteurs. Obtention d'une jonction - Les diodes : à pointe, à jonction, Zener, diverses - Éléments photosensibles à semi-conducteur - Effet transistor - Transistors : jonction par alliage, par diffusion et alliage, par diffusion, à effet de champ, types spéciaux - Thyristors - Micro-circuits. Circuits intégrés - Éléments réfrigérants à effet Peltier - Résistances non linéaires à propriétés semi-conductrices - Principe du laser à semi-conducteur : technologie et application.

N.B. Les cours de Technologie des 1^{ère} et 2^e années trouvent leur application en 3^e année (Schémas-Projets).

TRAVAUX PRATIQUES

Travaux pratiques portant sur l'ensemble des cours dispensés.

3^e ANNÉE

MATHÉMATIQUES

Le cours divisé en deux parties comprend :

- une partie fixe dont le thème général est l'orthogonalité ;
- une partie mobile dont le contenu est décidé et précisé chaque année en accord avec les étudiants.

Orthogonalité : Théorie des espaces préhilbertiens. Théorie des séries de Fourier trigonométriques. Polynômes orthogonaux (Jacobi Legendre, Tchebycher, Laguerre, Hermite).

Problèmes aux limites de la physique (théorèmes de Sturm-Liouville). Transformation de Fourier. Théorie des distributions, des variations. Méthodes numériques pour résoudre des systèmes. Équations aux dérivées partielles (à l'exception des titres pouvant faire l'objet d'exposés dans la partie mobile).

Travaux dirigés : Ces travaux sont organisés par mini groupes d'élèves. Ils ont pour objet d'intéresser les étudiants à des problèmes très variés, résolus en physique notamment par des outils mathématiques.

MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES

Probabilités : Lois à deux dimensions. Fonction génératrice et fonction caractéristique. Convergence stochastique. Loi des grands nombres. Théorème central limite.

Mécanique : Dérivation des les trièdres mobiles. Calcul de tenseurs d'inertie et de moments cinétiques. Application du formalisme lagrangien au mouvement des solides indéformables. Loi de force en inverse du carré de la distance. Étude de divers systèmes complexes.

PHYSIQUE

Physique vibratoire : Impédances itératives et images dans les quadripôles passifs. Impédances dans les systèmes à propagation : tuyaux sonores et lignes électriques. Équation des télégraphistes. Décomposition du régime permanent en deux ondes mobiles. Étude du laser et de la cavité résonnante. Interférences et diffraction entre deux sources ponctuelles cohérentes : interférométrie hertziennne.



ÉLECTRONIQUE

Amplificateurs continus. Position du problème

Amplificateur différentiel : gains et impédance de modes commun et différentiel. Utilisation de l'amplificateur différentiel ; gains utiles, taux de réjection associés. Schéma équivalent global de l'amplificateur différentiel.

Amplificateur opérationnel (structure) : Introduction à partir de l'amplificateur différentiel et d'un étage décaleur. Étude des montages décaleurs. Courants de polarisation et tension de décalage. Schéma équivalent global. Montages fondamentaux. Influence des grandeurs parasites. Stabilité des montages à amplificateurs opérationnels.

Alimentations stabilisées : Définitions. Alimentation stabilisée en tension - Coefficient de régulation. Alimentation stabilisée en courant - Coefficients de régulation. Exemple de calcul d'une alimentation stabilisée. Intégration.

Les générateurs de signaux

Oscillateurs à réaction ou quasi-sinusoïdaux : Principe. Conditions d'oscillation. Critère de Loeb. Oscillateurs classiques. Étude de cas particuliers. Intégration.

Oscillateurs à relaxation : Bascules. Générateurs de signaux triangulaires. Générateurs de signaux en dents de scie. Intégration.

Oscillateurs commandés par tension : Principe utilisé - Oscillateurs à réaction ou à relaxation. Réalisations modulaires.

Boucle à verrouillage de phase : Principe - Fonctionnement qualitatif. Étude dans l'hypothèse linéaire - Performances. Étude de la boucle réelle. Applications. Exemples. Réalisations modulaires.

Modulation - Démodulation

Modulation d'amplitude : Généralités - Puissance - Spectre - Porteuse ou sous porteuse. Modulation et modulateurs - Principes. Démodulation et démodulateurs - Principes.

Modulation de fréquence et de phase : Généralités - Puissance - Spectre - Relation phase et pulsation instantanées. Modulation et démodulation - Principe - Exemples.

Modulation par impulsions : Différents types - Propriétés. Exemples de dispositifs de modulation et de démodulation.

CIRCUITS LOGIQUES

Étude du transistor en régime de commutation : Phénomènes continus, théorie d'Ebers et Moll - Phénomènes transitoires. Réponse impulsionnelle.

Étude des principales familles d'opérateurs logiques : Circuits logiques à diodes (DL), inverseurs, à résistances et transistors (RTL), à diodes et transistors (DTL). Circuits logiques à transistors (TTL).

Étude logique des mémoires : bistables RS, JK, D ; principales applications.

Circuits de comptage : synchrones, asynchrones, binaires, binaires décimaux.

Circuits registres : registres parallèles, registres à décalages, registres bidirectionnels, principales applications.

Circuits combinatoires divers : codeurs, décodeurs, transcodeurs ; multiplexeurs et démultiplexeurs ; circuits OU exclusifs, OU " cablés " ; circuits additionneurs.

Circuits d'affichage, de présélection.

Mémoires à demi-conducteur : Mémoires vives à accès direct (RAM), mémoires vives à accès séquentiel ; mémoires mortes (ROM) ; mémoires mortes programmables, (PROM), reprogrammables (REPROM) ; principales applications.

Les opérateurs logiques binaires : ET, OU, PAS, NONOU, NONET. Coïncidence logique. OU exclusif.

Représentations et réductions des expressions logiques binaires : différentes formes, diagrammes de Karnaugh, algorithmes de Quinc et Mc Closkey, méthodes des consensus.

HYPERFRÉQUENCES

Circuits hyperfréquentiels : Propagation des ondes électromagnétiques - Ondes planes - Ondes TEM guidées - Ondes stationnaires - Diagramme de Smith - Ondes guidées - Guides rectangulaires (ondes H et E) - Guides circulaires - Dipôles - Quadripôles - Déphaseurs - Filtres - Octopôles - Cavités : parallépipédiques, cylindriques, réentrantes - Excitation et utilisation des cavités.

Tubes hyperfréquentiels : Mouvement des électrons dans les champs électromagnétiques - Fonctions liées aux électrons dans les tubes hyperfréquentiels - Optique électronique - Guidage électrostatique et magnétique - Lentilles - Techniques analogiques de l'optique électrostatique - Interaction électrons-champs - Tubes à modulation de vitesse - Théorie cinématique - Klystron amplificateur - Réflexe - Oscillateur à deux cavités - Tube à onde progressive - Accélérateur linéaire - Oscillateur à onde inversée (carcinotron) - Magnétrons - Magnétron à impulsion - Modulation.

ASSERVISSEMENTS

Systèmes linéaires : Notion de système asservi - Méthodes d'étude linéaire, stabilité, critère de Routh, fonctions de transfert : tracé pratique des lieux de Black - Régime définitif, stabilité, réglage du gain, critères de performance - Compensation par avance de phase, par contrôle intégral, par retour tachymétrique - Lieux d'Evans : construction, compensation.

ÉLECTRONIQUE

Émission - Réception : Introduction - Rappels théoriques - États variables - Équations de Maxwell - Équations de Lorentz - Propagation des ondes magnétiques - Rayonnement du doublet - Propagation sur les lignes et les antennes - Rayonnement d'une antenne - Fonction caractéristique de rayonnement - Application aux réseaux d'antennes - Résistance de rayonnement, gain, polarisation, impédance d'entrée - Cadres - Notions fondamentales sur la propagation - Bruits externes - Bruits internes - Circuits d'entrée des récepteurs - Détection en M.A. et M.F. - Multiplication de fréquence et changement de fréquence - Amplification F.I. - Amplification de puissance - Amplificateurs de H.F. modulée en amplitude, en fréquence - Procédés de modulation en amplitude, en fréquence - Émetteurs de radiodiffusion - B.L.U.

Télévision : Généralités - Modulation B.L.A. - Défauts d'image dus à la propagation, niveau nécessaire à la réception - Schéma général du récepteur N et B - Bloc H.F. - Amplification vidéo - Séparation des signaux de synchronisation - Base de temps - Base de temps ligne et Trame - Transducteurs optiques N et B - Émetteurs TV - Colorimétrie - Traducteur électro-optique en TV couleur - Transmission des images en couleurs - Système NTSC - Système PAL - Système SECAM - Application de la TV au télé-affichage.

ÉCONOMIE POLITIQUE

Généralités - Concepts fondamentaux - Mécanisme des prix - Les ensembles économiques : milieu naturel, milieu humain - Les structures : cadre juridique, doctrines.

La production : Les facteurs de la production - La technique - La forme - Les grandes unités économiques - L'État producteur - La production dans une économie de puissance.

La circulation : la monnaie - Le crédit - Rapport entre la monnaie et les prix - Politique des prix - La circulation des marchandises (commerce intérieur) - Les marchés (marchandises et valeurs mobilières) - Les transports - Les mouvements internationaux.

La répartition : Le salaire - L'intérêt - Le profit - Formes de répartition.

LÉGISLATION DU TRAVAIL

Historique - Formation professionnelle et apprentissage - Contrats d'apprentissage et de travail - Conventions collectives - Organisation collective du travail - Conditions légales du travail - Salaire - Sécurité Sociale - Prestations familiales - Caisses complémentaires (retraite, maladie, chômage).

SCHÉMA-PROJET

Il s'agit d'un enseignement coordonné qui, ayant pour point de départ l'analyse et la synthèse de schémas électroniques, doit conduire à l'industrialisation des montages pour des études d'implantation de composants judicieusement classés et calculés.

Les thèmes étudiés font l'objet de travaux pratiques.

INFORMATIQUE

Complément de programmation : assembleur.

Structure logique et fonctionnement des ordinateurs.

Schéma de base de l'unité centrale (mémoire, organes de commande, de calcul) - Unités d'entrée-sortie - Support d'information.

Généralités sur la programmation : Définition d'un programme - Analyse - Organigrammes - Différents langages : machines, chargeur, symbolique.

Étude d'un langage symbolique : FORTRAN. Constantes - Variables - Expressions arithmétiques - Instructions de commande - Instructions d'entrée-sortie - Fonctions - Sous-programmes.

Étude d'un langage machine : Instructions - Adressage - Utilisation des éléments périphériques : LC, imprimante, PC (avec et sans simultanéité) - Programmation directe et en langage chargeur.

Exercices et problèmes à caractère "Gestion" : Étude d'un chargeur.

Étude du fonctionnement des ordinateurs : Structure des informations (externes, internes) - Organisation générale de l'ordinateur - Organisation du bloc de calcul - Mémoires (tores, couches minces - Organisation logique du bloc de commande (macro-organisation - micro-organisation - micro-programmation).

Systèmes d'accès : Logique de transfert - Synchronisation - Simultanéité - Interruption - Organes périphériques : mémoires externes (bandes magnétiques, disques, tambours) - Lecteurs de supports d'information (rubans, cartes) : Imprimante - Exploitation des ordinateurs : moniteur, temps partagé.

Travaux pratiques sur ordinateur.

TRAVAUX PRATIQUES

Travaux pratiques portant sur l'ensemble des cours dispensés.

4^e ANNÉE

THÉORIE DU SIGNAL

Échantillonnage d'un signal. Transformée en z et en w . Stabilité et précision. Lieu d'Evans. Compensation analogique série parallèle et mixte. Compensation numérique par la méthode de synthèse en z . Systèmes astatiques.

Fonction d'autocorrélation et densité spectrale. Relations entre les grandeurs d'entrée et de sortie d'un quadripole. Principes et appareillages de traitement en temps réel. Détermination de la caractéristique fréquentielle à partir des fonctions d'inter corrélation. Codage d'un signal. Codes instantanés. Inégalité de Krafft, de Mac Millan, de Hauffman. Codes détecteurs et correcteurs d'erreurs.

INFORMATIQUE - LOGICIEL

Systèmes à flot continu d'entrées-sorties. Multitraitement. Systèmes temps réel. Systèmes conversationnels. Gestion des travaux, des tâches et des données. Gestion des opérations d'entrée-sortie : Gestion du catalogue des fichiers permanents. Systèmes opératoires à mémoire virtuelle. Systèmes de télétraitement. Bases communes de données.

AUTOMATIQUE THÉORIQUE

Principe d'optimalité. Un problème de commande optimale d'une charge inerte. Principe du maximum. Étude analytique de problèmes : état final imposé et effort minimal ; état final imposé et durée minimale.

ASSERVISSEMENTS

Systèmes non linéaires : Généralités, régime transitoire - Méthode du premier harmonique, gain, équivalent, oscillation de pompage - Méthode du plan de phase, points singuliers, osiclines, cycles limites.

Notions sur les systèmes échantillonnés : Transformée en z , stabilité, compensation.

Servomécanismes : Adaptation d'impédance, organes électriques et mécaniques - Transfert maximal de puissance - Fonction de transfert des moteurs électriques - Amplificateur de servomécanismes à transistors et thyatron, magnétique tournant et statique - Démodulation, redressement, filtrage - Synthèse d'un système aservi.

TÉLÉCOMMUNICATIONS

Spectres des signaux à transmettre - Voies de transmission fil et radio, bilatéralité, qualités et capacité de transmission comparées - Organisation des multiplex à courant porteur, à impulsions modulées, à impulsion codées, transmission de données, lignes à retard - Rapport signal à bruit en modulation d'amplitude, de fréquence, par impulsions - Préaccentuation - Faisceaux hertziens en visibilité, calcul d'une liaison, équipement des station relais et terminales - Faisceaux hertziens transhorizon, diffraction et diffusion, calcul d'une liaison, caractères des liaisons transhorizon - Liaisons par satellites, différents types, caractères spécifiques, organisation - Le satellite, les stations terriennes, poursuite - Élaboration d'un projet.

CIRCUITS LOGIQUES

Systèmes logiques séquentiels. Représentations des fonctionnements - Synthèse des systèmes logiques séquentiels à fonctionnement synchrone et à fonctionnement asynchrone. Différents types de bascules - Analyse des systèmes séquentiels - Circuits intégrés logiques.

PHYSIQUE QUANTIQUE

Introduction historique aux idées quantiques : Rayonnement du corps noir - Effet photoélectrique - Existence et spectre de raies de l'atome d'hydrogène, etc... - Le photon.

L'onde de L. de Broglie : Hypothèses et vérification expérimentale - Fonction d'onde et équation de Schrödinger - La particule libre. Paquet d'ondes. Relation d'incertitude de Heisenberg.

Puits et barrières de potentiel : Particule dans une boîte - Effet tunnel. Radioactivité α - Diode tunnel.

Formalisme mathématique : Étude de L^2 - Notation de Dirac - Algèbre d'opérateurs.

Les postulats de la physique quantique : Énoncé - Conséquences physiques.

Étude des systèmes à deux niveaux : Maser NHZ - Laser.

L'oscillateur harmonique : 1 dimension - 3 dimensions - Vibration des atomes dans un solide. Calcul de la température de fusion du solide.

Le moment cinétique : Moment cinétique orbital - Moment cinétique de Spin.

Spectre optique des molécules diatomiques.

L'atome d'hydrogène : Recherche des niveaux d'énergie et des fonctions d'ondes - Tableau périodique des éléments : configuration électronique. Principe de Pauli.

Les électrons dans les solides : Modèle du gaz d'électrons libres - Modèle de Kronig-Penney. Bandes interdites - Distinction entre conducteur, semi-conducteur, isolant - Physique des semi-conducteurs. Structure de bandes et propriétés de transport.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE APPLIQUÉE

Notions fondamentales : Structure de l'atome, du noyau ; modèles nucléaires - Forces de cohésion, particules fondamentales.

Radioactivité : Pénétration des particules α , β et γ dans la matière.

Réactions nucléaires : Lois fondamentales, sections efficaces ; fonction d'excitation.

Le neutron : Caractéristiques, sources de neutrons, interaction des neutrons avec la matière.

Fission nucléaire : Énergie dégagée par la fission - Réactions en chaîne - Principe des réacteurs nucléaires - Conditions de criticité.

Électronique nucléaire : Chambres d'ionisation et compteurs : jonction PN, compteur proportionnel, compteur Geiger-Müller - Scintillateurs - Détecteurs basés sur l'effet Cerenkov.

Dangers biologiques des rayonnements : unités dosimétriques et normes de sécurité.

Notions de physique radiologique.

MÉTROLOGIE

Mesure des principales grandeurs physiques :

Éléments de résistance des matériaux : Étude de la traction-compression : Loi de Hooke, contraction latérale, coefficient de Poisson, coefficient de compressibilité, paramètres de Lamé. Étude de la torsion : Module de rigidité, relation $G-\mu$, torsion d'un cylindre. Étude de la flexion : Notion de fibre, flexion plane circulaire. Principaux corps d'épreuve.

Étude des principaux transducteurs : Transducteurs thermiques : Les résistances fonction de la température, les thermocouples, applications, notion de flux thermique. Transducteurs extensométriques : Systèmes potentiométriques, systèmes à fils tendus, jauges extensométriques conventionnelles, jauges extensométriques à semi-conducteurs, systèmes à détection capacitive, systèmes à variation de réductance, capteurs à quartz.

Chaînes électroniques associées : Chaînes à porteuse continue - Chaînes à porteuse alternative - Amplificateurs de charges.

Applications : Mesures de force - Mesures de pression - Mesures d'accélération - Mesures de température.

TRAVAUX PRATIQUES

Travaux pratiques portant sur l'ensemble des cours dispensés.

STAGES - PROJETS

Pour compléter leur formation et s'initier aux fonctions d'ingénieurs, les élèves peuvent effectuer des stages durant leur scolarité.

En outre, ils effectuent un stage obligatoire de trois mois minimum au début de la quatrième année d'études.

A cette occasion les élèves établissent un projet ou rapport dont la présentation constitue une épreuve de l'examen de sortie.

SECTION DES ÉLÈVES-TECHNICIENS SUPÉRIEURS

Cette section a pour objet la formation de cadres moyens spécialisés en Électronique.

La durée des études est de quatre années.

Définition du technicien supérieur

Le Technicien supérieur électronicien collabore avec l'Ingénieur à la réalisation ou l'étude des applications industrielles de l'électronique. Il conduit et effectue des études de laboratoire, rédige des rapports. Il participe aux travaux de fabrication, de mise au point, d'essais de matériels destinés à l'industrie électronique et peut éventuellement être employé dans un service technico-commercial et après-vente.

Remarques : Présentement, le Brevet de Technicien Supérieur se prépare en deux années pour les titulaires d'un baccalauréat scientifique ou technique, c'est-à-dire selon un processus identique à celui des Instituts Universitaires de Technologie qui conduisent au D.U.T.

Il faut cependant souligner une différence fondamentale entre ces deux préparations.

Dans le cas d'un D.U.T., il s'agit d'une formation plus théorique que technologique et pratique ; dans le cas d'un B.T.S., d'un enseignement plus concret, orienté en vue d'une insertion directe dans la vie active et professionnelle, ce qui explique que les titulaires d'un B.T.S. soient particulièrement recherchés par les industriels.

Précisons que dans le cadre de notre Établissement, tout en respectant le programme officiel du B.T.S., nous approfondissons les techniques de pointe, en particulier dans le domaine de la logique et des asservissements. Des notions d'informatique y sont également dispensées.

Il est possible aux élèves diplômés de poursuivre leurs études en section d'Élèves-Ingénieurs en 1^{re} année ou en seconde année, après examen de leur profil scolaire dans les disciplines fondamentales (Mathématiques et Physique).

Débouchés

Bureaux d'études ou ateliers de fabrication de matériel électrotechnique ou électronique.

Laboratoires d'études ou de recherches, privés ou d'État.

Industrie.

Carrières technico-commerciales.

Conditions d'admission

Peuvent être admis en **première année** d'études :

— Les élèves issus des classes de Seconde C et T des Lycées, à la condition que leur dossier scolaire et plus particulièrement leurs notes en Mathématiques et Physique permettent de les juger aptes à suivre cet enseignement.

Les candidats ne remplissant pas ces conditions doivent subir un examen d'entrée.

Peuvent être admis en **deuxième année** :

— Les élèves issus des classes de première C, D, E, F, et H des Lycées pouvant prouver par leur livret scolaire ou les résultats d'un examen d'entrée qu'ils possèdent les connaissances suffisantes ;

— Les titulaires de certains baccalauréats de technicien ;

— Les titulaires du B.E.P. ou du C.A.P. d'Électronicien ou d'Électrotechnicien.

Peuvent être admis directement en **troisième année** :

- Les bacheliers C, D, E ;
- Les titulaires d'un baccalauréat de Technicien (option Électronique ou Électrotechnique) ;
- Les élèves issus des classes préparant à ces baccalauréats et pouvant justifier de connaissances et d'aptitudes suffisantes.

Sanction des études

À la fin de la quatrième année, les élèves qui ont obtenu au cours de leur cycle d'études et aux épreuves de l'examen de sortie la moyenne générale requise reçoivent, après délibération du jury, le titre de Technicien supérieur de l'École Française de Radioélectricité, d'Électronique et d'Informatique.

Par ailleurs, les élèves sont présentés à l'examen officiel du Brevet de Technicien supérieur (B.T.S. Électronique).

L'école assure le placement, dans les secteurs public et privé, des élèves diplômés.

Principales matières enseignées

1^{re} ET 2^e ANNÉE

La première et la seconde année doivent être considérées comme des années préparatoires à caractère technique.

En effet, sont admis en 1^{re} année les élèves issus d'une classe de seconde scientifique ou technique et, en seconde année, les élèves issus d'une première scientifique.

Il est également possible à des titulaires de certains C.A.P. ou B.E.P. d'intégrer soit 1^{re}, soit en 2^e année, sous réserve d'un examen des notes obtenues dans les disciplines de base.

L'enseignement dispensé en 1^{re} et 2^e année se différencie de l'enseignement traditionnel, tant dans le fond que dans la forme.

Les Mathématiques et la Physique revêtent une forme concrète. De plus, des cours d'Électricité, d'Électronique, de Dessin industriel, des travaux de laboratoire ont pour objet de motiver l'élève afin de lui permettre d'aborder avec fruit sur le plan théorique, technologique et pratique la préparation proprement dite au B.T.S. en 3^e année et 4^e années.

3^e et 4^e ANNÉES

FORMATION GÉNÉRALE ET EXPRESSION

Perfectionnement du vocabulaire et de la syntaxe - Exercices pratiques de maîtrise de la langue et parlée : analyse et résumé de textes ; établissement de rapports sur des sujets d'ordre général (initiation à la vie contemporaine, problèmes de l'entreprise et du monde du travail) ; exposés oraux et discussions dirigés relatifs à ces questions.

LÉGISLATION ET ÉCONOMIE POLITIQUE

Les sociétés commerciales - Économie politique : libre concurrence, division du travail, machinisme, concentration : cartels, trusts - L'organisation de la production : programmes de fabrication, planning de fabrication, standardisation - Le salaire, différentes formes de rémunération - Brevets, marque de fabrique - Sécurité sociale - Principales lois ouvrières - Syndicats : délégués du personnel. Comités d'entreprises - Droit administratif. Le domaine public, les travaux publics.

MATHÉMATIQUES

Généralités sur les ensembles : Loi de composition : interne, externe - Structure de groupes, anneaux, corps - Espaces vectoriels. Relations binaires, d'ordre, d'équivalence. Ensembles de vecteurs : produits scalaires, vectoriel de deux vecteurs, produit mixte de trois vecteurs.

Ensembles des nombres complexes : notation $\mathbb{C}$.

Généralités sur les fonctions : Ensemble de définition - Continuité, limites - Dérivée - Différentielle d'une fonction. Fonction inverse d'une fonction continue monotone. Notion de suite - Théorèmes élémentaires sur les suites.

Fonctions usuelles : $\log x$; $\log a^x$; e^x ; a^x ; $x^{\frac{1}{n}}$ ($n \in \mathbb{N}$).

Circulaires inverses. Hyperboliques et hyperboliques inverses.

Théorème de Rolle. Des accroissements finis : Taylor - Mac Laurin. Développement limité d'une fonction au voisinage de 0. Développement limité généralisé.

Notion d'intégrale définie : Méthodes d'intégration : changement de variables par parties - décomposition de fonctions rationnelles en éléments simples. Notion d'intégrale curviligne - d'intégrale double. Application de l'intégration : calcul d'aires planes, de révolution - volumes de révolution - centres de gravité.

Équations différentielles du 1^{er} ordre : à variables séparables - homogènes - linéaires.

Équations différentielles du 2^e ordre : linéaires à coefficients constants.

Représentation paramétrique d'une courbe plane : Coordonnées polaires - courbes représentatives des fonctions $r = f(\theta)$. Inversions échangeant une droite et un cercle.

Notions élémentaires : sur les séries numériques, sur les séries entières. Représentation de fonctions usuelles par une série entière. Notions élémentaires sur les séries trigonométriques. Transformée de Fourier associée à une fonction : calcul des coefficients.

Calcul matriciel : Espace vectoriel de dimension finie - base. Matrice associée à une application linéaire. Addition - multiplication de matrices. Déterminant - Application à la résolution d'un système d'équations linéaires. Matrice carrée : vecteurs propres - valeurs propres - inversion.

Définition de la transformée de Laplace d'une fonction : Transformées de Laplace de fonctions simples : $f(t) = A$, $= at$, $= e^{at}$. Notation opérationnelle : application à la résolution des équations différentielles linéaires.

Fonction de plusieurs variables, différentielle totale : Calcul d'incertitude - Fonction implicite.

Calcul numérique : Usage des tables numériques. Usage des tables de logarithmes à 5 décimales. Usage de la règle à calcul. Résolution approchée des équations : méthodes de Newton, des parties proportionnelles, d'itération. Calcul approché d'intégrales définies.

ÉLECTRONIQUE

Lois physiques de l'électricité générale.

Électrostatique : Phénomènes généraux. Définition des grandeurs fondamentales et unités (champ, charge, potentiel, flux). Action d'un champ électrique sur un électron. Théorème de Gauss. Condensateurs (capacité, énergie, diélectriques).

Électrocinétique : Courant électrique. Loi d'Ohm. Loi de Joule. F.e.m., F.c.e.m.

Courants sinusoïdaux : Loi d'Ohm ; impédance, puissance. Tensions et courants triphasés équilibrés.

Électromagnétisme : Grandeurs fondamentales et unités. Action d'un champ d'induction magnétique sur un courant (Loi de Laplace, travail des forces électromagnétiques, règle du flux maximum). Action d'un champ uniforme sur un électron en mouvement. Champ magnétique des courants : Loi élémentaire de Laplace, théorème d'Ampère, champ d'un courant rectiligne, circulaire, d'un solénoïde, d'un tore. Action mutuelle de deux courants et définition de l'ampère,

champ d'un électron en mouvement. Induction électromagnétique, auto-induction. Induction mutuelle (facteur de couplage).

Circuits linéaires passifs à constantes localisées : Théorèmes généraux. Dipôles en régime harmonique (R.L. C.). Facteur de qualité. Résonance. Quadripôles en régime harmonique : paramètres caractéristiques. Transmittance. Étude en fonction de la fréquence. Filtres électriques types (bande passante ; choix de l'impédance de fermeture). Circuits couplés par mutuelle inductance. Circuits (R.L.C.) en régime transitoires. Signaux périodiques non sinusoïdaux, valeurs remarquables. Développement en série de Fourier.

Ferromagnétisme - Circuits magnétiques - Transformateur : Ferromagnétisme - Aimantation d'un matériau ferromagnétique, courbes d'induction et de perméabilité ; cycles d'hystérésis, énergie dissipée. Circuits magnétiques : Lois des circuits magnétiques. Circuits magnétiques en alternatif. Circuit magnétiques saturés. Cas des circuits à saturation brusque. Application au transformateur : Le transformateur parfait. Modèles électriques du transformateur réel.

Organes à semi-conducteurs : Bases physiques nécessaires à l'étude du fonctionnement des organes suivants : Organes (caractéristiques, modèles électriques, influence de la température). Diodes. Transistor à jonctions. Transistor unijonction. Transistor à effet de champ. Thyristors. Organes photosensibles.

Amplification : Amplification à niveau faible : Non sélective, à liaison directe. Étage différentiel, à liaison RC, note sur le principe de la correction vidée. Sélective - Étage sélectif simple. Problème de la stabilité d'une chaîne d'étages (unilatéralisation ; désadaptation). Étages sélectifs couplés par mutuelles inductance. (Circuits de même fréquence propre). Note sur le principe de l'obtention d'une bande large : paire d'étages à accords décalés. Amplification non sélective à niveau élevé : Étage simple - Étage symétrique classe A et classe B (avec et sans transformateur de sortie).

Redressement (avec diodes et avec soupapes commandées) : Redressement monophasé. Redressement biphasé (simple et double voie).

Systèmes bouclés : Généralités : terminologie. Caractères communs aux systèmes bouclés. Stabilité. Diagramme de Nyquist. Amplificateurs à réaction négative (4 types fondamentaux). Amplificateurs opérationnels idéalisés et application au principe de calcul analogique. Régulation d'une tension continue. Oscillateurs sinusoïdaux : recherche de la condition d'entretien appliquée à des exemples : de montages à réaction positive (LC et RC), d'un montage à résistance négative. Problèmes posés par la stabilité de l'amplitude et de la fréquence. Servomécanismes : Régulation de vitesse d'un moteur à courant continu par redresseurs à amorçage retardé. Servomécanisme de position en continu. Servomécanisme de position en alternatif. Pour chaque montage : lois électromécaniques en organes constitutifs. Idées générales sur les méthodes d'études des servomécanismes linéaires.

Commutation - Logique : Comportement des organes à semi-conducteurs en régime de commutation. Bascules bistables, monostables, astables. Logique : Écriture logique. Réduction d'une expression logique. Réalisation des fonctions de base (OU, ET, PAS, NOR, NAND) avec des organes à semi-conducteurs.

Modulation - Démodulation : Propriétés des signaux modulés (modulation d'amplitude, de fréquence et de phase). Principe des dispositifs de modulation - Exemples. Démodulation : de signaux modulés en amplitude, de signaux modulés en fréquence (discriminateur de phase).

SCHÉMA ET TECHNOLOGIE

Automatismes digitaux : Structures cellulaires (portes, etc...) - Mémoires : bascules bistables - Temporisation : monostables - Horloges : multivibrateurs.

Alimentations non stabilisées de petite puissance : Circuits déphaseurs - Redressement - Filtrage.

Amplification petits signaux : Étages amplificateurs audio-fréquence - Étages amplificateurs courant continu - Inverseurs de phase.

Amplification signaux forts : Étages de puissance asymétriques - Étages de puissance symétriques avec et sans transformateur - Étages équipés de transistors complémentaires.

Étages et circuit R.F. : Étages amplificateurs R.F. - Modulation (amplitude, fréquence, phase) - Démodulation - Multiplicateur de fréquence - Diviseur de fréquence - Translation de fréquence.

Générateurs de signaux : Générateurs de signaux sinusoïdaux (RC, LC, quartz) - Générateurs de signaux rectangulaires, d'impulsion - Bases de temps.

Circuits bouclés : Régulation de tension continue. Servomécanismes : régulation de vitesse - servomécanismes de position en continu - servomécanismes de position en alternatif.

MANIPULATIONS

Lois physiques de l'électricité générale : Mesures de : f.e.m. - d.d.p. - Intensités : valeurs instantanées, de crêtes efficaces, moyennes. Résistances - Impédances capacitives, inductives propres et mutuelles. Puissance en continu et en monophasé. Déphasages. Fréquences.

Circuits linéaires passifs à constantes localisées : Comportement en régime permanent et en régime transitoire des dipôles et quadripôles.

Ferromagnétisme, circuits magnétiques, transformateurs : Visualisation à l'oscilloscope de cycles d'hystérésis.

Organes à semi-conducteurs : Relevés de caractéristiques statiques - Déterminations de paramètres - Performances des dispositifs réalisant les stabilités thermiques et électriques.

Amplification : Amplification à faible niveau : Mesures des grandeurs caractéristiques de transfert, d'entrée, de sortie. Amplification non sélective à niveau élevé : Mesure des grandeurs caractéristiques de transfert, d'entrée, de sortie. Puissances mises en jeu : distorsion harmonique.

Redressement : Caractéristiques des courants et des tensions mis en jeu.

Systèmes bouclés : Systèmes électriques : Mesures des grandeurs caractéristiques de transfert, d'entrée, de sortie. Servomécanismes : Mesures des grandeurs caractéristiques de transfert, d'entrée, de sortie, en régime permanent et en régime transitoire.

Commutation, Logique : Bascules : Mesures des grandeurs caractéristiques des signaux mis en jeu. Logique : Réalisation de fonctions logiques combinatoires.

Modulation, Démodulation : Mesures des caractéristiques de signaux modulés en amplitude. Démodulation : Mesures des caractéristiques d'un dispositif de démodulation en amplitude ou en fréquence.

MAQUETTE

Réalisation d'un appareil ou d'un élément d'appareil effectuée à partir d'un schéma : analyse du montage, implantation des composants, nomenclature, câblage, essais et mesures, notice explicative.

DESSIN INDUSTRIEL

Différentes formes de dessin industriel - Conventions fondamentales - Présentation des dessins, cotations, indications d'usinage, normalisation - Choix des formes en fonction des procédés de fabrication - Étude des formes liaisons et mécanismes - Lecture de dessins d'organes mécaniques et de documents s'y référant (nomenclature fiche technique des constructeurs) en vue de la réalisation de dessins de définition - Étude de sous-ensembles - Conception d'un mécanisme ayant à remplir une ou plusieurs fonctions correctement définies.

O.N.I.S.E.P.

office national d'information
sur les enseignements et les professions
b.p. 102 05 - 75225 paris - cedex 05