

pesi

génie électrique service information

N° 3

•

**Février
82**

DEPARTEMENTS DE GENIE ELECTRIQUE

ANNUAIRE 1981-1982

32 DEPARTEMENTS

Options

{ EN : 20
ET : 12
AU : 22

Départements à

{ 1 option : 10
2 options : 22

I.U.T. Date d'ouverture	Adresse et No téléphone	Nbre Etud. 1ère An.	Options	C.D. Chef de Département A.D.J. Adjoint au chef de Dép. D.E. Directeur des Etudes
		Nbre dossiers		
ANGERS 1966	4, bd Lavoisier - Belle-Beille 49 045 ANGERS Cedex Tél (41) 48-46-12	120 1745	Electronique 71 Automatique 48 P.S.T. (en EN) 72	C.D. M. CHERET D.E. M. DELANCHY
BELFORT 1968	11, rue Engel Gros 90 000 BELFORT Tél (84) 21-01-00	175 1550	Electrotechn. 40 Electronique 72 P.S.T. 40	C.D. M. MANDRET D.E. M. METHOT
BETHUNE 1969	Rue de Moulin à Tabac 62 408 BETHUNE Cedex Tél (21) 25-01-80	108 703	Electrotechn. 59	C.D. M. NOTELET D.E. M. LESENNE
BORDEAUX 1966	I.U.T. «A» 33 405 TALENCE Cedex Tél (56) 80-77-79	120 1800	Electronique } Automatique } 133	C.D. M. VIALA D.E. M. CAVAN
BREST 1969	Rue de Kergoat 29 283 BREST Cedex Tél (98) 03-22-28	119 1251	Automatique 48 Electrotechn. 40 P.S.T. 9	C.D. M. MOAN D.E. MM. GUEGAN, JAOUEN
CACHAN I 1966	9, av. Division Leclerc 94 230 CACHAN Tél (1) 664-10-32	144 2 100	Electronique 120 P.S.T. 220 Section spéc. 36	C.D. M. DAUMEZON A.D.J. M. VERNET D.E. M. MICHAILES M. JOLY
CACHAN II 1968	9, av. Division Leclerc 94 230 CACHAN Tél (1) 664-10-32	144 1557	Electrotechn. 120	C.D. M. LACAILLE A.D.J. M. MOUSSA M. CHINCOLLE
CALAIS 1971	Boulevard du 8 Mai - B.P. 457 62 226 CALAIS Tél (21) 34-49-90	78 485	Electronique 63 P.S.T. 37	C.D. M. FRANCOIS D.E. M. LANNOO
CRETEIL 1972	Av. Général de Gaulle 94 010 CRETEIL Cedex Tél 898-91-44 poste 292	114 1685	Electronique 71	C.D. M. BANCAREL D.E. Mme VERBEEK
EVRY 1966	Quartier Les Passages 91 011 EVRY Cedex Tél 078-03-63	60 650	Automatique 50	C.D. M. VIBET D.E. M. MATRICALI
GRENOBLE I 1966	Domaine Universitaire - B.P. 40 38 402 ST-MARTIN D'HERES Cedex Tél (76) 42-36-54	125 1467	Automatique 26 Electrotechn. 80 P.S.T. 10	C.D. M. POIRIER A.D.J. M. NOUGARET D.E. M. PEYRARD
GRENOBLE II 1968	Domaine Universitaire - B.P. 40 38 402 ST-MARTIN D'HERES Cedex Tél (76) 42-36-54	128 1850	Electronique 76 Automatique 25 P.S.T. 1	C.D. M. BOUTHINON A.D.J. M. MICHOUЛИER D.E. M. SILLERE M. MONLLOR
LANNION 1969	Route de Perros-Guirec - B.P. 150 22 302 LANNION Tél (96) 37-43-34	115 1510	Electronique 80	C.D. M. CORAZZA A.D.J. M. MALHERBE
LE CREUSOT 1975	12, rue de la Fonderie 71 200 LE CREUSOT Tél (85) 55-43-00	124 700	Automatique 38 Electrotechn. 34	C.D. M. CHANUSSOT D.E. M. GIROT

LE HAVRE 1967	B.P. 4 006 76 077 LE HAVRE Cedex Tél (35) 47-28-47	147 900	Automatique 57 Electrotechn. 57	C.D. M. LOPEZ
LILLE I 1966	B.P. 179 59 653 VILLENEUVE D'ASCQ Cedex Tél (20) 91-04-94 Poste 224	150 1265	Electronique 72 Automatique 45 P.S.T.	C.D. M. DELECROIX A.D.J. M. WALLET
LONGWY 1969	Route de Romain 54 400 LONGWY Tél (8) 224-50-83 et 224-36-86	115 970	Electronique 44 Automatique 47 P.S.T. T. plein 40	C.D. M. VERNEL A.D.J. M. BEAUREGARD D.E. M. SCHNEIDER
LYON 1967	17, rue de France 69 100 VILLEURBANNE Tél (78) 68-21-81	149 1969	Electrotechn. 50 Automatique 73 P.S.T. 7	C.D. M. DESAILLY
MARSEILLE 1970	Rue des Géranioms 13 337 MARSEILLE Cedex 3 Tél (91) 98-90-49	144 1008	Electronique 89	C.D. M. BIQUARD A.D.J. M. CARCHANO
MONTLUCON 1968	Av. Aristide Briand - BP 408 03 107 MONTLUCON Cedex Tél (70) 29-36-55	144 1100	Automatique 56 Electrotech. 49	C.D. M. FRAYSSE A.D.J. M. SOULE D.E. M. HUGON
MONTPELLIER 1969	Av. d'Occitanie 34 075 MONTPELLIER Cedex Tél (67) 63-38-86	125 1000	Electronique 99	C.D. M. DESFOURS A.D.J. } D.E. } M. DUCHEMIN
MULHOUSE 1968	61, rue Albert Camus 68 093 MULHOUSE Cedex Tél (89) 42-48-46	138 777	Automatique 86 Electronique 19	C.D. M. GRESSER (intérim) A.D.J. M. MEYER D.E. M. EVRARD
NANTES 1967	3, rue du Maréchal Joffre 44 041 NANTES Cedex Tél (40) 72-05-02	96 1778	Automatique 62 Electrotechn. 30 P.S.T. 35	C.D. M. PILLON D.E. M. BARRAS
NICE 1970	41, bd. Napoléon III 06 041 NICE Cedex Tél (93) 83-71-16	149 850	Electronique 82 Automatique 48	C.D. M. MENEZ A.D.J. M. BOULON D.E. { M. ANDREANI M. MARIN
NIMES 1968	Rue Jules Raimu 30 039 NIMES Tél (66) 64-52-33	131 900	Electrotechn. 72 Automatique 24 P.S.T. 1	C.D. M. CALAS A.D.J. { M. LUQUET M. SOONCKINDT D.E. } M. PONS
POITIERS 1966	Avenue Jacques Coeur 86 034 POITIERS Cedex Tél (49) 46-28-65	124 1281	Electrotechn. 45 Automatique 48	C.D. M. AUZARY D.E. { M. LEBOURG M. CHASSERIAUD
RENNES 1966	Rue du Clos Courtel - Buttes de Coëmes 35 000 RENNES Tél (99) 36-26-51	144 1920	Electronique 68 Automatique 48	C.D. M. GROSWALD A.D.J. M. COLIN D.E. M. FORTIN
SAINT ETIENNE 1967	28, av. Léon Jouhaux 42 023 SAINT ETIENNE Cedex Tél (77) 25-22-18	144 1414	Electronique 86 Automatique 20 Section spéc. 24	C.D. M. DEIGAT A.D.J. M. BERT D.E. M. BOURGET
TOULON 1970	Château St-Michel - R.N. 98 83 130 LA GARDE Tél (94) 75-90-50	150 785	Electronique 36 Automatique 57 P.S.T. 7	C.D. M. LOUBET D.E. M. MOUSSIEGT
TOULOUSE 1967	115, route de Narbonne 31 062 TOULOUSE Cedex Tél (61) 25-21-17	190 2554	Electronique 82 Automatique 37 Section spéc. 26 P.S.T. 55	C.D. M. FOURNIE A.D.J. MM. BURGA, COUZI D.E. M. DUTARD
TROYES 1972	9, rue du Québec 10 027 TROYES Cedex Tél (25) 82-06-67	148 700	Electronique 91	C.D. M. ROBERT D.E. { Mme BOCHATAY M. JOST
VILLE D'AVRAY 1967	1, chemin Desvallières 92 410 VILLE D'AVRAY Tél 709-05-70	90 2158	Electronique 38 Automatique 38 P.S.T. { T. Part. 44 T. Plein 19	C.D. M. FONDANECHÉ A.D.J. M. PIEJUS D.E. M. GOLDSTEIN

GeSi N°3

FEVRIER 1982

Sommaire

LES DEPARTEMENTS G.E.	2 - 3
PROPOSITIONS POUR LA NOUVELLE LOI D'ORIENTATION	4
JOURNEES PEDAGOGIQUES DE TOULOUSE	5
PROPOSITIONS POUR UN PROGRAMME DE DE BASE	6 - 18
T.P. CLES EN MAIN : SIMULATION NUMERIQUE D'UN CONTROLE PID	11 - 14
REPONSE A «QUESTIONS SANS REPONSES»	19
ASSEMBLEES DES CHEFS DE DEPARTEMENT	20 - 22
VISITE A TELEMECANIQUE	23

«GENIE ELECTRIQUE SERVICE INFORMATIONS». Bulletin d'information des départements de Génie Electrique des Instituts Universitaires de Technologie.
Responsable du comité de rédaction : J. Pardies
Membres du comité : MM. Bernard, Bliot, Burgat, Decker, Marzat, Savary.
Secrétariat de rédaction : Hélène Martin. Journal imprimé sur les presses de l'IUT «B» de Bordeaux.
Comité de rédaction : Département de Génie Electrique - IUT «A»
33405 - Talence

LA NOUVELLE LOI D'ORIENTATION : PROPOSITIONS DES DEPARTEMENTS DE G.E.

I - TITRE CONSACRE AUX IUT

Si les aspects spécifiques développés ci-après se retrouvent dans la Loi sous forme d'alinéas dispersés, alors faire réapparaître le caractère dérogatoire des IUT.

Ce titre doit traiter :

- des missions
- des moyens
- des structures

II - DEFINITION D'UN IUT

L'unité pédagogique est le Département.

L'IUT est le regroupement géographique d'un nombre limité de Départements.

Sa taille ne saurait excéder 1 000 étudiants, facilitant la gestion des moyens humains et financiers.

III - MISSIONS

L'objectif fondamental est :

- satisfaire les besoins économiques de la Nation.

- donner aux étudiants une formation permettant simultanément une insertion rapide dans la profession et une évolution de carrière largement ouverte.

Pour cela, les IUT doivent assurer :

3.1. La formation initiale

Nous restons attachés à un diplôme national, à finalité professionnelle, obtenu après 2 années d'études post-baccalauréat.

3.2. La formation permanente

Maintien - Diversification des filières:

- Préparation au diplôme national
- Perfectionnement
- Réorientation
- Toute formation technique à finalité professionnelle

3.3. Recherche - Aide à l'innovation - Assistance technique

Utilisation du potentiel humain dont disposent les IUT, permettant de répondre aux besoins industriels.

Ces actions devront nécessairement avoir des retombées pédagogiques.

IV - MOYENS

4.1. Diplôme national - C.P.N.

C.P.N. à composition tripartite telle qu'actuellement.

4.2. Autonomie pédagogique

4.3. Maîtrise de recrutement des personnels

Les personnels doivent être recrutés en fonction de la finalité spécifique des IUT.

Les profils et les choix doivent être maîtrisés par une instance propre au système IUT.

4.4. Autonomie de gestion

Elle s'applique à l'ensemble des missions.

V - STRUCTURES

5.1. Statut des IUT

La loi donne aux IUT un statut qui permet la mise en oeuvre réelle des missions, ce qui passe par la prise en considération du paragraphe «MOYENS»

5.2. Conseil d'Administration

Maintien du C.A. dans sa forme et ses attributions actuelles.

5.3. Directeur

Nommé par le Ministre après Avis Favorable :

- de l'ensemble des personnels permanents de l'IUT.

- des membres des Conseils

Mandat de durée limitée, renouvelable sans limitation.

5.4. Chef de Département

Nommé par le Directeur après Avis Favorable :

- des personnels affectés au Département

- des étudiants élus au Conseil de Département.

Mandat de durée limitée, renouvelable sans limitation.

5.5. Conseil de Département

5.6. Conseil de Direction

Structure souple de prise de décision, à fréquence de réunion élevée.

Composé obligatoirement du Directeur, des Chefs de Département, du Responsable administratif.

Elargi à : Enseignants, étudiants... élus ?

COMMENTAIRES

1 - L'Assemblée regrette que les C.P.N. ne soient pas consultés dans la phase préparatoire de la nouvelle loi d'orientation.

2 - La multiplicité des statuts des Enseignants et la disparité des obligations de service sont un handicap majeur pour la mise en oeuvre des points :

3.3 : Recherche non reconnue pour les personnels de statut secondaire ou ENSAM.

Aide à l'innovation, assistance technique non reconnues pour les personnels Enseignement Supérieur.

4.3 : Il semble important de définir, au niveau des structures, les modalités (éventuellement nationales ?) de recrutement des enseignants de tout rang.

5.3., 5.4 : Pour l'instant, les charges «annexes» ne sont pas reconnues dans les statuts des personnels.

3 - L'Assemblée n'a pas eu le temps de discuter le texte de la Conférence des Présidents d'Université.

JOURNEES PEDAGOGIQUES ANNUELLES DE GENIE ELECTRIQUE



FOURBISSEZ VOS ARGUMENTS!
documents de travail : pages suivantes

PROPOSITIONS POUR UN PROGRAMME DE BASE

COMPTE RENDU DE LA COMMISSION PREPARATOIRE

1 - DEFINITION

Le programme de base est la fraction du programme global qui est enseignée obligatoirement dans tous les départements quelles que soient les options.

2 - PROPOSITIONS POUR UNE NOUVELLE GRILLE HORAIRE (entre parenthèses, horaire actuel)

	C	TD	TP	TR
1ère ANNEE				
1er centre d'intérêt				
- Electricité, Electro technique	}	144(112)	144(144)	112(112)
- Circuits électriques - Electronique		32(32)	48(48)	48(48)
- Informatique industrielle				
2ème centre d'intérêt				
- Mathématiques	64(64)	112(112)		
- Mécanique et vibrations	0(32)	0(32)		
3ème centre d'intérêt				
- Formation générale		64(64)		
- Anglais		64(96)		
Enseignement d'adaptation		64(32)	16(16)	
2ème ANNEE				
1er centre d'intérêt (sans changement)				
EEA	140	140	140	168
II		28	56	56
2ème centre d'intérêt				
- Physique	28(28)	56(28)		
- Mathématiques		0(28)		
3ème centre d'intérêt (sans changement)				
- FG		56		
- Anglais		56		

COMMENTAIRES

1ère ANNEE

La physique est supprimée et son horaire affecté au premier centre d'intérêt (32 h de C plus 32 h de TD).

Les maths comprennent 20 heures de programmation et sont allégées (propositions de la commission ad-hoc)

En anglais, 32 heures sont basculées en enseignements d'adaptation, pour augmenter la souplesse (problème des débutants).

2ème ANNEE

Les TD de math (28 h) sont supprimés et reportés en TD de physique.

3 - PROPOSITION DE PROGRAMME DE BASE DETAILLE

a) dans la future rédaction, il est nécessaire de refondre complètement les « chapeaux » du programme du 10-7-81 qui sont dé-suets. On propose de distinguer typographiquement le programme de base, du reste du programme.

b) la Commission propose dans le programme, comme dans la réalité, que les options n'apparaissent que sous la forme de « l'adaptation locale ».

c) le détail du programme de base proposé est donné dans les pages ci-après.

1^{ère} année

Electrotechnique - Electronique

I - ELECTROCINETIQUE

COMMENTAIRES PEDAGOGIQUES

1-1 - LE COURANT CONTINU

- intensité, densité de courant, quantité d'électricité
- loi d'Ohm, résistance, résistivité
- loi de Joule, énergie et puissance électrique
- loi d'Ohm en régime variable (R, L, C)
- CTN et VDR

1-2 - LE SIGNAL PERIODIQUE

- les différents types de signaux périodiques
- valeurs instantanée, moyenne et efficace
- puissance instantanée
- puissance moyenne (P)
- puissance de dimensionnement :
S égale $V_{eff} \cdot I_{eff}$
facteur de puissance P/S

1-3 - CAS PARTICULIER DU REGIME SINUSOIDAL

- représentations de Fresnel et complexe
- loi d'Ohm en régime sinusoidal
impédance
admittance
- associations de dipôles simples
- puissance complexe
active et réactive
facteur de puissance : $\cos \varphi$
- générateurs
schéma équivalent
puissance disponible
puissance fournie à une charge
adaptation d'impédances

Il s'agit de présenter de manière simple les propriétés des composants passifs RLC en régime continu et variable.

Il s'agit de présenter les différents signaux rencontrés en Génie Electrique et de les caractériser (sinusoïdes et formes redressées, tronquées, impulsions ou créneaux, dents de scie, etc...)

Cette approche est fondamentale pour le dimensionnement des circuits et composants de puissance.

Signalez que l'adaptation d'impédance ne concerne que les montages de faible puissance (rendement : 0,5)

II - LES CIRCUITS ELECTRIQUES

2-1 - LES CIRCUITS LINEAIRES

- source de tension, source de courant
- circuits électriques - principe de superposition
lois de Kirchhoff
théorème de Thevenin
théorème de Norton
- calcul des circuits
méthode des mailles
méthode des noeuds

2-2 - DIPOLES ET QUADRIPOLES

- quadripôles du premier et second ordre
diagramme de Bode
fonction de transfert
- exemples de filtres du premier et second ordre
- circuits couplés
couplage inductif
couplage capacitif

2-3 - CIRCUITS RC, RL ET RLC EN REGIME TRANSITOIRE

- régime libre
- régime forcé résultant de l'application de différents signaux
- facteur de qualité (aspect énergétique)

III - ELECTROMAGNETISME

- champ magnétique créé par un courant (loi de Biot et Savart)
- flux d'induction magnétique (loi de Laplace)
- travail des forces électromagnétiques
- circulation du champ magnétique (théorème d'Ampère)
- lois de l'induction
force électromotrice
courants induits

On s'attachera à illustrer cette partie avec des exemples concrets issus des circuits réels (machines à courant continu et transformateurs).

- auto induction et mutuelle induction
- énergie électromagnétique
- notions sur les matériaux ferro-magnétiques
- courbe d'aimantation
- perméabilité
- cycle d'hystérésis
- circuits magnétiques réels, réductance

IV - LE TRANSFORMATEUR

4-1 - EQUATIONS GENERALES

- transformateur parfait
- transformateur réel
- schémas équivalents

4-2 - BILAN DES PUISSANCES - RENDEMENT

4-3 - AUTOTRANSFORMATEUR - TRANSFORMATEUR DE MESURE

On s'attachera au fonctionnement à tension et fréquence constantes

On montrera l'influence de la saturation sur le courant transitoire lors de la mise sous tension.

Le calcul des transformateurs de 500 VA pourra être fait au bureau d'études.

V - LE REDRESSEMENT MONOPHASE

5-1 - CARACTERISATION DES DIODES ET THYRISTORS

5-2 - MONTAGES REDRESSEURS ELEMENTAIRES

- charge résistive
- alimentation de tension, filtrage capacitif
- alimentation de courant, filtrage sélectif, diode de roue libre

5-3 - REDRESSEMENT MONOPHASE COMMANDE

- débit sur charge passive (R, L)
- débit sur charge active (R, L, E)

Il s'agit de bien différencier l'alimentation de tension de l'alimentation de courant.

VI - CONVERTISSEUR ELECTROMECHANIQUE A COURANT CONTINU

6-1 - CONVERSION ELECTROMECHANIQUE

- constitution d'une machine
- réversibilité
- bilan énergétique

6-2 - EQUATIONS FONDAMENTALES

- force électromotrice
- couple électromagnétique

6-3 - FONCTIONNEMENT A VIDE ET EN CHARGE

- caractéristique à vide
- caractéristique en charge : tension - courant
- couple - vitesse
- fonctionnement idéal et fonctionnement réel

6-4 - REGIMES DE CHARGE

- point de fonctionnement d'un ensemble générateur-récepteur
- stabilité

6-5 - FONCTIONNEMENT EN REGIME VARIABLE

- démarrage des moteurs
- changement de régime : influence de l'induction et du moment d'inertie
- fonctionnement dans plusieurs quadrants
- freinage rhéostatique en récupération à contre courant
- alimentation par redressement commandé en courant
- nécessité d'une limitation de courant

En ce début d'étude, on considère une machine parfaite à laquelle s'applique le principe de conservation de l'énergie.

On montrera que les relations établies s'appliquent aux deux fonctionnements possibles : générateur et moteur.

Eviter tout développement mathématique, insister sur l'aspect physique.

Bien mettre en évidence la disparité entre constante de temps mécanique et constante de temps électrique. Nécessité d'une limitation de courant.

VII - SYSTEMES POLYPHASES

7-1 - DEFINITIONS GENERALES ET PROPRIETES

- montage en étoile et en polygone
- cas particulier du système triphasé équilibré
- réseau équilibré sur charge déséquilibrée
- mesure des puissances active et réactive

On donnera les définitions et relations générales relatives aux systèmes polyphasés mais on insistera surtout sur le système triphasé. L'étude systématique des régimes déséquilibrés sera faite en deuxième année en option électrotechnique.

Il n'est pas souhaitable de passer en revue tous les montages possibles en mesure de puissances. On verra uniquement les plus usuels.

On montrera la possibilité d'un déphasage entre les tensions primaire et secondaire correspondantes suivant le couplage des enroulements primaires et secondaires.

VIII - LES COMPOSANTS ACTIFS DE L'ELECTRONIQUE

1-1 - LA DIODE

- caractéristique $I = I_S (e^{\frac{eV}{kT}} - 1)$
- influence de la température
- applications :
 - redressement
 - écrêtage
- le circuit diode-capacité, doubleur, tripleur
- transposition de tension, détection crête
- effet Zener et diodes « Zener »

1-2 - LE TRANSISTOR A JONCTION

- caractéristiques de transfert

$$I_C = \beta I_B$$

$$I_C = I_S (e^{eV_{BE}/kT} - 1)$$

- influence de la température
- notion de point de fonctionnement et pouvoir amplificateur
 - gain de courant β
 - transconductance g_m
 - linéarisation de la caractéristique
- les circuits de polarisation :
 - droite de charge statique
 - point de fonctionnement
 - liaison capacitive
- les trois montages de base :
 - schémas de polarisation
 - schéma équivalent (sans rétroaction)
 - impédance de sortie
 - impédance d'entrée
- le montage à charge répartie
- la liaison à la charge :
 - liaison capacitive
 - liaison par transformateur
 - droite de charge dynamique
 - distorsion
- dimensionnement de l'étage
 - choix du point de fonctionnement
 - puissance dissipée dans le transistor
 - calcul du radiateur
 - stabilité thermique
- limitation en fréquence
 - f_T
 - gain en courant
 - gain en puissance adapté

1-3 - LE TRANSISTOR A EFFET DE CHAMP

On suivra la même démarche que pour le transistor à jonctions. L'amplification de puissance permettra d'introduire les VMOS (2ème année)

On présentera la diode et ses propriétés à partir de ses caractéristiques pour insister sur ses applications.

L'effet de la température sera décrit qualitativement et on donnera le coefficient -2mV/K comme représentant l'effet global.

Même démarche pour le transistor dont la description doit être faite à partir des caractéristiques de transfert.

Comme pour la diode.

Bien montrer que le gain en courant n'est pas une amplification.

Fondamental : il s'agit de sensibiliser les étudiants sur l'amplitude maximum de signaux obtenus en fonction du choix du point de fonctionnement. Usage de β pour calculer les éléments de polarisation.

Il est inutile d'utiliser une représentation sous forme d'un quadripôle mais donner des ordres de grandeur qui évitent les calculs compliqués. On s'appuyera essentiellement sur les caractéristiques réelles des transistors.

Evaluer les propriétés par raisonnement simple, sans calcul sur schéma équivalent.

Insister sur la formule : $g_m R_L$

Il s'agit de montrer l'importance du choix d'une liaison à la charge pour obtenir l'amplitude désirée en courant ou en tension sur la charge.

Fondamental pour la formation du technicien, cette partie doit l'amener à savoir choisir son transistor, son radiateur et son montage.

Il est inutile d'introduire des schémas équivalents compliqués ; mais utiliser les caractéristiques réelles pour décrire le fonctionnement du transistor.

IX - LES CIRCUITS INTEGRES LINEAIRES

2-1 - LE MIROIR DE COURANT

- principe
- les différents types

2-2 - L'AMPLIFICATEUR DIFFERENTIEL

- Polarisation
 - par source de courant
 - par résistance
- Caractéristique
 - zone linéaire
 - zone non linéaire
 - transconductance
 - gain en mode différentiel
 - gain en mode commun

Le circuit fondamental des circuits intégrés.

Il faut bien insister sur les deux régimes possibles et l'illustrer par des exemples (amplificateur et écrêteur). On peut également relier le gain du montage au choix des polarisations.

- La liaison continue et le problème des décalages compensation du décalage de tension suppression du décalage de courant intérêt du différentiel à FET
- L'amplificateur à transconductance réglable (OTA)

2-3 - L'AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL

- L'amplificateur parfait les montages de base applications linéaires applications non linéaires
- L'amplificateur réel compensation des décalages gain et impédances d'entrée et de sortie les limitations en fréquence, dV/dt maximum
- Les filtres actifs exemples du 1er et 2ème ordre

On décrira les propriétés de l'amplificateur différentiel chargé par un miroir de courant, circuit de base des circuits intégrés.

Il s'agit d'aborder de la manière la plus simple possible cette partie fondamentale du cours en présentant le maximum d'applications linéaires ou non linéaires (amplificateur logarithmique, détection sans seuil, etc...)

X - L'AMPLIFICATEUR BOUCLE

3-1 - EFFET MILLER

application à la configuration CASCODE

3-2 - STABILITE DE LA BOUCLE

critère de NYQUIST stabilisation de l'amplificateur opérationnel

3-3 - LA BOUCLE STABLE : CONTRE REACTION

- Propriétés générales gain impédances d'entrée et de sortie bande passante
- Applications à l'alimentation stabilisée structure d'un régulateur intégré stabilisation de tension stabilisation de courant

3-4 - LA BOUCLE INSTABLE : OSCILLATEURS

- Oscillateurs sinusoïdaux condition de démarrage amplitude de l'oscillation : limitation
- Les circuits non linéaires de l'amplificateur opérationnel comparateur trigger monostable et astable

Une première conséquence de la boucle toujours présente.

Faire une présentation très simple et sans calculs.

Il ne faut plus faire la théorie générale de la contre réaction mais choisir un certain nombre d'exemples concrets où le calcul direct est plus facile et qui permettent de bien appréhender celle-ci.

Particulièrement important pour le technicien; Il s'agit de décrire et de présenter les principaux régulateurs disponibles.

Bien montrer la liaison existant entre le choix des polarisations et l'amplitude de l'oscillation en résultant, ainsi que sa pureté (conditions pour obtenir une oscillation sinusoïdale).

Générateur de dents de scie.

2^{ème} année Electronique (suite)

I - DIODES ET TRANSISTORS EN REGIME DE COMMUTATION

1-1 - BLOCAGE D'UNE DIODE

- Diode rapide
- L'écrêtage

1-2 - COMMUTATION DU TRANSISTOR BIPOLAIRE

- Transistor bipolaire saturé et bloqué
- Passage d'un état à l'autre influence de f_T et β

1-3 - AMELIORATION DE LA COMMUTATION DES DIODES ET TRANSISTORS BIPOLAIRES

1-4 - LE CAS PARTICULIER DU MOST

On se limitera à l'aspect macroscopique des phénomènes.

Il serait intéressant de calculer l'énergie mise en jeu dans une commutation sur charges résistive et réactive.

Suite page 15

Simulation numérique d'un contrôle PID

par Bruno ROSSETTO, Maître Assistant à l'IUT de Toulon,
83130 LA GARDE
(Enseignant en Mathématiques et coresponsable des Travaux Pratiques)

TRAVAUX PRATIQUES

SIMULATION NUMERIQUE D'UNE REGULATION PID

Nous proposons un module complet d'enseignement (Cours, T.D. et T.P.) permettant aux étudiants de 2ème année de simuler un processus connu, perturbé par un signal quelconque et contrôlé par une régulation, et d'étudier l'influence des actions proportionnelle, intégrale et dérivée. La fonction de transfert choisie pour le processus permettrait de décrire - au moins localement et en première approximation - bien des systèmes stationnaires, mais il serait très simple - par exemple pour le contrôle (... de Travaux Pratiques) d'en changer.

Ce qui illustre bien l'actualité et l'avantage qu'il y a à utiliser les techniques purement numériques pour un tel sujet, c'est le prix de revient étonnamment bas de cette manipulation : 2 000 Frs environ au minimum (calculatrice de poche TI 59 à carte magnétique) et 4 000 Frs environ au maximum si l'on veut y adjoindre l'imprimante (qui sert en outre... d'antivol). Cet argument, ajouté à la fiabilité est, en effet, de nature à faire réfléchir le responsable de Laboratoire aussi bien que le futur automaticien ou électronicien.

Ce travail doit se faire, bien entendu, en collaboration avec les responsables du cours d'Automatique : G. ENEA, professeur d'Automatique au département, a rédigé les paragraphes III et IV de la partie pratique.

Je m'engage à envoyer le programme à tout enseignant qui en ferait une demande accompagnée d'une carte magnétique.

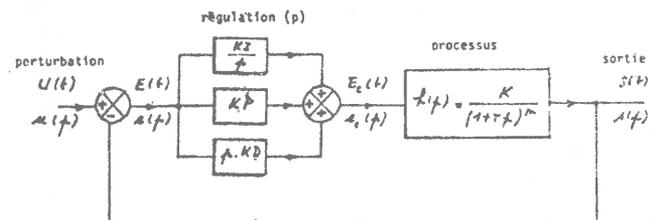
Je remercie Mme Salvador pour l'aide précieuse qu'elle m'a fournie dans la mise en ordre et la frappe de mes notes.

NDLR :

Les nécessités de l'actualité contraignent la rédaction à publier cette manipulation sur deux numéros successifs. Pour bien montrer le but à atteindre, il a paru préférable de faire paraître d'abord la partie pratique. Les fondements théoriques, qui font partie intégrante de ce module d'enseignement seront publiés dans le numéro 5, sortant en mai-juin 1982.

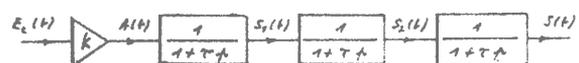
La simulation par ordinateur est très employée par l'automaticien. Nous développons ici l'exemple d'un processus connu perturbé par un signal déterministe et contrôlé par une régulation de type PID.

1 POSITION DU PROBLEME



Considérons le processus linéaire stationnaire d'ordre m dont la fonction de transfert est

$$h(p) = \frac{K}{(1 + \tau p)^m}$$



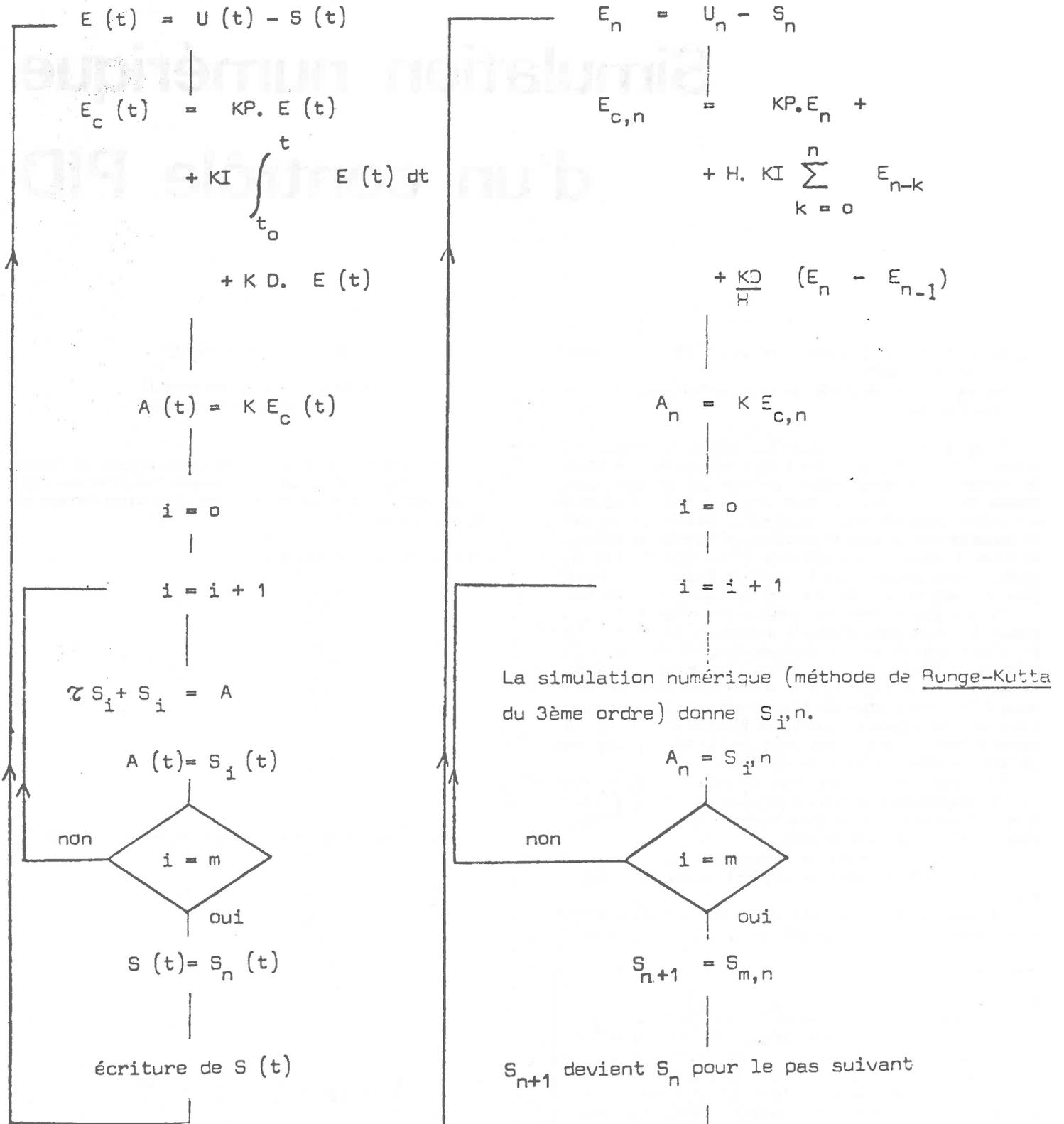
Nous décomposons $h(p)$ selon le schéma ci-dessus ($m \leq 3$)
La fonction de transfert du régulateur PID s'écrit :

$$c(p) = \frac{e_c(p)}{e(p)} = Kp + \frac{KI}{p} + p Kd$$

T.P. CLES EN MAIN

II - ORGANIGRAMME DU PROGRAMME DE RESOLUTION DES EQUATIONS DIFFERENTIELLES

Nous sommes donc amenés à résoudre les équations intéro-différentielles suivantes (l'approximation de $E(t_n)$ est notée E_n) :



(on se reportera au cours de TMEA pour la méthode de simulation)

T.P. CLES EN MAIN

3. PREPARATION. On prendra $K = 2$, $\tau = 5s$, $T = \theta = 5s$.
 Pas de régulation : $c(p) = 1$ ($K_P = 1$, $K_I = K_D = 0$)
 Tracer $h(\omega)$ dans le plan de Nyquist pour $m = 1, 2, 3$.
 Remarques sur la stabilité.

Processus du 1er ordre ($m = 1$)

On veut réaliser une régulation «idéale : $c(p) h(p) =$

$$\frac{\lambda}{T_p} \text{ avec } \lambda=5$$

Déterminer $c(p)$. Donner l'allure de la réponse indicielle du système corrigé en boucle fermée ($S(0) = 0$).

Processus du 2nd ordre ($m = 2$)

On veut réaliser une régulation «parfaite» :

$$c(p) h(p) = \frac{\lambda}{T_p} \frac{1}{1 + \theta p} \quad (\lambda=1)$$

et avoir, en b. f., $Z = 0,5$. Déterminer $c(p)$. Donner l'allure de la réponse indicielle du système corrigé en b.f. ($S(0) = 0$).

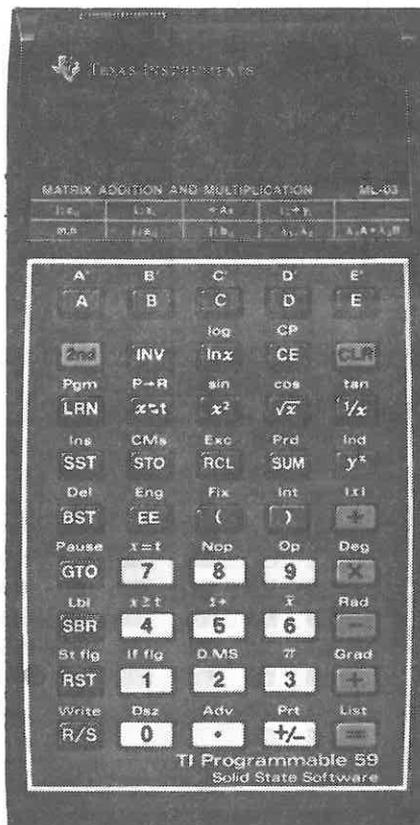
Processus du 3ème ordre ($m = 3$)

On veut réaliser une régulation parfaite et avoir :

$$Z = \sqrt{2}/2.$$

Déterminer $c(p)$.

Structure PID série



Nous envisageons une structure PID série au lieu de la structure PID mixte. Déterminer les relations entre K_R , T_i et T_D d'une part et K_P , K_I , K_D d'autre part.

Quelles sont les valeurs à donner à K_R , T_i et T_D pour répondre aux 4 questions précédentes ?

4. MANIPULATION

Lecture d'une carte magnétique

CLR

Remise à zéro

INV 2nd FIX 1. Pour enregistrer la 1ère partie du programme introduire la carte sous l'afficheur LED. Le moteur se met en marche. Retirer la carte vers la gauche après opération. Recommencer si l'affichage clignote.

2. Mêmes opérations pour lire la 2ème partie du programme

Impression d'un résultat sur l'imprimante

Le résultat actuellement affiché sur les LED de la calculatrice s'inscrit sur le papier en appuyant sur la touche PRINT de l'imprimante.

Exécution des programmes

a) introduction des données

Avant toute exécution, faire les opérations suivantes :
 2nd CMS Effacement de toutes les mémoires

H STO 0 7 Introduction du pas de discrétisation H dans le registre 07

Introduire de la même manière K_P en 00, K_I en 01, K_D en 02 et m en 18, en accord avec ce qui est écrit sur chaque carte magnétique

RST

Remise à zéro du compteur programme

R/S

Exécution

R/S

Arrêt immédiat de l'exécution

b) Au cours de l'exécution, la machine imprime la valeur des ctes H , K_P , K_I , K_D , m .

Elle imprime ensuite, au bout de quelques secondes, la valeur numérique approchée de la réponse indicielle, pas après pas, en vue d'un tracé sur papier millimétré.

Tracés des réponses indicielles :

a) $K_P = 1$, $K_I = K_D = 0$ et $H = 0,5$ par exemple.

Simuler la réponse indicielle dans les 3 cas $m = 1, 2$ ou 3 .

b) Simuler la réponse dans le cas des processus des 1er et 2nd ordre correspondant à la préparation (voir paragraphes 32 et 33). On prendra $H = 0,5$.

c) Dans le cas du système du 3ème ordre du paragraphe 34, prendre $H = 1s$ pour simuler la réponse indicielle.

d) Dans ce dernier cas, augmenter K_D (puis K_P) pour étudier qualitativement l'effet d'une action dérivée (respectivement intégrale) plus importante.

Remarques sur le compromis temps de réponse-stabilité.

T.P. CLES EN MAIN (A SUIVRE)

TITLE Simulation numérique PAGE 1 OF 1
 TITEL SEITE VON DE
 TITRE PAGE DE
 PROGRAMMER B. R. DATE 1er janv. 81
 PROGRAMMIERER DATUM
 PROGRAMMEUR DATE
 Partitioning (Op 17) implicite Library Module normal Printer oui Cards 1
 Speicher-Bereichsverteilung Software-Modul Drucker Karten
 Partition (Op.17) Module enfichable Imprimante Cartes

TI PROGRAM RECORD
 PROGRAM RECORD
 PROGRAMM-BERICHT
 FICHE PROGRAMME



PROGRAM DESCRIPTION • PROGRAMM BESCHREIBUNG • DESCRIPTION DU PROGRAMME

Simulation numérique de la réponse d'un système dont la fonction de transfert est donnée par $h(p) = \frac{K}{(1 + \tau p)^m}$, contrôlé par une régulation PID, $c(p) = KP + \frac{KI}{p} + p KD$.

USER INSTRUCTIONS • BENUTZER INSTRUKTIONEN • MODE D'EMPLOI

STEP SCHRIFFT SEQUENCE	PROCEDURE PROZEDUR PROCEDURE	ENTER EINGABE INTRODUIRE	PRESS BEFEHL APPUYER SUR	DISPLAY ANZEIGE AFFICHAGE
1	Chargement du programme		INV 2 nd FIX	*
	Introduire la carte magn. côté 1		1	*
	Introduire la carte côté 2		2	1
2	Initialisations		2 nd CMS	*
		H	STO 0 7	H
		KP	STO 0 0	KP
		KI	STO 0 1	KI
		KD	STO 0 2	KD
		m	STO 1 8	m
3	Lancement de l'exécution		RST R/S	*
			R/S	S_1, S_2, \dots, S_i
4	Arrêt immédiat de l'exécution		R/S	
5	Tracé d'une nouvelle courbe : réinitialiser en 2)			

USER DEFINED KEYS PROGRAMM-ADRESSTASTEN TOUCHES UTILISATEUR	DATA REGISTERS DATENSPEICHER REGISTRES-MEMOIRE ([BW] [R])	LABELS (Op 08) LABELS (Op 08) LABELS (Op 08)
A	0 KP	1 ⁰ En
B	1 KI	1 ¹ $\sum E_n$
C	2 KD	1 ² n
D	3 m	1 ³
E	4 X_n	1 ⁴ intégrale
A'	5 $k_{1/2}$	1 ⁵ dérivée
B'	6 H/2	1 ⁶ A_n
C'	7 H	1 ⁷ adressage indirect
D'	8 $X(t_{n+1})$	1 ⁸ m
E'	9 t_n	1 ⁹ i
FLAGS FLAGS DRAPEAUX	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	

21 adresse : 20+m
 22 adresse : 20+m

II - L'AMPLIFICATION DE PUISSANCE

1-1 - LE RENDEMENT D'UN ETAGE DE PUISSANCE

- L'émetteur commun classique
- Liaison par transformateur
- La polarisation en classe B et C
rendement théorique
restitution du signal incident (filtrage)

1-2 - LE TRANSISTOR EN CLASSE B ET C

- Les circuits de polarisation
- Linéarité de la classe B et non linéarité en classe C
- Adaptation d'impédances à l'entrée et à la sortie
- Rendement réel
- Doubleur et tripleur de fréquence

1-3 L'AMPLIFICATION DE PUISSANCE BASSE FREQUENCE

- Le montage symétrique
- Stabilité thermique
- Influence de la contre réaction sur la distorsion
- Limitations en fréquence

Le cours doit être orienté vers les problèmes de dimensionnement:

- choix du transistor
- choix de la tension d'alimentation
- calcul de radiateur (stabilité thermique)
- rendement réel

Le faible gain en puissance d'un étage permet d'introduire la nécessité d'adaptation d'impédances à l'entrée et à la sortie ainsi que les problèmes en résultant en haute fréquence.

La non linéarité de ce type d'étage doit être soulignée.

III - TRANSMISSION DU SIGNAL PAR PORTEUSE SINUSOIDALE

3-1 - LA MODULATION D'AMPLITUDE

- Propriétés du signal modulé en amplitude
spectre et occupation spectrale
taux de modulation
modulation d'amplitude à porteuse supprimée
bande latérale unique
- Les diverses méthodes de modulation :
par variation de la transconductance d'un amplificateur
par mélangeur équilibré ou multiplicateur analogique
par échantillonnage
modulation par le collecteur
- La détection
la détection crête
la détection par mélangeur équilibré ou multiplicateur analogique
la détection synchrone (récupération de la porteuse)
la détection par échantillonnage
la détection quadratique

3-2 - LES MODULATIONS DE FREQUENCE ET DE PHASE

- Phase et fréquence instantanées d'un signal
- Propriétés des signaux modulés en fréquence et en phase
équations
spectre - occupation spectrale
paramètres de modulation
passage d'une modulation à l'autre
- La modulation
l'oscillateur à capacité variable
l'oscillateur à quartz et sa modulation
modulations par sauts de fréquence et de phase
- La démodulation
le détecteur de rapport
le discriminateur à coïncidences

3-3 - LES BOUCLES A VERROUILLAGE DE PHASE (PLL)

- Constitution et équilibre statique, plage de capture-plage de poursuite,
les différents circuits intégrés
- Fonctionnement dynamique
schéma fonctionnel
réponse aux excitations fondamentales
stabilité et calcul du filtre
- Applications
démodulation de fréquence (décodeur stéréo)
démodulation d'amplitude avec récupération de la porteuse
translation de fréquence
multiplication et division de fréquence
synthèse de fréquence
modulation de la phase

Ce chapitre doit donner une vue synthétique des différentes manipulations effectuées sur un signal pour assurer sa transmission. Les considérations spectrales sont primordiales pour expliquer le fonctionnement des divers circuits.

C'est l'occasion de revoir le différentiel et l'OTA.
On devra passer en revue les différents circuits intégrés assurant ces fonctions et signaler un grand nombre d'applications comme
l'atténuateur variable
le discriminateur de phase
le doubleur de fréquence

L'association multiplicateur analogique-amplificateur opérationnel pourra également être étudiée pour ses applications au calcul analogique.

L'échantillonneur sera étudié plus tard.

Il est intéressant d'étudier des circuits d'émetteurs en modulation d'amplitude et de fréquence.

On s'intéresse plus particulièrement aux circuits intégrés.

Utiliser les circuits intégrés et étudier le récepteur RADIO.

On pourra différencier le fonctionnement du comparateur de phase en mélangeur équilibré et en discriminateur de phase. Introduire le discriminateur de phase logique. Cette partie peut être traitée indifféremment en Automatique et en Electronique.

On ne manquera pas d'évoquer les transmissions binaires en modulation de fréquence (FSK).

IV - LA MODULATION CODEE

4-1 - L'ECHANTILLONNAGE

- Reconstitution du signal à partir des échantillons
- Théorème d'échantillonnage
- Transformée de Fourier discrète

4-2 - PRINCIPE DE LA MODULATION CODEE

- La quantification
- Le bruit de quantification
- La conversion analogique/numérique
- Echantillonnage et maintien

4-3 - LA TRANSMISSION DE PLUSIEURS SIGNAUX

- Multiplexage
- Vitesse d'échantillonnage

4-4 - LA RECEPTION

- La conversion numérique/analogique
- Le démultiplexage

2^{ème} année

Electrotechnique

I - CONVERTISSEURS STATIQUES

1-1 - CARACTERISTIQUES STATIQUES ET DYNAMIQUES DES COMPOSANTS SEMI-CONDUCTEURS DE PUISSANCE

- diodes et thyristors
- transistors bipolaires et MOS

1-2 - DISPOSITIFS DE COMMANDE

- montages usuels
- principes de fonctionnement

1-3 - CONVERSION ALTERNATIF-CONTINU : MONTAGES REDRESSEURS POLYPHASES USUELS

- influence de la nature de la charge sur les régimes de conduction
- étude des signaux selon les régimes
- dimensionnement, facteur de puissance
- fonctionnement en récupération : onduleur non autonome

1-4 - CONVERSION CONTINU-CONTINU : HACHEURS

- structures : hacheur série, hacheur parallèle
- étude des signaux selon les régimes de conduction
- réalisation à thyristors : circuits de blocage
- réalisation à transistors : circuits de commande de base, circuits d'aide à la commutation
- circuits de filtrage

1-5 - CONVERSION CONTINU-ALTERNATIF : ONDULEURS AUTONOMES

- structures :
 - onduleur de tension, commutateur de courant
 - commutation naturelle, commutation forcée
- différentes versions :
 - charge oscillante
 - commande en modulation de largeur d'impulsion
- montages monophasés et triphasés

Le chapitre I est orienté vers l'étude des structures des convertisseurs et de leur dimensionnement. Leurs emplois sur des charges industrielles seront développés au chapitre III.

1-1 - On donnera pour chaque famille les conditions d'utilisation : performances et limites d'emploi (courant, fréquence...)

1-2 - Ce paragraphe peut être traité après l'étude de quelques montages usuels.

1-3 - L'étude des signaux doit conduire au dimensionnement des composants et du transformateur.

1-4 - On pourra signaler que la plupart des alimentations à découpage ont une structure de hacheur.

1-5 - On justifiera les applications principales des onduleurs :

- fréquence constante : alimentation de sécurité
- fréquence variable : commande de moteurs

II - CONVERTISSEURS ELECTROMECHANIQUES A COURANT ALTERNATIF

2-1 - ETUDE DES FORMES MAGNETOTRICES TOURNANTES

- structure bipolaire

Dans le traitement du chapitre II, on se bornera à présenter les caractéristiques essentielles de chaque machine et on mettra l'accent sur leur utilisation et leurs limites d'emploi.

2-1 - Cette étude doit permettre de présenter le principe de fonctionnement de certaines machines et notamment celles utilisées dans les au-

- structure multipolaire
- application : moteur pas à pas, synchro, machines, etc...

2-2 - MACHINES SYNCHRONES

- générateur triphasé
 - description analytique de la machine
 - fonctionnement à vide et en charge
 - réactance synchrone, schéma équivalent de la machine non saturée
- machine synchrone sur un réseau
 - problème de mise en route et de couplage
 - réversibilité : fonctionnement en alternateur ou en moteur synchrone
 - réglage des puissances active et réactive

2-3 - MACHINE A INDUCTION TRIPHASEE

- description analytique de la machine
- mouvement relatif, glissement
- bilan de puissance, étude du couple
- différents types de fonctionnement
- schéma équivalent simplifié, diagramme du cercle simplifié
- actions sur la vitesse

tomatismes. Selon les cas, cette présentation peut être reportée au moment jugé le plus adapté.

2-2 - La machine est tout d'abord étudiée en tant que composant. A cette occasion on pourra montrer l'intérêt d'un schéma équivalent simple qui - bien que conduisant à des résultats numériques peu précis - permet de procéder à une étude qualitative aisée de tous les fonctionnements usuels de la machine.

2-3 - Comparer les structures à «rotor bobiné» et à «cage d'écureuil».

Il paraît utile de préciser que le moteur industriel le plus employé correspond au fonctionnement en moteur asynchrone de la machine à induction. Montrer ses propriétés et ses limites d'emploi.

Dans le cas de l'alimentation à fréquence variable, on justifiera la relation $\frac{V}{f} = \text{constante}$.

III - ASSOCIATION DES CONVERTISSEURS

3-1 - ALIMENTATION DES MACHINES A COURANT CONTINU

- par redresseur commandé
- par hacheur
- fonctionnement dans plusieurs quadrants

3-2 - ALIMENTATION DES MACHINES A COURANT ALTERNATIF

- machine synchrone auto-pilotée
- machine asynchrone alimentée à fréquence variable
- cascade hyposynchrone : récupération de l'énergie de glissement

3-3 - INFLUENCE DES FORMES D'ONDE

- pertes supplémentaires
- puissance disponible
- filtrages

Le chapitre III concerne pour l'essentiel les dispositions de variation et de régulation de vitesse.

Les principaux systèmes variateurs seront présentés mais l'on pourra procéder à l'étude complète de l'un d'eux en analysant notamment :

- le circuit de puissance : signaux et transferts d'énergie
- les circuits de commande et de protection
- les circuits de régulation

3-1 - On pourra, à partir de l'exemple du moteur à courant continu; montrer l'influence du facteur de forme :

- valeur moyenne du courant correspondant au-couple
- valeur efficace du courant correspondant à l'échauffement

On se bornera, pour l'essentiel, à montrer qualitativement les différences avec le régime continu ou le régime sinusoïdal des machines alimentées de façon conventionnelle.

2^{ème} année Asservissements

I - THEORIE DE L'AUTOMATIQUE

1-1 - NOTIONS DE SYSTEMES ASSERVIS

- 1-1-1 - Systèmes de commande en boucle ouverte
 - variables de commande
 - variables de sortie-perturbations
- 1-1-2 - Nécessité d'un contrôle
 - intervention manuelle
 - notion de boucle
- 1-1-3 - Automatisation des systèmes
 - Systèmes en boucle fermée
 - suppression de l'intervention humaine : automatisation
 - éléments essentiels d'un système en boucle fermée
 - chaîne directe
 - chaîne de retour
 - comparateur

Quelques exemples simples des systèmes :

- chauffage d'un bâtiment
 - régulation de vitesse
 - pilotage d'un avion
- permettent d'introduire la notion de système et les grandeurs qui le caractérisent.

Le manque de précision, l'influence des perturbations montrent la nécessité d'un contrôle pratiquement permanent de l'état des variables de sortie. On introduit alors la notion de boucle par l'intervention humaine qui doit agir sur les variables d'entrée pour maintenir la sortie dans l'état désiré.

A partir des exemples utilisés au paragraphe 1-1-1, on peut donner des exemples de régulation ou de commande de processus.

1-2 - THEORIE DES SYSTEMES BOUCLES

- 1-2-1 - La commande en boucle fermée :
 - avantage de la structure en boucle fermée sur la structure en boucle ouverte : amélioration de la précision, diminution de la sensibilité aux perturbations
- 1-2-2 - Caractérisation des performances d'un système bouclé :
 - performances en asservissement et en régulateur
 - performances statiques et performances dynamiques : stabilité
 - diminution de la sensibilité aux variations des paramètres du processus
 - linéarisation
 - Inconvénient de la commande en boucle fermée : dilemme stabilité/précision
- 1-2-3 - Théorie des systèmes linéaires à une boucle de commande

- a) Relation gain-précision statique
 - étude de la précision en fonction du signal de référence
 - rôle des intégrateurs
- b) Stabilité
 - conditions mathématiques de stabilité : interprétation du critère de Nyquist dans les plans de Bode et Black
 - degré de stabilité : marge de gain et marge de phase
- c) Détermination des organes de commande (correcteurs, régulateurs)
 - différents types de commandes : action proportionnelle, action intégrale (retard de phase), action dérivée (avance de phase)
- d) Analyse harmonique
 - abaque de Black
 - réglage dans le plan de Bode
- e) Analyse indiciaire : méthodes de Strejc, Ziegler et Nichols commandes P, PI, PID

- 1-2-4 - Notions sur les non linéarités :
- saturation
 - jeu
 - hystérésis
 - seuil
- Méthode du premier harmonique

Il est important de comprendre qu'un modèle grossier, d'ordre peu élevé représentant les grandes lignes du comportement d'un processus peut suffire à élaborer un organe de commande. Cette notion de modèle simple s'oppose à celle de modèle d'ordre élevé où tous les phénomènes physiques microscopiques auraient été décrits. Par mise en équation, il faut entendre celle des organes mécaniques simples, des moteurs, des procédés à bacs, des enceintes thermiques..., exemples que l'on introduit classiquement en travaux dirigés et travaux pratiques.

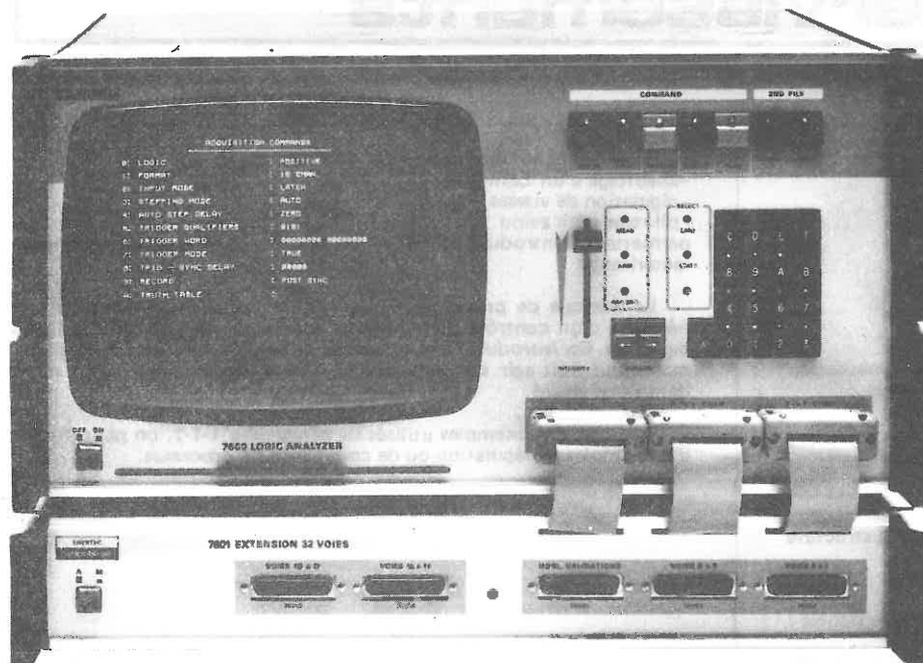
Il s'agit là de sensibiliser les étudiants aux non linéarités classiques apparaissant dans tous les servomécanismes et les perturbations qui en découlent : imprécision - oscillation parasites - dégradation du temps de réponse.

II - COMPOSANTS DE L'AUTOMATIQUE

- 2-1 - CAPTEURS
- Potentiomètres d'asservissement
 - Transformateurs différentiels
 - Machines tachymétriques
- 2-2 - MOTEURS SPECIFIQUES AUX ASSERVISSEMENTS
- Moteurs à faible constante de temps
 - Moteurs biphasés
 - Comportement en régime transitoire

Tous ces composants sont vus en travaux pratiques. On fera une manipulation sur le moteur pas à pas.

analyseur logique 7600



ENERTEC
Schlumberger

ENERTEC, département instrumentation générale, 5 rue Daguerre, 42030 St-Etienne cedex
Direction commerciale : 1 rue Nieuport, 78140 Vélizy-Villacoublay, tél. (3) 946.96.50, télex ENERVIL 698 225

Agences : Grenoble (76) 54.04.72, Marseille (91) 66.68.21, Nancy (8) 336.70.86, Rennes (99) 38.00.56,
Saint-Etienne (77) 57.91.15 Toulouse (61) 80.35.04, Vélizy (3) 946.96.50

- **Grande simplicité d'emploi**
dialogue opérateur/écran de 23 cm à l'aide d'un clavier hexadécimal
- **Performances élevées**
16 voies 25 MHz
8 voies 50 MHz
4 voies 100 MHz
- **Universalité**
analyse des temps et des données
- **4 modes de visualisation**
niveaux : plusieurs échelles
états : codes binaire, hexadécimal, octal, ASCII, fonctions comparaison.
graphe : représentation rapide des boucles de programme.
cartographie
- **Nombreuses options**
extension 32 voies ;
interface RS232C, IEEE488 ;
sondes de déclenchement ;
pince microprocesseur ;
sortie vidéo.

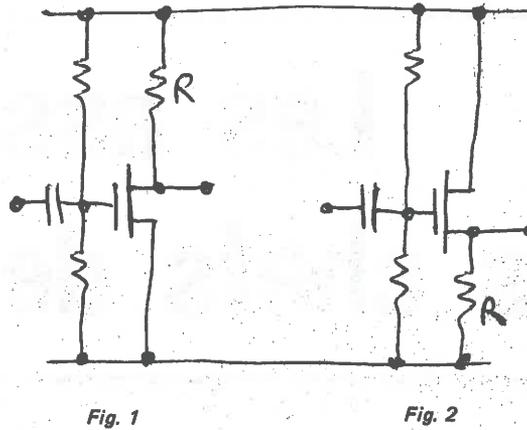
Questions sans réponses

(posées dans GeSi No 1 de mars 81)

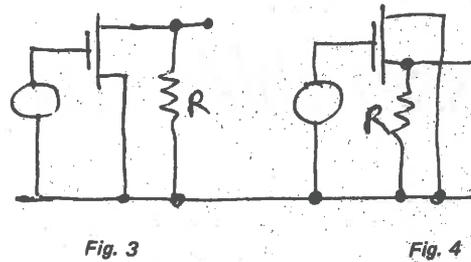
Nous avons tous rencontré dans notre travail quotidien des raisonnements théoriques paradoxaux de même que des montages et des dispositifs dont le comportement ne semble pas conforme à la théorie.

Cette rubrique est donc ouverte pour faire connaître ces difficultés à l'ensemble des lecteurs du Bulletin, mais aussi pour faire contribuer ces derniers à la recherche de la solution, si elle reste à trouver (réponse à adresser à la Rédaction du Bulletin bien entendu).

Ces deux schémas sont identiques. Pourquoi les résultats ne le sont-ils pas ?



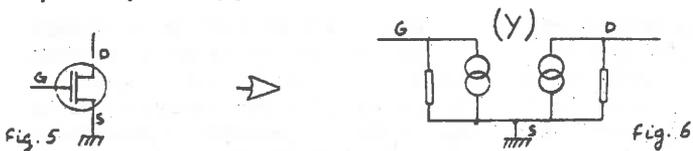
La figure 1 ci-dessous représente le schéma d'un transistor à effet de champ monté en source commune, la figure 2 celle du même transistor monté en drain commun. Le gain en tension du premier est égal à $g_m \cdot R$, en module, celui du second voisin de 1. Or les transistors MOS étant quasiment symétriques (utilisation facile en résistance variable), le schéma aux variations pour les deux montages est représenté figures 3 et 4.



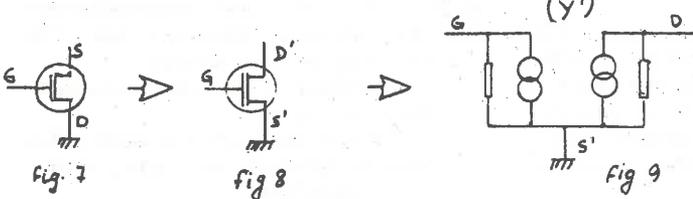
Réponses aux questions

Il est évident que les montages des figures 1 et 2 n'ont pas des propriétés identiques et il est facile de le mettre en évidence à partir des raisonnements suivants (entre autres):

1 - A un transistor MOS.FET, montage source commune, on peut associer un schéma équivalent à paramètres y_{ij}

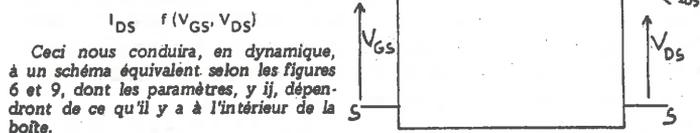


2 - Echanger source et drain crée un nouveau transistor où la source S devient un drain virtuel D', le drain devient une source virtuelle S'. Les paramètres du transistor virtuel ainsi obtenu sont y'ij.



Dans la limite où le paragraphe 2 ne semble pas évident, on peut toujours dire que le schéma équivalent du transistor n'est pas lié à des paramètres physiques mais au système de mesure des caractéristiques (les deux étant toutefois en interdépendance).

Ainsi, à la limite, si l'on a une «boîte noire» contenant un circuit, rien n'interdit de baptiser les électrodes de la façon dont elles sont représentées sur la figure. On peut toujours, cela de façon statique, tracer les réseaux représentatifs de



On obtient un phénomène analogue, et bien connu, à propos des bipolaires: lorsqu'on échange émetteur et collecteur, on obtient un transistor de même polarité, mais de caractéristiques quelque peu différentes.

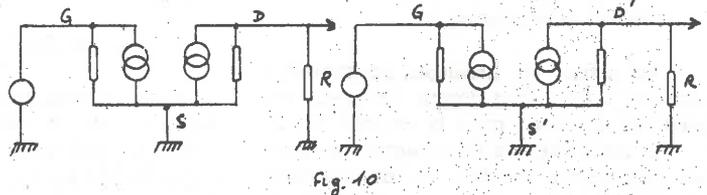
3 - Dans la technologie actuelle, les transistors MOS sont symétriques. On ne change pas les caractéristiques par un interversion Drain-Source.

Conclusion: $Y_{ij} = Y'_{ij}$

Donc la figure 9 est strictement identique à la figure 6.

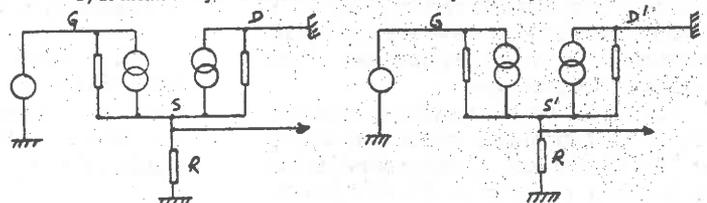
4 - En conséquence:

a) la figure 1 amenée à deux schémas équivalents possibles pour les deux combinaisons source-drain (capacité d'entrée passante).



Les deux montages ont même propriété et sont à considérer comme des sources communes.

b) de même la figure 2 amenée à deux schémas équivalents possibles:



Les deux montages ont même propriété et sont à considérer comme des drains communs. Ils ont par conséquent des propriétés différents des deux montages de la figure 10 C.Q.F.D.!

J. WAGNER (Mulhouse)

Les assemblées des chefs de département

Assemblée du 9 octobre 1981

I - INFORMATIONS

1 - Matériel pour l'enseignement de l'Informatique Industrielle

Un cahier des charges a été établi par une commission composée, entre autres, d'un membre de la C.P.N., des trois représentants d'Ecoles d'Ingénieurs, de représentants des IUT de Grenoble, Lannion, Marseille, Nantes.

Un appel à candidatures a été lancé le 25 mai. A l'heure actuelle, une dizaine de réponses ont été reçues. Une nouvelle réunion est prévue le 20 octobre

2 - Problèmes soulevés par ces nouveaux enseignements

- les délais de livraison du matériel risquent d'être fort longs. On peut espérer en disposer pour la rentrée 1982.

- les modalités de financement ne sont pas clairement établies. Il est question d'une subvention à 50 % par l'A.D.I. à charge pour les départements de financer par ailleurs (fonds propres, aides des Préfectures de région...) les 50 % restant. L'Assemblée remarque que les départements les moins favorisés seront pénalisés par ce processus.

- le report de la totalité des enseignements d'Informatique industrielle en TD et TP entraîne une lourde augmentation de la charge pédagogique des enseignants, et rend tout à fait improbable l'insertion des vacataires dans ces enseignements. De plus, les pénalités qui accompagnent pour certains personnels les enseignements de TP (ou de TR) sont de plus en

plus mal ressenties par ces personnels. Poirier insiste pour que ce problème soit étudié par l'assemblée pendant cette année universitaire 1981-1982.

- en conclusion, il apparaît une disproportion importante entre les besoins et les moyens. Mission est confiée au futur bureau de l'assemblée pour alerter la CPN, le Ministère de l'Education Nationale, le Ministère de la Recherche et de la Technologie.

- de leur côté, les départements peuvent contacter les Préfectures de région... et profiter des Assises régionales de la recherche technologique pour faire connaître les problèmes que nous rencontrons dans ce domaine.

3 - Journal GeSi

Chaque département adhèrera à l'Association loi de 1901 (900 F) ou effectuera un paiement sur facture (selon la décision de l'agent comptable). En retour de quoi, chaque département recevra soixante exemplaires de chaque numéro.

4 - Passations de pouvoirs

4-1 - C.P.N. Les mandats de Aubrun, Riaux et Thomas expirent en juin 1982. Thomas et Daumezon sont à nouveau candidats. Il faut des successeurs à Aubrun et Riaux.

4-2 - Cocodes. A travaillé pour la révision de Garaces. Participe, le 22 octobre, à la réunion des commissions Personnels et Moyens de l'assemblée des directeurs d'IUT. Biquard souhai-

te assurer sa succession. Pillon est candidat à la relève. Un tandem Biquard-Pillon va donc travailler avec Cocodes en 1981-1982.

Biquard fait remarquer que le problème soulevé par les T.P. et T.R. est le type même des réflexions que peut mener Cocodes.

5 - Ecoles d'été

L'école d'été de Lannion, à laquelle ont participé les représentants de vingt départements, a eu lieu début septembre. Un compte rendu sera envoyé à chaque département. Le problème le plus délicat a été celui de la disparité des niveaux des participants.

Marseille organisera, du 28 juin au 9 juillet 1982 (24 places, éventuellement une 2ème session en septembre) une école d'été sur le programme suivant :

1 - informatique de base et programmation structurée

2 - logiciels appliqués à la gestion des systèmes informatiques - systèmes mono et multipostes.

Un programme provisoire sera diffusé auprès des intéressés. Il ne deviendra définitif qu'après commentaires de ceux-ci.

Au delà du problème actuel de l'informatique industrielle, chacun souhaite la généralisation des écoles d'été qui permettent les échanges pédagogiques. Il faut cependant remarquer que le coût de l'opération n'est pas négligeable pour le département organisateur (salaires plus compléments de matériel)

Un autre moyen d'échanges est le jour-

nal G.E. : Biquard et Daumezon s'engagent à fournir de la copie. De même, un des participants à la visite organisée à Grasse par la Télémécanique fera un compte rendu (Gaudaire ?).

Dans le même ordre d'idées, l'A.D.I. essaye de promouvoir des stages d'enseignements dans l'industrie. Un enseignant, mis en disponibilité, pourra travailler à Grenoble, chez Merlin-Gérin (six à huit mois à partir de janvier 1982) sur : «logiciel d'aide au calcul des circuits électriques».

II - ELECTIONS DU BUREAU

La situation ayant évolué depuis l'an dernier, le bureau sortant est démissionnaire. Aucune candidature n'est relevée. Après un premier tour indicatif, un vote sur trois noms donne les résultats suivants :

- Poirier (président)
- Pillon (vice président)
- Fondanéche (secrétaire)

III - PROGRAMME DE TRAVAIL 81/82

1 - Calendrier

Réunions de l'assemblée des chefs de départements : 27 novembre 81, 22 janvier 82, 19 mars 82.

«Journées GE» 1982 : Toulouse - 10-11 juin 1982.

2 - Thèmes ou ordre du jour 27 novembre 1981 :

- nouveaux programmes de base (ex programme minimum ayant beaucoup évolué !). Exposé de la commission ad hoc.

- mise en place d'une commission maths-physique qui donnera premières conclusions lors des «Journées GE». Cette commission comprend :

Un animateur : Robert (Troyes)
Deux mathéux : X (Cachan II)
Y (Marseille) (maths EEA)

Deux physiciens : U (Rennes) (phys. EEA)
V (Ville d'Avray) (phys. EEA)

Un généraliste : M (Grenoble II)
Un EEA : N (Longwy)

Journées GE 1982

- synthèse des divers programmes d'EEAII
- premières conclusions sur les programmes de maths. physiques.

Pour l'année 1981-1982

- relations extérieures du bureau (ADI, Ministères...)
- problème des nouvelles charges pédagogiques en TP et TR.
- programme de base.
- coefficients, compte tenu des modifications de programmes. (La «Commission CPN» fera des propositions à la CPN).

RAPPORT DES MEMBRES DE LA COMMISSION DE CHOIX DES MATERIELS D'INFORMATIQUE INDUSTRIELLE

Rappel des objectifs visés : Initiation à l'informatique - Instrumentation (mise au point d'une carte) - Contrôle de processus.

Une telle machine n'existait pas sur le marché. Les soumissionnaires ont été invités à présenter une machine de base plus des options.

TENDANCE

Deux philosophies se dégagent : 6 postes individuels - Réseau, avec ressources communes, 6 postes, extension possible.

Les différences entre les matériels proposés jouent essentiellement sur deux points : - l'intégration ou non des analyseurs logiques et des émulateurs et le choix de logiciels généraux ou personnalisés.

COUT ET FINANCEMENT

Dans tous les cas, il faut compter de 300 à 360 000 F pour un équipement de base avec 6 postes de travail.

L'Agence de l'Informatique finance 50 %, le Département finance le reste sur les budgets 82 et 83. Les pré-acquisitions (sur budget 81) sont prises en compte.

Actions à mener auprès des Délégués Départementaux à l'Industrie et des Etablissements de Région.

PROBLEMES DE MAINTENANCE

Il semble que, vu la technicité des acquéreurs, le coût de la maintenance puisse descendre à environ 5 % du coût d'achat. Cela représente quand même un minimum de 15 000 F par an.

DIFFUSION DES CONCLUSIONS des Départements expérimentaux dotés en 1980.

RELATIONS AVEC L'A.D.I.

- Audience Bureau - Mme Cazala - Mme Connat du 16 - 11 - 81.
- Intervention de Mme Cazala (ADI), le 27 - 11 - 81.

L'OBJECTIF est de doter chaque département de 6 postes de développement opérationnels à la rentrée 1982.

En conséquence, le **CALENDRIER** est le suivant :

Assemblée

du 27 novembre 1981

Décembre 1981 : Définition du matériel, signature des conventions avec l'ADI, transfert des fonds à l'Université ;

Janvier 1982 : Décision de la commission informatique, (avec problème de remise en place d'une commission mixte Education Nationale - Recherche) ;

Février 1982 : Décision définitive de configuration élaborée par chaque Département.

FORMATION DE FORMATEURS

Il est envisageable de dégager un contingent d'heures complémentaires pour financer un projet de formation.

Cela suppose la fourniture d'un programme précis de formation pédagogique, le soutien efficace de la CPN, et une intervention auprès de M. Dercy.

L'ADI est favorable à toute solution (formation, utilisation du matériel, contrats de recherche) ouverte vers les PME.

CAS PARTICULIERS

Seront traités de façon ponctuelle : Les Départements «expérimentaux» dotés en 1980 ; le Département de Mulhouse, ne percevant pas la TVA ; les (3, 4, 5) Départements ayant acquis, sur fond propres, des équipements à compléter, équipements Intel, Motorola, Prolog, Genrad, H.P....

Dans chacun de ces cas seront notifiés des avenants à la convention générale.

INFORMATIONS

-Ecole d'été de Marseille : Biquard commente sa lettre. Le stage comporte deux parties - Programmation, Systèmes - éventuellement disjointes. Les dates prévues (28/6/82 - 9/7/82) sont maintenues.

- Programme de base : réunion le 21 janvier

- Commission Maths-Physique : réunion le 14 janvier

- Journées G.E. 1982 Toulouse, 10 et 11 juin.

TRANSPAC (1200 bauds, asynchrone) :

- Taxe de raccordement : 2 000 F

- Abonnement : 1 000 F par mois

- La minute : 1 centime

- Le Kocet : 6 centimes

Remboursement possible pour isolés d'un centre de calcul ou de données.

(Renseignements fournis par Vernel, Longwy).

Assemblée du 22 janvier 1982

22

I - INFORMATIONS

1.1. Convention A D I

Les départements commencent à recevoir les conventions. Un certain nombre de points demandent précision :

- Etalement sur 2 ou 3 ans de la convention ?
- 10 % ou 30 % à la commande ? Réactions des Agents Comptables ?
- Ponction de l'Université ?
- Avenants pour les Départements partiellement équipés ? Mme Cazala se rend le 29-1-82 à Marseille et Grenoble, les questions lui seront posées.

1.2. Rencontre Poirier - Le Bot (Décembre 1981)

- Travaux de la commission électrotechnique
- Dénomination G.E.I.I. (Texte à fournir aux membres de la CPN).

1.3. Commission des moyens 15-12-81 (Pillon), Salomon, Allain, Goldberg

- Création de postes : 400 pour les IUT ?
- Moyens : étudiants idem, surfaces plus 20 %

1.4 Rencontre Bureau - Dersy, (11-1-82)

- 106 heures complémentaires - 40 % des charges d'enseignement
- Le fait d'avoir regroupé - au niveau GARAGES - tous les enseignements sous la rubrique EEA ne fait pas apparaître le déficit en Informatique Industrielle.
- De façon générale, le calcul GARAGES est fondé sur une égale proportion d'enseignements théoriques et pratiques.

Les Départements G.E.I.I., pour lesquels la proportion est de 1 à 4 sont particulièrement désavantagés, tant au plan décomptes de services que dotation en H.C.

1.5. Rencontre Bureau U.I.M.M., (21-1-82)

Le Bureau est reçu par M. Debeine, Responsable des Technologies avancées, des problèmes de formation y afférant, et connaissant bien les IUT, puisque Vice Président de la C.P.N. Génie Mécanique. Accord sur les problèmes généraux des IUT : Avenir, CPN, participation des professionnels.

Réticences quant à une intervention auprès des organismes collecteurs de taxe d'apprentissage.

1.6. Cadre ENSAM

Le bureau a rédigé un questionnaire destiné à dresser le tableau de la situation réelle des enseignants de ce cadre. C'est un préalable indispensable à toute tentative de règlement de problèmes qui semblent dégénérer en situation conflictuelle.

1.7. Poursuite d'études

L'Assemblée a entendu :
Mme Levigne : IUT Créteil-CFC, Génie électrobiomédical
M. Boet : ENSEA
M. Sol : ENSET

Des documents ont été distribués.

II - COMMISSION PROGRAMME DE BASE

Exposé de Pardies

2.1. Modification des coefficients

L'Assemblée adopte les propositions de la commission, mais propose de distinguer EEA et II
Les coefficients suivants sont adoptés (enseignements théoriques)

EEA	II
1ère année : 6	2
2ème année : 7	2

2.2. Préparation des Journées GEII de Toulouse

Le programme de base, les compléments, les grilles horaires, les coefficients, seront publiés dans GESI No 3

2.3. Journées de Toulouse

Jeudi 10 juin

Matin : Exposé de la commission - Programmes d'EEA

Après-midi : 3 commissions sur les points :

- IV, V, VI, VII plus Electrotechnique 2ème année
- Electronique 1ere et 2eme année
- Automatique

Vendredi 11 juin

Matin : Rédaction des rapports - Visite du Département

Après-midi : Réunion de synthèse

III - LOI D'ORIENTATION

Voir en page 4 le document de synthèse qui sera transmis à l'Assemblée des Directeurs d'IUT.

Les rédacteurs espèrent ne pas avoir trahi les réflexions de l'Assemblée.

CALENDRIER

Une commission - dont la composition n'est pas officiellement connue - va procéder à 56 consultations :

- Partis politiques
- Syndicats
- Hommes de terrain
- Divers

Les «hommes de terrain» : Directeurs d'IUT, d'Ecoles d'Ingénieurs, Présidents de Conseils d'Administration, Présidents d'Université seront consultés le 9 mars.

Les Assemblées de Chefs de Départements se réunissent en ce moment. COCODES le 18 - 1. Le Bureau de l'Assemblée des Directeurs tient séminaire les 28, 29, 30 janvier. COCODES (Pillon) est entendue le 29. Un texte est élaboré, soumis le 4 février à l'Assemblée plénière des Directeurs d'IUT.

Il reste donc, du 4 février au 9 mars un mois pour discussions, amendements...

Le Secrétaire,
FONDANECHÉ
(Ville d'Avray)

VISITE A



Telemecanique

Il s'agit d'une visite qui fut organisée à l'initiative de Télémécanique, les 14 et 15 mai. Les responsables de cette Société souhaitaient présenter les activités de Télémécanique à un petit groupe d'enseignants des départements de Génie Electrique. Douze départements étaient représentés par quatorze enseignants, à peu près également répartis entre électroniciens et automaticiens. Le programme de cette présentation détaillée avait été conçu de la manière suivante :

- Une matinée et le début de l'après-midi pour la présentation de l'entreprise et des principaux systèmes et constituants fabriqués par Télémécanique.
- La fin de l'après-midi pour la visite de l'usine de Grasse.
- Un dîner-débat portant principalement sur l'insertion des DUT de Génie Electrique dans l'entreprise.
- Une matinée de visite de l'usine des Carroz.
- L'après-midi pour la présentation plus détaillée de systèmes divers (automates programmables en particulier) et le bilan final de la visite.

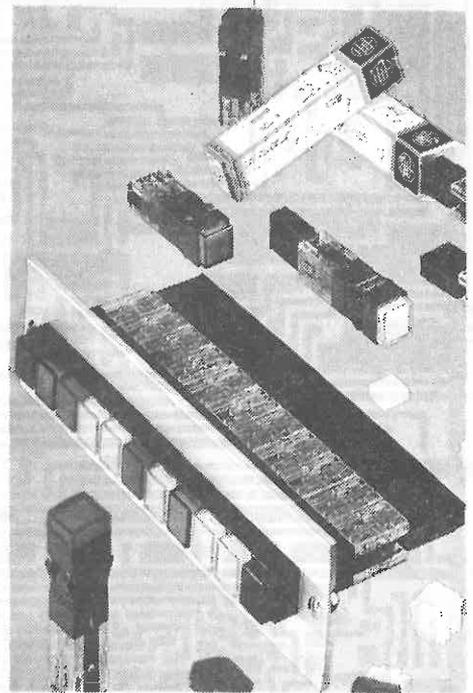
Je veux d'abord insister sur la réussite de cette initiative en ce qui concerne le dialogue entre enseignants et industriels. Ce dialogue est évidemment déjà extrêmement développé dans tous les départements de Génie Electrique avec les enseignants vacataires et les industriels accueillant des stagiaires, ou partenaires en formation continue, mais, au cours de

cette visite de deux jours, chaque enseignant a eu la possibilité de dialoguer simultanément avec toute une équipe d'une même entreprise, réunie à cette occasion, soit pendant les visites proprement dites, soit pendant les repas, et - c'est ainsi que je l'ai vécu - ce fut encore plus fructueux et enrichissant, comparé aux échanges avec seulement un ou deux industriels d'une même entreprise.

C'est la première expérience de ce genre entreprise par Télémécanique et je veux remercier tous les ingénieurs qui y ont participé et pour leur accueil et pour le souci permanent qu'ils ont eu pour la réussite de cette expérience ; ce souci se concrétisait particulièrement par une attention à chacun des enseignants présents, afin de mieux comprendre sa motivation et ses besoins.

Les exposés et présentations ont permis de connaître en détails les activités de Télémécanique, ce qui, pour beaucoup parmi les enseignants des départements de Génie Electrique présents, a conduit à supprimer une étiquette «électromécanique» souvent collée à côté du nom de cette société. J'en ai personnellement retenu, à travers l'équipe d'ingénieurs présents, l'image d'une société dynamique et adaptative s'investissant en automatique et systèmes de traitement. Je reproduirai seulement 4 chiffres qui m'ont particulièrement intéressé :

11 300 personnes ; fabrication de systèmes (10 %) et de constituants (90 %) ; 53 % d'exportation.



La visite de l'usine des Carroz était particulièrement intéressante et, parfois spectaculaire (machines à souder, CAO, automates divers...) Les aspects techniques et sociaux ont toujours été simultanément évoqués dans les différentes parties de programme.

J'ai apprécié la durée de deux journées : elle permet, le second jour, de revenir sur certains points évoqués la veille et surtout elle aide considérablement à l'approfondissement des échanges entre des hommes de métiers a priori différents, et c'est très précieux.

Le ton de ce compte-rendu est assez enthousiaste, mais c'est ainsi que j'ai vécu cette visite. C'est une expérience réussie.

Maurice GAUDAIRE
(Créteil) mai 1981



