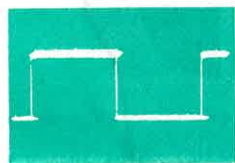


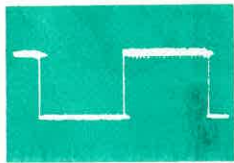
# GESI

génie électrique service information

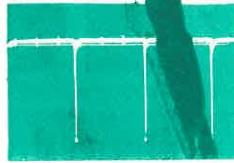
**N°6**  
**FEVRIER**  
**1983**



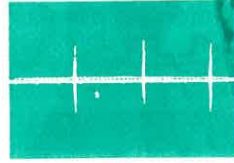
FL 5 Vss



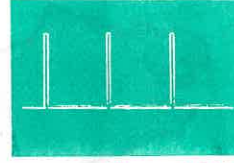
FL 3,4 Vss



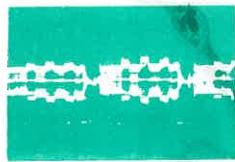
FI 5 Vss



FI 3,4 Vss



FI 0,7 Vss



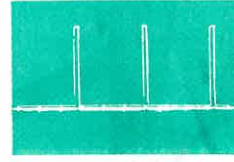
FL 200 mVss



FL 200 mVss



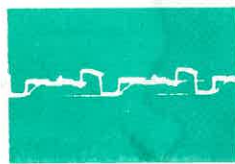
FI 8 Vss °



FI 8 Vss



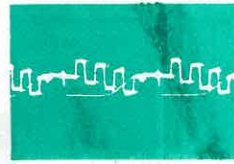
FI 1,5 Vss



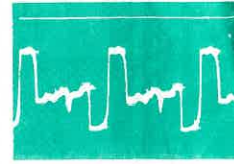
-(R-Y) FL 2 Vss °



-(G-Y) FL 1,3 Vss °



-(B-Y) FL 2,5 Vss °



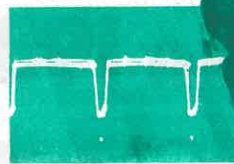
R-Y FL 180 Vss



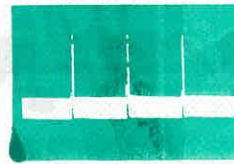
G-Y FL 120 Vss



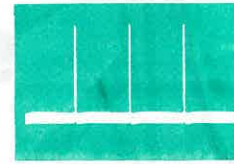
(B-Y) FL 220 Vss



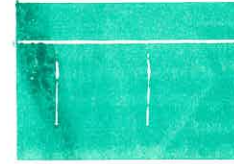
FL 130 Vss



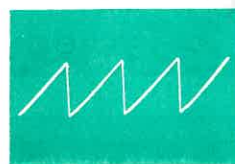
FI 819. 2,5 Vss



FI 625 6 Vss



FI 20 Vss



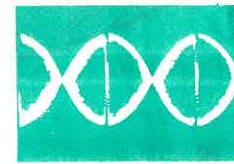
FI 7 Vss



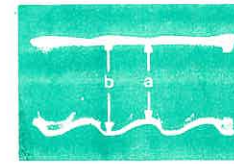
FI 0,6 Vss



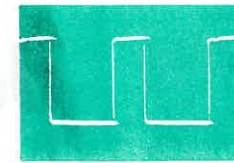
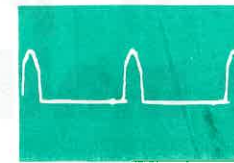
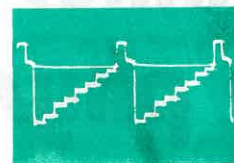
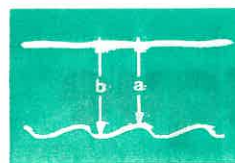
FI 31 Vss



FI 110 Vss



FL 819 a = 280 Vss  
 b = 340 Vss



# JOURNEES PEDAGOGIQUES ANNUELLES DE GENIE ELECTRIQUE



**les programmes  
de math et de physique**

(dans le prochain Gesl de mai)

## Sommaire:

• JOURNEES PEDAGOGIQUES	p. 2
• EDITORIAL	p. 3
• ASSEMBLEES DES CHEFS DE DEPARTEMENT 3 Decembre 1982 21 Janvier 1983	p. 4 p. 5
• REALISATION D'UN FILTRE NUMERIQUE	p. 8-9
• DOSSIER DETACHABLE Expérience pilote d'introduction à la C.A.O.	p. 10-14
• PROGRAMME F.F.T. sur une calculatrice programmable HP 41 C	p. 15-16
• ANNUAIRE 82/83	p. 17-18

## INFORMATIQUE, INFORMATIQUE!

Un concours de circonstances a voulu que ce bulletin n° 6 regroupe des articles portant sur l'informatique appliquée à l'électronique.

Est-ce vraiment un concours de circonstances, ou faut-il au contraire y voir la précipitation spontanée d'une tendance existante qui émergerait maintenant?

Quoiqu'il en soit, nous ne manquerons pas d'en mesurer les conséquences sur le contenu des enseignements d'électronique "traditionnelle" et les commissions de révision des programmes auront du pain sur la planche, pardon! sur l'écran de la visu. Ainsi donc, fini le fer à souder pour les T.R.! Quelle économie de matériel! Finies aussi les approximations dans le calcul, si délicates à faire digérer aux étudiants: l'ordinateur peut encaisser n'importe quelle loi mathématique (si l'on n'est pas trop pressé!). Il nous donne même une aide à l'interprétation des résultats si nombreux et si fouillés qu'il fournit. Nous rêvons.

Heureusement (?), il faut le concevoir, cet ordinateur, décider de ce dont il sera capable. L'homme reste! (air connu).

Gesitron

«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

# Assemblée des chefs de département

## L- FILIERE ELECTRONIQUE

Monsieur MALGRANGE, chargé de mission à la DGESR, responsable général du plan formation de la filière électronique, a répondu aux questions que se posaient les membres de l'Assemblée. Les documents de base sont connus: . Note n° 1 du 21 Octobre 1982:

information générale

. Note n° 2 du 29 Novembre 1982: plan de rattrapage.

### 1.- Objectifs

Il convient de raisonner en termes d'augmentation des flux nets de sortie . plan d'accompagnement:

objectif 86: + 1 100 TS

. plan de rattrapage:

+ 3 000 TS sur la période 83/85

. à quoi il faut rajouter 1 000 TS poursuivant des études en école d'ingénieurs. Les départements concernés sont, pour l'heure actuelle:

Génie Electrique

Informatique

Mesures Physiques

Maintenance Industrielle.

### 2.- Comment atteindre ces objectifs

. En améliorant le rapport diplômés/entrants, de l'ordre de 70% pour le DUT GE, avec de larges fluctuations. Une augmentation de 10% serait non négligeable.

. En augmentant si possible les effectifs en première année.

. Formations à bac + 3, ouvertes sur un recrutement externe, envisageables en tant que banc expérimental. (La généralisation d'une année post DUT n'est pas conforme à la doctrine bac + 2 qui reste en vigueur, l'adéquation entre le DUT GE actuel et les besoins de l'industrie étant jugée bonne).

. D'une manière générale, conforter et améliorer ce qui existe, plutôt que d'envisager de nouvelles créations.

### 3.- Les contrats d'établissement

Ils seront passés entre le M.E.N. et les Universités, après concertation au niveau régional en ce qui concerne les TS. Les deux aspects, rattrapage et accompagnement, doivent être simultanément envisagés.

Le M.E.N. fournit des moyens matériels et humains spécifiques de la filière.

**Moyens matériels:** pour fonctionnement et investissement, co-financés par d'autres ministères (Industrie, PTT, Défense...). L'enveloppe globale, toutes sources confondues, serait de l'ordre de 20 MF, utilisables pour la moitié en rééquipement du parc, pour moitié en équipements nouveaux. Ces crédits spécifiques sont à distinguer des crédits habituels qui, eux, seront en diminution générale.

**Moyens humains:** le budget 83 prévoit 607 créations nettes de postes d'enseignants -200 sont affectés à la filière électronique. Combien aux IUT? aux départements GE? non connu pour l'instant.

. Mais il convient d'augmenter de façons significative la participation des professionnels: 30%.

. Enfin, se pose le problème de la formation des enseignants: le M.E.N. est preneur d'une réflexion sur le sujet.

## II.- COCODES

1. Loi d'orientation: des lettres ont été envoyées vers toutes les structures officielles pour rappeler la position de Cocodes vis-à-vis du projet de loi. La motion-type est adoptée par l'Assemblée, 30 pour, 1 abstention.

2. Enquête sur les moyens. Formulaire distribué, à retourner rempli au secrétaire.

## III.- OPTIONS ELECTROTECHNIQUES

Après analyse, il apparaît que le seul problème est celui de l'étiquette qui pose un problème au niveau du recrutement et de l'embauche. Cette étiquette, restrictive et très marquée, masque la formation très large donnée dans ces options ainsi que l'introduction de l'informatique industrielle. En argumentant que, par suite des modifications de programme, l'appellation n'est plus justifiée, l'Assemblée propose comme nouvelle dénomination: Electronique de puissance et Electrotechnique.

## IV.- DOSSIER HYPER

Voir document joint. Prochaine réunion le 20 Janvier 1983 - 14 heures, IUT de Cachan.

## V.- DOSSIER ADI

Les livraisons d'AIM ont repris. En tout état de cause, la formation ne peut être envisagée dans l'immédiat. Décision lors de notre réunion du 21.

## VI.- JOURNEES PEDAGOGIQUES, TOULON, 9-10 JUIN 1983

Judi-Vendredi: travail

Samedi-Dimanche: détente à Port Cros. La commission maths-physique a terminé ses travaux quant aux mathématiques. Ceux-ci seront diffusés sous peu.

L'enquête sur les enseignements de physique va être exploitée lors de la réunion du 17-12. Une réunion générale est prévue le 29 Avril; elle mettra la dernière main aux documents qui seront discutés à Toulon.

## VII.- LONGWY: 21/25 MARS 1983 CAO GENIE ELECTRIQUE

Dans le cadre d'un contrat ADI, le Département GE de Longwy organise une semaine d'études sur l'utilisation de la CAO dans les départements GE, ses implications pédagogiques dans l'enseignement de l'électronique, la logique, l'automatique.

. 24 participants ayant des connaissances en Basic et/ou Pascal.

. Une enquête auprès des départements permettra de définir de façon plus précise le programme de cette "Ecole de Printemps".

# LA VIE DE NOTRE ASSOCIATION

## GeSi

DOSSIER

"HYPERFREQUANCES"

(Réunion du 2 Décembre 1982)

Les besoins de l'Industrie dans le domaine des hyperfréquences-télécommunications sont -selon diverses sources qui se recoupent- de 150 techniciens supérieurs par an. Un besoin nouveau est en train d'apparaître dans le domaine des applications industrielles et médicales.

Les participants concluent pour dire que la première chose à faire est de mieux former nos étudiants. Le programme CPN définit un volume minimal de connaissances. Beaucoup en font nettement plus (en volume horaire), au détriment de ...

Le frein réside dans le manque quasi-total d'équipements, empêchant le support expérimental absolument indispensable dans ce domaine. Or nos étudiants devraient avoir fait les manipulations suivantes:

- . Câble en impulsions,
- . Ligne de Lecher
- . Ligne de mesure coaxiale,
- . Mesures en bande X,
- . Optique en ondes centimétriques,
- . Microstrips (1 GHz sur epoxy),
- . Mesure de facteur de bruit,
- . Manipulation d'un analyseur de réseaux.

Cela suppose, en matériel de base, pour une formation correcte de l'ensemble des étudiants:

. 6 bancs de mesure en bande X	400 000
. 6 bancs de mesure 1 GHz avec voltmètre vectoriel	720 000
. 6 oscilloscopes à échantillonnage	600 000
. 2 fréquencesmètres 12 GHz	60 000
. 1 banc de mesure de bruit	150 000
. 1 analyseur de réseaux	250 000
. 2 analyseurs de spectre 10 GHz	300 000
. stock composants	250 000
	<hr/>
	2 730 000

La plupart du matériel est d'origine étrangère, mais notre projet pourrait peut-être s'insérer dans le plan hyper annoncé à Mesucora (voir article paru dans "Electronique actualités" n° 697 du 10-12-1982).

L'apparition de ce plan nous conforte dans l'idée d'une table ronde réunissant:

- . les départements GE,
- . l'ADI,
- . les industriels utilisateurs,
- . les constructeurs de matériel.

Enfin, le besoin de formation des enseignants se fait également sentir (ainsi que des problèmes de motivation!). L'idée d'une Ecole d'été consacrée aux hyperfréquences est émise.

### ASSEMBLEE GENERALE ORDINAIRE DU 21 JANVIER 1983

La séance est ouverte à 14 h par le Président POIRIER. Ce dernier donne la parole à M. PARDIES, vice-président, pour le rapport moral et financier:

La parution du Bulletin a suivi le rythme prévu au départ, les articles, de contenus fort variés, étant parvenus à la Rédaction en nombre suffisant. M. PARDIES met toutefois l'accent sur un affaiblissement momentané et regrette que les collègues semblent se croire obligés d'envoyer seulement des comptes-rendus de "chefs d'oeuvre" alors que le but est surtout de confronter les démarches pédagogiques de chacun, dans le quotidien. Il est proposé, pour relancer

les plumes, de prévoir des numéros à thème.

Le rapport moral est approuvé à l'unanimité moins une abstention (26 présents, 26 votants, 2 excusés).

M. PARDIES présente alors le rapport financier (voir ci-dessous). Il signale que l'équilibre est pratiquement obtenu, mais il faut tenir compte de l'aide non négligeable de l'IUT de Bordeaux (affranchissement) et du Département de GE de Bordeaux (papier à lettre, photocopies, etc...). Il faut donc rester vigilant. Après quelques commentaires et questions, le rapport financier est approuvé à l'unanimité moins une abstention.

La séance est levée à 14 h 30.

#### BILAN DE L'EXERCICE du 1.10.81 au 30.9.82

##### Recettes

- Cotisations et abonnements,		
30 dépat. X 900 F	27 000	
- Publicité:		
Enertec	800	
Composants S.A.	1 000	
Velec Sefat	400	
	<hr/>	
	2 200	

Total des recettes 29 200

##### Dépenses

- Bulletin n° 1: frais pris en charge par un mécène	--
- Bulletin n° 2 (24 pages), y compris frais divers de création de l'association:	7 568, 64
- Bulletin n° 3, (24 pages)	7 978
- Bulletin n° 4, (16 pages)	5 715
- Avance sur bulletin n° 5	8 601, 40
- Total des dépenses	29 863, 04

Situation: Déficit de 663, 04 F

# Assemblée du 21 janvier 1983

(notes)

## Commission pour les programmes de Mathématiques et de Physique.

Robert (Troyes) va diffuser la proposition pour les maths. La physique suivra incessamment. Le Gasi de mai publiera les documents de travail pour les journées de Toulon (9-10 juin)

## Ecole d'été de Grenoble.

Michoulier propose les thèmes donnés en annexe ci-après. Il faut lui répondre, l'effectif de participants sera de l'ordre de 24.

## Stages AIM.

7 au 11 mars, à Grenoble, pour enseignants expérimentés. Puis 16 au 20 mai et en septembre.

Effectifs: 1 ou 2 enseignants par département, 18 places prévues (6 multipostes, 3 monopostes).

## Filière électronique.

a) Plan de rattrapage: 14 départements GE ont en cours de négociation avec la Région des stages lourds de 800 à 1 000 H. Deux ont été acceptés par leur Région.

Il semble en outre que les créations de section BTS comblent le déficit de 1 000 TS évalué.

b) Plan d'accompagnement: une vingtaine de départements prévoient l'au-

gmentation des effectifs d'un groupe (24), soit en tout environ 500 étudiants. Trois ou quatre départements prévoient des expériences en microélectronique, robotique, électronique médicale, régulation thermique, etc... Trois ou quatre départements prévoient ou font déjà une année post DUT ou post DEUG en productique, informatique industrielle, transmission de données, hyperfréquences, génie logiciel, etc... Une douzaine prévoient ou ont déjà le DUT en unités de valeur.

A ce propos, Loubet fait part d'un projet qui va être discuté à la CPN.

## Hyperfréquences

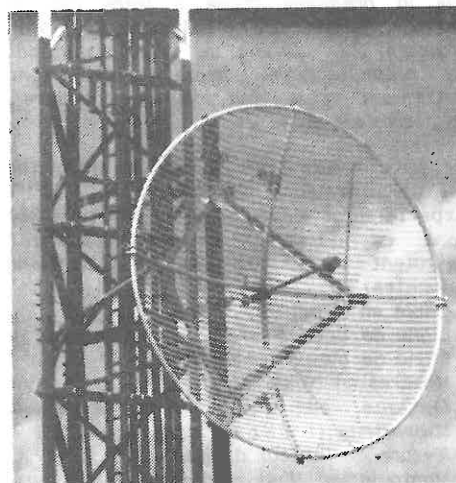
Le dossier sera étoffé à la suite de trois réunions régionales qui vont avoir lieu. Synthèse le 1er mars à Cachan. Des contacts seront ensuite pris avec les organismes officiels, les fabricants de matériels et les employeurs potentiels de ce type de techniciens.

## Projet de Loi sur l'enseignement supérieur

La discussion dégage trois objets de craintes: l'autonomie pour le choix des personnels, pour le recrutement des étudiants et pour la perception de la taxe d'apprentissage.

## Projet de statuts des personnels

De vives inquiétudes sont exprimées sur la définition des nouvelles sections du CSU où les anciens EEA sont dilués (noyés?) dans les "fondamentalistes". Le service "lourd" est aussi évoqué. Il est décidé de réunir le 4 février, sous l'égide de l'Assemblée des Chefs de Département GE, les anciens de la 23ème section, collèges A et B, des IUT GE et MP, pour prendre position.



## une école d'été de Genie Electrique .....

**PROJET**

### Organisation:

Les départements de Génie Electrique de Grenoble du 27 Juin au 8 Juillet 1983.

### Thèmes pouvant être développés

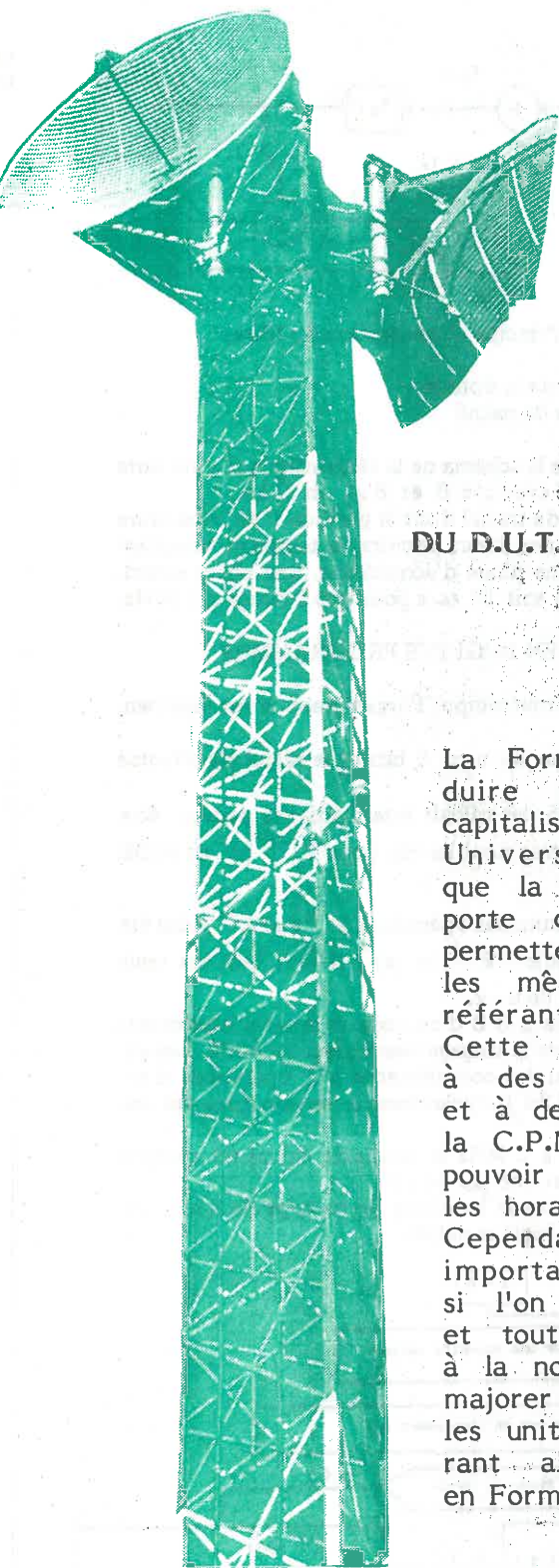
- 1.- Systèmes et asservissements échantillonnés,
- 2.- Filtrage numérique,
- 3.- Techniques de développement des cartes microprocesseurs en environnement réel: émulation, mise au point des programmes. Utilisation des cartes: Kit D5...

Europe...

4.- Etude, mise en oeuvre et maintenance des périphériques: contrôleur de disquettes...

Faut-il organiser, en fin d'école, un séminaire sur l'un des sujets suivants:

- Systèmes de développement,
- Systèmes multiprogrammation et à temps réel,
- L'enseignement des systèmes échantillonnés et du filtrage numérique dans les Génies Electriques.



**PROJET DE DECOUPAGE  
DU D.U.T. DE GENIE ELECTRIQUE  
EN UNITES DE VALEUR**

La Formation continue doit conduire par un système d'unités capitalisables au même Diplôme Universitaire de Technologie que la Formation Initiale. Il importe dès lors que ces unités permettent aux auditeurs d'acquérir les mêmes connaissances en se référant au même programme. Cette formation faisant appel à des techniques d'acquisition et à des disponibilités différentes, la C.P.N. a estimé que l'on doit pouvoir réduire à 74% en moyenne les horaires de Formation Initiale. Cependant: une réduction plus importante n'est pas possible si l'on veut garantir le diplôme et toute formation faisant appel à la notion de temps plein devra majorer les horaires prévus pour les unités concernées en se référant alors aux horaires prévus en Formation Initiale.

**1.- Recrutement**

Ce programme est applicable à des auditeurs dont le niveau aura été jugé suffisant par un jury qui pourra: soit examiner des dossiers (cf. bacheliers en Formation Initiale), soit faire subir des tests (cf. Examen spécial).

**2.- Horaire**

L'horaire minimum prévu est de 1440 heures ce qui correspond à 360 heures par an sur une durée de quatre ans. Comme pour la Formation Initiale, un stage de 8 semaines à temps plein est prévu avant l'attribution du DUT. Pour les auditeurs engagés dans la profession, ce stage pourra s'effectuer dans l'entreprise; toutefois, le responsable de la Formation devra s'assurer que le "Poste de Travail" correspond bien à la "qualification D.U.T.".

**3.- Désignation des unités de valeurs**

Le précédent "découpage" et la terminologie qui s'y rattache commençant à peine à être connus des divers partenaires, la C.P.N. a souhaité n'apporter qu'un minimum de modification.

Le nombre d'unités passe de 9 à 8. L'unité FTP3 disparaît, deux unités correspondant à l'Informatique Industrielle apparaissent et l'"OPTION" est renforcée et son contenu précisé.

Les unités EEF et FTP1 d'une part, EEA et FTP2 d'autre part sont regroupées ce qui permet une meilleure coordination pédagogique entre enseignement théorique et laboratoire (et n'exclut nullement leur étalement sur deux années).

Désignation	Horaire	Remarque				
1.- MP 1	Mathématiques et Physique	150 H		5. - II 2	Informatique Industrielle	120 H
2.- MP 2	Mathématiques et Physique	120 H		6.- EEA TP	Electronique, Electrotechnique, Automatique (regroupe les anciens EEA et FTP 2).	240 H
3.- EEF TP	Electricité et Electronique fondamentale (regroupe les anciennes unités EEF et FTP 1)	300 H	dont 150 heures en laboratoire.	7.- OPTION Projet	Développement de la matière à option	270 H
4.- II 1	Informatique Industrielle	120 H	Pour ces deux unités prévoir 75% de l'horaire en labo.	8.- FGA	Formation Générale et Anglais	120 H
					Total	1 440 H

# réalisation simple d'un filtre numérique du 1er ordre

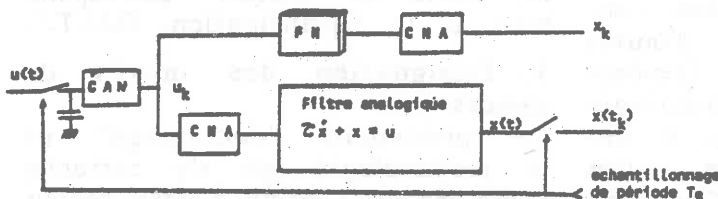
F. CHAVAND - I.U.T. CACHAN

On présente dans ce texte la réalisation en logique câblée d'un filtre numérique du premier ordre. La maquette qui en résulte peut être utilisée pour introduire et illustrer certains problèmes liés au traitement numérique des signaux.

Après l'exposé du principe de la synthèse du filtre, on présente une simplification qui permet de réduire la complexité de la réalisation. Une comparaison logique câblée-logique programmée est effectuée. Enfin, les problèmes qui peuvent être abordés avec cette maquette sont cités.

## I - PRINCIPE DE REALISATION DU FILTRE

Le principe de la synthèse est illustré par la figure 1.



CAN : Conversion Analogique Numérique  
CNA : Conversion Numérique Analogique

figure 1 - Synthèse du filtre numérique (F N)

Le filtre numérique est conçu de telle manière que la valeur  $x_k$  de sa sortie à l'instant d'échantillonnage  $t_k$  soit égale à  $x(t_k)$  sortie du filtre analogique à simuler.

L'équation aux différences finies caractéristique du filtre numérique est obtenue immédiatement par application du théorème de superposition (1) :

$$x_k = e^{-T_e/\tau} x_{k-1} + (1 - e^{-T_e/\tau}) u_{k-1} \quad (1)$$

C'est une équation de récurrence ; le filtre est récursif.

## II - REALISATION EN LOGIQUE CABLEE

Le problème essentiel que pose la mise en oeuvre d'un tel filtre, que ce soit en logique câblée ou en logique programmée, est la réalisation de la multiplication.

Le domaine de variation des coefficients  $1 - e^{-T_e/\tau} = \gamma$  et  $e^{-T_e/\tau} = 1 - \gamma$  a été quantifié (2) en posant :  $\gamma = 2^{-d}$

La multiplication par  $\gamma$  est alors une division par  $2^d$  réalisée par  $d$  décalages vers les poids les plus faibles. Cette simplification, qui ne modifie en rien le principe de fonctionnement du dispositif, réduit de manière importante la complexité du câblage ou le temps de calcul en logique programmée.

Le schéma de principe du filtre est alors représenté figure 2.

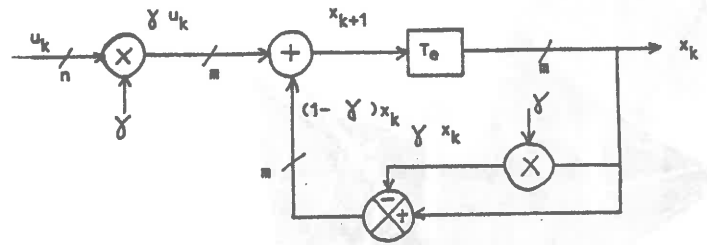


Figure 2 - Principe de réalisation du filtre

$n$  : nombre de bits de la donnée  
 $m$  : nombre de bits de calcul

La figure 3 montre le schéma de la réalisation qui a été faite en technologie CMOS avec  $n = 8$  et  $8 \leq m \leq 16$ .

Avec une horloge de travail dont la période  $T$  est supérieure au temps de réponse des divers circuits, le temps de calcul est alors égal à  $10 T$  (une phase d'acquisition, une phase retard, 8 phases de décalage) soit  $10 \mu s$  pour une horloge à 1 M Hz.

## III - REALISATION EN LOGIQUE PROGRAMMEE

Pour un calcul ininterrompu, l'organigramme est représenté figure 4.

La donnée est saisie sur  $n = 8$  bits et le calcul est effectué sur  $m = 16$  bits.

Dans le  $\mu P 8085$ , les calculs intermédiaires peuvent être effectués sur les registres doubles HL pour  $2^{-d}(u-x)$  et DE pour  $x$  par exemple.

Dans cet organigramme les opérations  $2^{-d}u$  et  $2^{-d}x$  ont été regroupées en une seule :  $2^{-d}(u-x)$  ; il faut bien sûr tenir compte alors du signe de  $u-x$ .

$d$  rotations vers le L S B d'un registre double nécessitent 43.  $d$  microcycles dans le langage assembleur du 8085. Les autres opérations, calcul des compléments à 2, opérations d'entrée sortie prennent 124  $\mu$ cycles dans la version qui a été réalisée.

Avec une horloge à 2 MHz le temps de calcul est compris entre 67  $\mu s$  ( $d = 1$ ) et 368  $\mu s$  ( $d = 8$ ).

Ceci met en évidence le handicap de ce type de microprocesseur à l'égard de la logique câblée.

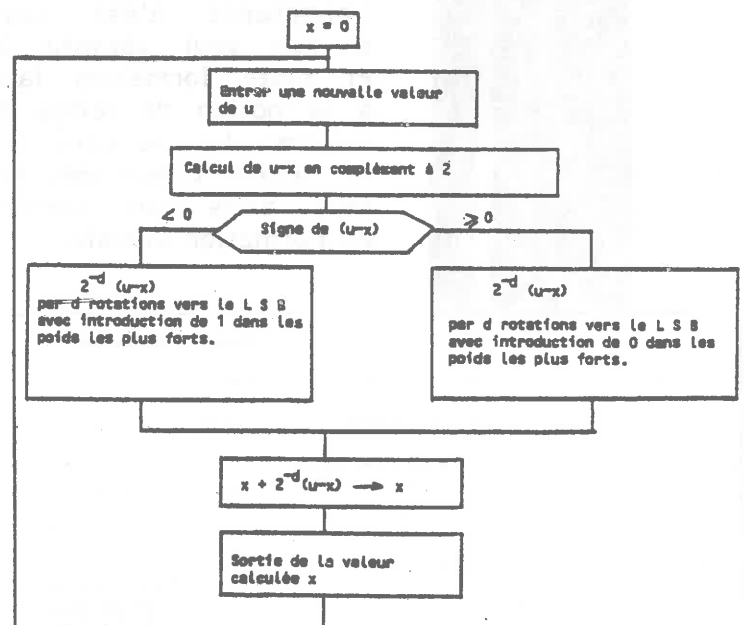


Figure 4 - Organigramme du filtre récursif du 1er ordre



#### IV - INTERET DU FILTRE REALISE

Avec la structure présentée, les points suivants peuvent être abordés par les élèves.

- Comportement du filtre pour différentes valeurs de  $d$  donc de  $T_e/\tilde{C}$
- Influence du nombre  $m$  de bits de calcul.
- Etude de la stabilité du système numérique seul.

L'équation de récurrence s'écrit :

$$x_k = \varphi x_{k-1} + (1 - \varphi) u_{k-1}$$

Le système est stable si  $|\varphi| < 1$ . Avec cette structure, il n'est pas possible de réaliser  $|\varphi| > 1$  car  $\varphi = 1 - 2^{-d}$ . Mais en travaillant avec des valeurs appropriées des paramètres  $d$  et  $m$  ( $d = m = 8$  par exemple), on peut réaliser  $\varphi = 1$ . Il est alors possible de visualiser le comportement instable du système en partant de valeurs initiales non nulles.

- Etude de la stabilité d'un système bouclé comportant une fonction réalisée numériquement.

On peut par exemple illustrer la condition de stabilité

$$-1 < G < \frac{1+\varphi}{1-\varphi}$$

du système représenté figure 5.

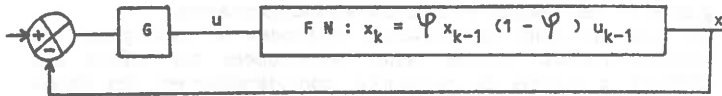


Figure V - Système bouclé comportant une fonction numérique.

#### V - CONCLUSION

Le filtre numérique ainsi réalisé est utilisé en Travaux Pratiques à l'IUT de Cachan (GE I - 2ème année) depuis l'année scolaire 1979/1980.

Cet exposé n'a pas la prétention d'apporter des révélations. Son but est de montrer qu'il est possible d'aborder le problème (complexe) du traitement numérique avec des moyens simples.

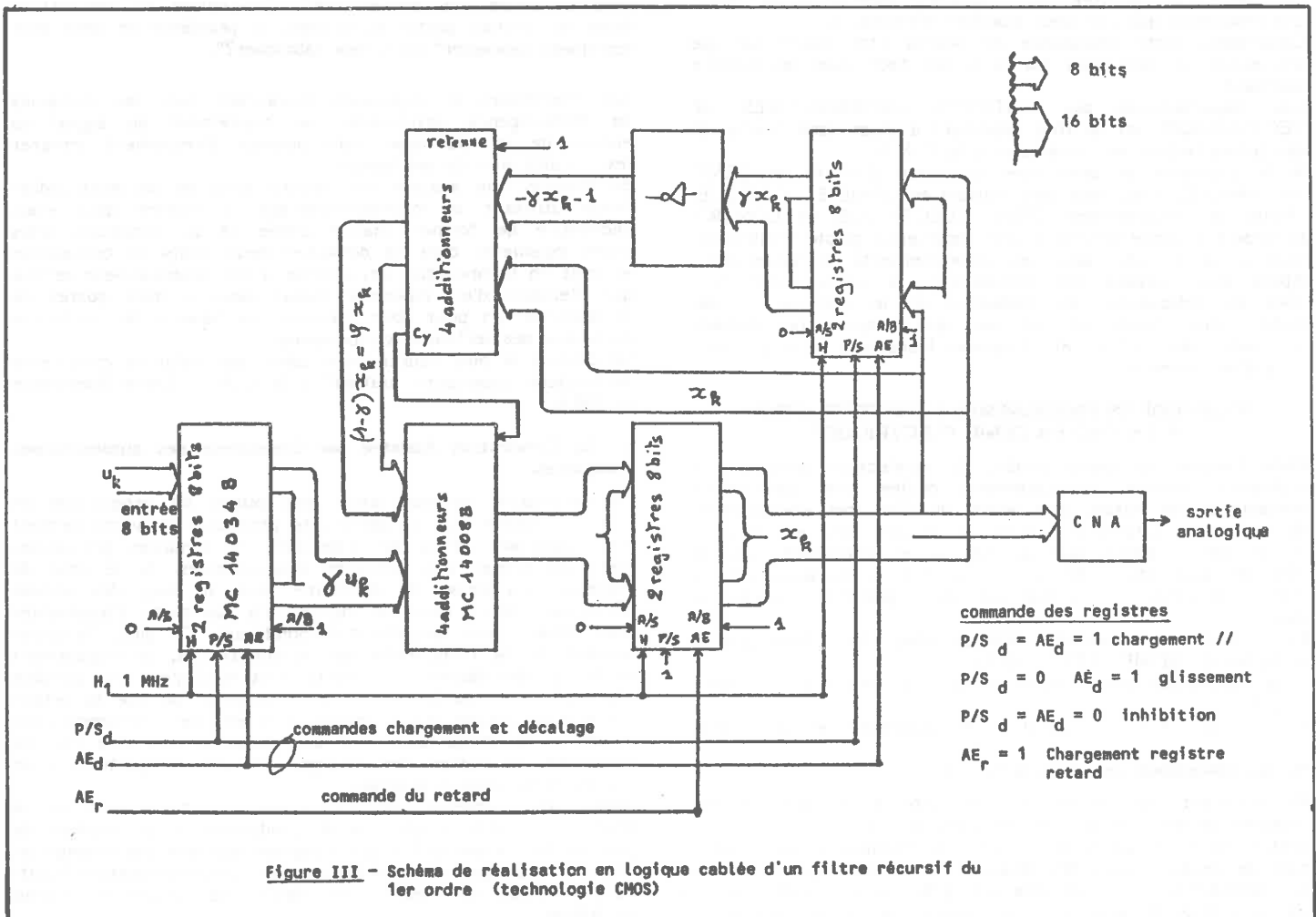
Sur le plan théorique, aucune connaissance spéciale n'est demandée aux élèves. En particulier, l'équation aux différences finies est une formulation « naturelle » ; il n'est pas nécessaire de connaître la transformée en Z (ou  $r$  ou  $ou...$ ). Mais en ce qui concerne ce dernier point, le débat reste ouvert : faut-il ou ne faut-il pas enseigner la transformée en Z aux étudiants d'IUT ?

Pour approfondir ses connaissances sur les filtres numériques, il y a deux excellents ouvrages, abordables et complémentaires l'un de l'autre : (3) (4).

Florent Chavant (M.A. Cachan)

#### REFERENCES

- (1) P. de Larminat, Y. Thomas. Automatique des systèmes linéaires  $t_1$  et  $t_2$ .
- (2) M. Legoff. Mémoire ingénieur CNAM Paris (1976).
- (3) Fondanèche. Filtre numérique - Masson 1981.
- (4) Bellanger. Traitement numérique du signal - Masson 1980.



# EXPERIENCE PILOTE D'INTRODUCTION A LA C.A.O.

## DANS UN DEPARTEMENT "G.E."

### D'I.U.T. ( P. Vermeil )

#### Résumé

La Conception Assistée par Ordinateur est une nécessité impérieuse dans de nombreux domaines du GENIE ELECTRIQUE. Après avoir rappelé ces domaines, nous exposerons les modalités pratiques de la conduite de cette expérience pédagogique et nous décrirons le matériel utilisé. Enfin, nous indiquerons les retombées industrielles espérées.

#### Introduction

La Conception Assistée par Ordinateur connaît actuellement une croissance que l'on peut qualifier d'explosive.

Cependant, cette croissance ne pourra être maintenue que s'il existe un personnel formé à ces techniques en nombre suffisant.

Les Départements des INSTITUTS UNIVERSITAIRES DE TECHNOLOGIE ont un rôle important à jouer dans l'initiation des futurs techniciens supérieurs à la C.A.O.

Si le problème se pose avec beaucoup d'acuité en GENIE MECANIQUE, il est déjà très sensible en GENIE ELECTRIQUE.

Aussi, le Département GENIE ELECTRIQUE de LONGWY procède-t-il actuellement à une expérience pilote d'introduction à la C.A.O. dans ses enseignements technologiques. Après avoir exposé les motivations de cette expérience, nous en indiquerons les modalités et le matériel utilisé. Enfin, nous insisterons sur les retombées, principalement au niveau des Petites et Moyennes Industries, qu'il est possible d'en attendre.

#### POURQUOI UN ENSEIGNEMENT D'INTRODUCTION A LA CAO EN GENIE ELECTRIQUE?

Dans l'esprit du grand public, la conception assistée par ordinateur semble principalement dédiée aux applications mécaniques, en raison, sans doute, du côté très spectaculaire de celles-ci. Cependant, dans la plupart des estimations, il est certes admis que la mécanique représente plus de 50% des applications de la C.A.O., mais il est aussi indiqué que l'électricité - électronique en représente environ le quart.

La C.A.O. est désormais indispensable dans deux grands domaines du GENIE ELECTRIQUE:

- la conception des circuits intégrés à très grande échelle (V.L.S.I.),
- la conception et la validation des automatismes complexes.

#### A.- La conception des circuits V.L.S.I.

Actuellement, les techniques de fabrication des circuits intégrés permettent la commercialisation de circuits comportant plusieurs dizaines de milliers de transistors. La conception de ceux-ci, dans des délais et à un coût qui ne soient pas prohibitifs, n'est possible que grâce à un usage intensif de la C.A.O. Il pourrait être estimé que la conception de

tels circuits est désormais réservée à une très petite minorité de firmes qui seules disposeraient des connaissances technologiques et des ressources financières indispensables.

La mise au point de nouvelles méthodes de conception des circuits V.L.S.I. comme celles développées par MEZD and COWAY a permis de raccourcir considérablement les délais d'étude. La "productivité" des concepteurs peut atteindre plusieurs milliers de transistors par mois.

Grâce à ces nouvelles méthodes de conception, les circuits intégrés "à la demande" vont connaître un essor très important au cours des années 1980. Conception et fabrication étant en grande partie maîtrisées, le problème ne sera plus "comment fabriquer" mais "que fabriquer?".

Les chercheurs et ingénieurs travaillant dans les domaines de l'intelligence artificielle, du traitement du signal ou encore de la robotique, vont pouvoir directement intégrer les circuits dont ils ont besoin.

En France, une analyse des besoins dans les secteurs industriels utilisant la microélectronique a montré qu'il était nécessaire de former chaque année et au minimum, trois cents ingénieurs dans ce domaine: deux cents en conception et cent en technologie. Or, comme il est généralement estimé que l'emploi d'un ingénieur induit deux à trois postes de techniciens, on peut donc mesurer les besoins de formation au niveau des techniciens supérieurs.

Le chiffre le plus couramment admis est celui de cinq cents techniciens supérieurs "initiés" à la C.A.O. Génie Electrique en 1985.

#### B.- La Conception Assistée par Ordinateur des automatismes complexes.

La nécessaire automatisation des outils de production en vue d'accroître leur compétitivité provoque un accroissement très important de la demande dans ce domaine, principalement au niveau des solutions programmées. Si le coût du matériel n'a cessé de décroître tout au long des années 1970, par contre celui du logiciel n'a pas cessé d'augmenter pour devenir très largement prépondérant. De plus, l'accroissement de la complexité des automatismes, principalement au niveau des tâches à accomplir, fait qu'il n'est plus possible d'accepter la moindre erreur de conception ou que la défaillance d'un organe compromette la sûreté de fonctionnement. Avant toute implantation, un automate doit être certifié conforme au cahier des charges et son comportement en toutes circonstances analysé.

Ainsi, les problèmes de validation, l'accroissement de la productivité des programmeurs conduisent à un recours de plus en plus important à la conception assistée par ordinateur, d'autant plus que les modèles de description-simulation (Grafset, Réseaux de Pétri) sont désormais largement connus et diffusés.

## C.- L'explosion de l'informatique graphique

L'efficacité de l'utilisation de la C.A.O. repose sur la bonne qualité du dialogue homme-machine d'où l'usage intensif de périphérique graphique. La très grande diffusion prévisible de ces matériels entraînera une demande croissante en techniciens de maintenance, familiers de la technologie des consoles de visualisation, des tables à numériser ou traçantes. Ils devront aussi pouvoir comprendre et modifier les logiciels de base de ces périphériques et éventuellement réaliser des interfaces de couplage à différents types d'unité centrale. Par la suite, des notions sur les techniques de synthèse vocale et de reconnaissance de la parole seront aussi nécessaires. Outre ces trois domaines d'activité, la C.A.O. "GENIE ELECTRIQUE" se développera aussi dans les secteurs plus "classiques" tels que l'implantation des circuits imprimés, les circuits hybrides ou encore le schéma (D.A.O.)

## D.- Le Technicien Supérieur en Génie Electrique et la C.A.O.

Pour les raisons précédemment exposées, une forte demande de techniciens supérieurs déjà familiarisés avec les techniques de la C.A.O. est à prévoir dès maintenant. Les besoins sont encore très difficiles à évaluer avec précision, de l'ordre de quelques dizaines en 1982 à quelques centaines en 1985 comme on l'a déjà indiqué.

Déjà, les grandes entreprises de construction électrique-électronique, les fabricants de circuits intégrés qui les premiers ont eu recours à ces techniques se plaignent de ne pas pouvoir recruter suffisamment de techniciens déjà formés. D'autant plus qu'ils sont unanimes à reconnaître que l'utilisation des moyens C.A.O. qu'ils développent ou utilisent sont du niveau du Diplôme Universitaire de Technologie, à condition cependant que sa formation initiale l'y ait préparé.

En outre, les récents progrès de la microélectronique, en particulier les microprocesseurs 16 puis 32 bits, les mémoires 64 K bits puis 256 K bits qui permettent une diminution très sensible des coûts des matériels de C.A.O., l'accès à des centres de calcul par les réseaux télé-informatiques (TRANSPAC) vont rendre plus accessibles les outils de la C.A.O. à de petites et moyennes entreprises.

Paradoxalement, de nombreuses P.M.E. en GENIE ELECTRIQUE ont une activité de conception plus importante que certaines sociétés de taille nettement supérieure car elles sont très souvent sollicitées pour la conception et la réalisation de dispositifs spécifiques à diffusion restreinte. Comme ces P.M.E. emploient un grand nombre de techniciens et relativement peu d'ingénieurs, les débouchés risquent d'être nombreux.

De plus, comme nombre de Départements d'I.U.T. ont développé des relations privilégiées avec des P.M.I., principalement au niveau des transferts technologiques, l'introduction de la C.A.O. en formation initiale risque fort d'accroître ces besoins. Une appréciation "numérique" de ceux-ci reste pratiquement impossible, la plupart des chiffres avancés risquant d'être trop pessimistes.

## E.- Enseignement C.A.O. et programme pédagogique

Les Départements d'I.U.T. délivrent un diplôme national et de ce fait doivent dispenser un enseignement tel que le volume des connaissances à transférer aux étudiants est défini dans chaque discipline par une Commission Pédagogique Nationale regroupant des enseignants et des industriels. Cette caractéristique peut être ressentie comme une contrainte et empêcher toute expérience pilote menée dans un seul Département. Or, il ne s'agit pas de former des concepteurs de systèmes C.A.O. mais des utilisateurs d'une technique, certes nouvelle, dans un domaine d'application bien précis: le GENIE ELECTRIQUE.

Dans ce cas, l'introduction de la C.A.O. dans l'enseignement ne doit pas être comprise comme l'adjonction d'une nouvelle rubrique au programme pédagogique mais elle suppose au contraire un effort de rénovation pédagogique, sans remise en cause de la nature des connaissances transmises.

Aussi, il est nécessaire que chaque responsable d'enseignement

intègre cette nouvelle technique et essaie, principalement au niveau des exercices d'application, de familiariser les étudiants à son utilisation.

En Electronique, l'enseignement magistral devra mettre l'accent sur la modélisation physique des composants, sur la précision des modèles mathématiques. Les exercices et travaux pratiques devront permettre de confronter les résultats prévus par les outils C.A.O. avec ceux expérimentalement relevés sur les montages.

En Automatique continue, il faudra insister sur les techniques d'identification et d'approximation des modèles. Quant aux automatismes séquentiels, on mettra l'accent sur la validité et la sûreté de fonctionnement avec l'aide des outils de description.

Par contre, au niveau des Travaux Pratiques, des modifications pédagogiques plus importantes sont à prévoir. Le recours aux outils C.A.O., pour illustrer les exemples, doit devenir un réflexe permettant, en outre, d'aborder des problèmes plus importants que ceux généralement traités "à la main".

## NATURE DE L'EXPERIENCE PILOTE

L'expérience pilote d'introduction à la C.A.O. menée par le Département GENIE ELECTRIQUE de LONGWY porte principalement trois axes:

- initiation des étudiants à l'emploi de "gros logiciels",
- participation des étudiants à la conception et à la mise au point de logiciels de C.A.O. "pédagogiques",
- étude de la technologie des périphériques orientés C.A.O.

## A.- Utilisation des logiciels C.A.O.

Contrairement aux applications mécaniques pour lesquelles il existe déjà des logiciels de conception qui peuvent être considérés comme des "standards industriels" comme CADAM, CATIA, EUCLID pour les logiciels de représentation en trois dimensions, la situation est très différente en GENIE ELECTRIQUE où peu de logiciels occupent une place dominante sur le marché. Nous pensons cependant que pour bien sensibiliser et motiver les étudiants, il est nécessaire de mettre le plus rapidement possible à leur disposition de tels outils C.A.O. Par la suite, l'enseignement devra tenir compte de leur disponibilité et, pourquoi pas, s'articuler autour d'eux, soit pour illustrer une partie du cours, soit pour approfondir les concepts qu'ils mettent en jeu.

Dans notre expérience, le premier logiciel exploité a été le programme S.P.I.C.E. (Simulation Power with Integrated Circuit Emphasis) développé à l'Université de BERKELEY en Californie. Il présente la particularité de ne pas nécessiter d'organes périphériques sophistiqués, un écran-clavier et une imprimante 132 colonnes suffisent.

Le programme S.P.I.C.E. permet la simulation de circuits électroniques complets, puisque, outre l'emploi de résistances, capacités, inductances, etc.... il possède des modèles perfectionnés de diodes, transistors bipolaires, à effet de champ et du type M.O.S. Il permet l'étude statique mais aussi l'analyse fréquentielle ou encore la réponse impulsionnelle des circuits simulés. Il peut être utilisé en électronique aussi bien pour l'étude des différents composants que pour la conception des circuits (comme par exemple des filtres). Un autre avantage est sa disponibilité dans les principaux centres de calcul universitaires. (Pour notre part, nous avons fait procéder à son implantation sur l'IRIS 80 de l'Institut de Calcul Automatique de NANCY).

A l'heure où nous écrivons ces lignes (Mars 1982), nous sommes toujours à la recherche d'un logiciel de simulation logique permettant la simulation des pannes (par collage à zéro ou à un) et l'étude de séquences de test. Enfin, nous souhaiterions avoir accès à un programme d'implantation de circuits imprimés performant. Ces programmes seraient implantés sur l'IRIS 80, mais le coût de ces produits est largement incompatible avec l'enveloppe financière dont nous disposons.

## B.- Réalisation de logiciels pédagogiques de C.A.O.

Bien que notre expérience se propose essentiellement de

former des utilisateurs, nous estimons qu'il est nécessaire que ceux-ci aient des notions précises des principes de fonctionnement des programmes de C.A.O.

Même s'il est admis que l'utilisation d'un logiciel de C.A.O. doit être transparente au niveau informatique, un utilisateur avisé, au fait de la structure interne des programmes, pourra probablement en faire un meilleur usage.

Ainsi, nous souhaitons que nos étudiants prennent conscience des problèmes précis rencontrés lors de leur conception, principalement sur deux points:

- celui de la modélisation,
- celui de l'interactivité.

Pour cela, nous avons entrepris de les associer à la conception de programmes pédagogiques qui, bien que présentant un faible degré de complexité, restent très proches de la réalité. Pour illustrer les problèmes de modélisation, nous avons choisi un logiciel de simulation logique qui permet d'inclure différents modèles, présentant des retards ou non, ou encore la possibilité d'introduire des défauts permanents. Dans ces conditions, l'étudiant prend rapidement conscience de ce qu'il peut attendre d'un tel programme, comme par exemple pour les problèmes d'aléas.

Les problèmes d'interaction homme-machine sont mis en évidence sur un programme de simulation d'automatismes séquentiels décrits par un GRAFCET. L'accent est mis sur les différentes méthodes d'introduction du graphe dans l'ordinateur et sur la présentation des résultats de la simulation à l'utilisateur.

Les étudiants sont amenés à se poser les questions suivantes:

- quelles sont les informations à fournir au concepteur pour l'écriture d'un logiciel adapté?

- quel degré d'autonomie peut-on lui laisser?

Dans ces conditions, il n'est pas toujours vain de rappeler que les programmes qu'ils doivent écrire doivent être aisés d'emploi et conçus pour l'utilisateur final, même si cela leur demande des efforts supplémentaires de conception et de mise au point!

Enfin, des exercices de programmation portent sur des programmes de base en informatique graphique. Tous ces programmes sont écrits en PASCAL afin de leur assurer une (relative?) portabilité.

#### C.- Etude de la technologie des périphériques C.A.O.

Un des principaux débouchés des diplômés des I.U.T.-Département GENIE ELECTRIQUE est la maintenance des systèmes informatiques.

L' "explosion" de l'informatique graphique, avec les périphériques spécialisés qu'elle comporte, nécessitera pour leur maintenance des spécialités avec des connaissances spécifiques. Pour cela, dans le cadre des projets d'étudiants de deuxième année, nous lançons l'étude d'une gamme de consoles graphiques, couleurs ou non, conçues autour du processeur spécialisé intégré EF 96365.

Là encore, cette gamme, puisqu'elle utilisera soit un microprocesseur 8 bits (6809), soit un microprocesseur 16 bits (68000), permettra aux étudiants d'acquérir des notions précises sur les logiciels graphiques de base et les interactions matériel-logiciel.

La réalisation de cette gamme de consoles graphiques permet en plus d'introduire un enseignement de "conception de produits" afin de dépasser le cadre strictement technique de cette opération.

Actuellement, on s'oriente vers une structure modulaire, conçue autour de cartes microsystèmes au format "EUROPE" et au standard du bus VME qui vient d'être nouvellement proposé.

L'aspect "design" est loin d'être négligé et excite fort les imaginations.

#### D.- Conférences sur la C.A.O.

Seules 12 heures supplémentaires de cours magistral, constituées par des exposés d'ordre général sur la C.A.O. sont utilisées dans le cadre de cette expérience pilote. Elles permettent une synthèse de l'enseignement réalisé et doivent



présenter un panorama aussi exhaustif que possible de ce qu'est la Conception Assistée par Ordinateur et de ses applications dans le domaine du GENIE ELECTRIQUE.

Les principaux thèmes de ces conférences sont :

- présentation générale de la C.A.O.,
  - grands domaines d'utilisation en GENIE ELECTRIQUE (l'accent est mis sur la conception des circuits intégrés V.L.S.I.),
  - les matériels de la C.A.O.: systèmes ouverts et fermés, conséquences de l'introduction de la C.A.O. dans la vie de l'entreprise, ses impacts socio-économiques.
- En plus de ces conférences, nous aurions souhaité faire visiter des installations de C.A.O. à nos étudiants, mais l'environnement lorrain ne s'y prête guère actuellement.

### MATERIEL MIS EN OEUVRE

Avant de décrire le matériel mis en oeuvre pour cet enseignement, il n'est sans doute pas inutile de préciser le budget dont nous disposons. Celui-ci se monte à 600 KF, répartis de la manière suivante:

- 250 KF de subvention de l'A.D.I.,
- 100 KF fournis par l'Union des Industries de la Région de LONGWY,
- 100 KF venant du Centre de Création Industrielle de Lorraine,
- 150 KF sur le budget propre du Département.

Il ne faut pas oublier que l'enseignement dispensé dans les I.U.T. est un enseignement "de masse" puisqu'il concerne en général cinq groupes d'étudiants en première année et quatre groupes en seconde année, chaque groupe comportant en moyenne 24 étudiants. De plus, un Département d'I.U.T. comme le nôtre, mène des actions de formation permanente soit dans le cadre de la Promotion Supérieure du Travail (40 auditeurs à temps plein), soit dans le cadre de l'actualisation des connaissances (stages de perfectionnements de courte durée).

Au départ de cette expérience, nous ne disposons pas de centre informatique proprement dit. Nos moyens se limitent à:

- une salle d'initiation à la programmation, laissée en libre service, comprenant:
  - . 8 microordinateurs personnels "PROTEUS" (fabrication française),
  - . 1 ordinateur personnel TRS 80,
  - . 1 ordinateur personnel APPLE II,ces deux derniers étant équipés de mini-disques 5 pouces.
- un calculateur graphique TEKTRONIX 4051 couplé à une table traçante. La mémoire de masse utilisée étant la cassette 3M équipant à l'origine ce calculateur. C'est à l'aide de ce système que nous avons mis au point un ensemble de programmes d'initiation allant du schéma (DAO) à l'identification automatique de systèmes asservis linéaires. Conçu autour d'un microprocesseur 6800 et programmable uniquement en BASIC, ce système offre des performances intéressantes mais très limitées au niveau des temps d'exécution.
- une salle de conception de microsystèmes équipée de:
  - . 4 systèmes de développement EXORCISER complets (avec unité de disques souples 8 pouces et imprimante rapide);
  - . 2 EXORCET système de développement "moyenne gamme".

Pour répondre aux impératifs de notre type d'enseignement, il nous faut impérativement disposer de 6 postes de travail minimum.

Dans ces conditions, l'achat d'un système fermé (du type CALMA, APPLICON ou COMPUTERVISION,...) est impossible, même en visant un très bas de gamme car il ne nous offrirait qu'un seul poste de travail.

D'autre part, il est communément admis que la C.A.O. exige au minimum une unité centrale à mots de 32 bits, du type "Megamini". Nos moyens financiers éliminent d'office une telle solution.

Dans un premier temps, nous avons décidé de nous connecter au réseau TRANSPAC afin de pouvoir accéder aux centres de calcul universitaires où nous comptons trouver des logi-

ciels de C.A.O. Afin de réduire les coûts d'investissement, nous avons retenu un mode de liaison asynchrone, limité pour l'instant à 1 200 bauds. Nous avons aussi choisi d'y connecter un terminal graphique évolué, utilisant des logiciels relativement répandus. Pour cela, nous avons retenu la console graphique TEKTRONIX modèle 4112. Nos moyens financiers ne nous permettant pas d'accéder à une console à

une console à balayage cavalier, nous avons choisi un système à balayage vidéo de préférence à un tube à mémoire essentiellement pour des raisons ergonomiques liées à ce type d'écran. Ce premier équipement correspond à notre premier objectif: initier les étudiants à l'usage de logiciels C.A.O. "industriels". Nous précisons bien "initiation" car il n'est pas pensable de laisser un tel terminal en libre accès et au cours d'une séance de Travaux Pratiques de 4 h., un étudiant ne pourrait l'utiliser qu'à peine 10 minutes. Il sert donc plus à des "démonstrations" faites par les enseignants.

A ce stade de notre expérience et pour d'évidentes raisons administratives, il ne nous est pas possible de nous connecter à plusieurs centres informatiques. Nous estimons que si l'enseignement de la C.A.O. devait se répandre, il serait absolument nécessaire de regrouper sur un seul site les logiciels disponibles pour l'enseignement. Afin d'éviter de trop nombreux accès, les logiciels devraient être regroupés par discipline sur des sites différents. Sur chacun d'eux, une équipe assurerait le maintien, voire l'évolution des logiciels, tout en aidant les enseignants utilisateurs. C'est une condition indispensable à l'extension à d'autres établissements de l'expérience que nous menons actuellement.

Dans un deuxième temps, nous avons recherché un équipement local pouvant servir six postes de travail au minimum. En plus des considérations déjà exprimées, nous avons estimé:

- que la "démocratisation" de la C.A.O. ne pourrait se réaliser que par l'emploi de futurs microprocesseurs, 16 bits aujourd'hui, 32 bits demain;
- que dans un Département GENIE ELECTRIQUE, nous ne pouvions pas ignorer les aspects matériels.

Dans ces conditions, notre choix s'est porté vers un système de développement à microprocesseur 16 bits, disposant d'un système d'exploitation multiutilisateur: l'EXORMACS fabriqué par la Société MOTOROLA.

Notre choix a été conforté par:

- notre expérience des microprocesseurs de la famille 6800 et du matériel fourni par cette firme;
- le fait que ce système est prévu pour les futurs microprocesseurs 32 bits auxquels nous pensons pouvoir accéder d'ici deux ans par simple changement de cartes "unité centrale" et "DEBUG".

La configuration retenue comprend donc:

- le système EXORMACS équipé avec 512 K octets de mémoire centrale,
- une unité de disque dur 2 X 16 M octets,
- une unité de disque souple 2 X 512 K octets,
- une imprimante CENTRONICS 703 (180 car/s),
- six consoles pour l'instant alphanumériques en attendant la console graphique que nous comptons développer.

Le système fonctionne sous "VERSADOS" avec comme langage d'utilisation l'assembleur PASCAL et FORTRAN.

En l'absence d'Ingénieurs ou Techniciens qualifiés, ce sont deux enseignants de Département qui assurent l'exploitation de ce système.

Nous pensons que notre solution possède de réelles qualités de souplesse d'évolution, tant au niveau du nombre d'utilisateurs connectables que de celui de l'évolution des futurs circuits intégrés.

Enfin, ce matériel a été retenu dans le cadre du projet "SOL" de mise en place d'un environnement informatique portable, assurant aux logiciels que nous pourrions développer une réelle portabilité.

### RELATIONS AVEC LES INDUSTRIES LOCALES

Le Département GENIE ELECTRIQUE de LONGWY a été un des premiers Etablissement d'Enseignement Supérieur

de Lorraine à introduire un enseignement sur les microprocesseurs en 1975/1976.

A ce niveau, il a déjà joué un rôle pilote d'introduction de la microélectronique dans les industries locales. Ces actions de sensibilisation à la microélectronique ont pris les formes suivantes:

- organisation de Journées d'Information (gratuites), puis de stages de perfectionnement. Ces journées d'information ont débouché sur une exposition bisannuelle de microélectronique. La dernière en date, en Septembre 1981, a réuni 50 exposants qui ont reçu plus de 500 visiteurs. Cette manifestation est organisée dans nos locaux avec la très active participation de la CHAMBRE DE COMMERCE ET D'INDUSTRIE DE MEURTHE-ET-MOSELLE;

- création d'une association à but non lucratif "MICROLOR" qui rassemblait des professionnels intéressés par les microprocesseurs. Des réunions techniques se déroulaient périodiquement chez ses adhérents, articulées autour d'un thème bien défini. Après trois ans d'activité importante, cette Association est pratiquement dissoute à l'heure actuelle, son but primitif de sensibilisation et d'information ayant été atteint;
- mais surtout, contacts personnels entre les enseignants du Département et des responsables techniques d'entreprise à diverses occasions comme les visites des étudiants stagiaires, les conseils aux entreprises, etc...

Pour la diffusion de la C.A.O. dans les P.M.I., nous comptons utiliser sensiblement les mêmes moyens, à l'exclusion sans doute de la création d'une nouvelle association sans but lucratif.

Par rapport à la situation antérieure, nous bénéficierons de nos contacts et d'une bonne image de marque. Cependant, la situation présente est différente car:

- la C.A.O. exige des investissements si importants que de nombreuses personnes estiment qu'à l'heure actuelle, elle n'est pas à la portée des P.M.I.

- il est pratiquement impossible de faire des études de rentabilité "à priori" pour un équipement de C.A.O.

Enfin, nous ne pouvons jouer un rôle de sensibilisation qu'en relais d'actions nationales utilisant des media comme la télévision, la presse technique, etc...

La lourdeur de l'investissement nous incite à penser que la C.A.O. devrait être l'occasion d'une collaboration encore plus étroite entre un Centre Universitaire et une Association de P.M.I. par la constitution d'un Centre C.A.O. qui pourrait rendre des services généraux ou se transformer en Centre prestataire de services en temps partagé à ses différents membres. Chaque adhérent accéderait ainsi à une puissance financière mais surtout à une compétence technique plus importantes.

Cependant, il ne faut absolument pas négliger les obstacles juridiques à une telle structure qui, dans l'état actuel, relève encore du domaine de l'utopie.

## CONCLUSION

Il est encore trop tôt pour tirer des conclusions sur cette expérience. On peut cependant noter un réel enthousiasme de la part des étudiants qui sentent confusément qu'il s'agit d'un "plus" à leur formation.

En ce qui concerne les enseignants, obligés de se remettre en question, des difficultés "psychologiques" peuvent se rencontrer et, sans doute, risque-t-on de voir apparaître des phénomènes de "rejet".

L'introduction de la C.A.O. dans une équipe enseignante, comme d'ailleurs dans toutes les entreprises, n'est pas neutre et elle risque de créer des disparités importantes au niveau des différentes formations.

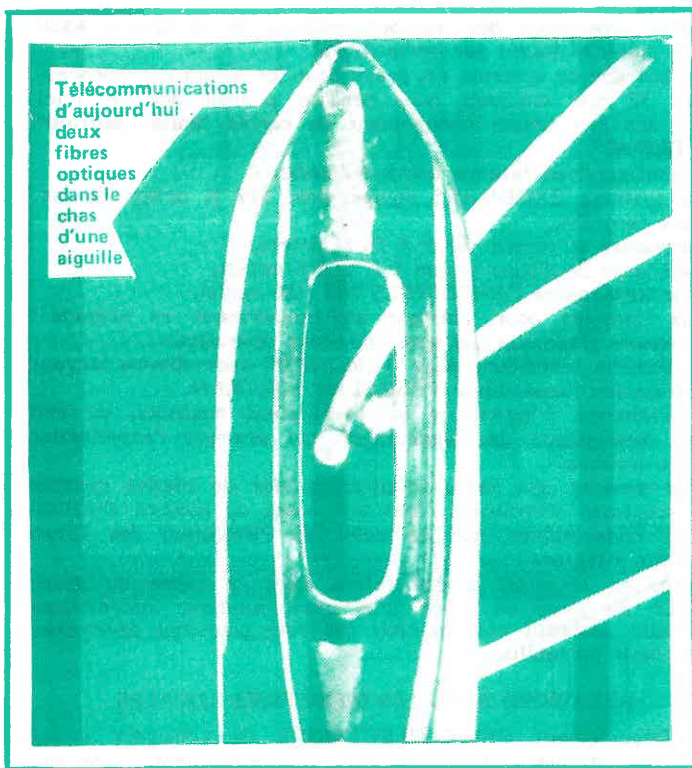
Quoiqu'il en soit, l'introduction de la C.A.O. dans un Département GENIE ELECTRIQUE est déjà un impératif pour assurer les débouchés des étudiants en formation. Il s'agit là d'une expérience passionnante pour tous les participants et, au niveau des réalités industrielles, d'une chance pour une région et même pour une nation, si cette expérience est étendue, d'assumer avec dynamisme les nécessaires reconversions imposées par l'économie mondiale.

INSITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE  
Route de Romain  
54400 - LONGWY

Cette expérience fait l'objet du contrat 81-492 de l'Agence de l'Informatique.

## BIBLIOGRAPHIE

- 1- V.L.S.I. A New Frontier for Systems Designers  
D.G. Fairbairn  
Computer (Jan. 1982)
- 2- Introduction to V.L.S.I. Systems  
C. Mead - L. Conway  
Addison Wesley (1980)
- 3- C.A.O. la ruée vers l'or?  
H. Breteuil  
Le nouvel Automatism (Sept. 1980)
- 4- A Survey of the state of the art of design Automation  
M. Breuer - D. Friedman - A. Irsupowicz  
Computer (Oct. 1981)
- 5- C.A.O. technologie des postes de travail  
D. Mansion  
Le Nouvel Automatism (Oct. 1981)
- 6- Technologie de la C.A.O. numériseurs et dessin automatique  
D. Mansion  
Le Nouvel Automatism (Janv. 1982)
- 7- La réalisation des logiciels graphiques interactifs  
Ouvrage collectif  
Eyrolles 1982
- 8- Some Social Aspect of C.A.O.  
H. Cooley  
Computer In Industry (Vol. 2-1981).



# Programme F.F.T. sur une calculatrice programmable HP 41 C

F. BLIOT, MAÎTRE-ASSISTANT

IUT "A" DE LILLE I

## I - INTRODUCTION

Que ce soit pour analyser un signal (1) ou prévoir une structure de filtre analogique ou numérique (2), la transformée de Fourier est un moyen d'étude particulièrement puissant. Pourtant cette analyse reste bien souvent théorique ou réservée aux gros systèmes informatiques. Or, même avec des moyens très réduits, ici une calculatrice programmable, on peut actuellement, en utilisant l'algorithme de calcul F.F.T. de Colley et Tukey (3), calculer une transformée dans un temps raisonnable. Dans le programme présenté ici, le nombre d'échantillons est limité à 64, ce qui donne une précision souvent suffisante (étude en TP par exemple) avec un temps d'exécution de l'ordre de dix minutes.

## II - LES RELATIONS THEORIQUES UTILISEES

Soit  $F(t)$  une fonction de la variable réelle  $t$ , d'étendue finie sur  $(0, T)$ , possédant une transformée de Fourier  $F(\omega)$  où

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Si on échantillonne ces fonctions sur  $N$  points avec des pas

respectifs  $\Delta t$  et  $\Delta \omega$  on obtient le couple de transformées de Fourier discrètes et normalisées ( $T=1$ ).

[2][4] :

$$(1) \quad F(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} f(n) e^{-j2\pi \frac{kn}{N}}$$

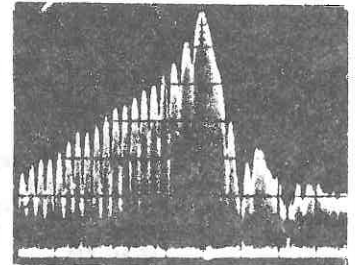
$$(2) \quad f(n) = \sum_{k=0}^{N-1} F(k) e^{j2\pi \frac{kn}{N}}$$

$$\text{où } \frac{2\pi}{\Delta \omega} = N \Delta t$$

Le programme présenté ici calcule les  $N$  valeurs de  $F(k)$  à partir de  $N$  échantillons de  $f(n)$  ou réciproquement. Les échantillons nécessaires doivent être initialement entrés en zone RAM de la calculatrice.

## III - LE PROGRAMME

Nous donnons ci-dessous la structure fonctionnelle du programme qui peut être décomposé en 5 modules repérés M1 à M5.



Adresses

Etiquettes

Contenu

001	M1	FFT
032	M2	*TRI*
076	M3	*FFT*
197	M4	PRINT
265	M5	SIGNAL

Initialisations, déclarations

choix de  $N = 2^M$   $4 \leq N \leq 64$

Classement des échantillons selon le code binaire réfléchi.

Calcul du FFT (algorithme de Cooley Tukey)

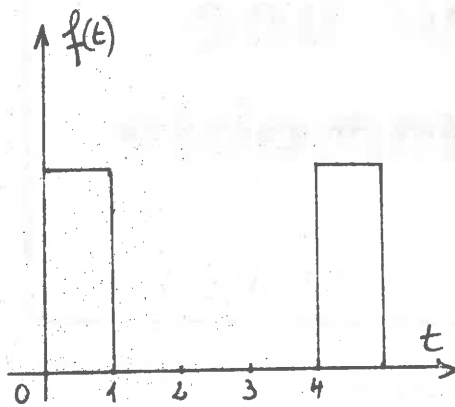
Impression des résultats. Demande d'inversion FFT

Définition et implantation du signal échantillonné en zone RAM

$R_{01}$  à  $R_{64}$  partie réelle  $R_e$

$R_{101}$  à  $R_{164}$  " imaginaire  $I_m$

Le signal à étudier ou sa transformée de Fourier occupent les registres suivants :



k	Re	Im
1	0.250	0.000
2	0.188	-0.126
3	0.062	-0.151
4	-0.016	-0.078
5	0.000	0.600
6	0.052	0.010
7	0.062	-0.026
8	0.025	-0.037
9	0.000	0.000
10	0.025	0.037
11	0.063	0.026
12	0.052	-0.010
13	0.000	0.000
14	-0.016	0.078
15	0.063	0.151
16	0.188	0.126

Le programme complet est donné ci-dessous. Il faut noter que son implantation et son exécution nécessitent une calculatrice HP 41 CV ou une HP 41 C équipée du module d'extension quadri.

#### IV - RESULTATS ET EXPLOITATION

L'implantation du signal à analyser se fait au niveau du module M5 rejeté en fin de programme à l'adresse 265 (subroutine). Le signal peut être défini analytiquement ou au contraire entré à partir de cartes magnétiques (DATA) il s'agit de résultats expérimentaux. Dans ce cas, il faut alors modifier le module M5 en conséquence. A titre d'exemple, nous donnons une transformation 16 points pour le signal représenté ci-dessous et qui peut servir de test à l'exécution du programme.

#### BIBLIOGRAPHIE

- (1) Max J. Méthodes et techniques de traitement du signal. Masson.
- (2) Fondanèche P. Gilbertas P. Filtrés numériques. Collection Technologies Masson.
- (3) Colley J.W. Tukey J.W. «An algorithm for the machine calculation of complex Fourier series» Math of comput. 19, 297-301 (1965).
- (4) Kunt M. Traitement numérique des signaux. Dunod.

Si le signal est causal (cas des signaux réellement utilisés en mesures) alors

$$I_m = 0$$

```
01*LBL "FFT"
CF 27 CLR CF 01 .5
STO 87 " " ASTO 86
TONE 6 "N=?" PROMPT
CLA STO 84 ST= 87
STO Y 1 - .001 *
STO 85 STO 70 RDN LN
2 IN / STO 88 1
ST+ 70 STO 71
XEQ "SIGNAL"
```

```
32*LBL "TRI*"
33*LBL 01
RCL 70 INT RCL 71 INT
X<=Y? GTO A
```

```
40*LBL a
RCL IND X RCL IND Z
X<> IND Z RDN
X<> IND Z RDN FS?C 01
GTO 06 100 ST+ Z ?
SF 01 GTO a
```

```
54*LBL 06
100 ST- Z -
```

```
58*LBL b
RCL 87 X<>Y
```

```
61*LBL 02
X<=Y? GTO B X<>Y
ST- 71 2 / RCL 71
INT GTO 02
```

```
71*LBL c
X<>Y ST+ 71 ISG 70
GTO 01
```

```
76*LBL "oFFT*"
PI STO 72 2 STO 73
RCL 88 .001 * 1 +
STO 00
```

```
87*LBL 03
RCL 72 ENTER COS
STO 74 X<>Y SIN
STO 75 1 STO 80 CLX
STO 81 RCL 73 2 /
STO 70 .001 * 1 +
STO 76
```

```
100*LBL 04
RCL 76 INT RCL 85 +
RCL 73 1 E-05 * +
STO 77 STO 67 100
ST+ 67
```

```
121*LBL 05
RCL IND 77 STO 78
RCL IND 67 STO 79
RCL 70 RCL 77 +
STO 65 RCL IND X
RCL 80 * STO 82 RDN
RCL IND X RCL 81 *
STO 83 RDN 100 +
STO 66 RCL IND X
RCL 81 * ST- 82 RDN
RCL IND X RCL 80 *
ST+ 83 RCL 82 RCL 78
+ STO IND 77 RCL 83
RCL 79 + STO IND 67
RCL 78 RCL 82 -
STO IND 65 RCL 79
RCL 83 - STO IND 66
RCL 73 ST+ 67 ISG 77
GTO 05 RCL 80 RCL 74
* RCL 80 RCL 75 *
X<>Y RCL 81 RCL 75 *
- STO 80 X<>Y RCL 74
ST+ 81 X<>Y ST+ 81
ISG 76 GTO 04 2
ST/ 72 ST+ 73 ISG 00
GTO 03 TONE 9
```

```
197*LBL "PRINT"
FC? 55 GTO 07 ADV
SF 12 "F. F. T*"
PRA ADV CF 12 " -
ACA FIX 0 ARCL 84 ACA
" POINTS" ACA PRBUF
ADV RCL 84 .001 * 1
+ STO 00
```

```
221*LBL b
CLA RCL 00 FIX 0
ARCL X ARCL 06 FIX 3
RCL IND X RCL 84 /
X<>Y 100 + RCL IND X
CHS STO IND Y RCL 84
/ X<>Y RDN ARCL Y
ARCL 06 ARCL X PRA
ISG 00 GTO b ADV ADV
ADV ADV ADV RCL 85
STO 70 1 ST+ 70
STO 71
```

```
257*LBL 07
CF 22 BEEP
"FFT INVERSE?" PROMPT
FS?C 22 XEQ "TRI*"
GTO c
```

```
265*LBL "SIGNAL"
RCL 84 4 / .001 * 1
+ STO 00 1
```

```
275*LBL 00
STO IND 00 ISG 00
GTO 00 TONE 5 STOP
RTN
```

```
282*LBL c
END
```



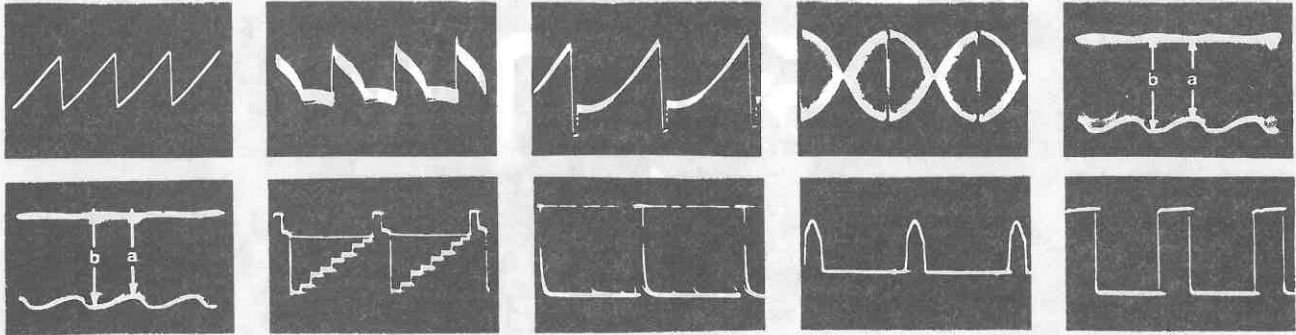
# DEPARTEMENTS DE GENIE ELECTRIQUE

## ANNUAIRE 1982-1983

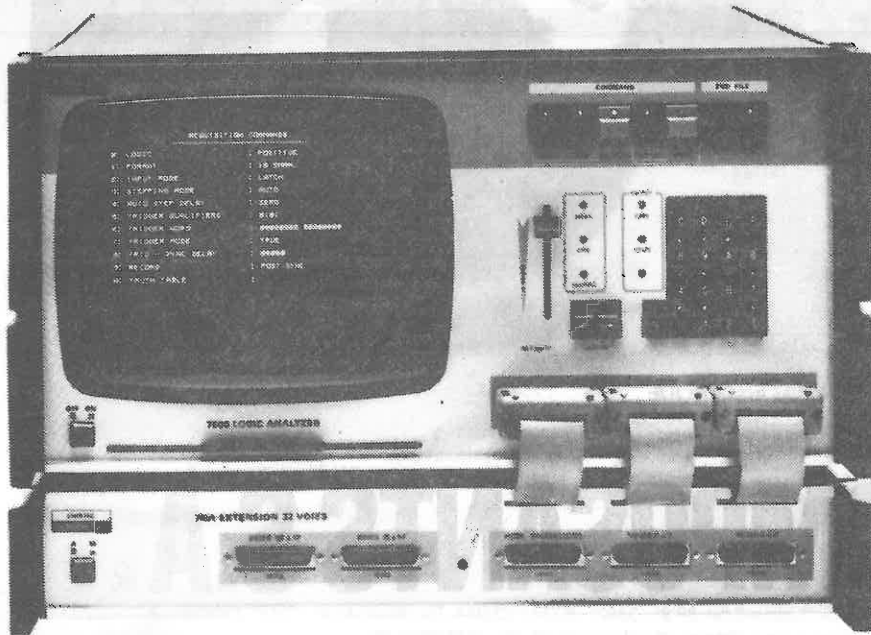
I.U.T.  Date d'ouverture	Adresse et N° téléphone	Nbre Etud. 1ère An.	Options	C.D. Chef de Département
		Nbre dossiers		A.D.J. Adjoint au Chef de Département
				D.E. Directeur des Etudes
ANGERS 1966	4, bd Lavoisier - Belle-Beille 49045 ANGERS CEDEX tél. (41) 48 46 12	120 1705	EN 67 AU 48 PST 72	C.D. M. CHERET D.E. M. DELANCHY
ANNECY 1982	<u>Administration:</u> Chemin de Bray - B.P. 908 74019 ANNECY CEDEX tél. (50) 23 29 93  <u>Enseignement:</u> 41, avenue de la Plaine 74000 ANNECY tél. (50) 57 34 01	48 280		C.D. M. SAGE D.E. M. MUSY
BELFORT 1968	11, rue Engel Gros 90000 BELFORT tél. (84) 21 01 00	176 1600	ET 49 EN 73 PST 40	C.D. M. MANDRET D.E. M. METHOT
BETHUNE 1969	rue du Moulin à Tabac 62408 BETHUNE CEDEX tél. (21) 57 60 80	108 703	ET 59	C.D. M. NOTELET D.E. M. LESENNE
BORDEAUX 1966	I.U.T. A 33405 TALENCE CEDEX tél. (56) 80 77 79	124 1715	EN 126 AU 126	C.D. M. VIALA D.E. M. CAVAN
BREST 1969	rue de Kergoat 29283 BREST CEDEX tél. (98) 03 22 28	122 1250	ET 34 AU 48 PS 12	C.D. M. KONN D.E. M. BLANCHARD M. BOISSEL
CACHAN I 1966	9, avenue de la Div. Leclerc 94230 CACHAN tél. (1) 664 10 32	144 1900	EN 126 PST 210 Section spéc. 36	C.D. M. DAUMEZON D.E. M. JOVY A.D.J. M. VERNET M. MICHAILESCO
CACHAN II 1968	9, avenue de la Div. Leclerc 94230 CACHAN tél. (1) 664 10 32	144 1400	ET 120	C.D. M. LACAILLE A.D.J. Mme MOUSSA M. CHINCHOLLE
CALAIS 1971	Boulevard du 8 Mai 62100 CALAIS tél. (21) 34 49 90	78 485	EN 63 PST 37	C.D. M. FRANCOIS D.E. M. LANNOO
CRETEIL 1972	Av. du Général de Gaulle 94010 CRETEIL CEDEX tél. (1) 898 91 44 - P. 2292	116 1754	EN 64	C.D. M. BANCAREL D.E. Mme VERBEEK A.D.J. M. OZIER M. PELLOSO M. VERBEEK
EVRY 1972	Quartier Les Passages 91011 EVRY CEDEX tél. 078 03 63	60 800	AU 50	C.D. M. VIBET D.E. M. MATRICALI

GRENOBLE I 1966	Domaine Universitaire B.P. 67 38402 ST-MARTIN D'HERES CEDEX tél. (76) 42 36 54	125 1600	ET 51 AU 50 PST 10	C.D. M. POIRIER D.E. M. PEYRARD A.D.J. M. NOUGARET
GRENOBLE II 1968	Domaine Universitaire B.P. 67 38402 ST-MARTIN D'HERES CEDEX tél. (76) 42 36 54	121 2000	EN 96 AU 25 PST 1	C.D. M. BOUTHINON D.E. M. SILLERE M. MONLLOR A.D.J. M. MICHOUPLIER
LANNION 1969	Route de Perros-Guirrec BP 150 22302 LANNION tél. (96) 37 43 34	116 1400	EN 76	C.D. M. CORAZZA A.D.J. M. MALHERBE
LE CREUSOT 1975	12, rue de la Fonderie 71200 LE CREUSOT tél. (85) 55 43 00	123 780	ET 45 AU 40	C.D. M. CHANUSSOT D.E. M. GIROT
LE HAVRE 1967	B.P. 4006 76077 LE HAVRE CEDEX tél. (35) 47 28 47	153 900	ET 47 AU 70	C.D. M. GRESSER D.E. M. MARTIN
LILLE I 1966	B.P. 179 59653 VILLENEUVE D'ASQ CEDEX tél. (20) 91 04 94 - P. 224	150 1370	EN 68 AU 50 PST 60	C.D. M. DELECROIX A.D.J. M. WALLET
LONGWY 1969	Route de Romain 54400 LONGWY tél; (82) 23 38 82 & 23 36 09	102 1000	EN 41 AU 45 PST temps plein 60	C.D. M. KRZAKALA D.E. M. MAGINOT M. PETIT A.D.J. M. SCHNEIDER
LYON 1967	17, rue de France 69100 VILLEURBANNE tél. (78) 68 21 81	149 1969	ET 50 AU 73 PST 7	C.D. M. JIMENEZ
MARSEILLE 1970	Rue des Géraniums 13337 MARSEILLE CEDEX tél. (91) 98 90 49	144	EN 99	C.D. M. BIQUARD A.D.J. M. CARCHANO
MONTLUCON 1968	Av. A. Briand, B.P. 408 03107 MONTLUCON CEDEX tél. (70) 29 36 55	148 1100	ET 50 AU 56	C.D. M. FRAYSSE D.E. M. HUGON A.D.J. M. SOULE
MONTPELLIER 1969	Avenue d'Occitanie 34075 MONTPELLIER CEDEX tél. (67) 63 38 86	125 1500	EN 99	C.D. M. DESFOURS D.E. M. DUCHEMIN A.D.J.
MULHOUSE 1968	61, rue Albert Camus 68093 MULHOUSE CEDEX tél. (89) 42 48 46	138 777	EN 19 AU 86	C.D. M. GRESSER D.E. M. EVRARD A.D.J. M. MEYER
NANTES 1967	3, rue du Maréchal Joffre 44041 NANTES CEDEX tél. (40) 74 63 71	97 1850	ET 29 AU 62 PST 35	C.D. M. PILLON A.D.J. M. BARRAS M. SARLAT
NICE 1970	41, bld Napoléon III 06041 NICE CEDEX tél. (93) 83 71 16	149 850	EN 75 AU 48	C.D. M. BOULON D.E. M. ANDREANI M. ALDORF
NIMES 1968	Rue Jules Raimu 30039 NIMES tél. (66) 64 52 33	133 1000	ET 72 AU 24 PST 1	C.D. M. CALAS D.E. M. PONS A.D.J. M. LUQUET M. SOONCKINDI
POITIERS 1966	Av. Jacques Coeur 86034 POITIERS CEDEX tél. (49) 46 28 65	127 1364	ET 47 AU 48	C.D. M. AUZARY D.E. M. LEBOURG M. CHASSERIAUD
RENNES 1966	Rue du Clos Courtel 35000 RENNES tél. (99) 36 26 51	144 1920	EN 68 AU 48	C.D. M. GROSWALD D.E. M. FORTIN A.D.J. M. COLIN
SAINT-ETIENNE 1967	28, av. L. Jouhaux 42023 SAINT-ETIENNE CEDEX tél. (77) 25 22 18	144 1434	EN 72 AU 24 Section Spéc. suspendue en 82/83 exceptionelt.	C.D. M. BERT A.D.J. M. FAURE RELAT. EXT. M. DEIGAT

TOULON 1967	Château St-Michel, R.N. 98 83130 LA GARDE tél. (94) 75 90 50	152 770	EN 58 AU 46 PST 7	C.D. M. LOUBET A.D.J. M. MOUSSIEGT
TOULOUSE 1967	115, route de Narbonne 31062 TOULOUSE CEDEX tél. (61) 25 21 17	190 2254	EN 86 AU 39 Sect. Spéc. 18 PST 80	C.D. M. FOURNIE D.E. M. DUTARD A.D.J. M. BURGA M. COUZIE
TROYES 1972	9, rue du Québec, BP 396 10026 TROYES CEDEX tél. (25) 82 06 67	164 805	EN 92	C.D. M. ROBERT D.E. Mme BOCHATAY M. JOST
VILLE D'AVRAY 1967	1, chemin Desvallières 92410 VILLE D'AVRAY tél. (1) 709 05 70	90 2250	EN 38 AU 35 PST Temps part. 44 Temps plein 18	C.D. M. FONDANECHÉ D.E. M. GOLDSTEIN A.D.J. M. PIEJUS



# 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 898 225  
 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.

# NOUS diffusons l'Essentiel du Progrès



MICRO ET PÉRI-INFORMATIQUE  
COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES  
INSTRUMENTATION ET ÉQUIPEMENT



## COMPOSANTS S.A.

BORDEAUX Avenue Gustave-Eiffel BP 81 - 33605 PESSAC CEDEX TÉL. 56/36.40.40 - TÉLEX 550696F  
TOULOUSE 55, avenue Louis-Bréguet 31400 TOULOUSE TÉL. 16.61/20.82.38  
POITIERS 183, route de Paris 86000 POITIERS TÉL. 49/88.60.50 - TELEX 791525F  
RENNES Rue du Manoir-de-Servigné ZI Rte de Lorient BP 3209 - 35013 RENNES TÉL. 99/54.01.53 -  
TÉLEX WESCOMP 740311F  
PARIS 15, allées des Platanes Sofilic 429 94263 FRESNES CEDEX TÉL. 16/1/666.32.46 - TÉLEX 201621F