

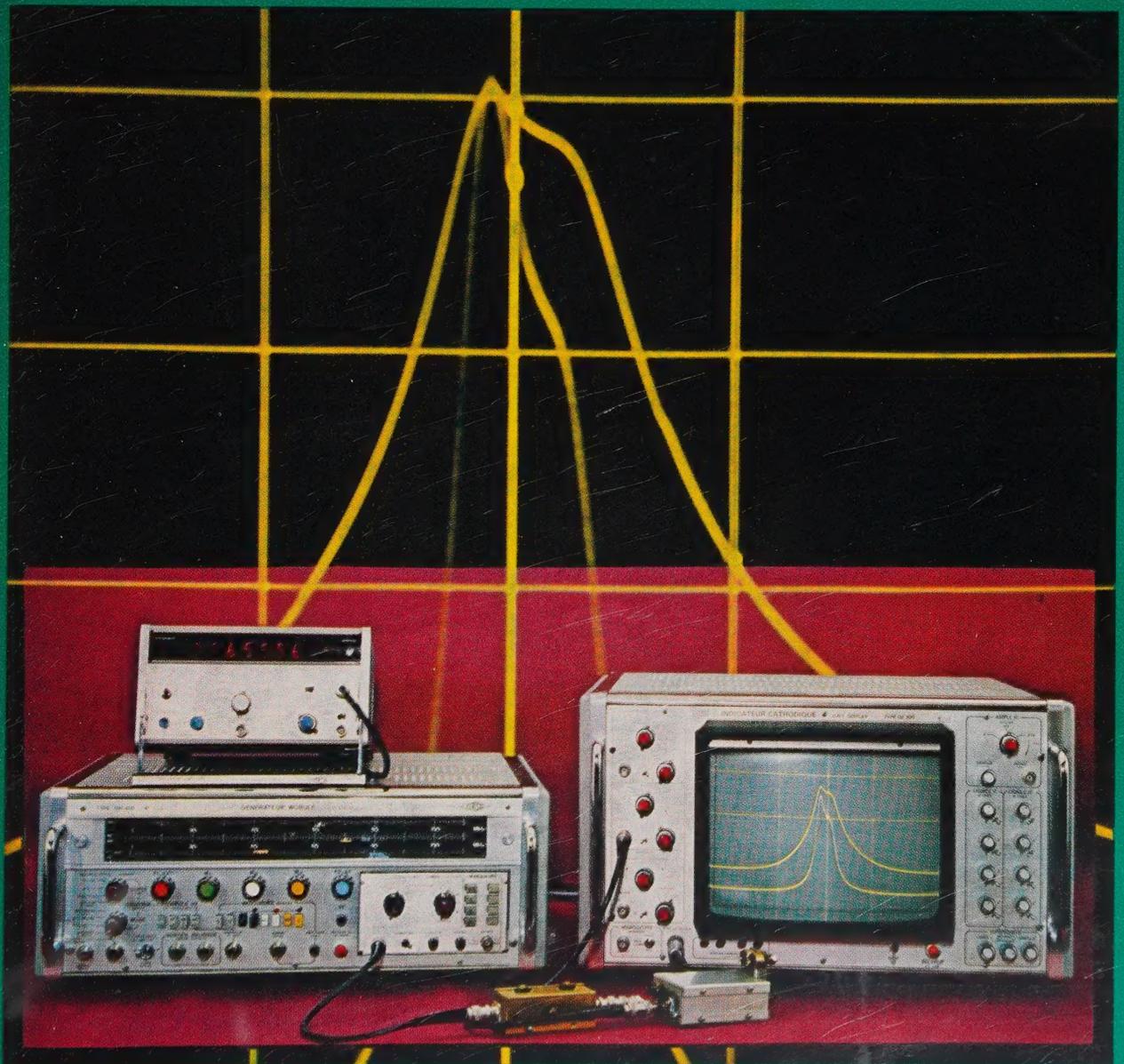
# l'onde électrique

U. of ILL. LIBRARY

DEC 6 1972

CHICAGO CIRCLE

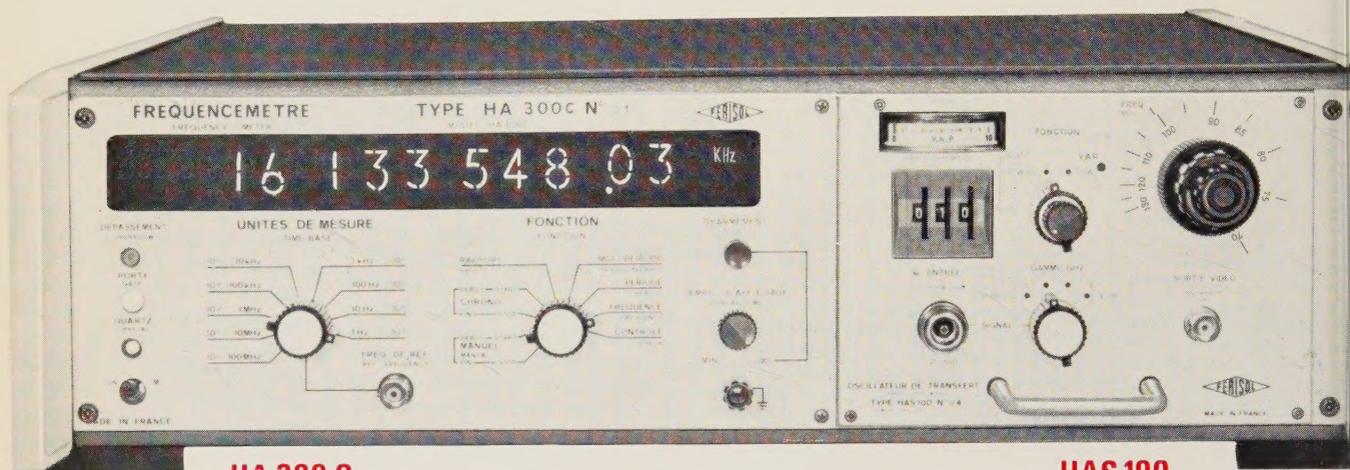
revue mensuelle  
de la  
société des électriciens  
des électroniciens  
et des radioélectriciens



# POUR LES MESURES DIFFICILES

## JUSQU'À 18 GHz

### sur des signaux en HF pure (C.W.) ou des signaux modulés en impulsions, en AM ou en FM



**HA 300 C**  
**FRÉQUENCÉMÈTRE**  
(entièrement programmable)

**0 à 160 MHz**

Affichage 10 chiffres avec groupage automatique par 3 (système DÉCIMATIC)

+

**HAS 100**  
**OSCILLATEUR DE TRANSFERT**  
**50 MHz à 18 GHz**

*...par exemple :*

- MESURE DE LA FRÉQUENCE HF DANS UN TRAIN D'IMPULSIONS
- SÉPARATION ET MESURE DES FRÉQUENCES "IMAGE" ET "SON" D'UN SIGNAL DE TÉLÉVISION
- ETC...

*...avec affichage direct sur le HA 300 C*

ET AUSSI POUR TOUTES LES MESURES CLASSIQUES :

**HA 300 C** - Mesures de fréquences, rapport de fréquences, périodes, multipériodes, durées, chronométrie, compteur/totalisateur, standard et diviseur de fréquences, etc...

CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES : Entrées "signal" : "—" de 0 à 160 MHz ; "∞" de 10 Hz à 160 MHz • Quartz : 1 MHz ; stabilité :  $2 \cdot 10^{-9}/h$  • Sensibilité ("signal" et BF) : 100 mV eff.

• OPTION : tiroir préamplificateur HAC 300 - sensibilité : 10 mV eff. 10 Hz à 160 MHz.

Peut être équipé des tiroirs HAF 600 B (500 MHz), HAF 700 C

(150 MHz à 3000 MHz), HAT 300 B (mesures des durées de  $1 \mu s$  à  $10^8 s$ ) ainsi que du tiroir Oscillateur de Transfert HA

**HAS 100** - 50 MHz à 18 GHz • Sensibilité : 100 mV j à 15 GHz • Comporte un verrouillage de phase et un affichage manuel du rang d'harmoniques permettant la lecture directe sur le HA 300 C de la fréquence mesurée. Le HAS 100 peut aussi être livré en 2 autres versions : avec alimentation continue (pour HA 300 B) ou en coffret autonome pour utilisation avec les Minifréquencemètres HB.

18, av. Paul-Vaillant-Couturier - 78190 Trappes - FRANCE  
Tél. : 462.88.88 - Télex : 25705 - Câble : Feritrappes

**Ets GEFROY & C<sup>ie</sup> S.A. cap. 13.153.000 F**

Délégations Régionales : LYON - RENNES - TOULOUSE  
Bureaux Techniques : FRANCFORT - MILAN



documentation  
franço

sur  
demande

# Onde électrique

revue mensuelle

de la Division Electronique, Radioélectricité et Télécommunications (D.E.R.T.)

de la Société des électriciens, des électroniciens et des radioélectriciens (S.E.E.)

## sommaire

Avant-propos de la DATAR.	377	ÉDITORIAL
DANZIN A. L'IRIA et l'essor informatique de Rennes.	380	INFORMATIQUE
CONRUYT P., LEFRANÇOIS G., REMY M. Les objectifs du Centre Commun d'Études de Télévision et Télécommunications de Rennes.	383	TÉLÉVISION ET TÉLÉCOMMUNICATIONS
ROMBOUT E. Le Centre d'Électronique de l'Armement.	386	ARMEMENT
BLANC-LAPIERRE A. L'antenne de Rennes de l'École Supérieure d'Électricité.	390	ENSEIGNEMENT
METIVIER M. L'informatique à l'Université de Rennes.	394	ENSEIGNEMENT
SUZOR F. L'Institut National des Sciences Appliquées de Rennes.	397	ENSEIGNEMENT
DELVILLE J.C. Utilisation d'Imag 2 associé au programme Celcao.	399	INFORMATIQUE
COMPARETTI G. Celcao : Un programme graphique interactif au service d'Imag 2.	405	INFORMATIQUE
COQUELLE D. Réalisation d'un bistable ECL et étude de la mise en œuvre de portes ECL.	406	MICROÉLECTRONIQUE
Sicob 1972. Inauguration spectaculaire de l'usine de Télélec Airtronic de Pessac.	421	ACTUALITÉ
Informations	422	INFORMATIONS

### tre couverture,

VOBULATION type GH. OZ - FERISOL permettant avec un GÉNÉRATEUR VOBULATEUR GA 400 et un INDICATEUR CATHODIQUE OZ 300 d'effectuer et à "vue" des réglages précis de tous dispositifs passifs et actifs dans la plage de 30 Hz à 12,5 GHz, avec simultanément mesures des marqueurs Mo, M1 et M2 sur Minifréquencemètres HB.

- Etablissements Geffroy et Cie, 18, avenue P.V.-Couturier 78-TRAPPES. Tél. 462.88.88

L'ONDE ÉLECTRIQUE, 10, avenue Pierre-Larousse, 92-Malakoff - Tél. 253-04-16

Président du Comité de l'Onde Électrique : M. THUÉ, Ingénieur général des Télécommunications au C.N.E.T.

Vice-Présidents : P. CHAVANCE, Directeur technique à Thomson-C.S.F.

L. GOUSSOT, Ingénieur général des Télécommunications à l'O.R.T.F.

Président du Comité de Lecture : G. LEFRANÇOIS, Directeur des Etudes à l'E.N.S.T.

Rédacteur en chef : D. HALPERN

Editions Chiron S.A., 40, rue de Seine, 75-Paris 6<sup>e</sup> - Tél. 633.18.93

Abonnement (1 an, soit 11 numéros), chez l'éditeur : France 100 F - Etranger 140 F - C.C.P Paris 53-35

Exclusivité de la publicité : Publéditec. Tél. 250.88.04

# numériquement votre...

... dans tous les domaines de la mesure, Schneider Electronique s'intéresse aussi à l'automatisme et propose une ligne de **voltmètres multimètres** 2500, 5000, 12000 points dont certains programmables et à sélection automatique de gammes.



## — voltmètres

vn 454	5000 pts	-	6/8	-	2u	3.200	F. HT
vn 654	5000 pts	-	6/8	-	2u	4.100	F. HT
vn 954*	12000 pts	-	8/8	-	2u	5.950	F. HT

## — multimètres

mn 124	2500 pts	V = ~, I = ~, Ω	4/8	-	2u	2.700	F. H.T.
mn 554*	5000 pts	V = ~, I = ~, Ω	4/8	-	2u	3.700	F. H.T.

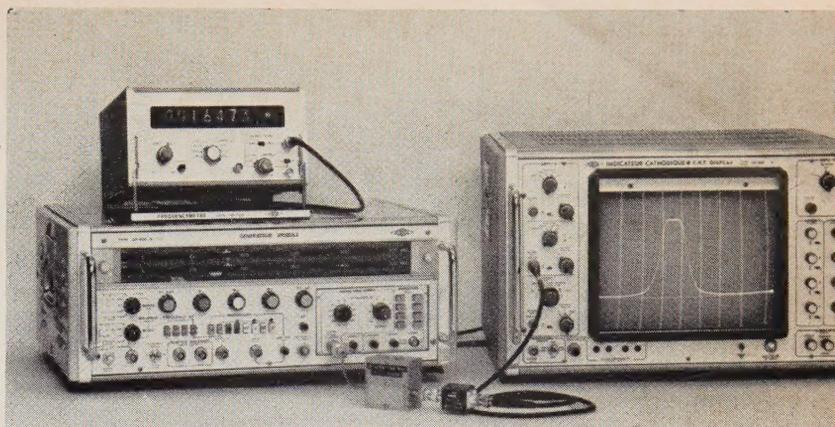
\* nota : appareils programmables à sélection automatique de gammes.

REPRESENTANTS ■ SUD-OUEST : BASCOUL ELECTRONIQUE, 35 rue Luchet, 31-TOULOUSE. Tél. 48.99.29 ■ SUD-EST : ELIC 38 - 8-10 av. du Grand-Sablon, 38-LA TRONCHE (près Grenoble). Tél. 87.67.71 Tx 32 739 - LE BUREAU BARISIEN, 231 av. Jean-Jaurès, 69-LYON 7<sup>e</sup>. Tél. 72.68.08 ■ OUEST : DIRECT, 151-153 rue de Constantine, 76-ROUEN. Tél. 70.24.23. Tx 77 842 ■ NORD : F.R.T., 10 av. de la République, 59-MARCO-EN-BARCEUL par Lille. Tél. 72.44.65. Tx 12 834 ■ EST : CHOFFEL ELECTRONIQUE, 78 bd Thiers, 88-REMIREMONT. Tél. 62.11.89 ■ BRETAGNE : DREDIA, Les Guitais, 35-Chatillon/Seiche, Tél. 50.50.29 ■ AUVERGNE : AUVERLEC, Zone Industrielle, 63-COURNON - B.P. 49, 63002 CLERMONT-FERRAND CEDEX ■ MIDI : C.M.R., 12 avenue Mignan, 13-MARSEILLE 3<sup>e</sup>. Tél. 50.26.31 Tx 42 579 ■ BELGIQUE-LUXEMBOURG : F.R.T., 10 av. de la République, 59-MARCO-EN-BARCEUL par Lille. Tél. 72.44.65. Tx 12 834.

**SCHNEIDER ELECTRONIC**  
MESURE - CALCUL - VISUALISATION

27-33, rue d'Antony, 94150 Rungis, Tél. 68

# Le banc de vobulation Ferisol type GH OZ



Le banc de vobulation FERISOL type GH OZ se compose d'un générateur vobulateur type GH 400 qui couvre avec ses 8 tiroirs oscillateurs interchangeables « état solide » la plage de fréquence 30 Hz/12,4 GHz (jusqu'à plus de 18 GHz, en développement) et d'un indicateur cathodique à grand écran type OZ 300.

Cet ensemble complété par une série d'accessoires permet d'effectuer, avec un gain de temps important, toutes les mesures conventionnelles ainsi qu'un certain nombre de mesures spécifiques dans des conditions de haute précision et de rapidité encore jamais atteintes.

Il présente en outre les caractéristiques nécessaires pour pouvoir être associé aux ensembles de mesures automatiques, en particulier aux analyseurs de réseaux.

Le générateur vobulateur type GH 400 offre de multiples possibilités : 5 fréquences pré-réglées, 5 modes de balayages, 3 marqueurs fonctionnels  $M_0$ ,  $M_1$ ,  $M_2$  réglables sur toute la plage de fréquence du tiroir en service.

Les tiroirs interchangeables de 30 Hz à 1 GHz sont équipés d'un atténuateur étalonné, d'un dispositif de marquage au quartz permettant de générer un « peigne » de marqueurs fixes (1 - 5 - 10 - 50 MHz ou valeurs spéciales sur demande).

Des sorties sont prévues pour : enregistreur XY (avec dispositif de lever de plume incorporé) balayage constant, balayage proportionnel, marqueurs, etc.

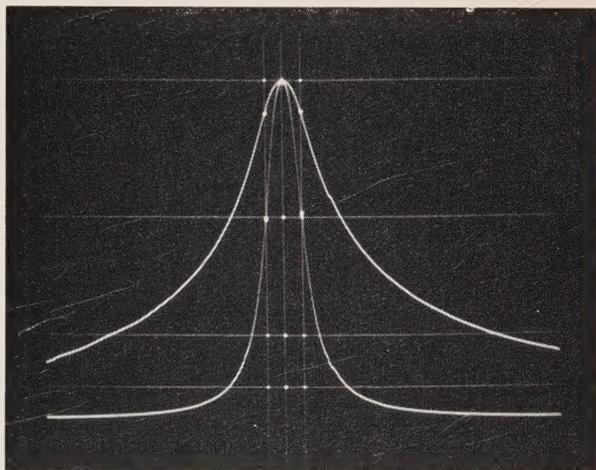
L'indicateur cathodique type OZ 300 conçu principalement pour une utilisation avec le GH 400 permet l'observation simultanée sur tube à grand écran 16 x 22 cm à déviation électromagnétique, trace orange — verte ou bleue en option — de 1 à 3 signaux sur l'axe des Y pour une même référence de temps extérieure, en provenance par exemple du générateur GH 400, appliquée sur l'axe des X.

L'OZ 300 comporte en outre un générateur de lignes de marquage — 4 verticales et 4 horizontales — réglables en position et en intensité, qui constituent un véritable quadrillage électronique. Une entrée « marqueur extérieur » permet le déclenchement synchrone de lignes verticales.

Mais ce qui constitue en grande partie l'originalité du banc de vobulation type GH OZ c'est son dispositif absolument inédit permettant de mesurer directement en cours de vobulation, avec la précision d'un appareil numérique, la fréquence exacte des marqueurs fonctionnels  $M_0$ ,  $M_1$  et  $M_2$ . Cette mesure est réalisée actuellement jusqu'à 500 MHz

à l'aide des fréquencemètres FERISOL type HB qui sont équipés en série d'une prise spéciale. Un oscillateur de transfert avec coffret (HAS 100) permet l'extension de ces mesures jusqu'à 18 GHz.

L'autre originalité du banc GH OZ, c'est son étonnante facilité d'emploi. Par exemple, pour mesurer avec une précision supérieure à  $1.10^4$  la fréquence d'un marqueur variable  $M_0$ ,  $M_1$  ou  $M_2$ , il suffit d'enfoncer sur le GH 400



Essais d'un filtre avec mise en place des marqueurs  $M_0$ ,  $M_1$  et  $M_2$ .

une touche « comptage » qui se trouve associée avec la touche de mise en service du marqueur (repères de couleur identiques et voyant lumineux). La valeur de la fréquence s'affiche automatiquement sur le fréquencemètre HB tandis que simultanément, le marqueur est identifié en surbrillance sur l'écran de l'OZ 300 évitant tout risque de confusion.

Ainsi, devient-il possible de réaliser en une seule opération — et en dynamique — les contrôles ou réglages d'éléments et circuits passifs (réjecteurs, filtres à quartz, détecteurs, éléments coaxiaux ou sur guide) et actifs (discriminateurs, amplificateurs, etc.) avec, en outre la possibilité d'enregistrer instantanément le résultat sur film photographique puisque l'OZ 300 est équipé d'un support de caméra.

# Pourquoi le tiers des semi-conducteurs de puissance HF vendus dans le monde porte-t-il la marque RCA?

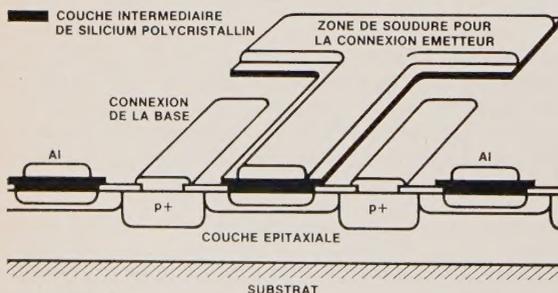
Il y a quelques années, nous avons largement dépassé la concurrence en mettant au point la structure du premier transistor à émetteurs multiples interconnectés (structure OVERLAY). Depuis lors l'action que nous avons entreprise dans le but d'améliorer la qualité et la fiabilité de ces produits nous a conduit à l'introduction d'une technologie multi-émetteurs plus élaborée.

Grâce à ces nouveaux dispositifs perfectionnés, RCA conserve une place prépondérante dans l'industrie ; à l'heure actuelle 30% des transistors de puissance HF vendus dans le monde sont fabriqués par RCA.

Notre gamme de produits HF comporte aussi des transistors MOSFET définis pour différentes applications : réception VHF/UHF, chopppers, commande automatique, instrumentation.

## Examinons de plus près la nouvelle technologie multi-émetteurs RCA

D'après leur principe essentiel, les transistors à structure OVERLAY comportent de nombreuses petites régions d'émetteurs séparés, ce qui conduit à une surface d'émetteur plus importante, sans augmentation notable de la surface totale du dispositif, ceci assure de meilleures caractéristiques puissance/fréquence.



La technologie OVERLAY choisie par RCA a grandement facilité l'insertion d'une couche intermédiaire de silicium polycristallin entre les régions d'émetteurs et la couche d'aluminium déposée par métallisation.

Cette couche de silicium diminue les dérives thermiques et permet un équilibrage de température des régions d'émetteurs réduisant ainsi la formation des points chauds, ce qui améliore la tenue des transistors sur charge désadaptée.

## La gamme des transistors HF

La gamme des produits RCA permet au constructeur de disposer d'un transistor approprié pour la quasi-totalité des applications de puissance HF.

Quelques unes des utilisations les plus importantes de nos produits sont décrites ci-dessous.

## Tout pour le poste émetteur récepteur mobile

Voici un résumé de la gamme de nos transistors de puissance HF pour les applications aux postes émetteurs récepteurs mobiles (boîtiers TO 39, TO 60, ou strip-line).

Fréquence	Tension d'alimentation	Puissance
66-175MHz	28V	jusqu'à 50W
66-175MHz	12V	jusqu'à 25W
380-512MHz	28V	jusqu'à 25W
380-512MHz	12V	jusqu'à 15W

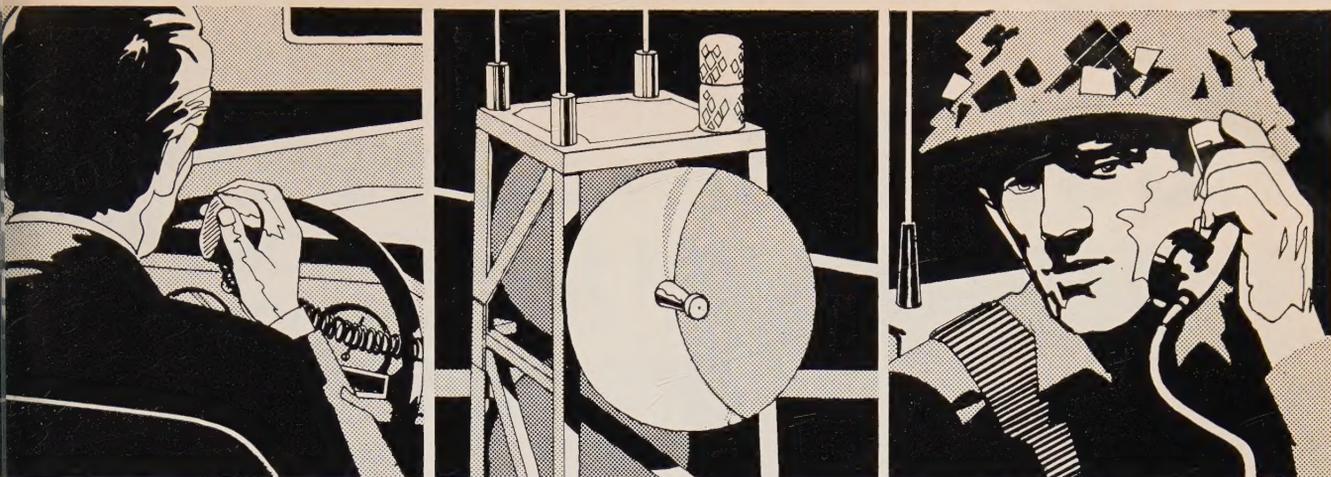
A 960MHz, la gamme RCA propose des produits permettant de délivrer jusqu'à 10W sous 12 volts de tension d'alimentation.

## Puissances élevées pour application en bande latérale unique

Les transistors RCA peuvent fournir jusqu'à 75W crête sous 28 volts de tension d'alimentation dans la bande 2-30MHz. Ils sont spécialement définis pour des applications linéaires en classe A ou B.

## Premiers transistors hyperfréquence à résistances d'équilibrage sur chaque émetteur

Nous avons été les premiers à introduire dans l'industrie ce type de transistors hyperfréquence. Ils se caractérisent par une aptitude exceptionnelle à résister à des T.O.S. élevés.



Ces produits proposés sous forme de boîtiers hermétiques strip-line ou coaxiaux peuvent délivrer jusqu'à 10W à 2GHz et 6,5W et 2,3GHz.

### Emission pour les télécommunications aériennes

RCA offre une vaste gamme de transistors fonctionnant dans la bande des télécommunications aériennes pour des puissances pouvant atteindre 35W. Tous ces produits, grâce à leur technologie, permettent un fonctionnement sous des conditions sévères de désadaptation. En version standard, ils se présentent sous forme de boîtiers strip-line à fixation par vis centrale, ou par bride.

### Et votre propre application ?

Peut-être vous n'avez pas trouvé ici la description de votre application particulière ; vous pouvez être certain que nos ingénieurs seront en mesure de résoudre vos problèmes.

### Le saviez-vous ?

Les produits RCA de haute technologie comprennent également :

- des thyristors et des éléments de déclenchement
- des circuits intégrés linéaires
- des circuits intégrés digitaux COS/MOS
- des circuits hybrides de puissance
- des éléments de puissance pour intégration hybride
- des transistors de puissance à basse et moyenne fréquence

Consultez-vous nos 'databooks' ? Note d'application ? et manuels ? ou voudriez-vous obtenir une documentation régulière sur les produits en développement chez RCA Solid State-Europe ?

Demandez-les à votre distributeur le plus proche ou directement chez RCA.

## RCA Solid State-Europe est à votre service

### Comment fonctionne le système distributeur RCA

Les distributeurs mentionnés ci-dessous sont prêts à vous fournir sur stock tout composant RCA. Ils vous offrent un service documentation complet, et disposent de toutes les informations publiées par RCA, catalogues condensés, manuels et notes d'application.

Un nouveau système de documentation comprenant des diffusions régulières des toutes dernières informations est en place.

Pour plus amples détails contactez :

*Radio Equipements—Antares SA,  
9 Rue Ernest Cognacq, 92 Levallois Perret, France.  
Tel: (Paris) 737/54/80*

*Inelco (Belgique)  
Avenue Val Duchesse 3, 1160 Bruxelles, Belgique.  
Tel: Bruxelles 02/60.00.12*

### Grâce aux équipes de vente et d'engineering d'application

RCA dispose, dans les principaux centres européens, d'équipes de vente et d'engineering, y compris un service complet d'engineering d'application. Il existe, en outre, des installations complètes de laboratoire et de mise au point à Liège (Belgique) et à Sunbury (Angleterre).

Ces équipes, dirigées par des ingénieurs entièrement formés par RCA, sont à votre service pour des études approfondies de vos problèmes.

Contactez-nous par l'intermédiaire du bureau RCA à l'adresse ci-dessous ou par l'intermédiaire de votre distributeur.

### Fabrication et stock Européen

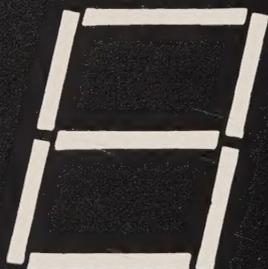
RCA a construit une usine de semiconducteurs à Liège, Belgique, actuellement opérationnelle pour le marché européen. A Liège et à Sunbury, Angleterre, RCA Solid State-Europe possède des installations de magasinage destinées au stockage en quantités importantes d'une gamme complète de semiconducteurs catalogués par RCA, qui assure des livraisons immédiates aux utilisateurs importants.

**RCA Solid State-Europe,  
4400 Herstal, Liège, Belgique.  
Tel: Liège 64 45 50**

**RCA** Solid State-  
Europe

# Monsanto

**opto-électronique**



QUATRAS

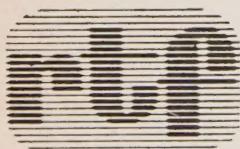


-----  
DEMANDE DE DOCUMENTATION C

Monsieur : .....

Société : .....

Fonction : .....



Adresse : .....

Tél : 722.70.40 - TELEX : 65933

**RADIO TÉLÉVISION FRANÇAISE**

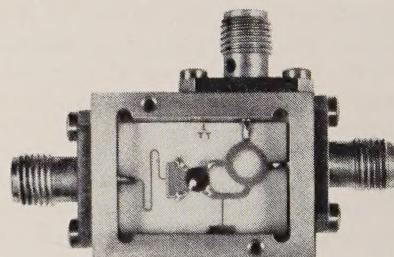
73, AVENUE CHARLES DE GAULLE - 92 NEUILLY-SUR-SEINE -

L.T.T.  
en tête des fabricants  
européens de

composants  
électroniques  
de haute qualité

n° 5

**microélectronique  
hyperfréquence**



- 1 ferrites professionnels  
ferrites pour télécommunications
- 2 condensateurs au tantale
- 3 condensateurs au polystyrène
- 4 circuits intégrés hybrides
- 5 microélectronique hyperfréquence
- 6 composants hyperfréquence
- 7 semi-conducteurs professionnels



**Lignes Télégraphiques  
et Téléphoniques**

89, rue de la Faisanderie  
Paris 16<sup>e</sup>, tél. 504.45.50  
télex 62356 Gralifil Paris

Publibel 1053

# La précision de la mesure c'est Métrix



Et cette précision, METRIX l'assure en particulier dans les nouveautés de sa gamme d'instruments à affichage numérique. Cette gamme est constituée par des appareils qui offrent

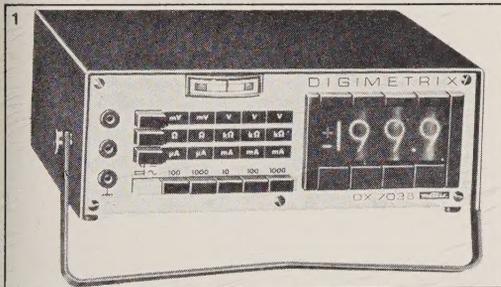
de larges possibilités de mesures. Aux avantages de l'affichage numérique s'allie aussi bien la précision courante que la précision la plus élevée.

■ **Multimètre numérique DX 703 B** : Contrôleur universel de précision à 5 fonctions et 25 calibres.

■ **Voltmètre-Ohmmètre numérique continu DX 106 A** : 20.000 points de mesure - Précision  $2 \cdot 10^{-4}$ .

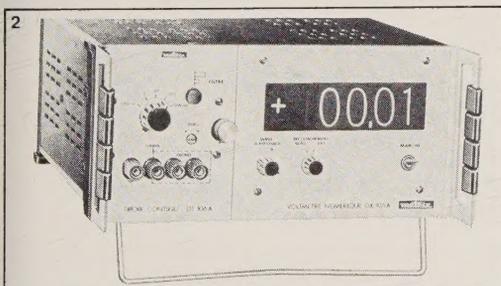
■ **Compteur universel DX 443 A** : 7 fonctions assurant sa rentabilité.

■ **Fréquence-mètre numérique DX 446 A** : Fréquence-mètre 0-160 MHz - Périodemètre - Chronomètre - Compteur d'impulsions - Ratiomètre.



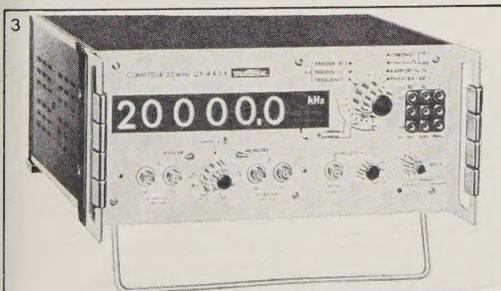
**1 Multimètre numérique DX 703 B "DIGIMETRIX"**

- 5 fonctions,
- 25 calibres protégés
- 100 mV fin d'échelle (résolution 100  $\mu$ V) continu et alternatif
- Impédance d'entrée 10 M $\Omega$  constante
- Polarité automatique
- 2.000 points de mesure
- Précision 0,5 % en continu
- Indicateur analogique



**2 Voltmètre-Ohmmètre numérique continu DX 106 A**

- 20.000 points de mesure
- Large gamme : de 10  $\mu$ V à 2.000 V de 2 K $\Omega$  à 200 M $\Omega$
- Impédance d'entrée 10 M $\Omega$  constante
- Tenue en température exceptionnelle
- Précision  $2 \cdot 10^{-4}$



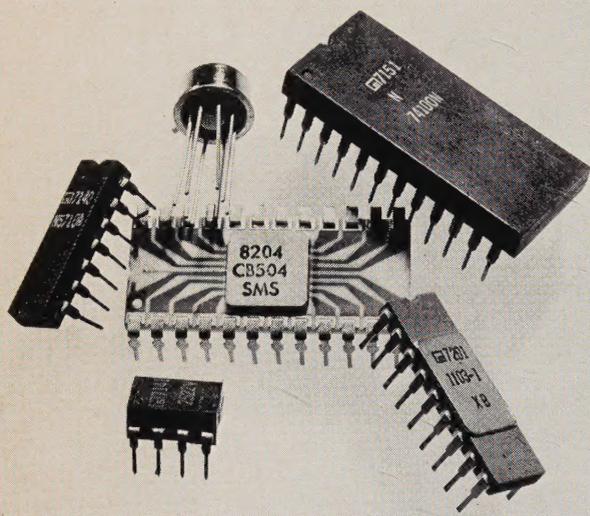
**3 Compteur universel DX 443 A :**

- Phasemètre précis
- Fréquence-mètre 20 MHz
- Périodemètre
- Chronomètre A et B
- Compteur d'impulsions
- Ratiomètre FA/FB
- Diviseur de fréquence.

ITT - METRIX  
DEPARTEMENT INSTRUMENTATION  
de la Société des Produits Industriels ITT  
Chemin de la Croix Rouge  
B.P. 30 - 74-ANNECY - Tél. (50) 45.46.00  
Télex 30 722 - Câbles : Métrix-Anneey  
Bureaux de Paris :  
1, av. Louis Pasteur  
F-92-BAGNEUX  
Téléphone : 253-31-39



# signetics



**UNIQUEMENT DU  
CIRCUIT INTEGRE**

*2° fournisseur mondial  
sur le marché  
de la TTL*

**Mémoires programmables**

**Phase locked loop,**

**Circuits linéaires**

**ECL 10 000**

**LSI-MOS**

**RADIO  
TÉLÉVISION  
FRANÇAISE**

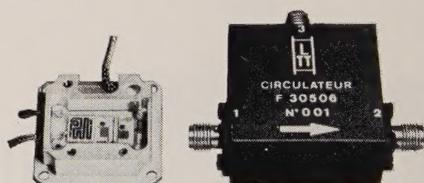


73 av. de Neuilly  
92-Neuilly  
Tél. 722-70-40

L.T.T.  
en tête des fabricants  
européens de

**composants  
électroniques  
de haute qualité**

n° 6  
**composants  
hyperfréquence**



- 1 ferrites professionnels  
ferrites pour télécommunications
- 2 condensateurs au tantale
- 3 condensateurs au polystyrène
- 4 circuits intégrés hybrides
- 5 microélectronique hyperfréquence
- 6 composants hyperfréquence
- 7 semi-conducteurs professionnels



**Lignes Télégraphiques  
et Téléphoniques**

89, rue de la Faisanderie  
Paris 16<sup>e</sup>, tél. 504.45.50  
télex 62356 Gralifil Paris

Publibel 1053

BUREAU DE LIAISON

En 1951, nous introduisons en France les premiers enregistreurs magnétiques d'instrumentation. Aujourd'hui, c'est une nouvelle génération d'appareils que nous vous proposons.

SANGAMO - SABRE IV  
appareil de laboratoire  
multistandard IRIG  
FM du continu à 40-80-500 KHz  
direct 300-600 KHz et 2 MHz  
7 vitesses automatiques

SANGAMO  
SABRE III  
version portable  
du Sabre IV



Lecteur pour enregistreur  
InterMedCraft



INTERMEDCRAFT  
enregistreur portable  
4 voies sur mini cassettes  
autonomie 4 heures

TANBERG TIR 100  
4 voies FM du continu à 2500 Hz  
voix phonie  
3 vitesses automatiques  
oscilloscope de contrôle

création peter minor

BUREAU DE LIAISON  
113 rue de l'Université  
PARIS VII<sup>e</sup> - 851 99-20

Je désire recevoir la documentation

Nom : \_\_\_\_\_ Société \_\_\_\_\_

Adresse : \_\_\_\_\_

la visite d'un représentant

# BUREAU DE LIAISON : composants Allen-Bradley

## Potentiomètres modulaires

Carbone et Cermet, axes simples et concentriques. 1W et 2W, toutes valeurs ohmiques



## Résistances RCR

haute

fiabilité

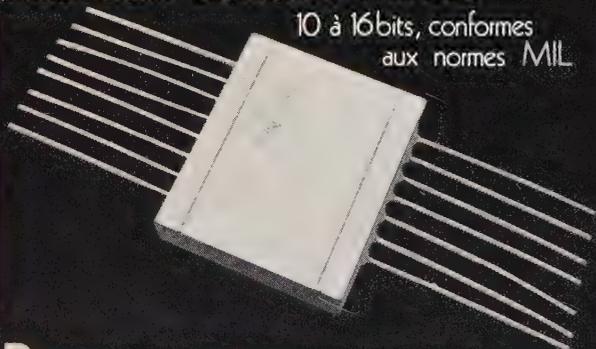
1 à 100MΩ

1/8, 1/4, 1/2  
1 et 2W

stock important

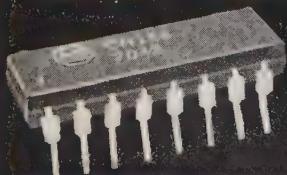
## Réseaux couche mince

10 à 16bits, conformes aux normes MIL



## Réseaux résistance-capacité

boîtier dual in line  
14 et 16 sorties



création peter minor

Je désire recevoir la documentation ALLEN-BRADLEY

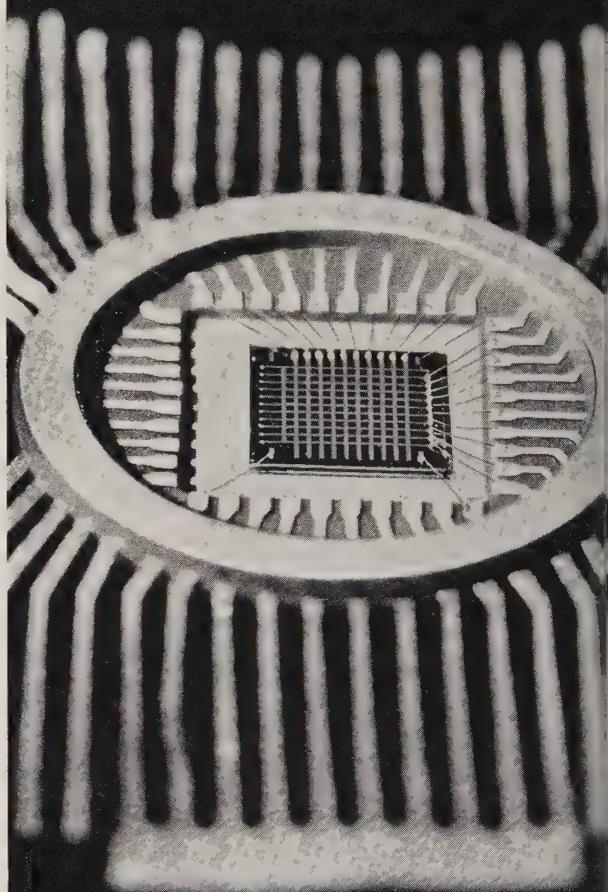
Nom : .....

Société : .....

Adresse : .....

BUREAU DE LIAISON 113 rue de l'Université 75007 Paris 551 99 20

opto-électronique L.T.T.  
phototransistors au silicium  
bandes, matrices

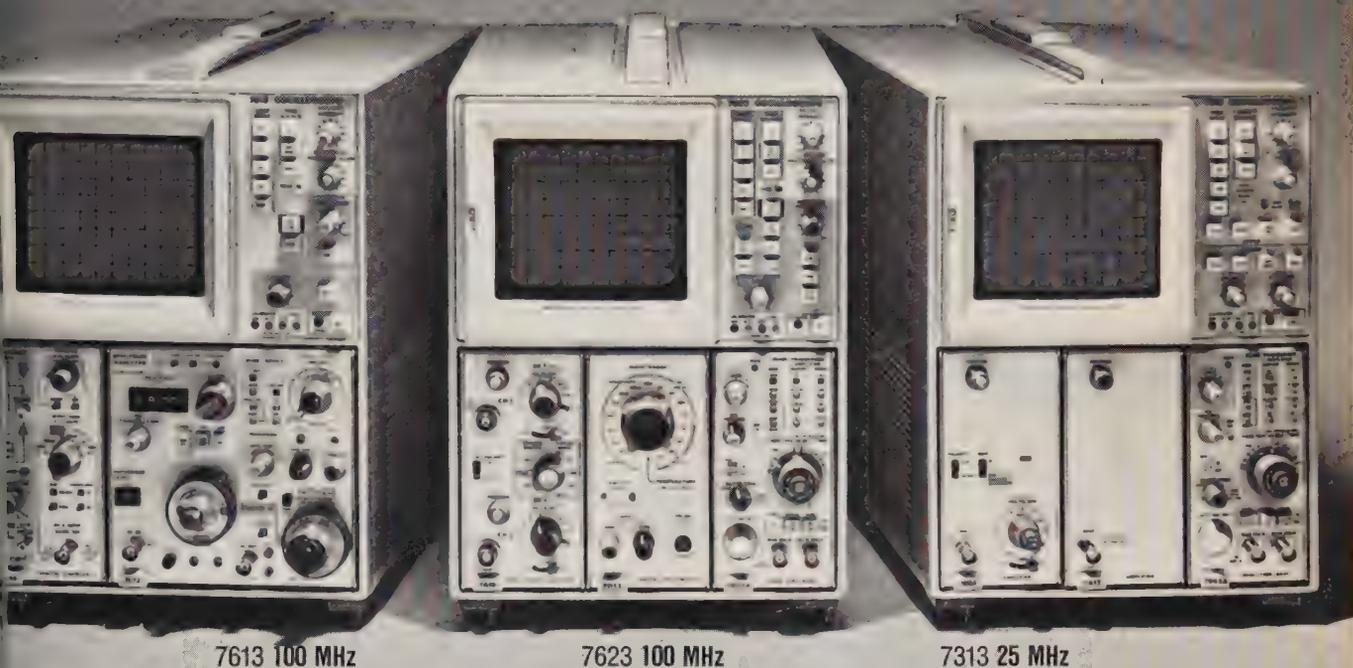


lignes télégraphiques  
et téléphoniques S.A.

89 rue de la faisanderie  
Paris 16° - tél. 504.45.50

type	structure
BP x 44	phototransistor NPN sensibilité 1,5 mA/cm <sup>2</sup>
BP x 45	photo-Darlington haute sensibilité 150 mW/cm <sup>2</sup>
BP x 49	circuit intégré monolithique - bande de phototransistors
BP x 50	circuit intégré monolithique - bande de phototransistors
BP x 51	circuit intégré monolithique matrice de phototransistors

# dans la série 7000



## trois variantes d'oscilloscopes A MEMOIRE

### QUEL CHOISIR ?

Ces 3 appareils se distinguent par leur bande passante et par leur mode de fonctionnement en mémoire, lesquels déterminent leur domaine d'applications.

#### 7313 MEMOIRE BISTABLE

En mémoire sa vitesse d'écriture atteint 5 div/µs et le temps de conservation de l'image est de 4 h.

#### SES AVANTAGES

Son écran divisible en 2 parties permet de mettre en mémoire un signal de référence pour comparaison.

Par des mises en mémoire successives, on peut voir l'évolution d'un phénomène.

Dans le cas d'un spot très lent, la mémoire constitue la forme du signal.

Par un système d'intégration, des phénomènes rapides à faible répétition deviennent visibles à l'œil nu.

#### 7613 MEMOIRE A PERSISTANCE VARIABLE

La vitesse d'écriture en mémoire atteint 5 div/µs.

#### SES AVANTAGES

- Un contraste élevé, comparable à celui d'un tube conventionnel, fournit une image parfaitement nette.

- La forme d'un signal récurrent, noyé dans le bruit, se dégage nettement sur l'écran.

- L'absence de scintillement facilite l'observation des phénomènes lents particulièrement en analyse spectrale.

- L'enregistrement en demi-teinte ajoute une troisième dimension à la représentation.

#### 7623 MEMOIRE BISTABLE RAPIDE ET NORMALE ET PERSISTANCE VARIABLE

En mode bistable, la vitesse d'écriture atteint 200 cm/µs et le temps de conservation de l'image est illimité.

#### SES AVANTAGES

- A ses propres possibilités s'ajoutent les avantages des deux autres appareils.

- La combinaison de ses différents modes de mémoire permet d'enregistrer successivement plusieurs phénomènes uniques à la vitesse d'inscription maximale et de les visualiser ensuite simultanément pendant tout le temps nécessaire.

Le tube à mémoire de chacun de ces appareils ne requiert aucune précaution spéciale contre d'éventuelles brûlures.



## TEKTRONIX

Z I COURTABŒUF B P 13  
91401 ORSAY - TEL. 907.78.27

# un grand petit vobulateur

Le vobulateur à accord par Y.I.G. de P. FONTAINE ELECTRONIQUE, est d'une technique très évoluée, il est programmable. Peu encombrant et d'un maniement simple, il coûte aussi moins cher.

- 2 sources au choix (de 1 à 15 GHz, en 5 gammes)
- Fonctions : CW-F1, F1-F2, F1-ΔF
- Programmation à distance des fréquences et du balayage
- Sorties pour transcription numérique des fréquences, et excursion de gamme.

Documentation H 8000 sur simple demande.



PVP 974



**P. FONTAINE ELECTRONIQUE**  
20, Avenue Arago  
91380 CHILLY MAZARIN  
Tél. : 920-83-79

# Il y a deux manières de choisir ses triodes U. H. F...

...toutes les examiner ou faire confiance  
à tranchant et machlett



**MACHLETT**

- Tubes standard :  
ML 2 C 39 A, 6442, 7289,  
7698, 7815, 7855, 8533.
- Tubes spéciaux :  
Fréquence : 1 à 5 GHz  
Puissance moyenne : 10 à 150 W  
Tension : 2 à 12 kV
- Tubes sécurité :  
Série " Airline Quality "

**Tous types disponibles sur stock**

Tranchant Electronique, c'est :

- Une large gamme de produits sélectionnés et performants.
- Une équipe d'hommes qualifiés.
- Des moyens de contrôle élaborés.
- Un service téléphonique permanent d'informations et de conseils (S.I.C.)
- Une mise au courant régulière par voie de mailing de toutes nouveautés.

**te**  
"Compétence et Service"

**tranchant électronique**

19-21, rue Madame-de-Sanzillon - 92-Clichy  
Tél. 270.93.40, 270.26.10 et 270.22.55

Agences à : LYON (78) 48.48.30 - TOULOUSE (61) 48.86.49  
RENNES (99) 50.44.28

# J'ai demandé au Dr. Schwarz pour quelle raison Ampex s'était vu attribuer le contrat de fourniture du matériel d'enregistrement de télévision aux Olympiades de Munich.

## Il m'a répondu: 'des raisons, il y en a 800 millions!'

"Cette année, a continué le Dr. Schwarz, Directeur Technique de la DOZ, l'organisme allemand chargé de la Radio et de la télévision aux Olympiades, "plus de 800 millions de gens regarderont les 20e Olympiades à Munich qu'aucun autre événement dans l'histoire."

"En fait, il y aura à cette occasion, dans le monde entier, environ 800 millions de spectateurs. Ceci illustre l'ampleur de l'opération".

"Notre responsabilité à l'égard de cette audience est énorme. C'est une des raisons pour lesquelles, pour la première fois dans l'histoire des Olympiades, le pays organisateur a décidé de créer des services d'émission centralisés, services qui seront utilisés par plus de cent pays".

"C'est une des raisons majeures pour lesquelles le matériel Ampex a été sélectionné. C'était avant tout une question de confiance. Les facteurs qui ont guidé notre choix étaient les suivants:

1. La possibilité pour Ampex de fournir pour plus de 40 millions de francs de matériel sûr et de technique avancée pour les enregistrements, le ralenti et le matériel de montage pour couvrir, chaque jour, les épreuves. Ces enregistrements, une fois montés pour mettre en valeur les exploits des athlètes d'un pays en particulier, seront relayés pour être projetés dans ces pays à des heures toutes convenables.

2. Une grande expérience des Olympiades (Ampex a joué un rôle majeur dans la couverture par la télévision des Olympiades de Tokyo, Rome et Mexico) ajoutée à la possibilité d'équiper les installations de toute qualité que la DOZ a mis au point pour cette opération à l'échelle mondiale.

3. Une équipe d'experts multinationaux qu'Ampex met à notre disposition pour installer, tester et entretenir l'équipement pendant toute la durée des Jeux".



Comme le Dr. Schwarz le précise, le rôle d'Ampex dans les coulisses est un rôle vital et fait partie intégrale de l'organisation des Olympiades.

### Comment se fait-il qu'à chaque fois Ampex soit sélectionné?

En premier lieu, son leadership technologique—le programme Ampex de recherche et de développement—a régulièrement produit une gamme de matériel qui apportait virtuellement une solution à chaque besoin d'enregistrement magnétique et de stockage de données.

Ampex étant une société multinationale les pièces de rechange et les services techniques d'après-vente sont à l'échelle mondiale. Pour assurer des communications rapides et un service à chaque client, les équipes de vente et d'après-vente d'Ampex sont réparties stratégiquement dans le monde entier, en particulier à Stockholm, Utrecht, Reading, Paris, Francfort, Fribourg, Milan, Rome, Beyrouth, Monrovia, et Johannesburg.

Les services d'entretien et de formation qui sont fournis par chaque bureau Ampex sont soutenus par un Centre Technique Européen comprenant un service central de formation et un stock de pièces de rechange à Boeblingen en Allemagne.

Enfin, une usine moderne à Nivelles en Belgique fournit une part importante des besoins de matériel Ampex en Europe, dans le Moyen-Orient et en Afrique.

### Que recouvre la gamme Ampex?

**Des systèmes de télévision:** télé-production, des magnétoscopes, des lecteurs immédiats après enregistrement, des systèmes d'image à ralenti, des unités compactes et portables, des véhicules d'enregistrement vidéo.

### Equipement professionnel acoustique:

enregistreurs multipistes pour mastering et production dans des studios de radio et d'enregistrement de disques, des systèmes de duplication et des enregistreurs portables.

**Systèmes de circuit fermé de télévision:** pour utilisation dans l'industrie, le commerce, la médecine, les sports, l'éducation, la science et les loisirs.

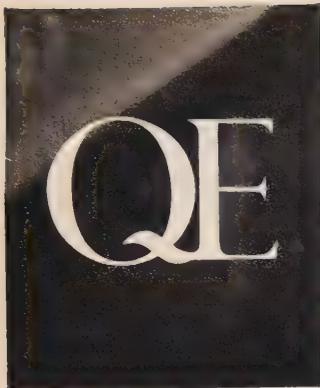
**Enregistreurs d'instrumentation:** qui peuvent stocker un grand nombre d'informations avec grande précision sur terre, sous l'eau et dans l'espace.

**Traitement des données:** mémoires à tores, mémoires à disques, dérouleurs de bandes pour le stockage d'informations dans les systèmes d'ordinateur.

**Bande magnétique:** pour chaque application majeure dans l'enregistrement du son, le stockage des informations, les magnétoscopes et les enregistreurs de mesures.

# AMPEX

Ampex  
17-rue du Dôme  
92-Boulogne  
Téléphone 010-603-4651



voire garantie  
de précision  
et de stabilité.

## oscillateurs thermostatés



**OTHB** : Stabilité  $< 1.10^{-8}$  par 24 heures (5 MHz)  
Régulation proportionnelle. Sortie Sinus.  
Recalage de la fréquence accessible  
1 à 30 MHz

**OTHM** : Stabilité  $< 3.10^{-9}$  par 24 heures (5 MHz)  
Régulation proportionnelle. Sortie Sinus.  
Recalage de la fréquence accessible  
1 à 30 MHz

**OTHP** : Stabilité  $< 1.10^{-9}$  par 24 heures (5 MHz)  
Régulation proportionnelle. Sortie Sinus.  
Recalage de la fréquence accessible  
1 à 30 MHz

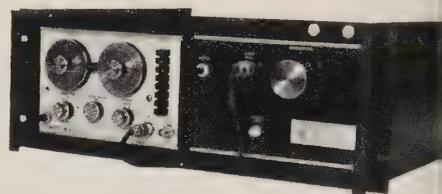
QUARTZ **QE** et ELECTRONIQUE

1, Rue d'Anjou - 92 Asnières - Tél. 793.47.10  
telex 61954 Quartz

*Salies*

**MPD**

WOBULATEUR 100 - 500 MHz

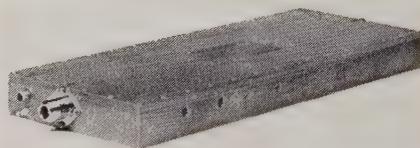


**PUISSANCE** sortie : **1 WATT**

Nivelage :  $\pm 0,2$  dB (interne)  
Sortie protégée (surcharge — c.c.)  
Atténuateur incorporé (0 — 10 dB)  
Utilisation séparée de l'amplificateur

AMPLIFICATEUR large bande  
de **PUISSANCE**

**$P_S = 4$  WATTS**



**500 - 1000 MHz**

Gain :  $36$  dB  $\pm 1$  dB  
Facteur de bruit : 10 dB  
TOS entrée : 1,5  
Seconde harmonique :  $-33$  dB

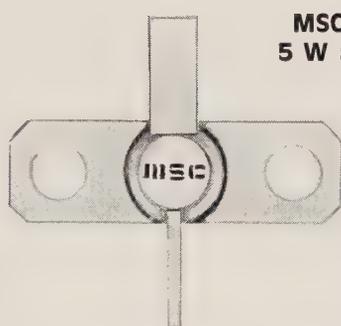
**MICROWAVE POWER DEVICES**

**SALIES S.A.**

65-67, Av. Jean-Jaurès - 91-Palaiseau - 920.40.10

# Il n'y a pas deux manières de fournir des watts à 4 GHz...

... TRANCHANT et MSC vous en donnent la preuve



Boîtier stripac™

MSC 4005  
5 W à 4 GHz



Boîtier mic pac™

## MSC

- 4005 : 5 W - 4 GHz  
gain : 4 db  
rendement : 30 %
- 4003 : 2,5 W - 4 GHz  
gain : 5 db  
rendement : 30 %
- 4001 : 1 W - 4,5 GHz  
gain : 5 db  
rendement : 25 %

Technologie  
nouvelles jonctions **microgrid™**  
soudure intégrale des jonctions  
métallisation aluminium  
"no grain"

- Vitrification totale après métallisation
- Boîtier hermétique **stripac™** ou **mic-pac™**
- Processus de fabrication et de montage agréés pour utilisations spatiales

### Applications

Télécommunications  
Radar  
Téléométrie  
Contremesures

- Tranchant Electronique, c'est :
- Une large gamme de produits sélectionnés et performants.
  - Une équipe d'hommes qualifiés.
  - Des moyens de contrôle élaborés.
  - Un service téléphonique permanent d'informations et de conseils (S.I.C.)
  - Une mise au courant régulière par voie de mailing de toutes nouveautés.

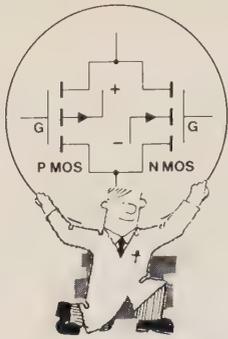


"Compétence et Service"

Tranchant électronique

19-21, RUE MADAME-DE-SANZILLON • 92-CLICHY • TÉL. 270-93-40, 270-26-10 & 270-22-55

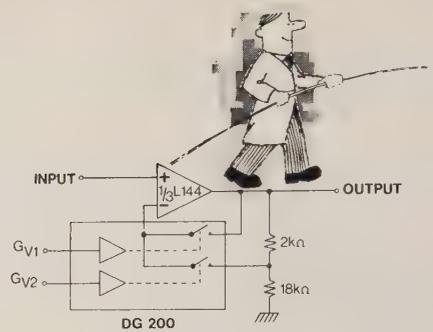
Agences à : LYON (78) 48.48.30 - TOULOUSE (61) 48.86.49 - RENNES (99) 50.44.28



## Multiplexeurs CMOS Siliconix

### Généralités

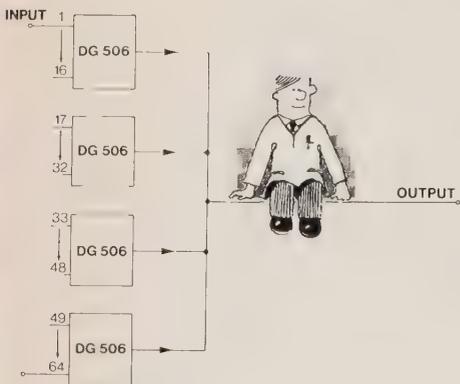
- \* Tension analogique commutable :  $\pm 15$  V
- \* Tension d'alimentation :  $\pm 15$  V.
- \* Compatibilité intégrale TTL, DTL ou CMOS.
- \* Temps de commutation typique  $T_{on}=400$  nS,  $T_{off}=230$  nS (**DG200**)
- \*  $T_{off} < T_{on}$ .
- \* Faible modulation de résistance On: inférieure à  $\pm 20\%$  pour  $\pm 15$  V de signal analogique.
- \* Disponible en gamme militaire ( $-55^\circ +125^\circ\text{C}$ ) et industrielle ( $-20^\circ +85^\circ\text{C}$ )
- \* **DG200** Commutateur analogique 2-canaux.
- \* **DG506** Multiplexeur analogique 16-canaux.
- \* **DG507** Multiplexeur analogique différentiel 8-canaux



## Amplificateur Programmable Non Inverseur

utilisant le **DG200**

- Caractéristiques du circuit
- \* Large dynamique de sortie ( $\pm 14$  V associé au L144).
  - \* Sélection du gain  $\times 1$ ,  $\times 10$ .
  - \* Gain de l'amplificateur indépendant de la variation de la résistance On en température.
  - \* Temps de commutation rapide. Valeur typique  $T_{on}=400$  nS,  $T_{off}=230$  nS.
  - \* Fonctionne alimenté sous  $\pm 15$  V
  - \* Faible prix par canal.

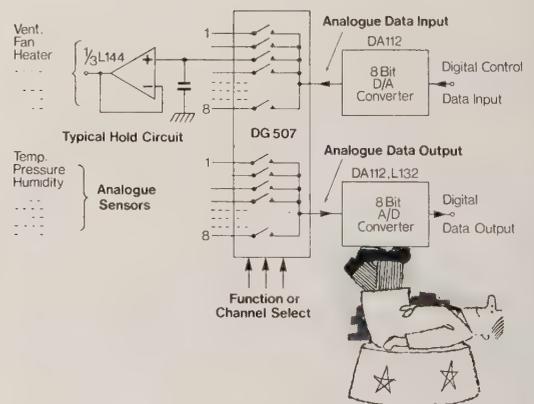


## Système de Multiplexage 64 Voies

utilisant 4 **DG506** CMOS

### Caractéristiques du système

- \* L'"Enable" sur chaque **DG506** en isolant tous les canaux, permet une grande souplesse d'emploi ainsi que de multiples combinaisons.
- \*  $\pm 15$  V analogique commutable avec des tensions d'alimentation de  $\pm 15$  V.
- \* Commutation en position "inhibée" 36 mW par **DG506**
- \* Résistance de chaque voie inférieure à  $500\Omega$  dans toute la gamme de température
- \* Commande en code binaire sur 4 lignes



## Système de Contrôle Simultané

utilisant le **DG507** (2 x 8-canaux), le convertisseur D/A 8-bits DA 112, et le comparateur de tension L132.

### Caractéristiques

- \* Précision  $\frac{1}{2}$ -bit; sur 8-bits de résolution.
- \* Fonctionnement dans toute la gamme de température.
- \* Utilisation en Télémétrie et dans les systèmes digitaux de contrôle.

Téléphonez ou écrivez pour plus de détails

# Siliconix pense FET's pour vous

Siliconix 9 Av. d'Arromanches,  
94 - SAINT-MAUR.  
tel: 283.57.90 - 283.05.40  
telex: Cacimond 23622F

Distributeurs: Région Parisienne

ALMEX  
92-CHATILLON SOUS BAGNEUX  
tel: 645.02.40  
telex: 28823

Région Sud-Ouest

AQUITAINE COMPOSANTS,  
33-BORDEAUX  
tel: (56)91.13.92  
telex: 57684

Région Sud-Est

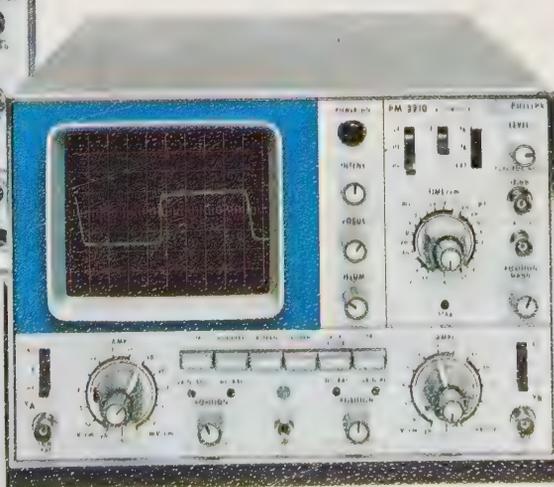
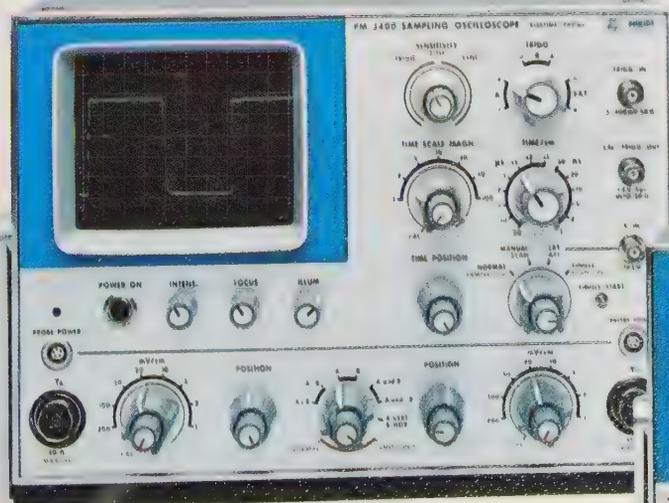
ELIC 38  
31-TOULOUSE  
tel: (61)62.96.07

Région Sud-Est

ELIC 38  
38-LA TRONCHE  
tel: (76)87.67.71  
telex: Barisien 327



# De nouveaux horizons



MATÉRIELS INDUSTRIELS ET PROFESSIONNELS

**PHILIPS**

veuillez me faire parvenir  
documentation concernant :



nom : .....  
prénom : .....  
société : .....  
service : .....  
adresse : .....  
° de téléphone :

## PHILIPS INDUSTRIE

Département Instrumentation Electronique

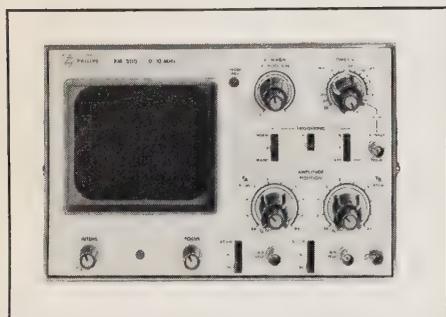
105, Rue de Paris  
93 002 - BOBIGNY

Le Département Instrumentation  
Electronique de Philips Industrie  
est spécialisé dans les appareils  
de mesure destinés aux laboratoires  
à l'industrie et à l'enseignement.

Découvrez de nouveaux horizons  
avec les oscilloscopes de  
la gamme PHILIPS.

Depuis 10 MHz jusqu'à 1,75 GHz  
vous bénéficiez enfin :

- de produits gain  $\times$  bande élevée
- d'une stabilité de déclenchement remarquable
- d'une grande simplicité d'emploi même pour les oscilloscopes les plus sophistiqués.



PM 3110

PHILIPS pense que l'avenir appartient surtout aux appareils compacts. Alors vous aussi faites comme les 40 000 utilisateurs d'oscilloscopes PHILIPS qui le pensent également.

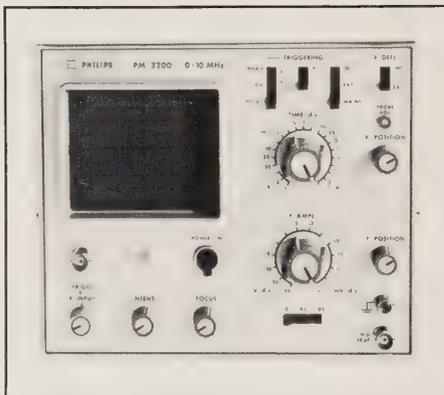
L'oscilloscope d'usage général PM 3210 (page couleur) est l'exemple parfait d'un appareil compact multifonctions qui couvre aussi bien les besoins des laboratoires que ceux de l'enseignement, de la maintenance des calculateurs ou du contrôle.

C'est un double trace 25 MHz-1 mV à faible capacité d'entrée (15 pF). Équipé de 2 lignes à retard c'est l'appareil idéal pour les mesures impulsionnelles.

Pour les mesures de phase c'est un véritable X-Y sans déphasage jusqu'à 5 MHz.

Sa dérive est compensée, son déclenchement sûr et précis, son utilisation aisée.

Quant au PM 3400, il représente une classe nouvelle dans la technique de l'échantillonnage, et avec lui on peut même dire que désormais l'oscilloscope à échantillonnage est encore plus simple d'emploi que l'oscilloscope à temps réel. Grâce à

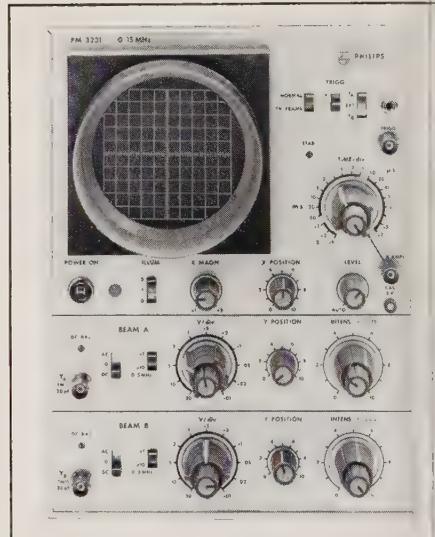


PM 3200

sa sensibilité de 1 mV sur 2 voies, son temps de montée de 200 ps, ses lignes à retard, son écran spécial, son nombre d'échantillons variable, sa facilité de déclenchement même sur des signaux à répétition aléatoire, il présente des qualités nettement supérieures à celles des modèles classiques à tiroirs.

La haute performance ne fait pas oublier à PHILIPS les appareils plus simples illustrés dans cette page. Tout le monde connaît déjà l'oscilloscope bi-canon 10 MHz le plus vendu d'Europe : Le PM 3230. Le PM 3231 (photo de droite) en est l'extrapolation à 15 MHz et ses 2 lignes à retard incorporées rendent possible l'observation de fronts de montée d'impulsions rapides. C'est l'appareil idéal pour les mesures sur ordinateur de faible et moyenne vitesses.

Le PM 3200 (au centre) est un oscilloscope 10 MHz simple trace de prix modéré qui allie d'excellentes performances à une grande robustesse et à une extrême simplicité d'utilisation.



PM 3231

Sa sensibilité est de 2 mV à 10 MHz, il est sans dérive, son déclenchement est automatique, et il est autonome. C'est un « tous terrains ».

Enfin, avec le PM 3110 (photo gauche) une très grande simplicité d'utilisation est obtenue grâce à l'usage intensif de circuits d'automatisation du fonctionnement.

Cet oscilloscope 10 MHz portable a seulement besoin de vous pour sélectionner des sensibilités et des vitesses de balayage. Son choix du déclenchement sur n'importe quel signal, son mode de représentation en « alterné » ou en « commuté », ou sa sélection ligne-trame en T.V., sont entièrement automatiques.

Grâce à toutes ces caractéristiques le PM 3110 dont les entrées sont protégées totalement jusqu'à 1 000 V est aussi bien adapté aux besoins de l'enseignement qu'à ceux de la dépannage dans tous les domaines.



## Pourquoi cet ingénieur anglais louche-t-il sur nos diodes PIN ?

Dans la gamme de diodes PIN que lui offre la Division Tubes et Composants de L.M.T., c'est la 84 T 1 qui l'intéresse particulièrement. Ses caractéristiques électriques et la possibilité de porter sa tension de claquage à 250 V lui permettent de réaliser un modulateur de haute performance.

L'expérience de L.M.T. dans le domaine des composants, ren-

forcée par de puissants moyens techniques et scientifiques, lui garantit les caractéristiques annoncées.

Nos diodes PIN sont conçues pour des applications de contrôle et de commutation en hyperfréquences, particulièrement dans les strip-line, guides d'ondes et circuits hyperfréquences. En variant la polarisation continue, la résistance dynamique varie de

moins d'un ohm à plusieurs milliers d'ohms. Les temps de commutation sont de quelques dizaines de nanosecondes. La résistance série et la capacité de jonction restent très faibles. Pour toute information ou documentation, adressez votre demande à :

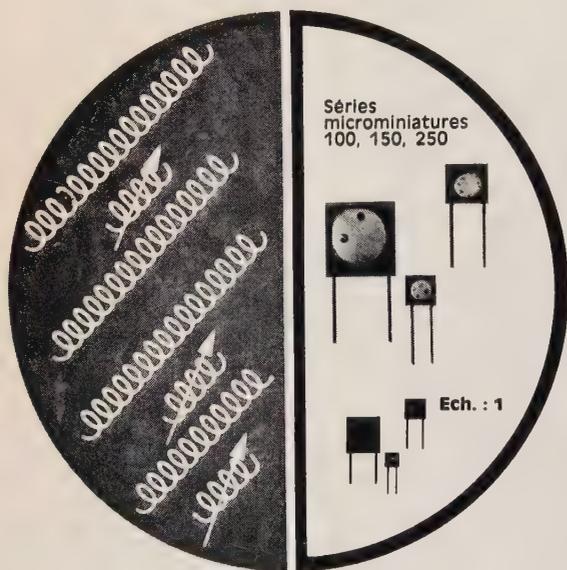
LMT Division Composants  
46, quai A. Le Gallo  
92 - Boulogne Tél. : 603.50.00

# L.M.T.

COMPOSANTS **ITT**

# Il y a deux manières de choisir ses inductances...

...toutes les examiner ou faire confiance à  
tranchant et delevan



## Inductances microminiatures

- Série 100 de 0,015  $\mu$ H à 10  $\mu$ H
  - Série 150 de 12  $\mu$ H à 100  $\mu$ H
  - Série 250 de 120  $\mu$ H à 1000  $\mu$ H
- Conformes à la norme MIL-C-15305

**Gamme Delevan 0,015  $\mu$ H à 150 mH**

Documentation technique sur demande.

Tranchant Électronique, c'est :

- Une large gamme de produits sélectionnés et performants.
- Une équipe d'hommes qualifiés.
- Des moyens de contrôle élaborés.
- Un service téléphonique permanent d'informations et de conseils (S.I.C.)
- Une mise au courant régulière par voie de mailing de toutes nouveautés.



"Compétence et Service"

## tranchant électronique

19-21, rue Madame-de-Sanzillon - 92-Clichy  
Tél. 270.93.40, 270.26.10 et 270.22.55

Agences à : LYON (78) 48.48.30 - TOULOUSE (61) 48.86.49  
RENNES (99) 50.44.28

PVP 952

# OUI...

encore une touche à reed

mais la touche **TFR**  
c'est vraiment la touche

## MINIATURE



17x17x23 mm

### CARACTERISTIQUES

TOUCHE MODULAIRE A ACTION FUGITIVE ET DE TAILLE MINIATURE

CONTACT PAR REED DE LONGUEUR : . . . . . 15 mm

PAS MINIMUM ENTRE TOUCHES : . . . . . 11/16" soit 17.46 mm

1 CONTACT A FERMETURE

PUISSANCE DE COUPEUR : . . . . . 10 Watts

TENSION MAXIMUM : . . . . . 100 Volts

INTENSITE MAXIMUM : . . . . . 250 mA

RESISTANCE DE CONTACT : . . . . . < 150 m $\Omega$

DUREE DE VIE : . . . . . 10<sup>7</sup> manœuvres

TEMPERATURE DE FONCTIONNEMENT : . . . . . - 10° à + 70° C

PRESSION D'ENFONCEMENT PROGRESSIVE : . . . . . 0,4 à 0,8 Newton

COURSE D'ENFONCEMENT : 3 mm dont précourse avant contact 1 mm

TEMPS DE FERMETURE : . . . . . 0,3 m. sec.

TEMPS DE REBOND : . . . . . 0,15 m. sec.

**HAUTEUR TOTALE bouton compris : . . . 23 mm**

Demandez notre documentation

## USINE JEANRENAUD

Société Anonyme au Capital de 6.552.000 f.  
Faubourg de Gray - 39 - DOLE - Tél: (82)72.09.89 et suite - Télex - 36.256 F  
Bureau de PARIS: 15, rue Saussier-Leroy - XVII<sup>e</sup>  
Tél: 622.18.65 et 622.19.65 - Télex-29.537

# quand il s'agit de mesurer des parasites la télec sait...



## ...et produit, pour vous, l'appareillage ad hoc.

Prenez un « raccourci ». Désormais, il n'est plus nécessaire de vous adresser au-delà de l'hexagone pour acquérir les matériels qui vous sont nécessaires.

Pour vos mesureurs de champs et de perturbations à exploration manuelle ou

automatique de fréquences, sortie pour enregistrement et pour toutes mesures aux normes civiles et militaires : profitez au maximum du « circuit court » TELEC.

Documentation technique sur simple demande.

#### NOS AUTRES ACTIVITES

##### PERTURBATIONS HF

Protection, mesure, engineering.

##### REGULATION DE TENSION

Alimentations stabilisées, régulation de tensions secteur.

#### TEMPERATURES

Sondes, thermocouples

#### MATERIELS AERONAUTIQUES

Dépêrateurs de potentiel, clignoteurs de feux de position.

#### EXTENSOMETRIE

Matériels de mesures, prestations de service.



LA TECHNIQUE ELECTRONIQUE, 74, rue de la Fédération, Paris 15<sup>e</sup> - Tél. 783.58.96 +



## Connaissez-vous la plus large gamme de composants d'Europe en détail ?

SPI-ITT, Département Composants  
 Avenue Louis-Pasteur, 1  
 F - 92-Bagneux  
 Veuillez me faire parvenir  
 "l'Aperçu Général" des Composants ITT.

Nom : .....  
 Firme : .....  
 Département : .....  
 Adresse : .....

Peut-être n'êtes-vous pas encore bien au courant des produits fabriqués par les 58 usines de composants dont ITT dispose en Europe ? Faites le premier pas, et remplissez le coupon-réponse (ou faites usage de la carte-réponse de ce magazine). Ainsi vous recevrez une liste de nos produits qui vous guidera vers nos catalogues et nos brochures techniques.

COMPOSANTS **ITT**

entrez  
dans l'univers  
de la mesure  
avec

# MARCONI INSTRUMENTS

Présent dans plus de 150 pays, MARCONI INSTRUMENTS est le chef de file européen et un des leaders mondiaux en télécommunications. Il doit sa position, non seulement à la qualité et à la diversité de ses équipements, mais aussi à l'efficacité de l'aide qu'il peut vous apporter dans le choix et la mise en œuvre de matériels aux applications de plus en plus fines et complexes.

## Un précieux document de 500 pages ?

Quelle que soit votre fréquence de travail (du continu à 110 GHz), vous avez besoin du catalogue des équipements de mesure de MARCONI INSTRUMENTS. Pour le recevoir, découpez ce bon et adressez-le à

## MARCONI INSTRUMENTS

32, avenue des Ecoles  
91600 SAVIGNY S/ORGE  
ou téléphonez au 921.93.86 +  
Telex 60541



Sans engagement, je désire recevoir le catalogue MARCONI INSTRUMENTS  
 Nom et prénom .....  
 Fonction .....  
 Service .....  
 Entreprise .....  
 Adresse .....  
 Tél. .... Poste .....

PVP 972

# Au lieu de vous abîmer la vue à recopier des microfilms, déclenchez Microdoc.

Le microdoc de Photogay est le premier lecteur, agrandisseur, copieur de microfilms.

En quelques secondes, vous obtenez dans un format normalisé une copie sur papier de n'importe quel microfilm (16 ou 35 mm), microfiche, jacket, diapositive ou microfilm sous cartes perforées.

Une copie que vous pouvez diffuser à son tour en autant d'exemplaires qu'il est nécessaire puisque le microdoc est aussi une « bête à copier ».

Avec le microfilm l'information circule.  
Avec le microdoc elle devient immédiatement utilisable.

**PHOTOGAY**  
**COPIE**



téléphonant à PHOTOGAY, 154 rue Moncey 69 - LYON 3 Tél : (78) 84 45 81

Ingénieurs et techniciens de l'électronique dans toutes les applications industrielles et en physique, géologie, médecine, biologie, vous vous heurtez chaque jour à des problèmes d'amplification de très faibles signaux.

Vous avez à votre disposition l'étude synthétique de

**MM. BILLARDON et LARCHER**

Ingénieurs diplômés d'études supérieures de sciences physiques

## AMPLIFICATION ET MESURE DES SIGNAUX DE FAIBLE AMPLITUDE

un fascicule broché 21×27 — 48 pages, 91 figures, PRIX : 12 F — FRANCO : 13,40 F

Vous y trouverez :

- Les amplificateurs du type continu à tubes électroniques : bruit, dérive et réalisation
- Les amplificateurs de type continu à transistors : bruit, dérive et réalisation.
- Les amplificateurs à dispositifs découpeurs à condensateurs vibrants, à modulateurs mécaniques, à modulateurs électroniques,
- Les amplificateurs à choppers mécaniques dans la technique du calcul opérationnel.
- La réalisation d'un amplificateur à transistors et à choppers mécaniques de bande passante de 0-2000 Hz et de très faible bruit.

En vente chez votre libraire, ou aux

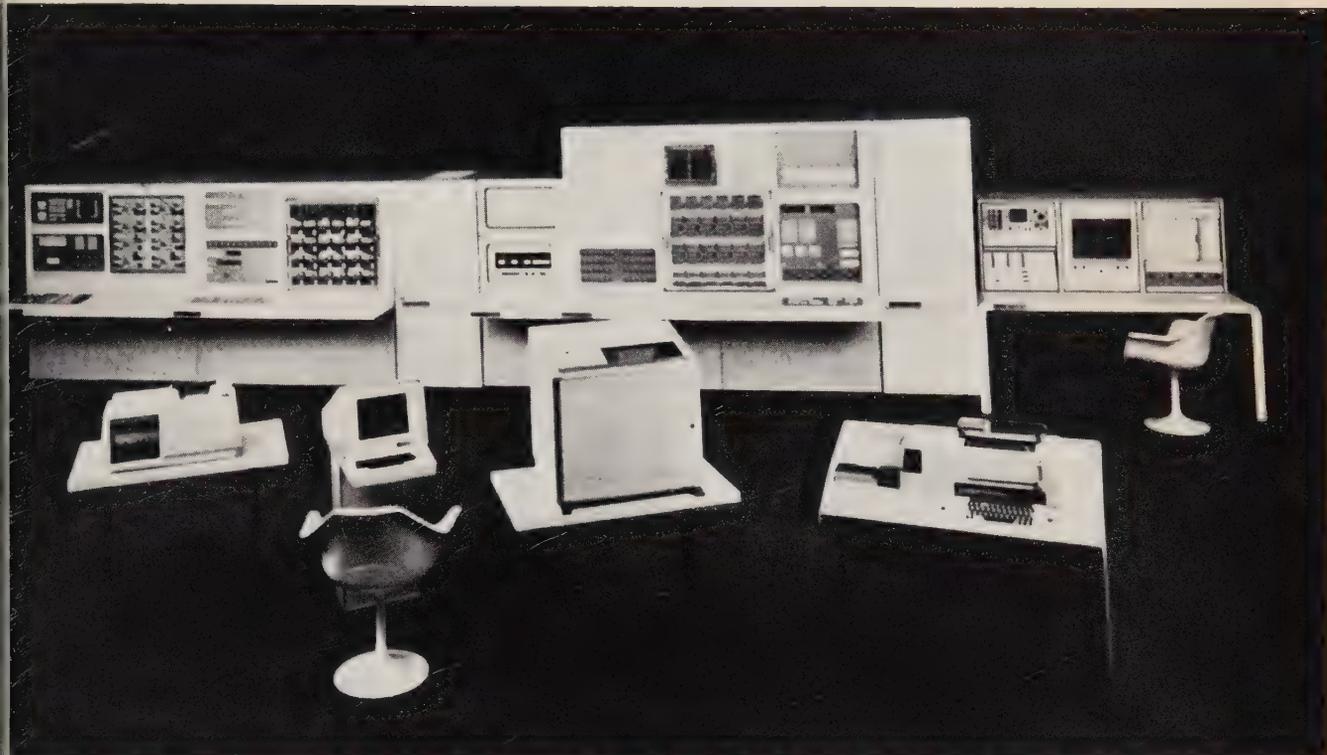
**ÉDITIONS CHIRON** 40, rue de Seine - PARIS-6<sup>e</sup>

C.C.P. PARIS 53-35

# PACER

## notre nouvelle gamme de systèmes.

f.d.p. conseil



## PACER 500, 600 ou 700 pour ceux qui ont des problèmes de simulation.

travaillez dans l'industrie aéronautique, automobile, pétro-nucléaire, chimique... vous avez certainement des problè-mes de contrôle de processus ou des problèmes de simulation. Comment les résolvez d'une manière ou d'une autre : calculateur numérique, modèle réel, calculateur analogique peut-être ? Mais vous vous songez à une solution qui réunit les qualités du calcul numérique et du calcul analogique et qui peut vous permettre d'obtenir un rapport prix/performance 100 fois meilleur que l'approche purement digitale.

Ces problèmes sont sans doute très différents par leur impor-tance et vous êtes aussi limité par une question budgétaire qui vous autorise pas à acquérir le système de vos rêves en une seule fois.

En vous présentant les séries PACER 500, 600 et 700 la Société f.d.p. a pensé qu'elle pourrait vous aider efficacement à résoudre

à la fois vos problèmes de simulation et vos problèmes de crédit.

Chacun de ces trois ensembles est composé d'un processeur analogique parallèle de référence  $\pm 10$  V (PACER 581 et 681) ou  $\pm 100$  V (PACER 781) plus ou moins important quant à sa capacité de calcul, d'un processeur digital PACER 100 (8 à 32 K mots 16 bits) avec ses périphériques, et d'un interface de liaison pour le contrôle et les convertisseurs AD-DA.

Chacun de ces systèmes PACER 500 - 600 - 700 comprend trois options qui se différencient par le nombre des modules constituant le système. (On peut par la suite passer d'une option à l'autre). Chaque système est fourni avec le software digital et hybride vous permettant d'automatiser l'ensemble, d'analyser les données, de les traiter, et de présenter les résultats, soit numériquement, soit sous forme de graphiques.

*PACER 500, 600 ou 700 un ensemble de solutions nouvelles pour résoudre vos problèmes.*



f.d.p. Electronique Associates S.A.R.L. 25-27, rue Ginoux 75737 PARIS CEDEX 15 Tél : 577.08.13

# A la mesure de vos exigences... la technique des tubes électroniques Westinghouse



Notre effort de développement est tout entier fondé sur vos exigences. Une bonne raison d'envisager l'emploi de composants électroniques Westinghouse; leur construction est en effet l'expression de vos besoins, non des nôtres.

C'est précisément cette attitude fondamentale totalement axée sur les exigences pratiques qui explique que nous ayons livré plus d'un million de tubes de TV couleurs à des fabricants de téléviseurs dans le monde entier.

C'est encore et toujours cette attitude qui a conduit à la production de tubes de TV couleurs avec la plus grande surface jamais vue (diagonale effective 67 cm). Une image de haute qualité aussi – grâce aux dispositifs électro-optiques à haut pouvoir de résolution inventés et mis au point par Westinghouse; ce sont d'ailleurs

eux qui sont la clef des transmissions couleurs, en direct de la lune.

Nos matériels équiperont aussi le satellite expérimental européen pour l'étude des rayons UV le (SAS -D), la mission Mars-Viking et le laboratoire spatial orbital «Sky Lab».

Chez Westinghouse, ces techniques scientifiques vont de soi. A leur manière, elles reflètent un autre résultat de notre attitude axée sur le «sur mesure» pratique. De la même façon, nous vous donnons accès aux derniers perfectionnements en la matière de tubes électroniques. Consultez nous à CDSW, avenue G. Durand, 72 Le Mans. Tél: (43) 84 33 40; tlx: 72 040.

FRANKFURT-GENEVE-LE MANS  
LONDRES-MILAN-STOCKHOLM



**Westinghouse Electric**

*(photo) Tube de TV couleurs A67-120X – un exemple typique de technique Westinghouse axée sur les exigences du marché. Son rendement et son pouvoir de résolution son inégalés. Pour améliorer l'image sur téléviseurs grand-écran, un revêtement noir est appliqué marginalement à l'intérieur du col frontal; c'est une invention Westinghouse mise au point à l'intention des marchés européens.*

# résumés

INFORMATIQUE ★ ÉLECTRONIQUE

L'IRIA ET L'ESSOR INFORMATIQUE DE RENNES, par A. DANZIN.

*Cet article présente la contribution de l'IRIA au développement de l'informatique à Rennes dans le cadre des missions confirmées à l'Institut par le Comité Interministériel du 25 février.*

*Responsable de l'animation et de la coordination de la Recherche Scientifique en Informatique, l'IRIA apportera aux équipes des nombreux organismes installés à Rennes, le concours de ses spécialistes et un terrain de rencontre pour les échanges d'information et la coordination des programmes.*

ONDE ÉLEC. Vol. 52, fasc. 9, pp. 380 à 382, OCT. 1972

ENSEIGNEMENT ★ INFORMATIQUE

L'INFORMATIQUE A L'UNIVERSITÉ DE RENNES par M. MÉTIVIER.

*Nous proposons, dans cet article, de donner un aperçu de l'état actuel des actions de recherche et de formation dans le domaine de l'informatique, en insistant essentiellement sur la partie software, la partie hardware étant développée par ailleurs en liaison avec l'électronique.*

ONDE ÉLEC. Vol. 52, fasc. 9, pp. 394 à 396, OCT. 1972

RECHERCHE ★ ENSEIGNEMENT ★ TÉLÉVISION ★  
TÉLÉCOMMUNICATIONS

LES OBJECTIFS DU CENTRE COMMUN D'ÉTUDES DE TÉLÉVISION ET TÉLÉCOMMUNICATIONS DE RENNES, par P. CONRUYT, G. LEFRANÇOIS et M. REMY.

*Après avoir rappelé les motifs de la création du CCETT à Rennes, les auteurs exposent et développent d'une part les objectifs de ce centre en étude, d'autre part l'activité de formation impartie à ce centre, c'est-à-dire l'option téléinformatique de l'École Nationale Supérieure de Télécommunications et montre l'importance des liaisons entre ces deux activités : recherche et enseignement.*

ONDE ÉLEC. Vol. 52, fasc. 9, pp. 383 à 385, OCT. 1972

ENSEIGNEMENT ★ INFORMATIQUE

L'INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES DE RENNES, par F. SUZOR.

*Des indications générales sont d'abord données sur l'Institut National des Sciences Appliquées de Rennes, école d'ingénieurs ouverte en 1966, qui sont suivies d'un exposé sur l'enseignement et la recherche dans l'option Informatique.*

ONDE ÉLEC. Vol. 52, fasc. 9, pp. 397 à 398, OCT. 1972

ARMEMENT ★ ÉLECTRONIQUE ★ INFORMATIQUE ★  
ESSAIS ★ SIMULATION

LE CENTRE D'ÉLECTRONIQUE DE L'ARMEMENT, par E. ROMBOUT.

*Le Centre d'Électronique de l'Armement (CELAR) a ouvert ses portes en septembre 1968 : c'est l'effet à la fois d'une politique d'aménagement du territoire et d'une refonte des structures des services de l'armement. Il exerce actuellement ses activités dans trois domaines : les essais, l'informatique et la simulation. Ses perspectives de développement sont évoquées.*

ONDE ÉLEC. Vol. 52, fasc. 9, pp. 386 à 389, OCT. 1972

CAO ★ CONVERSATIONNEL ★ CIRCUIT ★  
MODÈLE SIMPLIFIÉ

UTILISATION D'IMAG 2 ASSOCIÉ AU PROGRAMME CELCAO. APPLICATION A L'ÉTUDE D'UN CIRCUIT CONVERTISSEUR, par J.C. DELVILLE.

*Dans les calculs de circuits électroniques, les programmes de Conception Assistée par Ordinateur tel que IMAG 2 ont à l'heure actuelle des prix de revient élevés.*

*L'utilisation d'un programme interactif associé à IMAG 2 sur console de visualisation graphique permet d'abaisser notablement les coûts.*

*Le prix de revient global est optimisé en ajustant les schémas équivalents des semiconducteurs.*

*Une étude de principe sur table du montage est ainsi indispensable afin de s'assurer d'une bonne simulation.*

ONDE ÉLEC. Vol. 52, fasc. 9, pp. 399 à 404, OCT. 1972

ENSEIGNEMENT ★ ÉLECTRONIQUE

L'ANTENNE DE RENNES DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ, par A. BLANC-LAPIERRE.

*L'Antenne de Rennes de l'ESE a accueilli ses premiers élèves en octobre 1972 dans deux sections : l'une orientée vers l'automatique, l'autre vers la microélectronique.*

*Cet établissement développera des activités pour la formation et le perfectionnement des ingénieurs ainsi que des actions de recherche dans les domaines suivants :*

*Conception de système en microélectronique, conduite de processus industriels et informatique avancée, en particulier réseaux d'ordinateurs, structures de machine et élaboration des systèmes d'informatique.*

ONDE ÉLEC. Vol. 52, fasc. 9, pp. 390 à 393, OCT. 1972

INFORMATIQUE ★ CAO ★ PROGRAMME

CELCAO : UN PROGRAMME GRAPHIQUE INTERACTIF AU SERVICE D'IMAG 2, par G. COMPARETTI.

*La simulation de circuits électroniques sur ordinateur est grandement améliorée par l'utilisation d'une console graphique.*

*Un tel ensemble, mettant en œuvre le programme IMAG 2 à l'aide d'une console IBM 2250 est décrit ici.*

*Il comprend une première partie autorisant la définition des données et leur modification à la console, une deuxième partie qui effectue la simulation visualisée sur l'écran par une courbe évolutive et une troisième partie affichant les résultats sur l'écran essentiellement sous forme de courbes. Un jeu de bibliothèques personnelles sur disques magnétiques en facilite l'utilisation.*

ONDE ÉLEC. Vol. 52, fasc. 9, pp. 405 à 411, OCT. 1972

# summaries

## TEACHING ★ DATA PROCESSING

### DATA PROCESSING AT THE UNIVERSITY OF RENNES, by M. MÉTIVIER.

The paper gives a brief account of the actual development of research and teaching in the field of computer sciences at the University of Rennes.

After a brief historical introduction, the paper gives a rough description of the computer, of the courses offered to the students, and gives a list of the main directions in which researches are being done.

It is indicated how this various actions are connected with other actions conducted by other schools or laboratories such as CNET, CELAR, ESE, CCETT, etc.

ONDE ÉLEC. Vol. 52, fasc. 9, pp. 394 to 396, OCT. 1972

## DATA PROCESSING ★ ELECTRONICS

### IRIA AND THE ENLARGEMENT OF COMPUTER SCIENCE IN RENNES, by A. DANZIN.

This article describes the contribution of IRIA to the development of Computer Science in Rennes within the framework of its missions reaffirmed by the Interministerial Committee on February 25 th.

The Institute, responsible for promoting and coordinating the scientific research in data processing, will provide the assistance of its experts to the many organisations settled in Rennes and a common ground for exchange of information and coordination of programs.

ONDE ÉLEC. Vol. 52, fasc. 9, pp. 380 to 382 OCT. 1972

## TEACHING ★ DATA PROCESSING

### THE INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES IN RENNES, by F. SUZOR.

General informations is given at first on the National Institute for Applied Sciences in Rennes — an engineers' institute established in 1966 — then, follows an expose about teaching and research work in the Data Processing section.

ONDE ÉLEC. Vol. 52, fasc. 9, pp. 397 to 398, OCT. 1972

## RESEARCH ★ TEACHING ★ TELEVISION ★ TELECOMMUNICATION

### ASSIGNMENTS OF THE CENTRE COMMUN D'ÉTUDES DE TÉLÉVISION ET TÉLÉCOMMUNICATIONS IN RENNES, by CONRUYT, G. LEFRANÇOIS and M. REMY.

After recapitulating the policies define the setting up of the CCETT (Joint Television and Telecommunication Research Centre, Rennes), the authors overview the research assignments of the Centre, and develop the themes.

They also detail the data transmission and processing option offered in third year at he Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications and stress the importance of relationship between these two activities.

ONDE ÉLEC. Vol. 52, fasc. 9, pp. 383 to 385, OCT. 1972

## CAD ★ CONVERSATIONAL ★ CIRCUIT ★ SIMPLIFIED MODEL

### IMAG 2 USED WITH A NEW ASSOCIATED PROGRAM : CELCAO. APPLICATION TO A CONVERTER CIRCUIT ANALYSIS, by J.C. DELVILLE.

Now CAD programs like IMAG 2 involve important manufacturing costs for electronic circuits evaluations.

An interactive program, associated with IMAG 2 upon a visual graphic display, makes these costs decreased notably.

The whole manufacturing cost optimization is obtained by adjusting the semiconductors equivalent circuit.

Consequently, a principle laboratory experiment must be done for insuring a right simulation.

ONDE ÉLEC. Vol. 52, fasc. 9, pp. 399 to 404, OCT. 1972

## ARMAMENT ★ ELECTRONICS ★ DATA PROCESSING ★ TRIALS ★ SIMULATION

### THE CENTRE D'ÉLECTRONIQUE DE L'ARMEMENT, by E. ROMBOUT.

The centre d'électronique de l'armement (CELAR) has begun operating in september 1968. It is the result at once of the government's regional planning policy and of the overhaul of the services of armament. It works today in three distinct fields : trials electronic data processing and simulation. The prospects of it development are studied.

ONDE ÉLEC. Vol. 52, fasc. 9, pp. 386 to 389, OCT. 1972

## DATA PROCESSING ★ CAD ★ PROGRAM

### CELCAO : AN INTERACTIVE GRAPHICAL PROGRAM FOR IMAG 2, by, G. COMPARETTI.

The simulation of electronic circuits on computers is greatly improved by use of a interactive graphical console.

Such a set, implementing the IMAG 2 program by means of an IBM 2250 console is described here.

It comprises a first part allowing the data definition and their modification at the console, a second part which carries out the simulation, visually displayed on the screen by an evolutionary curve and a third part displaying the results on the screen essentially in the form of curves. A set of personal libraries on magnetic disks facilitates its use.

Utilized in an intensive way since eighteen months this program permits to appreciate the advantages of such a solution and define the characteristics of a more advanced alternate version.

ONDE ÉLEC. Vol. 52, fasc. 9, pp. 405 to 411, OCT. 1972

## TEACHING ★ ELECTRONICS

### THE RENNES SECTION OF THE ECOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ, by A. BLANC-LAPIERRE.

The Rennes section of the Ecole Supérieure d'Electricité admitted its first students in october 72 in two groups :  
— one oriented towards control theory ;  
— the other towards micro-electronics.

This establishment will develop training and refresher courses for engineers, as well as research activities into the following domains :

- micro-electronics systems designs ;
- industrial control and advanced computer science, in particular computer networks ;
- machine structures and data processing systems.

ONDE ÉLEC. Vol. 52, fasc. 9, pp. 390 to 393, OCT. 1972

# résumés

ECL ★ BISTABLE ★ INTERCONNEXION

---

RÉALISATION D'UN BISTABLE ECL ET ÉTUDE  
DE LA MISE EN ŒUVRE DE PORTES ECL,  
par D. COUELLE.

*Après un rappel des caractéristiques de la porte PEC 3 en technique ECL cet article présente le bistable JK qui complète la famille logique. La fréquence maximale de division par 2 de ce bistable est au moins égale à 120 MHz.*

*La deuxième partie traite des problèmes d'interconnexion liés à la mise en œuvre de circuits logiques rapides et présente les solutions adoptées pour la réalisation d'un multiplieur 20 bits.*

ONDE ÉLEC. Vol. 52, fasc. 9, pp. 412 à 420, OCT. 1972

REALIZATION OF AN ECL FLIP-FLOP AND  
STUDY OF ECL GATES USE, by D. COUELLE.

After a short recall on the characteristics of the PEC 3 ns gate, this article studies the JK flip-flop in complement with the logic family.

The maximum toggle frequency of this flip-flop is higher than 120 MHz.

In the second part, we study problems observed by the use of fast logic circuits and we present choosen solutions in the realization of a 20 bits multiplier.

## Avant-propos de la DATAR\*

*La politique d'aménagement du territoire a pour objet le développement harmonieux du territoire. Compte tenu de l'héritage politique et sociologique qui est le nôtre, elle s'attache à un problème majeur : le déséquilibre constant entre le développement de la région parisienne et celui des autres régions.*

*Une telle politique ne peut cependant se réduire au seul aménagement de l'espace : elle doit aussi résoudre les délicats problèmes de conversion résultant de l'évolution rapide de notre société, à définir un rôle, une vocation aux différentes régions ou entités régionales (communautés urbaines, ...) et ce non seulement dans le cadre de la nation mais dans celui de la communauté Européenne.*

*Région à l'origine essentiellement agricole, relativement isolée du reste de la France, la Bretagne était confrontée à d'importants problèmes de développement, d'emploi, de reconversion et ce en dépit d'une population jeune, d'un cadre de vie agréable, d'un maillage urbain dense et équilibré. La nécessité de passer rapidement d'une économie à dominante agricole à une économie industrielle et tertiaire conduisit à mettre en œuvre un nombre important d'actions destinées à favoriser une telle mutation : développements prioritaires du réseau routier, du réseau de télécommunications, établissement de liaisons étroites entre l'administration et les industriels de la région grâce à l'association Ouest Atlantique, développement des industries traditionnellement implantées en Bretagne (industries des métaux et mécaniques, industries agricoles et alimentaires).*

*Ces actions ne garantissaient pas à elles seules un développement harmonieux de la Bretagne : de nouvelles activités industrielles et des activités tertiaires devaient être implantées. Considérant qu'en raison de sa situation géographique et de son éloignement des grands centres de consommation du Marché Commun, la Bretagne ne pouvait accueillir que des activités concentrant une forte valeur ajoutée sous un faible poids, le comité d'aménagement du territoire confirmait le 18 décembre 1967 que le développement de l'électronique et des activités qui lui sont liées devait se faire pour une large part en Bretagne.*

*Des directives avaient déjà été arrêtées en ce sens par le gouvernement en 1961 et la création en 1962 à Lannion d'un centre de recherche du CNET constitua la première étape du développement électronique de la Bretagne. Ce Centre, qui employait 220 personnes à sa création en 1962 et en emploie actuellement plus de mille, exerça naturellement une forte attraction sur les industries qui s'intéressaient au même domaine que lui, aux techniques qui seront utilisées demain. Après un démarrage assez lent, le taux de croissance des établissements industriels s'établit en moyenne à 40 % par an tandis qu'un centre d'enseignement comprenant un IUT et un centre régional d'instruction des PTT était créé en 1969 et venait s'ajouter au CNET pour favoriser une ambiance propice à l'innovation technique et contribuer au développement industriel de la région. En 1971, plus de 3 300 emplois avaient ainsi été créés, dont 2 000 correspondaient aux activités industrielles de six grandes sociétés. Il est intéressant*

\* Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale.

de noter que l'ensemble des établissements industriels, bien que travaillant tous dans le domaine des télécommunications, ont des activités de recherche et de fabrication qui sont complémentaires les unes des autres. Leur croissance intéresse directement le CNET car la création d'un véritable « complexe électronique » doit permettre d'atteindre pleinement la masse critique nécessaire à la mise en œuvre de vastes programmes de recherches et d'expérimentation et, dès maintenant, des projets sont menés conjointement par le CNET et certaines des sociétés qui se sont implantées à Lannion.

Si Lannion n'était qu'un des aspects du développement de l'électronique en Bretagne, ce n'en était pas moins la première expérience de complexe combinant à la fois l'industrie, l'enseignement, la recherche, et la démonstration de l'effet d'entraînement d'un tel complexe sur les activités locales. C'est pourquoi le comité interministériel d'aménagement du territoire du 18 décembre 1967 décida, pour améliorer les conditions d'accueil scientifique et technique propres à attirer les entreprises dans la région de Rennes, d'enrichir et de diversifier les moyens d'enseignement et de créer dans cette agglomération un vaste ensemble à base de disciplines informatiques et électroniques. En 1965, le Gouvernement avait déjà décidé le regroupement à Rennes en un Centre Electronique de l'Armement (CELAR) des services des télécommunications des armées. A la suite de la décision du CIAT de décembre 1967 fut pris en considération le transfert progressif et concerté de tout ou partie des 3 établissements suivants :

- Ecole Militaire Supérieure Technique des transmissions, devenue par la suite l'Ecole Supérieure d'Electricité de l'Armée de Terre (ESEAT),
- Ecole Supérieure d'Electricité,
- Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications.

En octobre 1969, le Gouvernement confirmait et accentuait cette politique en décidant notamment la réalisation de « l'autoroute électronique de l'Ouest », réseau expérimental de transmission de données à très grande vitesse.

En mai 1971, étaient approuvés le principe et les modalités de l'implantation à Rennes de l'Option Informatique de l'ENST et surtout la création d'un important centre commun aux Télécommunications et à l'ORTF regroupant l'ensemble de leurs moyens d'études et de recherche dans le domaine des techniques de production, de transmission et de distribution de signaux audiovisuels. Dans tous ces domaines, le CETT aura pour objectif d'une part de concevoir, définir et promouvoir le développement des matériels et systèmes d'équipement modernes répondant dans les meilleures conditions économiques aux besoins de l'ORTF, de l'administration des PTT et plus généralement des services publics utilisant les techniques de télécommunications, et d'autre part de coordonner et de contrôler, notamment par la voie de conventions ou marchés d'études, les travaux de recherche réalisés directement dans d'autres laboratoires publics ou privés. De plus, le Centre participera aux tâches d'enseignement, de formation et de recyclage dans le cadre de l'ENST, de l'ESE, de l'Université et des services de Formation professionnelle des personnels des PTT et de l'ORTF. Il atteindra en 1975 un effectif de 400 personnes environ.

Le 20 avril 1972 enfin, le CIAT précisait les nouveaux développements suivants :

- implantation du Centre de Calcul Scientifique de l'Armement (CCSA) dans l'enceinte du CELAR,
- décentralisation partielle de l'Office Français des techniques modernes d'éducation (OFRATEME),
- installation à RENNES de l'option informatique de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées,
- implantation d'activités et d'équipes relevant de l'Institut de recherche d'informatique et d'automatique (IRIA).

*Ainsi se crée à Rennes un vaste ensemble d'enseignement et de recherche en informatique et en électronique, ensemble dont les conséquences probables pour Rennes et la Bretagne sont très importantes. Il devrait en effet, comme cela se passa à Lannion, exercer naturellement une forte attraction sur les industries qui s'intéressent au même domaine que lui — les techniques audiovisuelles, l'informatique, les réseaux informatiques — domaine dont on parle déjà beaucoup aujourd'hui et qui se développera considérablement dans les prochaines années.*

*S'il est difficile de faire des prévisions quant à ce développement d'activités — et ce en raison de l'absence de références pour estimer le marché potentiel de techniques telles que la visiophonie et la télédistribution — il n'est cependant pas déraisonnable de penser que plus de 1 000 emplois nouveaux de haute qualification et de 5 000 emplois industriels pourraient être créés dans la région de Rennes pendant la durée du VI<sup>e</sup> Plan. L'accord passé entre les PTT et l'ORTF lors de la création du CETT prévoit d'ailleurs que ces deux organismes inciteront vigoureusement les industries travaillant pour eux sur les questions de production, de transmission et de distribution de signaux audiovisuels à implanter leurs centres d'études techniques et leurs unités de fabrication dans la région.*

*Il est enfin nécessaire de rappeler que le 17 février 1970, le Gouvernement approuvait le plan triennal de développement des télécommunications françaises qui précisait en particulier le volume des commandes à passer aux industriels. Ces derniers, pour augmenter leur capacité de production, créeront dans l'Ouest 6 300 emplois de 1970 à 1973 et environ 10 000 au cours du VI<sup>e</sup> Plan, soit environ 2 000 emplois par an en moyenne dont les 2/3 intéressent directement la Bretagne.*

*L'effort volontaire de développement d'activités secondaires et tertiaires dans les domaines de l'électronique et de l'informatique en Bretagne commence à porter ses fruits. Après une période de lancement, nous en sommes au moment où tout sort de terre et les premiers résultats suffisent à faire disparaître les dernières réticences et à justifier l'œuvre entreprise.*

\* \* \*



Directeur de l'IRIA

## L'IRIA\* et l'essor informatique de Rennes

### Résumé

Cet article présente la contribution de l'IRIA au développement de l'Informatique à Rennes dans le cadre des missions confiées à l'Institut par le Comité Interministériel du 25 février.

Responsable de l'animation et de la coordination de la Recherche Scientifique en Informatique, l'IRIA apportera aux équipes des nombreux organismes installés à Rennes, le concours de ses spécialistes et un terrain de rencontre pour les échanges d'information et la coordination des programmes.

La qualité des propositions de recherches en préparation devrait permettre à Rennes de figurer en 1973 parmi les principaux attributaires, Grenoble, Paris, Toulouse, des crédits du CCRI (Comité Consultatif de Recherche en Informatique) dont l'IRIA est ordonnateur dans le cadre de la mission d'irrigation de la recherche qui lui a été attribuée.

Par ailleurs, l'IRIA contribuera à la création d'emplois de chercheurs informaticiens en détachant à Rennes des spécialistes associés aux équipes locales. En outre, certains programmes placés sous la responsabilité du Directeur des Services Techniques de l'IRIA seront menés en collaboration étroite avec le CELAR (Centre d'Electronique de l'Armement) et le CCETT (Centre Commun d'Etude de Télévision et de Télécommunications).

Avant d'exprimer une opinion sur l'expérience Informatique à Rennes, puis-je conseiller au lecteur de prendre le temps de visiter les installations et les chantiers ? Il comprendra qu'une grande œuvre s'accomplit. L'Université et l'Institut National des Sciences Appliquées (INSA) montrent leur remarquable dotation en locaux et en équipements électroniques ; le Centre d'Electronique de l'Armement (CELAR) s'agrandit ; l'Ecole Supérieure d'Electricité achève de construire ses futurs locaux ; l'Ecole Supérieure des Télécommunications s'installe ; l'ORTF et le CNET s'associent pour édifier le Centre Commun d'Etude de Télévision et de Télécommunications ; l'Ecole Supérieure de l'Electronique de l'Armée de Terre (ESEAT) organise sa complète décentralisation. Plus encore que la puissance des moyens, le visiteur est impressionné par la foi qui anime les hommes et par la qualité des équipes déjà en place ou de celles qui commencent leur intégration. Tous les établissements cités font une large part à l'Informatique dans leurs dotations en moyens de calcul, dans leurs programmes d'enseignements et de formation, dans l'ambition de leurs Laboratoires de Recherche ou de Services Etudes.

Rennes démontre un étonnant dynamisme à résoudre les problèmes d'infrastructure, de routes, de télécommunications, d'alimentation en eau et en énergie. Elle séduit les jeunes chercheurs et les ingénieurs par les facilités de sport et de loisirs qu'elle offre en elle-même ou sur le proche bord de mer ; elle attire et retient les familles par ses facilités d'accueil,

par le calme vite rencontré d'une nature non polluée et par le progrès de ses communications avec Paris.

Sur la carte, en limite Est de la ville, utilement entouré par la Faculté des Sciences, l'INSA, l'ESH et l'ESEAT, figure un terrain marqué IRIA. Ce qui fixe la prédestination : l'Institut de Recherche d'Informatique et d'Automatique disposera dans l'avenir d'un établissement décentralisé à Rennes.

Le premier mouvement d'enthousiasme passé l'effort entrepris doit être considéré avec gravité. Peu de disciplines sont aussi difficiles que l'Informatique. Tout repose sur la valeur humaine, la compétence et la notoriété des spécialistes, difficiles à recruter et sur le choix des programmes d'Enseignement et de Recherche, difficiles à définir. Rien ou très peu de bonnes choses ne peut être fait dans l'isolement d'équipes sous-critiques par l'insuffisance du nombre par le défaut de la qualité de l'inspiration ou par l'absence de complémentarité entre spécialités. Grenoble, Toulouse, avec Paris, sont certes parvenus à un haut degré d'efficacité, mais, après combien d'années d'efforts et avec l'assistance de quelle longue tradition de réussites scientifiques et techniques dans les disciplines de pointe. A Rennes, tout est neuf, tout est transplanté et, cependant, tout doit rapidement réussir.

Pour bien comprendre le rôle de l'IRIA à Rennes au cours de la première phase d'opérations dans laquelle nous entrons, il faut revenir aux sources et rappeler les bases fondamentales de l'action de l'Institut telles que les a définies la loi de création et les a confirmées le Conseil Interministériel du 25 février 1972.

Agissant pour le compte de la Délégation à l'Informatique dont il constitue l'un des organes principaux d'exécution, l'Institut de Recherche d'Informatique et d'Automatique a, dans l'esprit de la loi de création (3 janvier 1967), reçu les attributions de missions suivantes :

— *Par la mobilisation de ses moyens propres* : conduire des Recherches scientifiques, mener des études techniques, former des spécialistes de haut niveau, rassembler les connaissances scientifiques et techniques et les diffuser auprès de toutes les catégories de chercheurs et d'utilisateurs dans les domaines de l'Informatique et de l'Automatique.

— *Par une action d'influence, en quelque sorte de catalyse non autoritaire, sur les moyens des autres organismes nationaux, publics et privés* : provoquer, animer, coordonner et contrôler l'ensemble de l'effort scientifique et technique de la spécialité.

Le Conseil Interministériel du 25 février 1972, délibérant sur le rapport du Comité Consultatif de la Recherche Scientifique et Technique, a confirmé ces vocations. La Recherche propre à l'IRIA sera,

\* Institut de Recherche d'Informatique et d'Automatique.

notamment dans le cadre du Laboratoire spécialisé de l'Institut, le « LABORIA », distinguée de la Recherche sous-traitée qui mettra en jeu le mécanisme de « L'IRRIGATION de la RECHERCHE » administrée sous la forme de contrats d'étude dont l'IRIA sera l'ordonnateur. L'IRIA, en outre, jouera le rôle, à l'échelon national, d'une DIRECTION des SERVICES TECHNIQUES de l'Informatique et, à ce titre, exécutera ou fera exécuter les travaux d'expertise, d'évaluation et de normalisation d'équipements, de software de langages et de systèmes, en même temps qu'il jouera le rôle de maître d'œuvre, éventuellement d'auxiliaire principal, pour l'exécution de certains programmes prototypes nationaux dits « PROJETS PILOTES » dont un exemple est fourni par le projet du Réseau « CYCLADES ». Ce réseau prévoit l'interconnexion de puissants moyens de Calcul situés à Grenoble, Paris, Rennes et Toulouse.

Ainsi, l'IRIA se présente comme un carrefour de la Connaissance en Informatique et en Automatique et comme un milieu de formation de spécialistes hautement qualifiés, mais ses missions dépassent largement ses moyens propres. Pour parvenir à jouer un rôle utile dans la Recherche française en Informatique, l'Institut dispose d'un outil qu'il doit forger lui-même, sa compétence et sa crédibilité, et de moyens de persuasion, constitués par des crédits, crédits de Recherches complémentaires à la manière des crédits d'action concertée de la DGRST, crédits de sous-traitance pour l'exécution de certains marchés de travaux de « Services Techniques » et crédits correspondant à la création de postes de chercheurs dans le cadre des « équipes associées ».

En ce qui concerne Rennes, le problème n'est pas aujourd'hui tellement de savoir à quelle époque l'Institut s'installera physiquement sur place dans ses propres locaux, mais de mettre à l'épreuve un mécanisme autrement plus important : l'IRIA mobilisera sa substance scientifique et technique, ses moyens humains et certains de ses crédits d'appoint pour aider à la réussite, rapide et profonde, des expériences que lancent simultanément à Rennes la Faculté des Sciences, l'INSA, le CNET et l'ORTF, l'ESE, l'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, dans le sillage de la réussite du CELAR. Il s'agit, en la matière, d'une sorte de test d'efficacité. L'IRIA a pour objet de « faire faire » beaucoup plus que « faire lui-même ». Rennes doit fournir la démonstration que cette hypothèse de travail est viable et que le pari, a priori difficile, du faire faire peut être gagné.

Chacun des organismes nouvellement installés à Rennes a, en effet, soit une vocation de Recherche, soit une vocation de Formation, soit une vocation d'Etudes Techniques, qui intéresse l'IRIA dans son action de coordination ou de sous-traitance. Dans la mesure où une telle intervention est souhaitée par ses responsables sur tel point particulier, chacune de ces expériences peut gagner à une assistance de l'IRIA, pour mettre en place son encadrement en hommes qualifiés, choisir les objectifs techniques les plus judicieux, évaluer ses résultats et franchir le plus rapidement possible le seuil de volume utile au-delà duquel disparaît la fragilité des équipes dispersées et se constitue la fécondité de l'environnement.

C'est pourquoi, de préférence à une installation immédiate de l'IRIA à Rennes qui eût fragmenté langagement l'Institut à un moment où il est encore mal préparé à ce genre d'épreuve, il a été décidé que Rennes serait le principal point d'application de l'effort de l'IRIA au bénéfice de la croissance

d'autres organismes. L'Institut facilitera la mise en place, à Rennes, d'une méthodologie pour le choix et la coordination des objectifs scientifiques et techniques des différents partenaires, fournira des crédits de complément et, plus encore, il détachera des hommes qui seront placés à la disposition des parties intéressées sous la forme d'équipes associées. L'Institut proposera, en outre, de fournir une infrastructure aux relations internationales en Informatique que souhaiteraient établir avec certains de leurs homologues étrangers les chercheurs et les enseignants de Rennes. Il proposera également la formation d'équipes conjointes Recherche - Industrie le jour où l'exploitation des résultats sera venue.

Un tel programme, basé certes sur les possibilités que confère l'attribution de crédits pour l'Irrigation de la Recherche, la sous-traitance des Services Techniques ou le paiement des personnels associés, repose cependant sur le postulat d'une entente profonde entre les hommes, fondée sur la confiance et sur la volonté de réaliser une œuvre commune. Par une curieuse rencontre des circonstances, il se trouve que les principaux associés aux responsabilités de l'expérience rennaise ont noué dans le passé des rapports d'amitié, basés sur une estime professionnelle réciproque. Ce fait, presque providentiel, explique le climat d'ouverture et d'entraide qui s'est manifesté dès les premières études. La foi du pionnier, qui sous-tend toute entreprise nouvelle, l'importance des moyens matériels rassemblés, le sentiment, également partagé, d'une relative fragilité de chacune des parties si elle ne surmontait pas son isolement par l'appui reçu des autres et accordé aux autres, forment autant de circonstances exceptionnellement favorables à l'établissement d'une distribution harmonieuse des efforts en dépit de la variété et de l'originalité des organismes en présence.

Un programme d'action commune, placé sous l'égide de l'IRIA, était ébauché le 22 avril 1972, lors d'une visite, organisée par la DATAR, des divers établissements rennais achevés ou en cours de construction. Cette visite était suivie le 18 mai par une séance de travail, présidée par M. MONPETIT, Adjoint au Délégué à l'Informatique, Directeur Adjoint de l'IRIA, avec le concours de M. J.C. PUJOL, Chargé de Mission auprès de Monsieur le Préfet de la Région de Bretagne. Cette réunion concluait à la constitution de cinq Groupes d'Etudes, appelés à centraliser les propositions de programmes et à échanger les informations sur les sujets suivants :

*Groupe 1* : « Téléinformatique et Réseau » animé par M. DESPRES, du CCETT.

*Groupe 2* : « Structure des Machines et Conceptions des Systèmes » animé par M. HEBENSTREIT, de l'ESE.

*Groupe 3* : « Mesure, Evaluation, Portabilité » animé par M. VERJUS, de l'UER, Mathématique et Informatique, de l'Université de Rennes.

*Groupe 4* : « Traitement du Signal » animé par M. ARQUES, de l'UER, Structure et Propriétés de la matière, de l'Université de Rennes.

*Groupe 5* : « Automatique » animé par M. GERBER, de l'INSA de Rennes.

Ces différents Groupes d'Etudes se mettaient rapidement au travail et commençaient leurs échanges par des réunions spécialisées dès le 8 juin 1972. Un rapport, constituant une proposition de programmes de travaux pour la période 1973-75, devrait, vers la

fin de cette année, pouvoir être soutenu par l'IRIA, pour le compte des différentes parties prenantes de Rennes, auprès du nouveau Comité Consultatif de la Recherche en Informatique et en Automatique dont la création figure dans les décisions du Comité Interministériel du 25 février dernier. Si la qualité des propositions est jugée satisfaisante, comme on peut l'espérer, Rennes devrait être retenue, au même titre que ses grands devanciers, Grenoble, Paris et Toulouse, parmi les principaux attributaires des contrats de Recherche en Informatique et en Automatique.

Par ailleurs, l'IRIA a prévu de créer, au titre des emplois nouveaux accordés sur la dotation budgétaire 1973, 12 à 14 postes de chercheurs à Rennes mis à la disposition de ses partenaires au titre des équipes associées.

Toutes les forces étant actuellement tendues vers la réussite de ces objectifs, il ne serait ni utile ni souhaitable de parler du calendrier d'implantation propre de l'IRIA à Rennes. L'Institut n'a pas l'intention de grandir démesurément, ne serait-ce que pour ne pas entrer en concurrence de croissance avec ses partenaires. Le caractère souhaitable de l'installation d'une équipe de chercheurs, propre à l'IRIA, à Rennes, n'est pas démontré. On peut, en revanche, compter sur

l'expansion, sous diverses formes, de l'Informatique pour forcer la croissance de certaines missions de l'IRIA, notamment des services techniques. Alors sonnera pour l'Institut lui-même l'heure de la décentralisation sur le terrain qui lui est d'ores et déjà affecté. A ce moment, l'IRIA sera reconnaissant à ses amis locaux de lui donner en retour l'aide qu'il leur aura autrefois accordée : quelques hommes précieux pour l'encadrement et la fécondité de l'environnement.

Un effort d'ensemble de cette importance n'est pas, et de loin, l'œuvre unique des scientifiques et des techniciens. Si Rennes, comme la construction s'en accomplit, parvient au rang de pôle majeur dans le pays pour l'Informatique et l'Automatique, elle le devra à ceux qui ont étudié et retenu les décisions dans leur principe, en premier lieu à la Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale qui a planifié les programmes nécessaires et en a exigé l'exécution. Elle le devra aussi à la Délégation à l'Informatique qui a étudié et prévu les conditions de soutien favorables. Qu'il me soit permis d'ajouter que la foi dans l'entreprise s'alimente aussi dans la qualité des concours d'une contagieuse vitalité trouvés auprès de M. PELISSIER, Préfet de la Région de Bretagne et de M. FREVILLE, Maire de Rennes.

---

**André DANZIN**, né en 1919. Ancien élève de l'Ecole Polytechnique et de l'Ecole Supérieure d'Electricité, ancien Vice-Président du CCRST (1967-1968). Directeur de l'Institut de Recherche d'Informatique et d'Automatique, IRIA, depuis le 1<sup>er</sup> juin 1972. Domaine de Voluceau, 78150 Rocquencourt.



Directeur Adjoint  
au CCETT



Directeur des Etudes  
à l'ENST



Directeur  
du CCETT

# Les objectifs du centre commun d'études de télévision et télécommunications de Rennes

## Résumé

Après avoir rappelé les motifs de la création du CCETT à Rennes, les auteurs exposent et développent d'une part les objectifs de ce centre en étude, à savoir : A, B, C, D, d'autre part l'activité de formation impartie à ce centre, c'est-à-dire l'option téléinformatique de l'Ecole Nationale Supérieure de Télécommunications et montre l'importance des liaisons entre ces deux activités : recherche et enseignement.

## 1. Introduction

La création à Rennes du Centre Commun d'Etudes de Télévision et Télécommunications correspond à la volonté conjointe de l'ORTF et du CNET de réunir les moyens qui faciliteront la réalisation des services nouveaux dont la faisabilité est aujourd'hui reconnue. Parmi ceux-ci l'exploitation et la distribution des informations visuelles par câble et le traitement de l'information par des réseaux d'ordinateurs semblent être appelés à un développement majeur au cours de la présente décennie.

La constitution d'un potentiel technique s'appuyant sur d'importants moyens informatiques a conduit l'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications à participer à cette opération : l'option informatique de cette Ecole doit en effet bénéficier sur place des travaux du Centre.

## 2. Objectifs du Centre Commun d'Etudes de Télévision et Télécommunications de Rennes (CCETT)

Afin de faciliter la réalisation des objectifs mentionnés, les missions du CCETT font partie des domaines d'activités suivants :

- Etude et traitement des signaux d'images fixes ou animées ;
- Etudes de systèmes particuliers de transmission d'images ;
- Téléinformatique et réseaux de systèmes informatiques ;

— Développement et utilisation de technologies avancées pour les systèmes de transmission d'images.

Ces diverses activités s'appliquent à des techniques appelées à faciliter la communication. Elles devraient assurer d'une part le succès de l'opération de décentralisation en incitant notamment les industriels à s'implanter au voisinage du CCETT et d'autre part une vocation commerciale au Centre en ouvrant des débouchés vers d'autres applications telles que l'Enseignement, l'Aéronautique, la Médecine...

Des dispositions seront prises dès l'origine dans la structure du Centre pour encourager et développer cette diversification des applications.

Les objectifs du Centre viseront pour l'essentiel la recherche appliquée, c'est-à-dire la définition d'équipements ou de systèmes opérationnels destinés à l'Office, aux PTT et le cas échéant à d'autres clients.

Pour autant qu'ils puissent être définis dès aujourd'hui et sous réserve d'aménagements et de modifications, les principaux programmes qui devraient être lancés lors de la mise en place du CCETT ont été classés ci-dessous en fonction des domaines d'activités mentionnés ci-dessus.

### A. Etudes des signaux d'images

— Etude théorique des signaux d'images (analyse de la structure des images, représentation et caractérisation des images, synthèse d'images, définition de critères de qualité).

— Applications des recherches précédentes à l'étude en simulation ou en temps réel de problèmes précis (codage économique d'une classe particulière d'images, utilisation des techniques numériques pour les problèmes de traitements d'images, application de procédés de synthèse d'images à la visualisation de figures simples).

— Mise en œuvre de moyens d'acquisition et de restitution d'images : les études effectuées en simulation seront conduites sur des signaux obtenus puis restitués dans des conditions proches de l'utilisation, par raccordement à un calculateur spécialisé d'appareils destinés à une exploitation réelle (caméra et moniteur TV, visiophone, émetteur et récepteur de télécopie...).

## B. Études de systèmes particuliers de transmission d'images

— Télévision par câble : étude et définition des centres de production de signaux destinés à la distribution de la télévision par câble ; étude et définition d'un système de distribution unilatéral permettant la mise à disposition de l'abonné de 12 à 20 programmes de télévision ; étude et définition d'un système de distribution à grande capacité permettant la mise à disposition d'un nombre important de programmes audiovisuels et doté de voies de communication en retour ; étude des méthodes d'ingénierie et particulièrement de l'optimisation et de l'automatisation du tracé des réseaux de télévision par câbles.

— Transmission d'images point à point :

- *Visiophonie* : les études générales du système de visiophonie (structure de réseaux, définition des équipements de transmission et de commutation) étant menées au CNET à Issy-les-Moulineaux, le CCETT aura pour mission : de participer à la définition des nouveaux systèmes ; d'étudier, de réaliser et d'expérimenter les systèmes de codage numérique adaptés à la transmission et à la commutation des signaux de transmission d'images point à point (en assurant une coordination avec les études de matériels poursuivies à Issy-les-Moulineaux) ; de participer à la mise en œuvre de liaisons numériques pour la transmission d'images point à point (Autoroute Electronique de l'Ouest) ; de participer à la définition d'un système de visiophone couleur et d'entreprendre l'étude du codage de la couleur ; d'examiner les possibilités d'entraide entre les réseaux de télédistribution et les raccordements d'abonnés sur les réseaux visiophones et les implications éventuelles sur la définition des terminaux.

- *Transmission de documents* : définition des systèmes de visualisation ou de télécopie soit à grande résolution (>1 500 points par ligne), soit associés aux systèmes de télédistribution.

— Utilisation d'artères numériques pour la transmission d'images de télévision.

## C. Téléinformatique et réseaux de systèmes informatiques

— Etude des programmes de base à ajouter aux ordinateurs pour les raccorder à des réseaux téléinformatique ; définition des procédures d'échange.

— Etude de la commutation de « paquets » (intermédiaire entre la commutation de circuits et de messages, adaptée aux échanges des ordinateurs entre eux ou avec des terminaux) : programmation et équipements spécialisés.

— Etude de certains aspects des réseaux locaux de transmission de données pour la desserte de terminaux à faible trafic (prise informatique).

— Participation au réseau d'ordinateurs CYCLADES et à l'expérimentation de systèmes de transmission de données à grande vitesse (Autoroute Electronique de l'Ouest).

## D. Utilisation de technologies avancées

— Etude de dispositifs d'analyse et de restitution des images à l'état solide.

— Etude et définition d'équipements d'enregistrement et de lecture de programmes de télévision à l'aide de procédés holographiques (enregistrement du signal codé numériquement).

— Etude de la déviation d'un faisceau laser en vue de réaliser un balayage de télévision.

## E. Centre de calcul

La mise en œuvre de puissants moyens pour le traitement de l'information est nécessitée à la fois par la spécificité des études du centre et la place de l'informatique dans les recherches et l'enseignement diffusé par l'ENST. L'introduction d'une image de télévision en machine impose un important volume de mémoire centrale (800 K octets environ) ; par ailleurs, la connexion d'une centaine d'utilisateurs en temps partagé implique une structure informatique de grandes performances.

Le Centre de calcul du CCETT sera également relié au réseau d'ordinateurs CYCLADES.

## 3. Activités de formation : option informatique de l'ENST

### A. Généralités

Le contenu définitif de l'option informatique et téléinformatique n'est pas encore arrêté. Il s'inscrit dans la réforme de l'enseignement mise en place progressivement qui conduit à consacrer à l'option une année entière et à la rendre similaire à l'année de Master aux Etats-Unis ou du DEA en France. On conçoit dès lors que le contenu de l'enseignement de l'option informatique s'aligne sur les activités du CCETT afin de permettre à l'étudiant des relations fructueuses avec les chercheurs du CCETT et les industries correspondantes amenées à s'installer dans son voisinage. Ces contacts devraient permettre un passage aisé à la vie active d'une part par la préparation de l'étudiant, d'autre part par la connaissance de l'étudiant qu'aurait soit l'industrie, soit le CCETT. Pour ce dernier, l'option informatique devrait être une source privilégiée de recrutement. Cette option sera mise en place pour la rentrée scolaire 1973.

### B. Déroulement des études

L'option informatique couvrant une année pleine comprend deux types d'enseignement :

— une période de 4 ou 5 mois de formation spécialisée axée sur un enseignement magistral accompagné de travaux appliqués, avec un taux de travail personnel de l'ordre de 3 pour 1. Les travaux appliqués auront essentiellement pour objectif de permettre aux étudiants de faire le lien entre la théorie et l'application industrielle ;

— une période de stage soit dans l'industrie, soit au sein du CCETT ou dans d'autres laboratoires de recherches. Ces stages pourront être soit des stages de motivation placés avant les cours mentionnés ci-dessus, soit des stages d'application de l'enseignement mentionné ci-dessus. Dans les deux cas, il s'agira d'une sensibilisation des futurs Ingé-

nieurs aux problèmes rencontrés dans la mise en application des théories et techniques ; ils devront conduire à la réalisation d'un projet permettant à l'élève d'apporter ses idées personnelles et d'exercer des responsabilités, ce qu'il n'a pas eu l'occasion de faire pendant sa scolarité.

Il est dès lors prévisible que les entreprises locales, notamment celles qui auront manifesté leur effort de décentralisation, trouveront là des possibilités ultérieures de recrutement en ingénieurs.

### C. Contenu de l'enseignement

Parmi les thèmes retenus figurent la transmission des données et leur traitement par les moyens informatiques.

La première classe recouvre les domaines suivants :

- Compléments sur le codage - application aux sons et aux images
- Rappels sur les principes de télécommunications pour la téléinformatique réseau commuté lignes spécialisées
- Les modems et les procédés d'exploitation
- Terminaux et concentrateurs
- Software de télétransmissions
- Systèmes de transmission numérique - commutation de messages, de paquets
- Les réseaux intégrés.

Dans la catégorie Traitement de l'Information figurent :

- Utilisation des ordinateurs
- Programmation système - techniques de programmation, compilation, systèmes d'exploitation
- Langages spécialisés - optimisation
- Architecture système - compléments sur les mémoires et les entrées-sorties
- Systèmes en temps réel ; systèmes hiérarchisés ; commande de processus
- Réseaux d'ordinateurs et de processeurs fonctionnels
- Fonctions saisie de l'information et concentration diffusion
- Applications : reconnaissances des formes, aide à la conception, recherche opérationnelle.

### 4. Conclusion

L'ouverture du CCETT a eu lieu à Rennes le 4 septembre 1972. Elle montre l'effort de décentralisation fait par l'ORTF, le CNET et l'ENST dans le domaine de l'électronique. Il s'agit avant tout de créer à Rennes un centre de recherche sur les problèmes communs à l'ORTF et au CNET et de profiter de cet environnement pour y développer un enseignement d'options permettant une bonne insertion des futurs Ingénieurs dans la vie active.

Cette action d'enseignement sera concrétisée par l'ouverture, en octobre 1973, de l'option téléinformatique de l'ENST.

---

**Pierre CONRUYT**, né en 1936, ancien élève de l'Ecole Polytechnique (57). Ingénieur des Télécommunications au CNET depuis 1962. Actuellement Directeur Adjoint au Centre Commun d'Etudes de Télévision et Télécommunications.

**Maurice REMY**, né en 1933, ancien élève de l'Ecole Polytechnique (52). Ingénieur en chef à l'ORTF. Au Service des Etudes de l'ORTF depuis 1957. Actuellement Directeur du Centre Commun d'Etudes de Télévision et Télécommunications.

**Guy LEFRANÇOIS**, né en 1940, ancien élève de l'Ecole Polytechnique. Ingénieur des Télécommunications au CNET. Actuellement Directeur des Etudes à l'ENST. 46, rue Barrault. 75634 Paris Cedex 13.



Directeur  
du CELAR

# Le Centre d'Electronique de l'Armement

## Résumé

Le centre d'électronique de l'armement (CELAR) a ouvert ses portes en septembre 1968 ; c'est l'effet à la fois d'une politique d'aménagement du territoire et d'une refonte des structures des services de l'armement. Il exerce actuellement ses activités dans trois domaines : les essais, l'informatique et la simulation. Ses perspectives de développement sont évoquées.

Le 16 juin 1972 M. Michel DEBRÉ, ministre d'Etat chargé de la défense nationale, visitait officiellement à Bruz (Ille-et-Vilaine) le CELAR (centre d'électronique de l'armement) ; il était accompagné de M. BLANCARD, délégué ministériel pour l'armement, et de M. Jérôme MONOD, délégué à l'aménagement du territoire, ainsi que de M. ALLÈGRE, délégué à l'informatique.

Le CELAR, établissement bien jeune puisqu'il n'a ouvert ses portes que le 2 septembre 1968, trouve ses origines dans les années 1964 à 1965. C'est à cette époque que deux préoccupations convergèrent : celle de la politique des pouvoirs publics pour l'aménagement du territoire et l'action régionale et celle de la défense nationale pour la réorganisation des services de l'armement.

La « vocation électronique de la Bretagne » était déjà affirmée mais elle n'avait donné lieu qu'à un nombre restreint de réalisations : pour l'essentiel c'était le CNET à Lannion, dans une position d'ailleurs assez excentrée. Décider d'implanter les laboratoires du CELAR près de Rennes, c'était faire l'effort de s'associer à une politique sans profiter dès le départ de l'effet d'entraînement qui en était espéré pour l'avenir. Il se trouve que, huit ans après, la continuité de l'action des pouvoirs publics porte ses fruits. A Rennes même nous verrons s'ouvrir dès octobre prochain un premier enseignement de l'Ecole Supérieure d'Electricité (ESE) ; 1973 marquera le démarrage d'un enseignement de l'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications (ENST), l'ouverture du Centre d'Etudes de Télécommunications et de Télévision (CETT) organisé en commun par les P et T et par l'ORTF, l'ouverture de l'Ecole Supérieure d'Electronique de l'Armée de Terre (ESEAT). A cela s'ajoute le développement très remarquable des enseignements de l'Université de Rennes dans les domaines de l'électronique et de l'informatique aussi bien à l'IUT, ou à l'INSA, ou à la Faculté des sciences qui a récemment créé une maîtrise en informatique. Le développement des relations professionnelles et les



Vue du CELAR

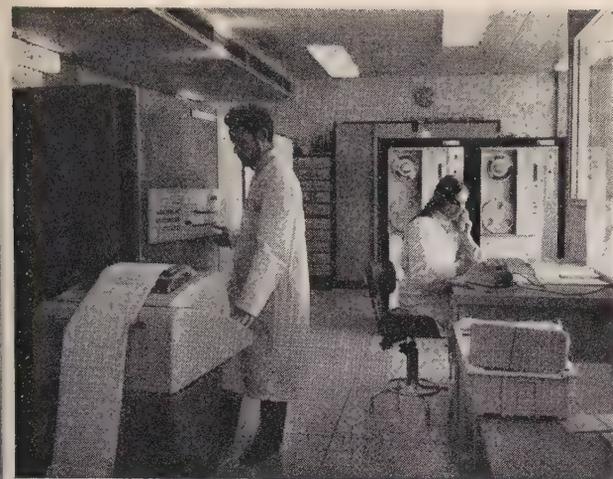
échanges de stagiaires ou d'enseignants à temps partiel permettront à chacun de bénéficier à Rennes d'un climat enrichissant et stimulant.

Dans le même temps la défense nationale poursuit la réorganisation de ses services techniques dans le cadre de la délégation ministérielle pour l'armement. Elle tendait à coordonner sous une autorité unique des services antérieurement rattachés aux trois armées et à créer des structures communes à caractère interarmées. A côté de la Direction Technique des Engins (DTEN) ou de la Direction des Recherches et des Moyens d'Essais (DRME), du Service Industriel de l'Armement (SIAR), il faut mentionner plus particulièrement le Service Central des Télécommunications et de l'Informatique (SCTI) puisqu'il exerce la tutelle du CELAR.

C'est dans ces conditions que fut arrêtée dès 1965 et précisée en 1965 l'idée de créer un établissement



Chaîne d'essais



Centre de simulation (Ordinateur CII 10020)

où soient regroupées des activités électroniques de l'armement et de décentraliser cet établissement national dans la région de Rennes. En même temps étaient définies les missions de l'établissement et des moyens initiaux.

L'implantation du Centre fut d'abord envisagée à Rennes même, dans la zone de Cesson-Sevigné, mais le choix porta finalement sur un terrain de Bruz à une quinzaine de kilomètres au sud de Rennes. C'est le résultat d'un compromis entre diverses préoccupations. Les personnels n'ont qu'un trajet réduit à faire matin et soir (journée continue) pour résider à Rennes et profiter de ses ressources : enseignements à tous les niveaux, commerce, spectacles, etc. La campagne est favorable au silence radioélectrique et à sa protection. Le terrain étant couvert en grande partie de landes et de boqueteaux de faible valeur agricole, l'acquisition d'une centaine d'hectares n'entraînait pas de dépenses excessives tout en réservant des possibilités d'extension ultérieures. En outre landes et boqueteaux constituent un parc naturel dont le charme ne laisse personne indifférent. Un schéma directeur garantit maintenant sa conservation tout en permettant une extension harmonieuse et rationnelle des constructions. La partie sud du terrain s'élève d'une cinquantaine de mètres (cote 90 m) au-dessus de la plaine de Rennes. Un bâtiment tour d'une tren-

taine de mètres permet de disposer d'une plateforme d'essais (cote 120 m) offrant de bonnes portées à vue directe. Il a aussi permis à l'architecte qui a su le dessiner en respectant toutes les contraintes techniques de faire la preuve de son talent.

L'édification du centre bénéficia d'une importante contribution financière de la DATAR. Disons seulement qu'elle permit à elle seule de couvrir les frais d'acquisition et d'aménagement du terrain, des raccordements en énergie et en télécommunications, de la première tranche de bâtiments (15 000 m<sup>2</sup> de plancher) et d'une partie des premiers investissements techniques.

Le CELAR reçut dès 1964 une mission générale d'essai et d'évaluation des matériels électroniques des trois armées.

Dans ce cadre il exerce actuellement trois activités principales.

## A. Les essais de matériels

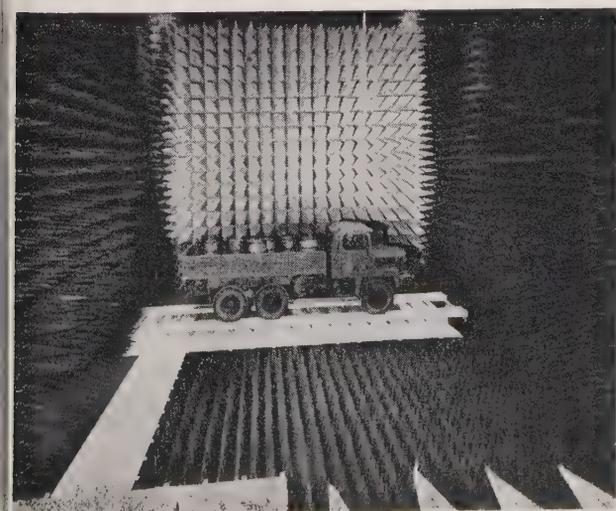
Les essais peuvent avoir pour but d'apprécier la conformité d'un matériel à ses spécifications techniques ; ils peuvent aussi tendre à juger de son aptitude à satisfaire au programme militaire pour lequel il a été conçu : il s'agit alors plutôt d'évaluation que d'essais.

De toute manière l'activité du CELAR ne porte que sur les maquettes ou prototypes, éventuellement sur un appareil prélevé dans une série, le contrôle normal et continu des fabrications étant dévolu au Service Industriel de l'Armement (SIAR).

L'expression « matériels électroniques » couvre essentiellement les matériels de détection (écoute, radar, infrarouge...) ou de télécommunications (réseaux fil ou radio, faisceaux hertziens,...), les équipements de traitement de l'information (calculateurs, périphériques), les appareils de mesure et les composants.

Le CELAR dispose pour ces essais de laboratoires de mesure et de moyens d'essais mécaniques et climatiques permettant de figurer les conditions d'emploi des matériels militaires (vibrations, chocs, dépression ou compression, conditions thermiques, atmosphères corrosives, ...).

Signalons aussi une chambre anéchoïde : c'est un



Chambre anéchoïde



Calculateur analogique du Centre de simulation

tunnel long de 50 m (une moitié seulement est actuellement équipée), de 15 m de hauteur et de 15 m de largeur dont les six faces sont revêtues de matériaux absorbants aux ondes de haute fréquence (au-dessus de 100 MHz). Cette chambre permet des mesures de diagrammes d'aériens ou de « surfaces équivalentes » radar. Pour éviter les perturbations radioélectriques venant de l'extérieur elle est entièrement blindée. Par ses dimensions et ses performances elle n'a pas d'équivalent en Europe.

## B. L'informatique

En ce domaine le CELAR s'est vu confier le rôle de « conseiller en moyens informatiques » pour l'ensemble des établissements et services de la délégation ministérielle pour l'armement. Sa compétence couvre l'informatique de service (gestion, calcul) mais ne s'étend pas à l'informatique opérationnelle (calculateur embarqué par exemple).

On peut distinguer deux types d'activité.

Le CELAR conduit des études d'intérêt général dans le but d'accroître le rendement des moyens et de simplifier la tâche des utilisateurs.

Des études de standardisation ont conduit par exemple à définir un langage de programmation dit « cobol commun » acceptable par les ordinateurs de gestion les plus répandus dans l'administration militaire. Certains services, extérieurs à la défense nationale, s'intéressent de très près à ce langage.

Des études d'homologation tendent à vérifier qu'un produit software est conforme aux spécifications générales définies par l'utilisateur ou le fournisseur et qu'il est satisfaisant. C'est ainsi qu'ont été validés des compilateurs, des systèmes d'exploitation, de « packages » ou de gestion de fichiers.

La deuxième activité du CELAR en informatique est l'assistance technique.

Exercée sur la demande des établissements ou services elle concerne les points ci-après :

- installation d'ordinateurs : rédaction des spécifications, étude des configurations et des procédures d'exploitation, examen des offres et participation aux recettes ;

- étude des cas posés par un changement d'ordi-

nateur et des problèmes de reprogrammation qui en découlent ;

- démarrage d'activité informatique dans des services dépourvus de spécialistes en faisant l'analyse du problème à résoudre, l'ébauche d'une solution informatique (moyens et procédures) et la mise en route ;

- essais critiques sur des programmes commercialisés « packages » pour en déterminer les possibilités réelles d'application ;

- essais critiques pour vérifier que les ordinateurs proposés pour une application répondent bien au besoin (« bench marks », programme ou « packages » de simulation).

Pour ces diverses activités le département compétent dispose d'un centre de calcul équipé d'un ordinateur 10 070 de la CII et de divers périphériques.

## C. La simulation

Au sens où nous l'entendons au CELAR la simulation a pour but d'évaluer les performances de systèmes complexes qui font largement appel à l'électronique ou à l'informatique tels que :

- les systèmes de télécommunications,
- les systèmes de détection ou d'observation,
- les systèmes de commandement,
- les systèmes d'armes à base de missiles guidés
- etc.

La simulation consiste essentiellement à représenter le fonctionnement du système au moyen de modèles mathématiques et à les transposer de manière à obtenir un programme exploitable sur calculateurs. Le programme est alors exécuté aussi souvent qu'il le faut, en variant certains paramètres, pour obtenir des résultats significatifs permettant de reconstituer le comportement réel du système.

Il faut, bien entendu, représenter dans les mêmes conditions des éléments extérieurs au système : par exemple pour un système d'armes antiaérien ce seront le terrain et son relief, ou la mer et sa houle, le vol des avions ou des objectifs et les trajectoires des missiles tirés.

La simulation permet de procéder à un très grand nombre d'essais (plusieurs milliers) en variant les conditions tactiques. On peut aussi effectuer un « balayage » sur certains paramètres techniques. La simulation fournit des résultats statistiques qui permettent d'apprécier l'efficacité du système ou de comparer entre eux des matériels différents ou des variantes.

Ainsi menée la simulation est dite « a priori » car elle ne présuppose pas la construction, toujours longue et coûteuse, d'un prototype : il suffit que ses caractéristiques techniques soient bien définies.

Au cas où le système est réalisé partiellement ou totalement il peut être introduit dans la simulation (ou il se simule lui-même) qui devient alors hybride et qui doit s'exécuter en temps réel.

Le département spécialisé dispose d'un centre de calcul équipé d'un ordinateur 10 020 de la CII qui peut, au besoin, être renforcé par couplage à l'ordinateur 10 070 du département informatique. Il comporte aussi un calculateur analogique Astrodata CI 5 000 qu'un interface de conversion relie aux ordinateurs



Centre de simulation

Enfin le centre dispose de nombreux périphériques et de consoles de visualisations VU 2 000 SINTRA.

J'évoquerai brièvement, pour conclure, l'évolution du Centre.

Ouvert le 2 septembre 1968 le CELAR comptait en avril 1970 un effectif de 220 personnes. A cette date fut prise par la DMA une mesure de concentration technique et de décentralisation : le rattachement au CELAR de laboratoires d'essais de la région parisienne dont le plus important était à Palaiseau. Le transfert à Bruz est en cours ; il est réalisé pour une moitié et sera achevé en 1975. Le transfert porte sur 190 personnes.

Plus récemment a été décidé de transférer à Bruz le Centre de Calcul Scientifique de l'Armement (CCSA). Son installation au CELAR débutera en fin 1974. Les liaisons du très puissant ordinateur qui fonctionnera à Bruz avec la région parisienne seront assurées par une liaison hertzienne de très grande capacité, dite l'« autoroute des données » reliant Paris à la Bretagne.

Enfin le Ministre des Armées a décidé le transfert à Bruz du Bureau Interarmées de Codifications des Matériels (BICM). S'agissant d'un organisme sous DMA puisqu'il dépend de l'Etat-Major des Armées il gardera la plénitude de sa personnalité et le CELAR ne sera pour lui qu'un établissement d'accueil mettant ses moyens à sa disposition et nommant les moyens de calcul du CCSA.

Que nous réserve l'avenir ? A côté de nous à Rennes nous voyons maintenant s'accélérer le rythme des implantations d'écoles, de laboratoires et d'établissements à vocation électronique ou informatique. Le recrutement sur place d'ingénieurs, de techniciens ou d'autres personnels, tous d'une excellente qualité, s'effectue aisément tant il est vrai que la Bretagne possède à tous les niveaux des ressources malheureusement encore sous employées. A cela s'ajoute l'attrait du pays natal qui s'exerce sur certains bretons, et non des moindres, qui préfèrent, aux perspectives d'une carrière parisienne, un certain art de vivre ailleurs qu'à Paris. Ce sont là des éléments favorables au développement d'un établissement qui, par le caractère technique et scientifique de ses travaux, doit faire appel en forte proportion à des ingénieurs et à des techniciens : sur les effectifs totaux le CELAR compte 18 % d'ingénieurs, et une proportion plus forte encore de techniciens.

Les deux préoccupations majeures dont est né le CELAR restent d'actualité. La rigueur budgétaire à laquelle s'astreint plus fortement chaque année la défense nationale milite en faveur des opérations de regroupement et de concentration qui peuvent assurer un meilleur rendement à de moindres moyens. La décentralisation comportait encore en 1964 pour ceux qui en furent les agents un risque qu'on leur a parfois reproché. « Je n'envie pas votre sort » m'entendis-je dire d'une voix autorisée, un jour d'avril 1968 ; pour ma part je suis bien loin de le regretter. La période des risques est entrée dans le passé. Tout porte à croire que le développement du CELAR n'est pas terminé.

---

**M. Rombout.** Ancien élève de l'Ecole Polytechnique. Directeur du CELAR. (Centre d'Electronique de l'Armement).  
35170 Bruz.



E. S. E.

# L'antenne de Rennes de l'Ecole Supérieure d'Electricité

## Résumé

L'Antenne de Rennes de l'ESE a accueilli ses premiers élèves en octobre 1972 dans deux sections : l'une orientée vers l'automatique, l'autre vers la microélectronique.

Cet établissement développera des activités pour la formation et le perfectionnement des ingénieurs ainsi que des actions de recherche dans les domaines suivants :

— Conception de système en microélectronique, conduite de processus industriels et informatique avancée, en particulier réseaux d'ordinateurs, structures de machine et élaboration des systèmes d'informatique.

L'Ecole Supérieure d'Electricité a proposé, pour remplir plus largement sa mission nationale tout en contribuant au développement de la vocation électronique de l'Ouest de la France, de créer une antenne à Rennes. Cette initiative a été approuvée par le Comité Interministériel pour l'Aménagement du Territoire et l'Action Régionale du 17 décembre 1970.

L'activité de cette Antenne de Rennes, étroitement liée à celle de l'établissement de Malakoff, s'étendra dès le début dans les trois directions fondamentales de la mission de l'Ecole, à savoir :

- la formation des ingénieurs,
- le perfectionnement des ingénieurs,
- la recherche.

L'établissement a été construit entre le 1<sup>er</sup> août 1971 et le 30 septembre 1972, sur un terrain de 14 hectares à Cesson-Sévigné, soit à 6 km du centre de la ville de Rennes, dans le prolongement du complexe scientifique de Beaulieu de l'Université de Rennes et au voisinage immédiat de l'Ecole Supérieure d'Electronique de l'Armée de Terre et du CCETT, organisme d'études et de recherches commun au Centre National d'Etudes des Télécommunications (CNET) et à l'Office de Radiodiffusion Télévision Française (ORTF).

Dès les premiers contacts pris en Bretagne au mois de mars 1970, la Direction de l'ESE a trouvé un accueil extrêmement cordial et efficace tant de la part de la préfecture régionale que des collectivités locales. Le District urbain de l'agglomération rennaise, qui était alors en cours de constitution, a mis à la disposition de l'ESE un terrain dans la ZAC de Coësmes, apportant ainsi une contribution très substantielle à l'implantation des Grandes Ecoles dans la région de Rennes.

Le financement de la construction et de l'équipement de l'Antenne de Rennes de l'ESE (un peu supérieur à vingt millions de francs actuels) a été assuré pour moitié par le Ministère de l'Education Nationale et pour moitié par la Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale (DATAR).

L'opération est menée avec efficacité et diligence par le Rectorat de l'Académie de Rennes et la Direction de l'Ecole Supérieure d'Electricité. Le projet de construction est l'œuvre des architectes Michel HERBERT et Michel LONGUET qui ont su proposer un parti architectural permettant de conserver les traditions de l'ESE tout en s'adaptant à l'opération projetée et au cadre local. C'est ainsi que les élèves, les chercheurs et les enseignants trouvent, intimement réunies les salles de cours et de documentation, les laboratoires d'enseignement et de recherches, les structures d'accueil et les installations sportives.

L'établissement comprend :

— d'une part, des salles d'enseignement, un centre de documentation, des laboratoires d'électronique, d'informatique et d'automatique, un centre de calcul (8 000 m<sup>2</sup> environ),

— d'autre part, des locaux d'accueil comprenant un restaurant, des salles de jeux et de détente, une salle et des terrains de sport (2 500 m<sup>2</sup> environ),

— enfin, un hôtel pour les ingénieurs venant suivre des cycles de perfectionnement.

Comme il se doit, l'Antenne de Rennes n'utilise qu'une seule source d'énergie : l'Electricité. C'est ainsi que le chauffage sera électrique ; l'Electricité de France a apporté à la conception de cette installation toute l'expérience acquise dans ce domaine par son centre de recherches des Renardières.

## Formation des ingénieurs

Rappelons que l'ESE forme des ingénieurs en trois ans, le recrutement étant assuré :

- au niveau de la première année, par un concours



E.S.E. de Rennes. Vue d'ensemble.

ouvert aux élèves des classes préparatoires aux Grandes Ecoles scientifiques soit dans l'option A (dominante : mathématiques), soit dans l'option B (dominante : sciences physiques),

— au niveau de la deuxième année, par l'admission sur titres, de maîtres ès-sciences, d'ingénieurs diplômés ou de fonctionnaires civils ou militaires.

Dès la deuxième année, les élèves sont répartis en trois divisions de 100 élèves où la formation de l'ingénieur électricien et électronicien est orientée dans l'une des directions suivantes :

- énergétique et commande,
- communications : systèmes et composants,
- traitement de données, instrumentation.

Au niveau de la troisième année, les élèves sont répartis en 12 sections à effectif réduit, vingt-cinq à trente, de façon à recevoir un enseignement plus spécialisé et à permettre une meilleure transition entre la vie scolaire et la vie professionnelle. Actuellement, l'éventail des spécialisations va de la production et distribution de l'énergie électrique jusqu'à l'informatique, en passant par les radiocommunications et l'électronique industrielle. C'est à ce niveau que sont créées à Rennes, en octobre 1972, deux sections de troisième année :

— l'une, à orientation microélectronique, qui a pour titre *conception des systèmes en microélectronique* et qui permet aux élèves ayant suivi l'enseignement de deuxième année d'acquérir un complément de formation en électronique et plus particulièrement dans les domaines situés de part et d'autre de la frontière séparant le physicien, qui étudie les propriétés de la matière, de l'électronicien, qui met en œuvre celles des matériaux pour concevoir les circuits des grands ensembles de traitement de l'information.

— l'autre, à orientation automatique, qui a pour titre *conduite de processus industriels* et qui permet aux élèves ayant suivi l'enseignement de deuxième année d'acquérir un complément de formation en automatique et plus particulièrement dans le domaine de la commande des processus industriels, domaine dans lequel l'électronique permet d'apporter une aide efficace et des solutions originales.

Ces sections sont largement ouvertes, comme à Malakoff, aux ingénieurs et maîtres ès-sciences désireux d'acquérir un complément de formation dans les domaines cités ; cet enseignement est alors sanctionné par un diplôme de spécialisation reconnu par le Ministère de l'Education Nationale.

## **Enseignement post scolaire d'informatique avancée**

Cet enseignement s'étendra en principe sur une année scolaire et sera ouvert en octobre 1973 à une vingtaine d'ingénieurs ou de titulaires d'un DEA, possédant une solide formation en informatique. Il doit permettre de définir les problèmes, de rechercher et d'étudier les moyens nécessaires à la réalisation des réseaux d'ordinateurs et au développement de la téléinformatique. Il s'agit là de questions d'une très grande actualité dont la solution ne manquera pas de réagir

fortement sur la conception de la prochaine génération d'ordinateurs.

Encore plus que pour les sections de troisième année, l'enseignement comportera de nombreuses études et projets originaux faits en collaboration avec des laboratoires d'études. Le programme d'enseignement bénéficiera de l'expérience des équipes ayant participé à la mise sur pied du réseau américain d'ordinateurs ARPANET.

## **Formation permanente**

L'ESE a créé, dès 1961 des cycles de perfectionnement pour ingénieurs dans les domaines qui lui sont propres. Elle s'est spécialisée plus particulièrement dans les stages de deux semaines à temps plein, réservant des stages de durée plus courte à des sujets hautement spécialisés. Actuellement des projets sont à l'étude pour assurer des stages de recyclage de longue durée, soit pour permettre un changement d'orientation de carrière, soit pour la promotion de certains techniciens supérieurs particulièrement qualifiés.

Le nombre de sessions organisées à Malakoff a dépassé la quarantaine en 1971-1972 et les locaux ne permettent pas de l'augmenter malgré la croissance de la demande. Le centre de formation permanente de l'Antenne de Rennes de l'ESE rendra possible l'organisation de sessions, à recrutement national, de deux types :

- sessions à caractère général de même programme que dans la région parisienne,
- sessions à caractère spécifique par exemple sur les disciplines propres aux activités de l'Antenne de Rennes ou de la région.

C'est ainsi que, dès 1972-1973, seront organisées sept sessions de perfectionnement :

- 22 au 24 novembre 1972 : traitement statistique du signal et théorie de la détection,
- 27 novembre au 8 décembre 1972 : session préparatoire aux sessions de perfectionnement en électronique et automatique,
- 15 janvier au 26 janvier 1973 : introduction à l'électronique,
- 19 février au 2 mars 1973 : introduction à l'automatique,
- 5 mars au 16 mars 1973 : session préparatoire,
- 19 mars au 30 mars 1973 : les ordinateurs et leurs applications,
- 14 mai au 25 mai 1973 : principes et méthodes de l'électronique.

Pour faciliter les échanges entre participants à ces séminaires, l'ESE assure leur hébergement sur place.

## **Orientation des recherches**

L'ESE continue à développer ses actions de recherche suivant les principes directeurs ci-après :

- a) Les recherches sont liées à des préoccupations d'applications ; cela ne signifie pas que l'on s'interdit

de faire de la recherche fondamentale, mais cela veut simplement dire que cette recherche doit être intégrée dans un programme ayant l'application comme finalité ; de toutes façons, il serait évidemment inadéquat de développer, dans une école d'ingénieurs, des laboratoires faisant double emploi avec ceux de l'Université.

b) Chaque école d'ingénieurs correspond à un certain type de formation ; il est normal que les recherches qui y sont développées soient conformes aux caractères spécifiques qui en découlent.

c) Les laboratoires doivent servir, dans chacun des créneaux choisis, de pont entre l'aspect « recherche » et l'aspect « réalisation » ; pour cela, il est nécessaire qu'ils soient soigneusement couplés avec les industries et les services de l'Etat responsables des réalisations ; il est, en particulier, essentiel qu'une large part du personnel de recherche ne passe qu'un temps limité dans les laboratoires de l'Ecole et aille ensuite dans les laboratoires industriels ou dans la fabrication.

A l'Antenne de Rennes, des recherches seront entreprises dans les domaines des deux sections de troisième année :

- conduite automatique de processus industriels,
- conception de systèmes en microélectronique,

les élèves participant et contribuant à celles-ci. C'est ainsi que des chaînes-pilotes, des expériences de simulation et un laboratoire de microélectronique seront mis en place dès cette année.

Il est évident que les actions de recherche qui relèveront de ces domaines seront la plupart du temps intimement liées à l'informatique et à l'automatique : conception de circuits et de systèmes constituant les machines à traiter l'information, conception assistée par ordinateur, simulation, pilotage d'expériences par miniordinateurs...

## Recherche en informatique

Dans leur très grande majorité, les recherches entreprises jusqu'à présent à l'ESE l'ont été à la demande d'industriels ou d'organismes de l'Etat concernés par l'informatique ; les actions correspondantes ont toujours eu pour objet des problèmes parfaitement définis qui vont du « design » de miniordinateur à la rédaction de « software » de systèmes en temps partagé en passant par l'optimisation des interactions homme-machine et les consoles de visualisation graphique.

Parallèlement, des travaux plus théoriques ont été menés comme la spécification d'un langage de programmation interactif ou l'étude de faisabilité et la réalisation d'un méta-assembleur qui ont abouti, en même temps qu'à des travaux industriels, à des thèses présentées au sein de l'Université.

Enfin, la recherche d'une meilleure pédagogie qui a toujours animé le corps enseignant de l'ESE et le souci d'utiliser toutes les ressources de l'informatique ont conduit à promouvoir une action de recherche dans le domaine des aides de l'informatique à l'enseignement, action qui a déjà porté ses fruits pour l'enseignement des réseaux électriques et des circuits de l'électronique.

Les travaux de recherche qui seront effectués par l'ESE dans son centre de Rennes resteront, du moins dans une première phase, dans le cadre ainsi défini mais se développeront suivant les orientations qui lui seront propres. C'est ainsi que dans le domaine des réseaux d'ordinateurs, de nombreux problèmes relevant tant du « software » que de « hardware » sont à peine abordés. A côté des problèmes de transmission de données et d'organisation de réseaux de télécommunication, il reste de nombreux aspects théoriques et pratiques que l'ESE s'attachera dès maintenant à traiter en créant une vigoureuse équipe de chercheurs et d'enseignants ayant la double compétence « hardware » et « software », équipe qui devra établir une collaboration étroite et efficace avec les organismes traitant de sujets voisins ; en particulier avec les centres d'études et de recherches qui existent déjà dans la région de Rennes ou sont en cours d'implantation.

## Centre de calcul

Naturellement les développements de l'ESE en informatique se font, en étroite collaboration et avec l'appui de l'IRIA et dans le cadre de la politique générale définie par le Comité consultatif de la recherche en informatique (CRI) et de la Délégation à l'informatique.

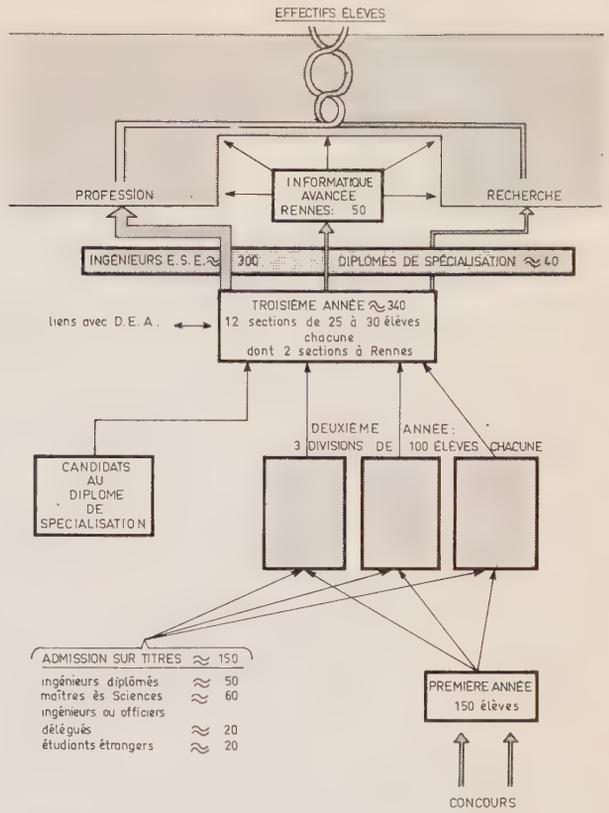
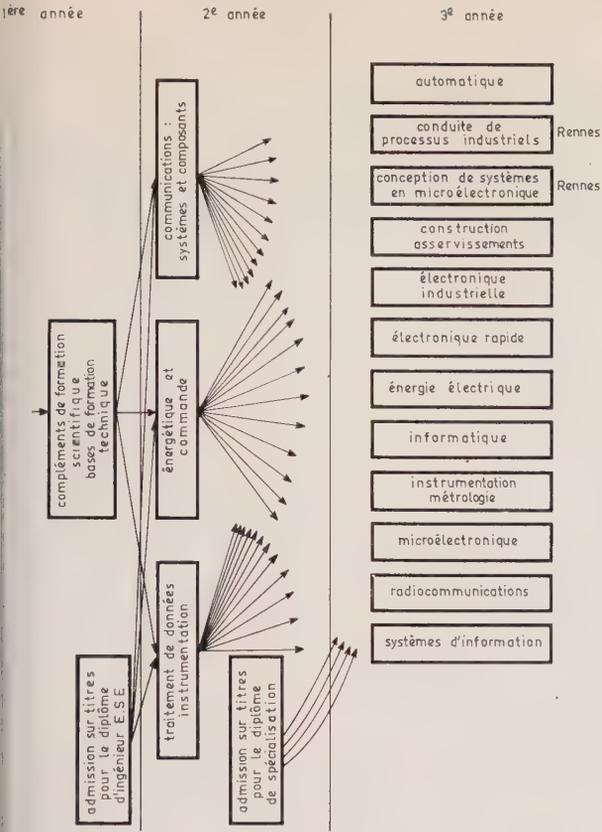
Un centre de calcul équipé d'un ordinateur de taille appropriée (IRIS 50) apportera son concours à l'enseignement et à la recherche ; il sera en liaison étroite avec le Centre de calcul de l'ESE à Malakoff qui est actuellement équipé de plusieurs ordinateurs dont un CII 10 070 ; il faut rappeler que l'ESE a été dès 1966 l'un des premiers établissements d'enseignement supérieur à posséder un centre de calcul électronique et à assurer la formation d'ingénieurs informaticiens.

## Liaison avec l'Université et l'Industrie

La tradition veut que l'ESE soit largement ouvert sur l'extérieur, tant dans son recrutement (aussi bien élèves que professeurs) que dans ses activités (stages industriels, liaison avec l'Université, sports et loisirs). Il en sera ainsi à Cesson-Sévigné où les étudiants rennais seront accueillis pour des séminaires scientifiques ou pour des manifestations culturelles ou sportives.

Par ailleurs, le corps enseignant comportera des professeurs de l'Université de Rennes et de l'INSA de Rennes, des ingénieurs du CCETT, du CELA, ainsi que des professeurs de l'ENSEM de Nantes des ingénieurs du CNET de Lannion et de RTC de Caen. De plus un fort contingent d'enseignants à temps plein de l'ESE de Malakoff se sont installés à Rennes où ils constituent un solide noyau de départ.

Cette présentation sommaire permet de constater que cette décentralisation d'un établissement d'enseignement supérieur est originale, puisqu'elle consiste à utiliser le support particulièrement adapté d'un organisme vigoureux et en pleine expansion, pour créer dans une région dont la vocation électronique est reconnue et s'affirme de jour en jour, une grande école scientifique ; la réussite ne peut que couronner une telle opération menée par tous avec enthousiasme et dynamisme.



André BLANC-LAPIERRE, Né en 1915, ancien élève de l'Ecole Normale Supérieure, Membre de l'Institut, Directeur de l'Ecole Supérieure d'Electricité, Directeur du Laboratoire de Génie Electrique de Paris. E.S.E. 10, av. Pierre-Larousse, 92240 Malakoff.



Professeur

Membre du Conseil Scientifique  
de l'Université de Rennes

# L'Informatique à l'Université de Rennes

## Résumé

Nous proposons, dans cet article, de donner un aperçu de l'état actuel des actions de recherche et de formation dans le domaine de l'informatique, en insistant essentiellement sur la partie software, la partie hardware étant développée par ailleurs en liaison avec l'électronique.

## Bref historique. La tendance à une activité intégrée

Le développement de l'informatique à l'Université de Rennes, tant au plan de l'enseignement que de la recherche est chose récente. Avant octobre 1969 aucun enseignement organisé d'informatique n'existait, et jusqu'en juillet 1970, chercheurs et enseignants ne disposaient sur place d'autres moyens de calcul que ceux offerts par un calculateur IBM 1620. Les chercheurs qui avaient besoin de moyens de calcul plus importants recouraient à ceux de centres extérieurs et, durant la première année de fonctionnement de la maîtrise d'informatique (1969-1970) les étudiants durent utiliser largement le matériel CII (10 070) du CELAR à Bruz.

L'année 1969-1970 vit l'avènement d'une situation entièrement nouvelle. Les efforts conjugués des instances universitaires locales, fortement appuyées par la mission régionale, et des instances nationales, aboutirent d'une part à la création d'un véritable département d'informatique, habilité à délivrer le diplôme national de la maîtrise d'informatique, et d'autre part à l'équipement du Centre de Calcul d'un matériel CII 10 070 qui en faisait ce qu'il est convenu d'appeler un centre moyen. La mutation ainsi opérée a été suivie d'une expansion très rapide comme on va pouvoir en juger par l'exposé que nous allons maintenant donner de l'état actuel des activités de l'Université dans le domaine de l'informatique.

Nous envisagerons successivement l'état actuel des moyens informatiques puis l'action d'enseignement et l'action de recherche.

Nous brosserons ensuite quelques perspectives qui débordent d'ailleurs largement le cadre universitaire. Il convient certainement de le signaler dès maintenant : dès le départ, les actions en maîtrise d'informatique n'ont pas été conçues comme des actions en vase clos, internes à l'Université ; cette tendance à l'intégration n'a fait que se confirmer et elle est à l'heure actuelle un

des caractères dominants de l'action projetée, très largement conçue dans le cadre d'une collaboration étroite (et peut-être rapidement organique) avec tous les organismes publics ou semi-publics dont l'implantation récente ou à venir fait des partenaires de choix de l'Université traditionnelle.

## 1. Les moyens : le centre de calcul

Les moyens sont ceux offerts par le Centre de Calcul. Ils ont été acquis par l'Education Nationale avec l'aide de la DATAR. Leur extension s'est effectuée avec des crédits prélevés sur les budgets de l'Université de Rennes et de l'INSA.

Ces moyens sont constitués :

D'un ordinateur CII 10 070 de 64 K mots de mémoire avec 2 disques à tête fixe et 2 disques amovibles, 4 dérouleurs de bandes 800 BPI, lecteur, imprimante perforateur et 4 télétypes.

Afin de faire face aux besoins futurs, nés notamment de l'implantation à Rennes de différents organismes dont l'Ecole Supérieure d'Electricité, est envisagé soit le remplacement du 10 070 par un ordinateur plus puissant du genre IRIS 80, soit l'extension de la configuration actuelle (mémoire portée à 96 K, doublement de l'imprimante et du lecteur, accroissement de la capacité disque, acquisition d'un traceur de courbes et lecteur de ruban perforé).

Les personnels en poste au 30/6/72 sont : 4 opérateurs, 5 perforatrices, 12 ingénieurs et programmeurs (3 en calcul scientifique, 4 en gestion et applications diverses, 5 en système dont le responsable du Centre) et 2 administratifs.

Outre le service rendu aux chercheurs de l'Université le Centre de Calcul interuniversitaire de Rennes assure une assistance à la mise en place de l'informatique dans certains services publics non équipés : préfecture, INRA, INSERM, Caisse Primaire d'Assurance Maladie, INSEE.

## 2. Formation

Nous avons parlé plus haut de la création de la maîtrise d'informatique. Avant de donner de plus amples détails sur ses objectifs et son organisation, il convient d'insister sur un trait fondamental de la

politique de l'université en matière de formation : si la formation de personnels spécialisés en informatique, pourvus de diplômes nationaux reconnus dans ce domaine est un objectif important, les informaticiens de Rennes ont fait leur une autre tâche, non moins importante, qui consiste à diffuser au maximum dans un grand nombre de filières d'éducation, et à tous les niveaux, une formation aux méthodes de l'informatique et à l'utilisation de ses instruments. L'adéquation au monde moderne de la culture dispensée dans l'université impose cette injection en profondeur.

C'est ainsi que deux enseignements à l'intention des non spécialistes fonctionnent de façon très ouverte, aussi bien à l'intention des étudiants de 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> cycle que personnels universitaires et non universitaires.

On doit aussi signaler qu'il est fait appel pour certains enseignements à des collaborations extérieures, principalement au CELAR.

— *Un cours d'initiation à la programmation* s'adresse à tous ceux qui désirent acquérir des notions de base en informatique et savoir programmer en langage évolué ; le FORTRAN IV a été choisi comme étant celui qui est encore le plus utilisé tout en étant assez rapidement assimilable.

A priori, aucun diplôme n'est exigé pour s'inscrire au cours, les dossiers sont toutefois examinés en cas d'absence de diplômes universitaires. Toute personne lors de son inscription reçoit trois photocopiés traitant du programme. Après quelques séances en groupe, l'étudiant travaille à son rythme et peut venir consulter les moniteurs qui sont à sa disposition du lundi au vendredi de 10 h à 19 h. Ceux-ci lui remettent également les sujets de travaux pratiques, programmes à écrire et à tester sur machine. Plusieurs sessions d'examen ont été organisées au cours de l'année.

Ce cours est conseillé à tous les étudiants de 1<sup>er</sup> cycle en particulier.

— *Une unité de valeur intitulée informatique de base* est destinée à fournir une formation complémentaire sérieuse à un étudiant qui ne doit pas nécessairement se spécialiser en informatique, mais qui sait déjà programmer.

Les enseignements sont consacrés d'une part à la structure des calculateurs et à leur programmation, d'autre part à l'étude des langages et aux structures de données. A cela s'ajoute des travaux pratiques qui permettent à l'étudiant de s'imprégner du « métier ».

— *La maîtrise d'informatique* a pour objet de former des diplômés de bon niveau, aptes à rendre service et à donner leur mesure dans les diverses industries et les organismes construisant ou utilisant des ordinateurs. Ces diplômés doivent bien sûr disposer de bases théoriques suffisantes pour s'adapter à l'évolution particulièrement rapide de cette discipline.

Cette maîtrise est constituée suivant le schéma national de ce diplôme. La formation comprend un solide bagage en Mathématiques (compléments d'analyse et d'algèbre, probabilités, statistiques, analyse numérique) et des enseignements portant sur la physique, la structure et la programmation des calculateurs, les langages de programmation, la théorie des graphes, la théorie des langages et la calculabilité. L'accent est particulièrement mis dans le certificat C<sub>4</sub> sur la conception des logiciels (système de programmation, compilation et analyse syntaxique). De plus, des cours

d'appoint en programmation linéaire, programmation dynamique et gestion des entreprises sont au programme. A cela s'ajoute des travaux pratiques importants destinés à de futurs praticiens.

— *Depuis octobre 1972 fonctionne un DEA d'informatique* dont l'objet est de former des spécialistes de haut niveau et des chercheurs dans cette discipline.

Au point de vue enseignement, on trouvait cette année deux composantes principales : d'une part un approfondissement des connaissances (architecture des systèmes, concepts de programmation avancés, structure des données), d'autre part une ouverture sur des problèmes de hardware à l'occasion d'une unité de valeur commune avec le DEA d'Electronique. Pour ces enseignements qui doivent rester évolutifs, on songe dans l'avenir à deux orientations : d'une part, mesures et modèles mathématiques de systèmes, d'autre part, en liaison avec d'autres organismes, étude de nouvelles structures hardware.

Certains étudiants effectuent leur stage dans des organismes extérieurs (CELAR, CNET, ...).

### 3. Les recherches

Les recherches sont menées essentiellement au sein du laboratoire d'informatique dont les responsables sont MM. VERJUS, TRILLING, BOURRET et LE PALMEC (INSA).

Les recherches entreprises relèvent essentiellement du « Software », c'est-à-dire des moyens de programmation pour satisfaire les besoins des utilisateurs. Ils ont trait :

1) à la mesure et à l'évolution de systèmes d'exploitation. Une étude a déjà été réalisée en ce qui concerne le système en exploitation à Rennes.

2) à la construction de banques de données. Une étude préliminaire accompagnée d'une réalisation est en cours. Un développement plus important démarrera l'année prochaine.

3) à la définition de mécanisme d'extension syntaxique. Le but à moyen terme de cette recherche devrait conduire à la possibilité de construire aisément des langages adaptés à des domaines particuliers. Un algorithme général est en cours de programmation sous forme de macro-processeur syntaxique.

4) à l'étude et à la réalisation d'un système noyau pourvu de moyens d'extensibilité. Ce système est basé sur le langage Algol 68 et réduit au maximum les ordres dits « systèmes ». La gestion de la mémoire virtuelle et l'interpréteur Algol 68 sont en cours de test.

Dans l'immédiat, un projet concerne la participation à un *réseau de calculateurs* qui doit relier certains centres des villes de Rennes, de Paris, de Grenoble et de Toulouse. Nous avons accepté de collaborer à cette entreprise et l'étude doit commencer incessamment.

Des développements des travaux actuellement entrepris sont envisagés :

- production automatisée de « software »
- langages et systèmes adaptés.

Aussi, à l'aide de l'expérience acquise, une collaboration pour l'étude de nouvelles structures de cal-

culateur (mécanisme d'adressage, structure mémoire, parallélisme, répertoire d'instruction) seraient très profitable.

D'autres sujets, comme l'étude de langages temps réels et certains aspects de l'intelligence artificielle sont envisagés.

#### 4. Perspectives générales

Nous avons déjà signalé en parlant des *moyens*, comment dans le cadre d'une collaboration étroite

avec les organismes extérieurs, l'Université envisagerait de demander une extension importante de ces moyens informatiques.

Il est très important de noter également que le laboratoire d'informatique a commencé à participer activement aux travaux des groupes de coordination des activités en informatique entre les organismes présents dans la région (CNET, ESE, CELAR, CCETT, etc.). MM. TRILLING et VERJUS ont accepté la responsabilité d'animer plus particulièrement la sous-commission : conception et architecture de « software ».

---

**M. MÉTIVIER.** Professeur titulaire d'une chaire de Mathématiques au Département de Mathématiques et Informatiques de l'Université de Rennes. Actuellement membre du Conseil Scientifique de l'Université de Rennes, plus particulièrement chargé des questions relatives aux mathématiques et à l'Informatique. Université de Rennes, avenue du Général-Leclerc. BP 25 A. 35000 Rennes-Baulieu. Tél. 36.48.15.

---

## SÉMINAIRE INTERNATIONAL SUR L'ARCHITECTURE DES CALCULATEURS (INTERNATIONAL WORKSHOP ON COMPUTER ARCHITECTURE)

**Grenoble, 26-28 juin 1973**

Placé sous le patronage de l'Université de Grenoble, de l'« Association for Computing Machinery » (ACM) et de l'Association française pour la cybernétique économique et technique (AFCET) ce séminaire est organisé à l'École nationale supérieure d'informatique et de mathématiques appliquées de Grenoble (ENSIMAG), il sera présidé par les professeurs J. KUNIZMANN (France) et S.S. HUSSON (Etats-Unis).

Il sera consacré aux sujets suivants :

- Tendances actuelles et futures dans l'architecture des calculateurs.
- Calculateurs orientés vers le traitement de langages de niveau élevé.
- Incidence du développement des circuits intégrés à grande échelle (LSI) sur l'architecture des calculateurs.

La participation au séminaire se fera sur invitations seulement. Les invitations seront envoyées de préférence aux pratiquants de l'architecture des calculateurs, aux enseignants et aux chercheurs.

Les candidats sont invités à soumettre avant le 1<sup>er</sup> avril 1973 une demande d'invitation, incluant un résumé du principal projet auquel l'intéressé a participé.

Les projets de communications sur les sujets mentionnés ci-dessus devront être soumis avant le 1<sup>er</sup> décembre 1972.

Le droit d'inscription sera de 50 \$ (40 \$ pour les membres de l'ACM et de l'AFCET, 15 \$ pour les étudiants et les personnes accompagnantes).

Les documents doivent être envoyés au :

Secrétariat du Séminaire, Grenoble-Accueil, 9, boulevard Jean-Pain, 38000 Grenoble (France).

Tél. (76) 87.60.11.

Des renseignements peuvent être demandés au Président du Comité des Programmes :

Pr BOLLINET, IMAG, BP 53. 38041 Grenoble CEDEX (France).

# L'Institut National des Sciences Appliquées de Rennes

## Résumé

Des indications générales sont d'abord données sur l'Institut National des Sciences Appliquées de Rennes, école d'ingénieurs ouverte en 1966, qui sont suivies d'un exposé sur l'enseignement et la recherche dans l'option informatique.

Créés par la loi du 18 mars 1957 et par des décrets qui vont bientôt être modifiés dans le cadre d'un nouveau statut où une part plus importante sera faite à la participation dans le conseil d'administration, les Instituts Nationaux des Sciences Appliquées sont des établissements d'enseignement supérieur dotés de la personnalité civile et de l'autonomie financière. Ils ont une triple mission de formation initiale d'ingénieurs, de formation continue et de recherche.

L'INSA de Rennes, qui a ouvert ses portes en octobre 1966 et dont la première promotion de 10 ingénieurs est sortie en juin 1971, est implanté dans le cadre du complexe universitaire de Rennes-Beaulieu, en périphérie et à l'est de la ville, à 3 km environ de son centre. Les bâtiments d'administration et d'enseignement, les laboratoires de recherche, les résidences qui peuvent accueillir 1 000 élèves, le restaurant, constituent un ensemble moderne et judicieusement conçu, couvrant 48 000 m<sup>2</sup> de plancher.

Les élèves-ingénieurs, dont 70 % environ sont actuellement boursiers, ont la qualité d'étudiants. Ils sont pour la plupart internes et disposent pour leur élassement, leur culture et la pratique des sports de moyens mis à leur disposition par l'établissement. Leur recrutement est assuré par un concours sur dossier et se situe pour la plus large part à la sortie du baccalauréat et pour une part plus minime après deux ans d'étude après le baccalauréat, l'entrée se faisant alors directement en deuxième cycle, sans oublier les candidats déjà engagés dans la vie professionnelle et qui sont admis tous les ans.

Les cinq années d'étude à l'INSA sont divisées en un premier cycle de deux ans, un deuxième cycle de deux ans et un troisième cycle d'un an. Le programme du premier cycle est assez voisin du programme du premier cycle Physique-Chimie et Mathématiques-Physique des Universités, avec un supplément en technologie mécanique, expression française et anglais. Après ce premier cycle de deux ans, qui constitue un tronc commun et qui correspond à une formation générale, les élèves-ingénieurs

ont le choix entre quatre options spécialisées dont on peut dire qu'elles constituent chacune une école d'ingénieurs proprement dite si l'on se réfère aux autres établissements formant des ingénieurs diplômés.

Au cours de leurs études, la presque totalité des élèves-ingénieurs de l'INSA suivent au moins un stage d'été dans l'industrie pouvant aller de un à trois mois. Depuis 1968, les compositions trimestrielles ont été remplacées par un contrôle continu des connaissances, assuré par des devoirs surveillés ayant lieu toutes les semaines et par des interrogations orales.

L'INSA de Rennes n'étant âgé que de 6 ans, il est à l'heure actuelle, après la sortie de deux promotions, difficile d'établir une statistique sur le nombre d'élèves ayant obtenu un diplôme d'ingénieur. Il semble cependant que le pourcentage de diplômés devrait être de l'ordre de 70 % du flux d'entrée dans l'établissement.

Les quatre options de l'INSA de Rennes sont le Génie Civil, le Génie Electrique, le Génie Physique et l'Informatique. L'enseignement de ces options comprend, dans les matières scientifiques et technologiques, une partie théorique importante dispensée sous forme de cours et de Travaux Dirigés à laquelle s'ajoute un enseignement pratique approfondi par petits groupes de 12 élèves en Travaux Pratiques. Il existe en outre un enseignement complémentaire de gestion et d'anglais. Nous allons examiner séparément pour l'option informatique, l'enseignement scientifique et la recherche correspondante.

## Option informatique

### Enseignement

L'enseignement du deuxième cycle est dispensé à l'Université de Rennes dans le cadre de la maîtrise d'informatique que les élèves doivent obligatoirement obtenir avant d'entrer en troisième cycle. Le programme est le suivant :

Première année de deuxième cycle :

- Compléments de mathématiques
- Probabilités-statistiques
- Programmation dynamique
- Analyse numérique
- Enseignement du fortran et du cobol

- Physique des calculateurs
- Structure des calculateurs
- Programmation des machines digitales
- Etude du langage symbol et métasymbol
- Utilisation de l'ordinateur C II 10 070
- Compléments d'algèbre

*Deuxième année de deuxième cycle :*

- Langages formels et automates
- Logique et calculabilité
- Théorie des graphes et applications
- Langages de programmation
- Conception de systèmes informatiques
- Partage dans les systèmes
- Analyse syntaxique
- Compilation
- Programme linéaire
- Analyse de gestion
- Gestion intégrée
- Structure de données

L'enseignement du troisième cycle, dispensé à l'INSA, porte sur les matières suivantes :

- Structures de données
- Algol 68
- Systèmes
- Etude de cas en gestion intégrée
- Informatique de gestion

A cela vient s'ajouter pendant un semestre un projet de fin d'études qui peut se faire sur place ou dans un autre établissement comme le CELAR à Bruz ou le CNET à Lannion.

**Recherche**

Les recherches en informatique se développent en liaison étroite entre les enseignants et chercheurs de l'Université de Rennes et de l'INSA.

a) *Recherches entreprises actuellement à l'Université et à l'INSA*

Les recherches entreprises relèvent essentiellement du « software », c'est-à-dire des moyens de program-

mation nécessaires pour satisfaire les besoins des utilisateurs. Ils ont trait

1. A la mesure des coûts de fonctionnement d'un centre de calcul. Une étude a déjà été réalisée en ce qui concerne le prix de revient des passages-machine.

2. A la construction de banques de données. Une étude préliminaire accompagnée d'une réalisation est en cours. Un développement plus important est prévu pour l'année prochaine.

3. A la définition de mécanismes d'extension syntaxique.

4. A l'étude et à la réalisation d'un système noyau pourvu de moyens d'extensibilité. Ce système est basé sur le langage Algol 68 et réduit au maximum les ordres dits « systèmes ». Il permettra la construction et le test de systèmes. La gestion de la mémoire virtuelle et de l'interpréteur Algol 68 sont en cours de test.

b) *Projet prévu dans l'immédiat*

Il s'agit essentiellement d'un réseau de calculateurs qui doit relier certains centres des villes de Rennes, de Paris, de Grenoble et de Toulouse. Nous avons accepté de collaborer à cette entreprise et l'étude doit commencer incessamment.

c) *Sujets envisageables à long terme*

Les développements des travaux actuellement entrepris sont évidemment envisagés :

- Production automatisée de « software »
- Langages et systèmes adaptés
- Evaluation des coûts des projets de software.

Aussi, à l'aide de l'expérience acquise, une collaboration pour l'étude de nouvelles structures de calculateur (mécanisme d'adressage, structure mémoire, parallélisme, répertoire d'instruction) serait très profitable.

D'autres sujets, comme l'étude de langages temps réels et certains aspects de l'intelligence artificielle, sont envisagés.

---

**Francis SUZOR**, né en 1918. Ancien élève de l'Ecole Polytechnique, Docteur ès sciences Physique. Actuellement Directeur de l'Institut National des Sciences Appliquées de Rennes (depuis 1966). 20, avenue des Buttes-de-Coësmes .BP 14 A, 35-Rennes. Tél. (99) 36.48.30.



Ingénieur au CEA

# Utilisation d'Imag 2 associé au programme Celcao

## Application à l'étude d'un circuit convertisseur

### Résumé

Dans les calculs de circuits électroniques, les programmes de Conception Assistée par Ordinateur tel que IMAG 2 ont à l'heure actuelle des prix de revient élevés.

L'utilisation d'un programme interactif associé à IMAG 2 sur console de visualisation graphique permet d'abaisser notablement les coûts.

Le prix de revient global est optimisé en ajustant les schémas équivalents des semiconducteurs.

Une étude de principe sur table du montage est ainsi indispensable afin de s'assurer d'une bonne simulation.

### 1. Généralités

A la suite de l'article précédent de G. COMPARETTI détaillant les possibilités du programme CELCAO, nous exposons la description d'un exemple complet de calcul automatique de réseaux à l'aide d'IMAG 2 dans sa version CELCAO disponible au Centre d'Etudes de Limeil [1].

Cette étude s'est voulue essentiellement pratique ; elle est avant tout destinée à souligner l'importance du choix du modèle de semiconducteurs (simplicité) et celle de la méthode numérique d'intégration (rapidité) dans la conduite d'un tel projet.

Le principe de la méthode suivie est très général :

1. L'étude CAO vise dans un premier temps une simulation aussi proche que possible des résultats obtenus en laboratoire sur un montage de principe ; nous verrons que le programme CELCAO permet, à l'aide de quelques essais, d'effectuer le choix du modèle optimal de semiconducteurs et celui de la méthode numérique d'intégration.

2. Quelques passages supplémentaires sur ordinateur permettent ensuite de chiffrer de façon précise l'influence de certains paramètres électriques et d'effectuer une optimisation du circuit. Un programme interactif n'est pas recommandé au cours de cette phase ; on utilisera de préférence IMAG 2 en batch-processing.

Notons que la première phase, indispensable, est la plus longue et la plus coûteuse.

Dans la deuxième phase, il est possible de simuler en outre, à moindre prix, l'influence de certaines contraintes extérieures (température, irradiations, etc.).

D'une façon générale, l'intérêt d'un programme tel que IMAG 2 pour le calcul des circuits apparaît en

particulier pour des zones de fonctionnement difficilement accessibles à l'expérience ou nécessitant des manipulations coûteuses et répétées.

### 2. Simulation d'un convertisseur à transistors

Nous abordons la première phase de l'étude destinée à obtenir une concordance satisfaisante entre les résultats d'expérience et les calculs effectués par CAO.

#### 2.1. Schéma électronique du montage

Le circuit étudié consistait en un convertisseur de tension à transistors destiné à charger ultérieurement une capacité après élévation de tension par transformateur suivie d'un redressement double alternance.

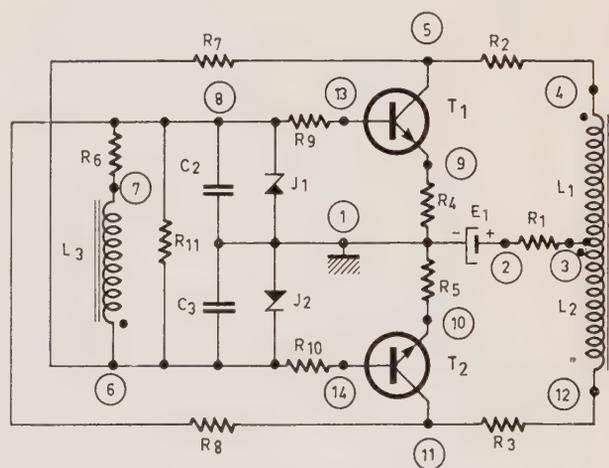


FIG. 1. — Convertisseur de tension à transistors.

$J_1$  et  $J_2$  représentent des diodes Zener faible tension (6 V).

#### 2.2. Modèles des composants

##### 2.2.1. Modèle du transformateur

Le programme IMAG 2 acceptant les inductances mutuelles en régime transitoire et le transformateur étant linéaire (pas de phénomène de saturation de fer) il suffit d'affecter des valeurs numériques aux paramètres.

Le transformateur est constitué par les enroulements  $L_1$ ,  $L_2$  et  $L_3$ .

Les pertes sont simulées par des résistances série ( $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_6$ ) et parallèle ( $R_{11}$ ).

Le sens des enroulements a été respecté et on a pris soin de ne pas omettre de mutuelles [7].

Cartes d'entrée : IMAG 2

L1 (4,3) § L2 (3,12) § L3 (6,7) §  
 MU1 (L1,L2) 0.98 § MU2 (L2,L3) 0.98 § MU3  
 (L3,L1) 0.98 §

### 2.2.2. Modèle des diodes Zener $J_1$ et $J_2$

La caractéristique statique  $I(V)$  a été simplement simulée sous la forme de générateurs de courant tabulés.

Cartes d'entrée : IMAG 2

J1 (8,1) ' COURBE 1' (V3) § J2 (6,1) ' COURBE 1'  
 (V4) § V3 (C2) § V4 (C3) §

TABLE : ' COURBE 1' ..... §  
 ..... §  
 §

### 2.2.3. Modèle des transistors $T_1$ et $T_2$

Le modèle d'Ebers-Moll a été choisi car il réalise un bon compromis entre précision et temps de calcul dans la plupart des applications pratiques [6].

En outre, c'est le seul modèle retenu actuellement pour la constitution de bibliothèques statistiques (bibliothèques des programmes SCEPTRE et NET 1, paramètres publiés par AFWL et SESCOSEM [5], bibliothèque du CEA-DAM [8].

Le montage fonctionne à une fréquence relativement basse (4 kHz) en utilisant des transistors ( $T_1$  et  $T_2$ ) possédant des fréquences de transition supérieures à 200 MHz : on est en présence d'un réseau « mal conditionné » [2].

Il existe en effet dans le réseau des boucles comportant des constantes de temps d'ordres de grandeur très différents. Le pas d'intégration étant fixé automatiquement par la plus petite constante de temps, on peut déjà prévoir qu'une optimisation du temps de calcul devra être recherchée et celle-ci ne pourra être obtenue qu'au niveau du modèle.

— Modèle n° 1

Il convenait tout d'abord d'éviter au maximum les expressions analytiques réclamant des temps de calcul inutilement longs.

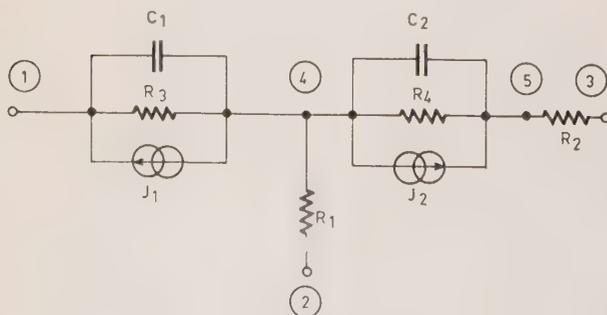


FIG. 2. — Modèle Ebers-Moll.

C'est le cas des gains en courant direct et inverse  $\beta_N$  et  $\beta_I$  et des capacités de transition des jonctions base-émetteur et base-collecteur  $C_{TE}$  et  $C_{TC}$ , qui furent affectés de valeurs numériques constantes.

Cartes d'entrée IMAG 2

MODELE : T (1, 2, 3) BE, BC, IEO, ICO, ALPHAN,  
 ALPHAI, CTE, CTC, R1, R2, R3, R4, TE, TC §  
 R1 (2,4) § R2 (5,3) § R3 (4,1) § R4 (4,5) §  
 J1 (4,1) § J2 (4,5) §  
 V1 (4,1) § V2 (4,5) §  
 C1 (4,1) § C2 (4,5) §  
 AE = EXP (BE \* V1) §  
 AC = EXP (BC \* V1) §  
 J1 = IEO \* (AE - 1) - ALPHAI \* ICO \* (AC - 1) §  
 J2 = ICO \* (AC - 1) - ALPHAN \* IEO \* (AE - 1) §  
 C1 = BE \* TE \* IEO \* AE + CTE §  
 C2 = BC \* TC \* ICO \* AC + CTC § §

Un premier essai en machine à l'aide du programme CELCAO a permis d'éliminer ce modèle, le pas d'intégration H étant tel que :

$$H < HS/10^4$$

HS étant le pas d'intégration maximal pour un nombre minimal de pas égal à 1 000 et  $T_{max}$ , le temps total d'observation de la durée du phénomène ( $T_{max}/HS = 1 000$ ).

— Modèle n° 2

Différents essais ont conduit à prendre des capacités de jonction globales  $C_1$  et  $C_2$  fixes et de fortes valeurs ( $C_1 = 200$  nF,  $C_2 = 10$  nF).

Le modèle de la figure 2 se simplifie ainsi de la façon suivante :

MODELE : T (1, 2, 3) BE, BC, IEO, ICO, ALPHAN,  
 ALPHAI, C1, C2, R1, R2, R3, R4 §

les cartes décrivant les fonctions analytiques  $C_1$  et  $C_2$  étant supprimées et les autres cartes restant inchangées.

L'inconvénient de ce modèle très simplifié réside principalement dans la reproduction des temps de montée et des phénomènes transitoires, qui n'est pas fidèle (voir photos).

Cela est de peu d'importance dans cette étude, les seuls paramètres intéressants étant l'amplitude et, à un degré moindre, la fréquence des signaux de sortie.

Le modèle n° 2 a été seul utilisé dans la suite de l'étude.

### 2.3. Choix de la méthode d'intégration

Les principales méthodes d'intégration utilisables actuellement dans le programme IMAG 2 sont les méthodes de Runge-Kutta de rang 4 et d'ordre 4 (RK4P4), de rang 1 et d'ordre 1 (RK1P1), la méthode trapézoïdale (TRAP) et la méthode exponentielle (EXPO) [2].

Le programme CELCAO a permis de sélectionner, la méthode exponentielle qui s'est révélée la plus rapide, les quatre méthodes donnant exactement les mêmes résultats.

L'étude a porté sur un temps égal au dixième du temps normal d'observation ( $T_{max} = 50 \mu s$ ).

Méthode d'intégration	Temps total UC <sup>(1)</sup> IBM 360-50
RK4P4	544,86 s
RK1P1	220,54 s
TRAP	203,69 s
EXPO	180,77 s

Ces chiffres n'ont qu'une valeur relative puisque le temps total UC comprend les différentes phases d'exécution du programme IMAG 2 (analyse, génération, simulation).

A titre indicatif, le temps total UC pour l'ensemble du temps d'observation ( $T_{\max} = 0,5 \text{ ms}$ ) a été de 484,66 s avec la méthode exponentielle.

Ce résultat est d'ailleurs conforme à la théorie qui préconise cette méthode pour un réseau bien conditionné, comme celui que nous avons obtenu après optimisation des capacités de jonctions des transistors.

## 2.4. Initialisation du montage

Le circuit étant instable par nature il n'est pas question de rechercher les initialisations à l'aide du module continu d'IMAG 2.

Pratiquement deux méthodes seulement sont utilisables :

- Effectuer un rapide calcul à la main des principales variables d'état du système (tensions aux bornes des capacités, courants dans les inductances). Cette méthode est lourde et inélégante et peut conduire en outre à des résultats imparfaits.

- Etudier le démarrage du convertisseur à partir de la mise sous tension du montage. Le temps de calcul peut être important pour obtenir le régime perma-

nent (voir § 3.4.). Mais il suffit ensuite de relever une fois pour toutes les valeurs des variables d'état à un instant donné.

## 2.5. Résultats et comparaisons avec l'expérience

La durée d'observation est de 0,5 ms ce qui correspond à environ 2 périodes d'oscillation.

Les résultats ont été obtenus sur traceur Benson.

La comparaison avec les oscillogrammes porte sur les grandeurs électriques suivantes :

- $V_3$  : tension aux bornes de la capacité  $C_2$
- $V_1$  : tension du nœud 5 par rapport à la masse
- $I_7$  : courant traversant la résistance  $R_6$ .

Le temps total UC a été de 484,66 s sur ordinateur IBM 360-50.

Le temps total d'utilisation de console graphique a été d'environ 32 mn, soit un rapport 4 avec le temps UC.

Dans la plupart des études effectuées, le temps UC représente de 20 à 40 % du temps console.

Dès que ce pourcentage dépasse 40 %, il est plus rentable de limiter la durée d'observation du phénomène à l'écran, puis de poursuivre l'étude en batch-processing.

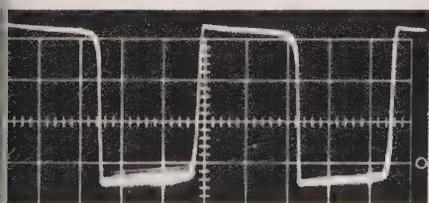
C'est le cas notamment des réseaux de taille importante et des circuits préoptimisés au moyen d'un programme interactif.

## 3. Influence des paramètres du circuit sur le signal de sortie et étude du démarrage

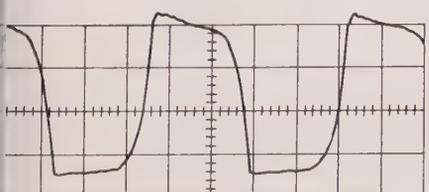
Cette deuxième phase de l'étude a été effectuée en batch-processing.

La simulation du réseau sur ordinateur s'étant révélée satisfaisante par comparaison aux courbes observées

A. Oscilloscope



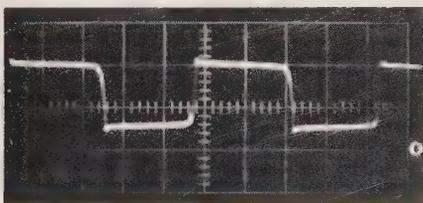
B - Imag 2 (Benson)



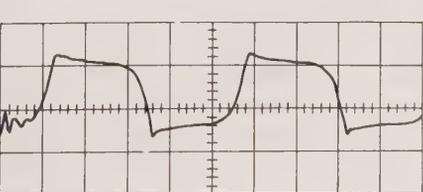
Echelles : 50  $\mu\text{s}/\square$   
2 V./ $\square$

FIG. 3. — Tension  $V_3$ .

A. Oscilloscope



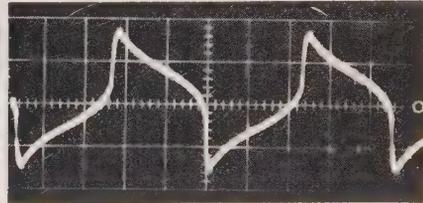
B - Imag 2 (Benson)



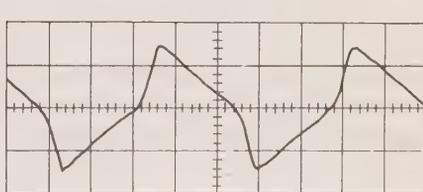
Echelles : 50  $\mu\text{s}/\square$   
20 V./ $\square$

FIG. 4. — Tension  $V_1$ .

A. Oscilloscope



B - Imag 2 (Benson)



Echelles : 50  $\mu\text{s}/\square$   
2 A./ $\square$

FIG. 5. — Courant  $I_7$ .

à l'oscilloscope, on peut aborder l'étude de l'influence des principaux paramètres, première phase d'une optimisation ultérieure.

Dans cette seconde partie de l'étude CAO, la seule variable électrique prise en considération est le signal de sortie crête à crête aux bornes des enroulements des collecteurs de  $T_1$  et  $T_2$ .

$V_1$  : d. d. p. entre les nœuds 4 et 12.

Les courbes ont été obtenues sur traceur électronique Stromberg-Carlson 4020 [1].

A l'inverse du traceur Benson, ce traceur ne permet pas de modifier les échelles qui sont imposées.

### 3.1. Influence de l'alimentation

L'étude a porté sur une variation de  $\pm 10\%$  autour de la valeur nominale  $E_1 = 27$  V, soient les 3 valeurs :

$$E_1 = 24, 27, 30 \text{ V.}$$

On constate que l'influence de l'alimentation est négligeable (variation d'amplitude pratiquement nulle, variation de fréquence faible).

### 3.2. Influence du gain en courant des transistors

La valeur nominale des gains en courant est de

$$\beta_N = 24 (\alpha_N = 0,96)$$

Pour la tension d'alimentation nominale  $E_1 = 27$  V, l'étude porte sur les valeurs suivantes :

$$\beta_N = 5 (\alpha_N = 0,837) \text{ et } \beta_N = 50 (\alpha_N = 0,98)$$

L'influence du gain des transistors est négligeable.

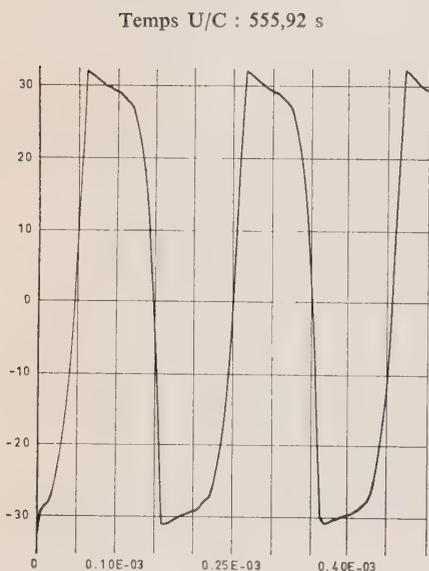


FIG. 6. —  $E_1 = 24$  V.

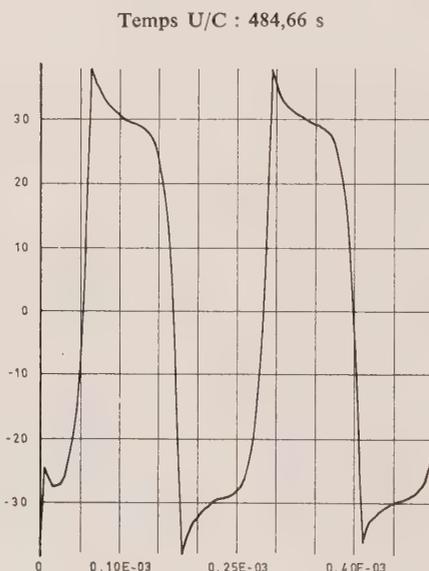


FIG. 7. —  $E_1 = 27$  V.

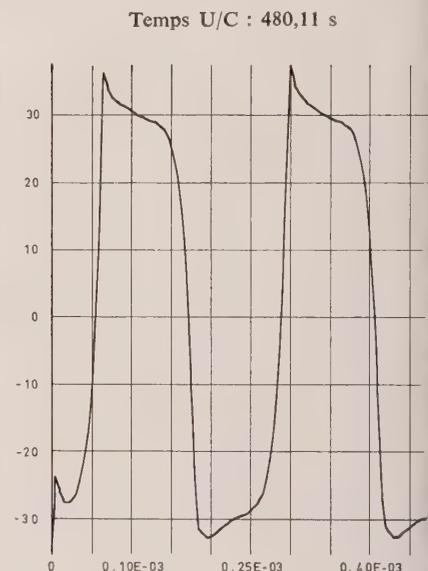


FIG. 8. —  $E_1 = 30$  V.

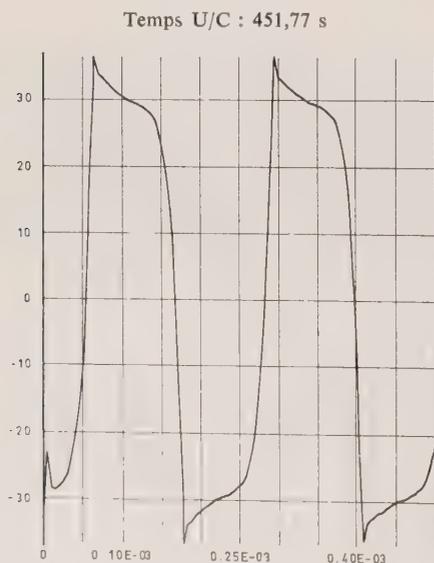


FIG. 9. — Influence du gain des transistors ( $\beta_N = 5$ ).

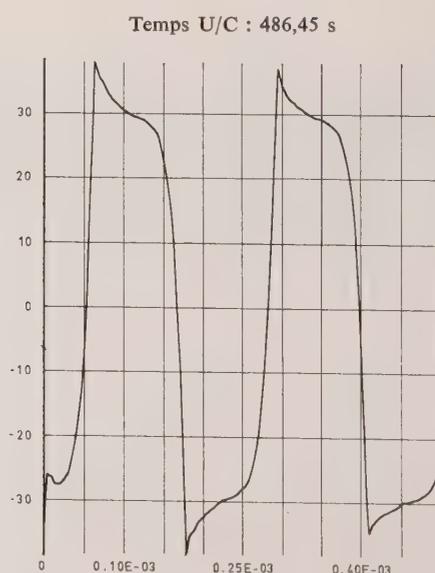


FIG. 10. — Influence du gain des transistors ( $\beta_N = 50$ ).

### 3.3. Influence de la valeur des inductances

La valeur nominale des inductances  $L_1$  et  $L_2$  est de :

$$L_1 = L_2 = 1,16 \text{ mH}$$

L'essai porte sur une valeur d'inductances égale à la moitié de la valeur nominale :

$$L_1 = L_2 = 0,58 \text{ mH}$$

Temps U/C : 589,11 s

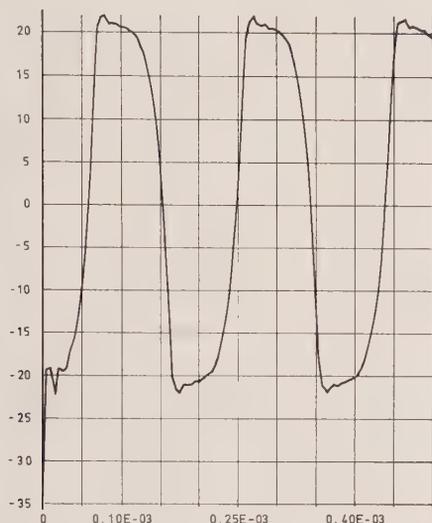


FIG. 11. — Influence des inductances ( $L_1 = L_2 = 0,58 \text{ mH}$ ).

L'amplitude crête-crête et la fréquence du signal sont passées respectivement de 56 V à 41 V et de 4,3 kHz à 5,1 kHz.

### 3.4. Étude du démarrage du convertisseur

Ces deux derniers essais ont pour but de montrer le démarrage du convertisseur à la mise sous tension de l'alimentation (donc sans conditions initiales) même avec des valeurs de gain en courant défavorables pour les transistors.

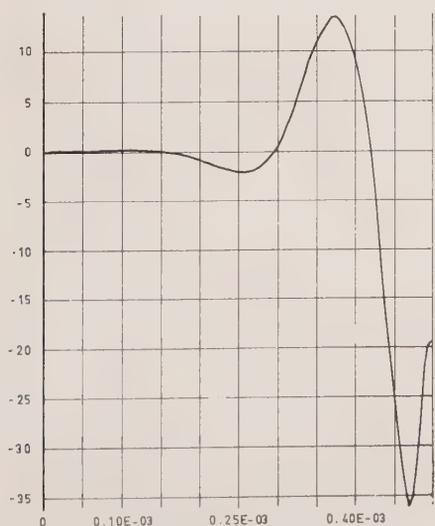


FIG. 12. — Influence du gain sur le démarrage ( $\beta_N = 24$ ).

L'étude a porté sur une durée de 0,5 ms suffisante pour voir s'amorcer les oscillations.

Le convertisseur démarre dans les deux cas avec une amplitude d'oscillation double pour le gain nominal ( $\beta_N = 24$ ).

Le temps de démarrage pour atteindre le régime stationnaire est ainsi plus élevé pour un gain en courant faible ( $\beta_N = 5$ ).

L'évaluation précise de ce temps de démarrage sortirait du cadre de cette étude.

## 4. Conclusion

En raison des temps de calcul importants, le choix du modèle des semiconducteurs est déterminant dans la conduite d'une étude de circuits par CAO.

Pratiquement ces modèles seront presque toujours dérivés de celui d'Ebers-Moll ; le problème consiste à trouver un schéma équivalent, simplifié au maximum, compatible avec la précision et le type de réponse souhaitée.

C'est ainsi qu'il est indispensable de mener conjointement une petite étude « sur table » de fonctionnement de principe, afin de chiffrer les limites de la précision des grandeurs électriques recherchées.

D'autre part, les différentes méthodes d'intégration ne sont pas équivalentes d'emploi : en général, elles ont toutes une précision satisfaisante, ce qui écarte les méthodes de Runge-Kutta, moins rapides que les autres.

L'utilisation d'un programme interactif du type CELCAO associé à une console de visualisation graphique permet de limiter les passages et de gagner, dans certains cas, un facteur 5 à 10 sur le temps de calcul total d'une étude menée en batch-processing.

Il est vrai alors que le prix de revient est plus élevé (location de la console, temps UC destiné à la gestion de la console).

Les modules sensibilité du programme IMAG 2 (continu, alternatif, transitoire) peuvent ouvrir la voie à une « automaticité » plus poussée dans une étude CAO.

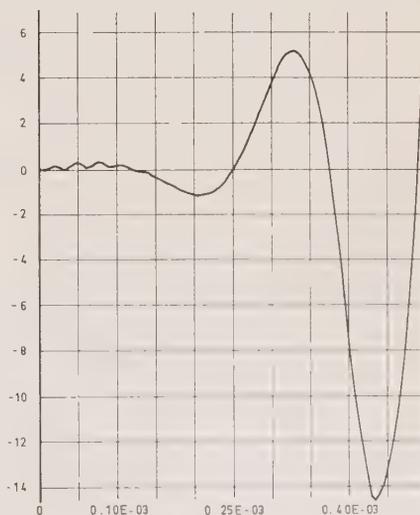


FIG. 13. — Influence du gain sur le démarrage ( $\beta_N = 5$ ).

Malheureusement ces modules ne sont utilisables qu'après un passage en mode « CONTINU » ce qui exclut les réseaux instables du type oscillateur.

De toute façon, la simulation des circuits électroniques sur ordinateur, limitée par le prix de revient, conduira, pendant un certain temps encore, à « ajuster » au mieux les schémas équivalents des différents composants du circuit. C'est là que réside toute la difficulté.

### Bibliographie

- [1] COMPARETTI G. — CELCAO : un programme graphique interactif au service d'IMAG 2. *L'Onde Electrique*, ce fascicule.
- [2] JACOLIN M., LE FAOU G., VERAN M., PIMORT B. — IMAG 2 : un programme de simulation de circuits électriques.

Notice d'utilisation. Institut de Mathématiques Appliquées de Grenoble, mai 1970.

- [3] PURDUE Ch. — Computer Programs for obtaining the modified Ebers-Moll diodes and transistors models parameters. Sandia Corporation, rapport SC DR-66-2613, nov. 1966. American Telephone and Telegraph Co.
- [4] LINVILL J.G. — Models of diodes and transistors. Mc Graw-Hill, 1963.
- [5] CARTON R., MICOLET R., ROCHE M. — Modèles de transistors pour analyse de circuits par ordinateur. *L'Onde Electrique*, mars 1969.
- [6] EBERS J.J. and MOLL J.-L. — Large signal behaviour of junction transistors. *Proc. IRE*, vol. 42, pp. 1761-1772, décembre 1954.
- [7] DELVILLE J.-C. — Etude des circuits comportant des mutuelles dans les programmes CAO. *L'Onde Electrique*, avril 1970.
- [8] DELVILLE J.-C. — Bibliothèques CAO. Journées d'Etudes sur les Données de Fiabilité. Lannion, 10-11 juin 1971.
- [9] HAMEL A. — Visualisation graphique conversationnelle. *Traité pratique d'Informatique. Techniques de l'Ingénieur*.

---

**Jean-Christophe DELVILLE**, né en 1941, ingénieur E.S.E., ingénieur au C.E.A Centre d'Etudes de Bruyères-le-Châtel, BP 61. 92-Montrouge. Tél. 490.32.80.



Centre d'Etudes de Limeil  
C.E.A./D.A.M.

# Celcao : Un programme graphique interactif au service d'Imag 2

## Résumé

La simulation de circuits électroniques sur ordinateur est grandement améliorée par l'utilisation d'une console graphique interactive.

Un tel ensemble, mettant en œuvre le programme IMAG 2 à l'aide d'une console IBM 2250 est décrit ici.

Il comprend une première partie autorisant la définition des données et leur modification à la console, une deuxième partie qui effectue la simulation, visualisée sur l'écran par une courbe évolutive et une troisième partie affichant les résultats sur l'écran essentiellement sous forme de courbes. Un jeu de bibliothèques personnelles sur disques magnétiques en facilite l'utilisation.

Utilisé de façon intensive depuis dix-huit mois, ce programme permet d'apprécier les avantages d'une telle solution et de définir les caractéristiques d'une version plus évoluée.

## 1. Introduction

En informatique le développement des techniques d'interaction entre l'homme et la machine contribue à élargir le champ d'application de l'ordinateur. L'utilisation d'une console interactive permet, en effet, d'amener la puissance des gros calculateurs jusque dans le laboratoire. Grâce aux techniques d'interaction, l'utilisateur peut intervenir dans le déroulement du calcul soit pour modifier les données du problème, soit pour prendre des décisions. A la limite, le programme sera constitué par un ensemble de fonctions que l'utilisateur pourra choisir, appliquer sur des données et enchaîner une à une selon les résultats partiels obtenus, toutes ces opérations s'effectuant à partir de la console qui peut être située très loin de l'ordinateur. On dispose ainsi d'un moyen de calcul d'une puissance maximale, ayant une souplesse d'utilisation comparable à celle de l'atelier de l'artisan. Toutefois cet aspect séduisant n'est encore que rarement atteint à l'heure actuelle. Nous proposons de décrire ici une application de cette technique à la mise au point de circuits électroniques.

Si le comportement d'un circuit peut être simulé sur ordinateur de façon automatique une fois décrit, sa mise au point nécessite un certain nombre d'essais. Chacun de ces essais consiste à apporter une légère modification au circuit, à effectuer la simulation puis à étudier les résultats. Dans le cadre d'une exploitation courante, sans interaction, le rythme moyen des essais est de l'ordre de deux à trois par jour. L'introduction de l'interaction permet l'enchaînement des essais sans discontinuité. Il faut alors disposer de fonctions de définition du circuit, de modification,

de simulation du comportement et d'édition des résultats.

Pour réduire le temps de compréhension des résultats, on utilise de préférence une console interactive du type graphique qui possède un écran électronique sur lequel peuvent être affichés instantanément une courbe, un schéma ou une page complète de texte.

Pour répondre aux besoins des équipes d'électroniciens du Centre d'Etudes de Bruyères le Chatel, le Centre d'Etudes de Limeil a réalisé un tel programme interactif de mise au point de circuits électroniques. Mis à la disposition des utilisateurs il y a dix-huit mois, ce système est utilisé depuis de façon intensive. L'expérience acquise a permis de définir les caractéristiques d'un nouveau programme plus évolué, qui est en cours de réalisation.

L'exposé qui suit comportera trois étapes :

- description du système actuel,
- discussion de l'expérience acquise,
- définition de la nouvelle version.

Un exemple d'utilisation réelle pourra être trouvé dans l'article de J.-C. DELVILLE [1].

## 2. Généralités

Par système, il faut comprendre l'ensemble que constituent les programmes, le matériel, le mode d'utilisation et le type d'utilisateurs.

### 2.1. Le matériel utilisé

Nous avons utilisé un matériel déjà existant composé d'un ordinateur IBM 360 modèle 50 et de consoles IBM 2250 modèle 1. Le système utilisé est l'Operating System 360 version MFT2 piloté par HASP. La mémoire est divisée en deux partitions de 200 K octets pouvant contenir chacune un programme. Il y a donc deux programmes qui s'exécutent en même temps, chacun profitant des interruptions de l'autre pour utiliser les circuits de calcul. Il y a deux consoles, donc deux utilisateurs simultanés et indépendants.

La console IBM 2250 a déjà été décrite dans l'*Onde Electrique* [2]. Nous en rappellerons rapidement le principe d'utilisation (fig. 1) :

L'ensemble s'organise autour d'un écran cathodique qui affiche les images générées par programme et

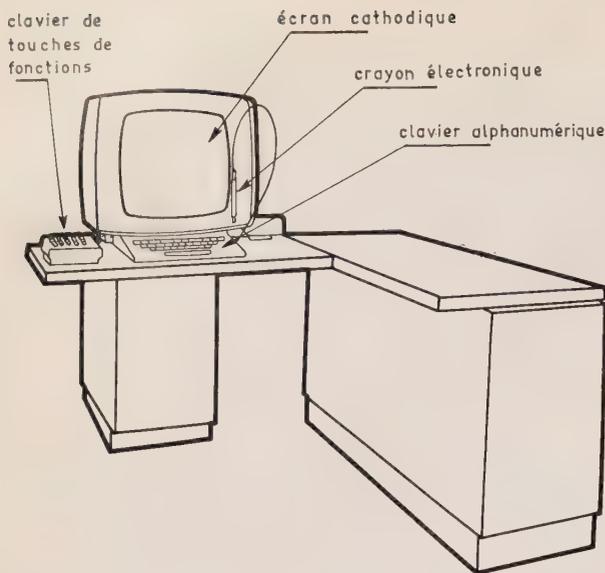


FIG. 1. — La console IBM 2250

autour duquel sont disposés les organes interactifs suivants :

- le clavier alphanumérique. Il permet d'introduire des textes et des nombres.
- le clavier de touches fonctions,
- le crayon électronique ou « light pen », utilisé pour désigner un élément d'image.

## 2.2. Le programme de simulation : IMAG 2

Le système que nous décrivons peut utiliser en principe n'importe quel programme de simulation de circuit. Nous avons concentré nos efforts sur le programme IMAG 2 réalisé par l'Institut de Mathématiques Appliquées de Grenoble. La description détaillée de ce programme et de son utilisation sortirait du cadre de cet exposé. Nous nous restreindrons à une description sommaire [3].

IMAG 2 simule le comportement de circuits électroniques en régimes continu, alternatif et transitoire. Les éléments actifs seront définis par un schéma équivalent ou modèle qui peut être linéaire ou non linéaire. Il calcule également la sensibilité du circuit par rapport à certains paramètres en régime continu ou transitoire.

La première étape du programme reconstitue le circuit à partir des données de description. Les éléments actifs (diodes, transistors) sont remplacés par leur schéma équivalent. Ces derniers peuvent être fournis en même temps que la description du circuit ou bien recherchés automatiquement dans une bibliothèque de modèles. Une fois le circuit constitué, une analyse topologique détermine le système d'équations associé au circuit. A partir d'ici, la simulation du comportement du circuit peut se faire en différents régimes :

**Régime continu :** Détermine l'état du circuit lorsqu'il est soumis à un ensemble d'excitations donné.

**Régime transitoire :** Calcule la réponse du circuit en fonction du temps lorsqu'il est soumis à un ensemble de sources d'excitations donné et à partir d'un état initial donné.

**Régime alternatif :** Fournit la réponse en fréquence du système.

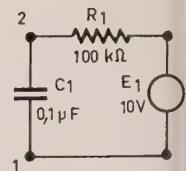
**Sensibilité en régime continu :** Calcule la sensibilité d'une variable choisie par rapport à n'importe quel paramètre du circuit.

**Sensibilité en régime transitoire :** Même chose en fonction du temps.

La figure 2 donne un exemple très simplifié d'étude de circuit.

```

EXEMPLE
DESCRIPTION
C1(2,1)0,1MC S R1(2,3)100K S E1(1,3)10
$ V1 (C1) $ $
INIT: C1 (o) $ $
TRANSITOIRE
INIT: $ TMAX = 20 ML $ HS = 0,2 ML S
SORTIE: V1, COURBES $ $
FIN
  
```



CIRCUIT EXEMPLE



FIG. 2. — Exemple simplifié d'utilisation du programme IMAG 2.

## 2.3. Le contexte d'utilisation

Le système a été défini dans un contexte précis. Les utilisateurs sont des électroniciens expérimentés connaissant bien les possibilités et l'utilisation du programme IMAG 2. Leur nombre limité et leur formation permettent d'adopter des solutions plus complexes que ne le permettrait un système en libre service destiné par exemple à l'enseignement. Nous avons recherché l'efficacité d'utilisation avant l'aspect agréable ou spectaculaire ou la facilité d'apprentissage. En particulier, la version actuelle ne permet pas d'entrer le circuit à la console en dessinant le schéma à l'aide du crayon électronique. Les utilisateurs ont en effet l'habitude d'entrer les données à l'aide de cartes perforées, méthode qui réduit en effet le temps d'occupation de la console. Cette dernière est réservée uniquement aux modifications.

## 2.4. Les bibliothèques

Elles découlent du contexte que nous venons de définir. Peu d'études sont menées en parallèle mais

Chacune est complexe et peut durer plusieurs jours voire plusieurs semaines. Pour assurer une continuité dans le travail nous avons créé un jeu de bibliothèques personnelles. Chaque utilisateur dispose d'un fichier permanent sur disques magnétiques dans lequel il peut sauvegarder et récupérer à tout moment les différentes versions des données sur lesquelles il travaille.

## 1. Structure et fonctionnement du système actuel

Le système est constitué de deux programmes ou modules » dont l'exécution est commandée par un programme superviseur SUPCAO (fig. 3).

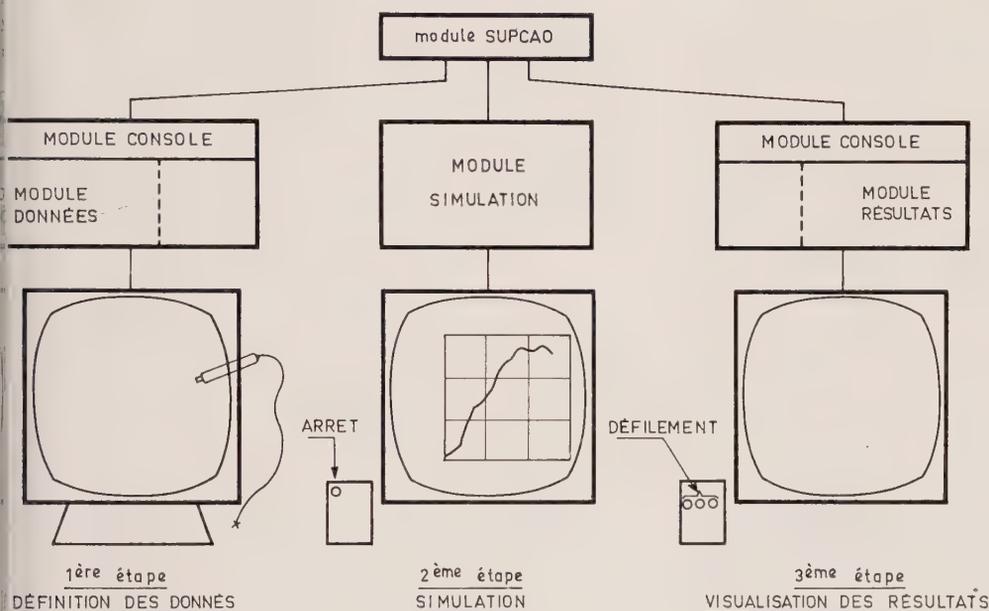


FIG. 3. — Différentes étapes de l'utilisation de CELCAO.

1<sup>re</sup> étape. Définition des données : utilisation du crayon électronique et du clavier alphanumérique.

2<sup>e</sup> étape. Simulation : elle est contrôlée par une courbe sur l'écran et peut être interrompue par une touche.

3<sup>e</sup> étape. Visualisation des résultats : les pages (texte et courbes) défilent sur l'écran. Des touches permettent de contrôler le défilement (avant, arrière, pas à pas, ou rapide).

1<sup>er</sup> module : programme IMAG 2, c'est le module simulation

2<sup>e</sup> module : programme CONSOLE qui comprend deux modules

- définition des données ou module données
- édition des résultats ou module résultats.

Le rôle du superviseur SUPCAO est de lancer l'exécution du module CONSOLE pour initialiser les données, puis l'exécution du module SIMULATION, puis à nouveau l'exécution du module CONSOLE pour d'abord visualiser les résultats et ensuite modifier les données en conséquence, puis à nouveau l'exécution du module SIMULATION et ainsi de suite.

Nous allons décrire les possibilités et l'utilisation des modules DONNÉES, SIMULATION et RESULTATS.

### 1.1. Module données

Ce module propose à l'utilisateur un ensemble de fonctions spécialisées : définition des données, modi-

fication des données, gestion de la bibliothèque personnelle. Le choix de la fonction se fait de la façon suivante :

Un choix d'options ou « menu » est présenté dans le bas de l'écran. Pour une raison de clarté, le nombre d'options dans un menu est limité à 6. L'utilisateur indique son choix en désignant l'option désirée à l'aide du crayon électronique. Une option peut soit déclencher l'exécution d'une fonction, soit faire apparaître un sous-menu à la place de l'actuel. L'ensemble des différents menus constitue la structure d'arbre de la figure 4. Afin de pouvoir remonter d'un sous-menu au menu de niveau supérieur (plus près du tronc de l'arbre) tous les sous-menus ont une option RETOUR.

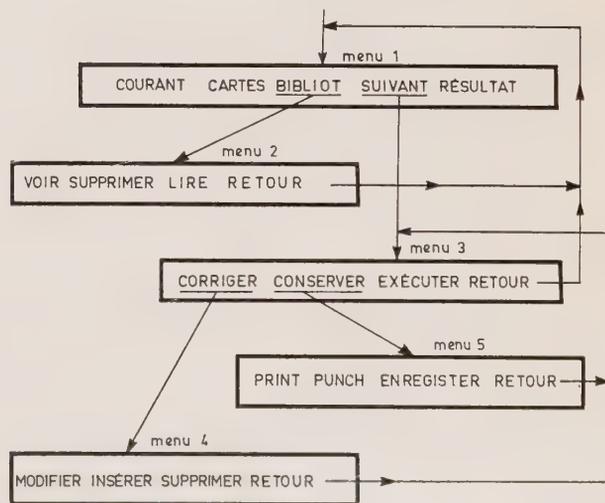


FIG. 4. — Les différents « menus » du module CONSOLE ont une structure d'arbre. La désignation par le crayon électronique d'une option provoque soit l'exécution du service demandé, soit le remplacement du menu actuel par un menu de niveau inférieur. A tous les niveaux une option RETOUR permet de faire apparaître le menu de niveau supérieur.

Le premier menu à apparaître est le suivant :

COURANT CARTES BIBLIOT SUIVANT RESULTAT Menu 1

L'option RESULTAT appelle le module résultat.

### 3.1.1. Définition des données

Le jeu de données de travail ou fichier courant peut être constitué à partir de quatre sources :

— *fichier courant* : l'option COURANT rappelle les données de la simulation précédente.

— *cartes perforées* : l'option CARTES constitue le fichier courant à partir d'un paquet de cartes perforées préalablement disposées dans un lecteur de cartes.

— *bibliothèque* : l'option BIBLIOT affiche la table des noms de jeux données disponibles dans la bibliothèque personnelle puis remplace le menu 1 par le menu suivant :

VOIR SUPPRIMER LIRE RETOUR Menu 2.

L'utilisateur désigne un élément de la table des données et une option :

'VOIR' visualise les données désignées  
'LIRE' initialise le fichier courant avec les données désignées

'SUPPRIMER' permet de nettoyer la bibliothèque en supprimant les données devenues caduques.

— *le clavier* : on peut enfin constituer le fichier courant en le tapant au clavier alpha-numérique grâce à l'option CORRIGER que nous verrons un peu plus loin.

### 3.1.2. Visualisation des données

Les données sont visualisées une instruction par ligne dans les deux tiers supérieurs de l'écran. Cette zone est en général, insuffisante pour contenir tout le fichier. Ainsi a-t-on doté cette zone d'une propriété dite de « balayage ». Chaque ligne est précédée d'un point qui est remplacé par le signe astérisque pour la ligne médiane (fig. 5). La désignation du point situé sur une ligne provoque un déplacement vertical de

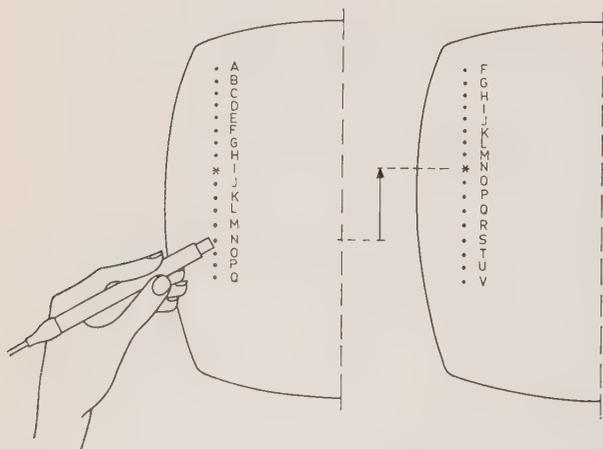


FIG. 5. — Notion de fichier « baladable ».

Lorsqu'un fichier est trop grand pour être affiché en entier dans la zone de l'écran qui lui est attribuée, la procédure suivante permet de le faire défiler derrière la fenêtre que constitue l'écran : en désignant le point situé à gauche d'une ligne, l'utilisateur provoque un déplacement vertical du fichier tel que la ligne désignée apparaisse au centre de la zone.

tout le fichier tel que la ligne désignée devienne médiane.

### 3.1.3. Modification des données

L'option SUIVANT du menu 1 provoque l'apparition du menu :

CORRIGER CONSERVER EXECUTE RETOUR Menu 3

L'option CORRIGER appelle le sous-menu :

MODIFIER INSERER SUPPRIMER RETOUR Menu 4

'MODIFIER' l'opérateur désigne une ligne qui est alors recopiée dans la zone d'entrée. Elle peut alors être modifiée à l'aide du clavier. Sur une action de la touche « fin de message », la ligne frappée remplace la ligne originale dans la zone texte.

'INSERER' l'opérateur désigne la ligne derrière laquelle il désire insérer. Il frappe alors une ou plusieurs lignes dans la zone d'entrée qui vont s'insérer dans la zone texte à chaque action de la touche « fin de message ».

'SUPPRIMER' par raison de sécurité, la ligne désignée est recopiée dans la zone d'entrée. Elle ne disparaît que sur l'action de la touche « fin de message », tandis que la ligne suivante la remplace dans la zone d'entrée ce qui permet de supprimer rapidement une séquence

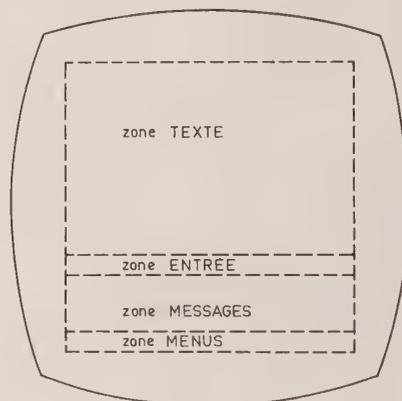


FIG. 6. — Structure de l'écran pour le module DONNÉES

La zone TEXTE contient en général le jeu de données. Elle est dite « baladable ».

La zone ENTRÉE contient une seule ligne que l'on peut modifier à l'aide du clavier alphanumérique.

La zone MESSAGE contient les commentaires, les données et les diagnostics d'erreur.

La zone MENUS contient les menus.

### 3.1.4. Conservation d'un jeu de données

L'option CONSERVE du menu 3 appelle le sous-menu

PRINT PUNCH ENREGISTRER RETOUR Menu 5

'PRINT' le fichier courant est imprimé.

'PUNCH' le fichier courant est perforé sur cartes.

'ENREGISTRER' le fichier courant est placé dans la bibliothèque personnelle. Pour cela l'opérateur frappe un nom de huit lettres qui sera attribué à ce jeu de données. Si un tel nom existait déjà en bibliothèque, alors le nouveau jeu remplace l'ancien. Sinon il est ajouté.

L'option EXECUTER du menu 3 appelle le module SIMULATION pour traiter le circuit décrit par le fichier courant.

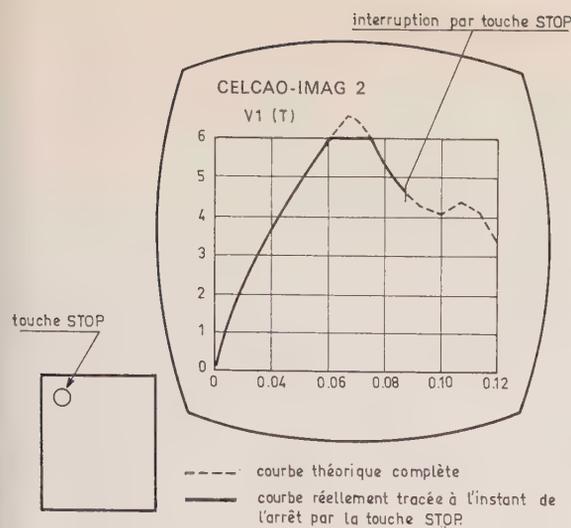


FIG. 7. — Courbe de contrôle de la simulation.

La courbe apparaît point par point selon la progression du calcul. Si la courbe calculée sort des limites supérieures ou inférieures du cadre, le tracé est écrasé sur le bord du cadre.

### 3.2. Module Simulation

Le programme IMAG 2 étant encore en cours d'évolution nous nous sommes efforcés de le perturber le moins possible.

La simulation est peu interactive. Une fois le jeu de données défini, il est traité jusqu'au bout sans que l'opérateur puisse intervenir autrement qu'en interrompant prématurément le traitement lorsque ce dernier lui paraît sans intérêt. Pour pouvoir prendre une telle décision, l'opérateur peut visualiser l'état d'avancement du calcul en demandant l'affichage dynamique de la courbe représentative d'une variable de son choix, définie dans le jeu des données. Les ordonnées extrêmes de la grille support de la courbe, ne peuvent être déterminées automatiquement car elles ne seront connues qu'à la fin de la simulation. On suppose que l'utilisateur a une idée assez précise de la réponse du circuit qu'il désire mettre au point. Deux instructions ont été ajoutées au langage de commande d'IMAG 2 : `YMIN=`, `YMAX=` qui permettent de définir les limites prévues pour la courbe. En cas de sous-estimation, la courbe est écrasée sur la borne supérieure ou inférieure (fig. 7).

La simulation qui peut durer de 1 à 20 mn peut être interrompue simplement en actionnant une touche. Tous les résultats calculés jusque-là sont alors imprimés et le contrôle est passé au module CONSOLE.

### 3.3. Module Résultats

Ce module est appelé par l'option RESULTAT du menu 1. Cette subordination du module RESULTAT au module DONNEES permet un va et vient entre les deux modules.

Le module RESULTATS a pour rôle de présenter les résultats de simulation sur l'écran de la console. Pour cela il constitue une suite ordonnée d'images correspondant chacune à une plage imprimée ou à une

courbe. Ce fichier une fois constitué peut être visualisé image par image soit en défilement rapide, à la manière d'un livre feuilleté, soit en défilement pas à pas. Cette visualisation est contrôlée par des touches.

### 3.4. Edition des courbes

Deux possibilités complémentaires s'offrent à l'utilisateur qui veut conserver une copie des courbes calculées.

— La première consiste à appuyer sur une touche qui déclenche un processus automatique de transfert avec codage de l'image affichée sur l'écran (texte ou courbe) vers une bande magnétique. Celle-ci sera plus tard traitée par un traceur électronique Stromberg-Carlson 4020 pour fournir des copies sur papier (20 cm × 20 cm) ou sur microfilm (35 mm) des images choisies.

— La seconde consiste à transférer les coordonnées des points de courbes calculées sur cartes perforées et à traiter ces cartes par un programme annexe d'édition. Il est alors possible de produire des images dans un format quelconque en utilisant un traceur à plume tel que le traceur BENSON. On peut ainsi tracer les courbes sur une grille identique à celle d'un oscilloscope : solution qui permet d'établir des comparaisons précises entre le calcul et l'expérience.

## 4. Discussion de la version actuelle

L'utilisation intensive du système que nous venons de décrire a mis en relief l'intérêt incontestable de l'emploi d'une console graphique interactive pour résoudre les problèmes de simulation de circuits. Elle a aussi fait apparaître les faiblesses de cette version.

### 4.1. Intérêt des bibliothèques

Les bibliothèques personnelles constituent la fonction la plus originale du système et leur intérêt a été nettement confirmé. Elles offrent une grande souplesse dans l'utilisation du système. L'utilisateur peut mener de front l'étude de plusieurs circuits en passant de l'un à l'autre sans difficulté, ce qui lui permet de faire des comparaisons de circuits voisins, ou bien d'enregistrer plusieurs étapes de l'évolution du même circuit, facilitant ainsi les retours arrière, ou bien encore avoir des versions voisines du même circuit adaptée à différents modes de fonctionnement du programme de simulation.

Le succès des bibliothèques a dépassé les possibilités du système. En effet, leur gestion et leur maintenance ne sont pas aussi aisées qu'il serait désirable. La place disponible sur les disques magnétiques étant limitée, il est important de disposer d'un système efficace de nettoyage des bibliothèques. Ceci n'est pas le cas actuellement. Lorsqu'une bibliothèque est pleine, il est nécessaire d'interrompre le système pour exécuter un programme annexe de nettoyage, d'emploi délicat. Pour limiter cet inconvénient, nous avons surdimensionné les bibliothèques, solution dont l'inconvénient principal est d'être onéreuse.

## 4.2. Résultats graphiques

La version originale du programme IMAG 2 édite les courbes sur papier en utilisant les caractères de l'imprimante. L'emploi d'un procédé aussi mal adapté montre bien la nécessité d'obtenir à tout prix des résultats sous forme graphique plutôt que sous forme de tableau de valeurs. En plus de leur lisibilité incomparable, les courbes, même à petite échelle, ont une précision beaucoup plus près de la réalité électronique que les tableaux de nombres de cinq ou six chiffres significatifs.

## 4.3. Modification du fichier courant

Les modifications des données se font d'une façon très souple grâce aux propriétés de la console graphique. Le défilement rapide du fichier, obtenu d'une façon naturelle sans nécessiter la connaissance d'une numérotation artificielle des lignes est permis par les dimensions de l'écran et l'existence du crayon électronique. Nous sommes loin des faibles performances d'une console alphanumérique sans crayon électronique et a fortiori d'une simple machine à écrire.

Toutefois, les solutions adoptées ne sont pas entièrement satisfaisantes et peuvent être améliorées.

## 4.4. Contrôle de l'évolution du calcul

Cette possibilité qui n'a été introduite que relativement tard s'est avérée d'un grand intérêt. En permettant d'interrompre le calcul d'un circuit non satisfaisant on économise du temps calculateur et du temps utilisateur. Or, il s'agit bien d'un cas fréquent en cours de mise au point.

## 5. Définition de la nouvelle version

Cette version a pour ambition de corriger les défauts de la version précédente et d'aller plus loin dans les possibilités du système. Les perfectionnements concernent les points suivants :

### 5.1. Bibliothèques personnelles

Elles sont étendues de façon à pouvoir conserver des jeux de données et aussi des courbes résultats, afin de réduire l'emploi des cartes perforées de manipulation toujours délicate.

### 5.2. Fichier résultats

Il s'agit d'un fichier temporaire qui pourra contenir des courbes résultats pendant la durée d'une session. Des fonctions seront fournies pour permettre des comparaisons précises par superposition sur une même grille. A partir de ce fichier les courbes sélectionnées peuvent être transférées dans la bibliothèque personnelle pour la session suivante.

### 5.3. Modification des données

Deux zones de texte seront visibles sur l'écran au lieu d'une. Chacun des fichiers associé pourra être initialisé indépendamment. Une fonction de recopie

d'une zone dans l'autre sera ajoutée ainsi qu'une option de suppression par séquence entière.

Ceci doit permettre une plus grande souplesse dans la constitution du jeu de données en permettant de combiner des éléments de circuits.

## 5.4. Simulation interactive

Il s'agit de profiter de toutes les possibilités interactives du programme IMAG 2. Dans la version actuelle le jeu de données doit comporter la définition de toutes les étapes de la simulation (régimes continus, transitoires, etc.) ainsi que la liste des variables dont la valeur doit être éditée. Dans la nouvelle version, les étapes seront définies et simulées une à une. Les résultats à afficher pourront être choisis après la simulation.

La définition des données avant chaque étape simplifie le travail de l'opérateur en lui évitant de prévoir trop à l'avance. La possibilité de choisir les résultats intéressants après le calcul lui permet une analyse plus fouillée. On évite ainsi de nombreux oublis et donc de recommencer inutilement le même calcul. On obtient donc une puissance accrue pour l'utilisateur et une économie de calculateur.

## 5.5. Visualisation du circuit

Si l'affichage et la construction du circuit étudié sous forme de schéma avaient été rejetés pour la version précédente, ils font partie des améliorations qu'offre la nouvelle version. C'est en effet un des attraits de l'interaction graphique de permettre à l'utilisateur de commander l'ordinateur à l'aide d'un langage qui lui soit propre.

Le problème de la visualisation du circuit doit être bien défini. Il ne s'agit pas de fournir un jeu de données sur cartes et de demander au programme d'afficher le circuit sur l'écran. En effet, il s'agit là d'un problème d'implantation de circuit sur une surface limitée. Même en supposant ce problème résolu économiquement, il est très improbable que le schéma proposé corresponde dans son aspect à celui qu'avait imaginé l'utilisateur. De plus, la moindre modification du circuit (retrait d'une résistance) risque de provoquer de grandes modifications dans l'implantation du schéma proposé par le programme. Ceci entraîne un délai coûteux pour la compréhension du schéma qui va à l'encontre du but recherché.

La solution que nous avons retenue consiste à associer à chaque instruction de description d'élément une position d'implantation. Si le circuit est défini par cartes perforées cette position devra être perforée dans la carte. Si le circuit est dessiné à l'écran, cette position sera automatiquement associée à chaque élément du circuit de façon qu'à chaque nouvel affichage, l'implantation en soit respectée.

## 6. Conclusion

Si l'efficacité de la console graphique interactive pour la mise au point est reconnue, sa rentabilité est discutée. Il est certain qu'une console du type IBM 2250 est très onéreuse. Bien que nous nous soyons efforcés d'utiliser au mieux ses possibilités, le résultat

montre toutefois qu'elle est nettement sous-employée. Ainsi la définition de l'écran (1024 × 1024 points adressables) est trop grande pour ce genre d'application où une définition de 150 × 150 serait suffisante. Le nombre de lignes de textes (52) est agréable, mais pourrait être réduit à 40 sans gêne. L'utilisation du light-pen est commode mais non indispensable. Nous utilisons de trois façons :

1) Pour le balayage d'un fichier. Il pourrait être remplacé par un jeu de touches de déplacement : avant, arrière, rapide, pas à pas.

2) Pour désigner une ligne de texte. Dans ce cas, il peut être remplacé par un curseur qui saute d'une ligne à l'autre sous l'action de deux touches.

3) Pour choisir une option. Ici encore un jeu de touches peut rendre le même service.

On peut donc espérer l'apparition d'une console spécialisée d'un prix moins élevé.

Mais le coût du système ne provient pas seulement du matériel. Si on désire traiter des circuits assez conséquents tout en ayant des temps de réponse acceptables, il faut utiliser des ordinateurs puissants. Or pendant que l'utilisateur manipule ou réfléchit, le programme reste inactif et immobilise une fraction importante de la puissance de l'ordinateur. Les techniques de multi-traitement, de temps partagé, etc. qui se développent actuellement apporteront certainement une solution à ce problème. On peut donc ici aussi espérer pour bientôt une meilleure rentabilité.

La contrainte imposée par la présence de l'utilisateur devant la console pose un problème analogue. Alors que l'idéal serait de disposer les consoles près des utilisateurs, c'est-à-dire d'en multiplier le nombre et de les éloigner du calculateur, le coût de l'ensemble tend à imposer la solution inverse ; nombre réduit de consoles proches de l'ordinateur. Ceci entraîne un problème de réservation des consoles et de déplacement de personnel. Des consoles peu onéreuses permettraient leur multiplication. Le problème de l'éloignement par contre est lié en partie au système d'exploitation de l'ordinateur. Une bonne solution semble consister dans l'utilisation de terminaux lourds, situés près des laboratoires qui prendraient en charge une

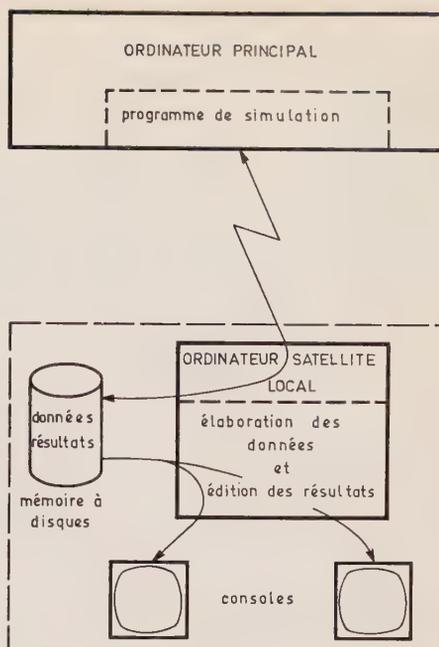


FIG. 8. — Configuration permettant le traitement à distance.

bonne part du traitement, c'est-à-dire mise en forme des données et des résultats ; la simulation effective étant faite sur l'ordinateur qui peut alors être très éloigné (fig. 8).

## Bibliographie

- [1] DELVILLE J.C. — Utilisation du programme CELCAO, application à l'étude d'un circuit convertisseur.
- [2] HAMEL A., IMBRECHTS Cl., LE BER J., NGUYEN KIM. — La visualisation graphique conversationnelle. Analyse des circuits par le programme ECAP-2250 : ses développements futurs. *L'Onde Electrique*, n° 503, février 1969.
- [3] JACOLIN, LE FAOU, PIMORT, VERAN. — IMAG 2 : un programme de simulation de circuits électriques. Notice d'utilisation, mai 1970.

**Silbert COMPARETTI**, né en 1936, licencié ès sciences. Ingénieur au CEA, Centre d'Etudes de Limeil, BP 27, 94190 Ville-neuve-Saint-Georges. Tél. 925.39.60. Chargé des activités CAO et des applications graphiques des ordinateurs.



Ingénieur au  
C.E.N. de Grenoble

# Réalisation d'un bistable ECL et étude de la mise en œuvre de portes ECL

## Résumé

Après un rappel des caractéristiques de la porte PEC 3 ns, en technique ECL, cet article présente le bistable JK qui complète la famille logique. La fréquence maximale de division par 2 de ce bistable est au moins égale à 120 MHz.

La deuxième partie traite des problèmes d'interconnexion liés à la mise en œuvre de circuits logiques rapides et présente les solutions adoptées pour la réalisation d'un multiplieur 20 bits.

## 1. Introduction

En 1969 se terminait au LETI l'étude d'une porte logique ECL baptisée PEC 3 ns. Il devenait alors nécessaire de compléter la famille logique en étudiant un bistable compatible avec la porte. D'autre part, la réalisation d'une maquette comportant un grand nombre de portes devait nous permettre d'étudier les problèmes de leur mise en œuvre.

Ces deux études sont maintenant terminées et cet article après un rappel des caractéristiques de la porte PEC 3 ns, présente les résultats obtenus après la réalisation du bistable et de la maquette.

Ces études ont été menées en collaboration avec la SESCOSEM qui a réalisé les masques et les circuits prototypes.

## 2. Présentation de la porte PEC 3 ns

Cette porte logique, du type ECL, représentée sur la figure 1 peut se décomposer de la manière suivante :

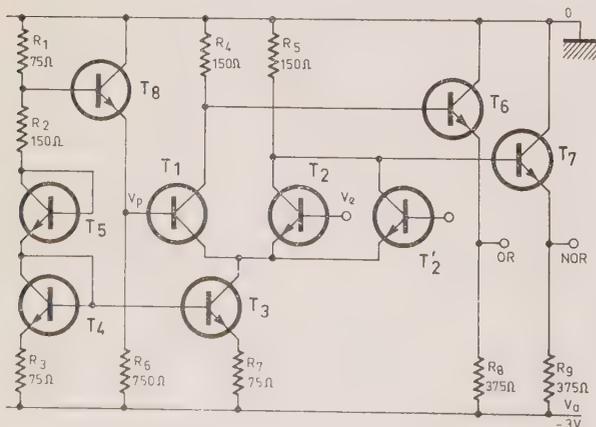


FIG. 1. — Porte PEC 3 ns.

- un différentiel d'entrée ( $T_1, T_2, T'_2, R_4, R_5$ )
- des transistors à émetteur suiveur en sortie ( $T_6, T_7, R_8, R_9$ )
- un générateur de courant ( $T_3, R_7$ ) alimentant le différentiel
- un pont de polarisation ( $T_4, T_5, T_8, R_1, R_2, R_3, R_6$ ) qui commande le générateur de courant et fournit la tension de référence pour le différentiel ( $V_p$ ).

Ce pont de polarisation peut être commun à plusieurs portes intégrées dans un même boîtier (jusqu'à 4).

Deux circuits différents ont été réalisés :

une double porte à quatre entrées et une quadruple porte à deux entrées.

La tension d'alimentation nominale est de  $-3$  V. Les caractéristiques électriques principales à  $25^\circ\text{C}$  de ces portes sont les suivantes :

- Puissance dissipée — double porte = 110 mW
- quadruple porte = 200 mW
- Niveau logique « 0 » :  $-1,5$  V
- Niveau logique « 1 » :  $-0,8$  V
- Temps de propagation (FO = 1) : 3 ns
- Gamme de température :  $-55^\circ\text{C}$  à  $+125^\circ\text{C}$

La figure 2 donne les caractéristiques de transfert relevées à  $-50, +25$  et  $+125^\circ\text{C}$ .

On constate que le niveau « 0 » est indépendant de la température (il est toujours égal à la moitié de

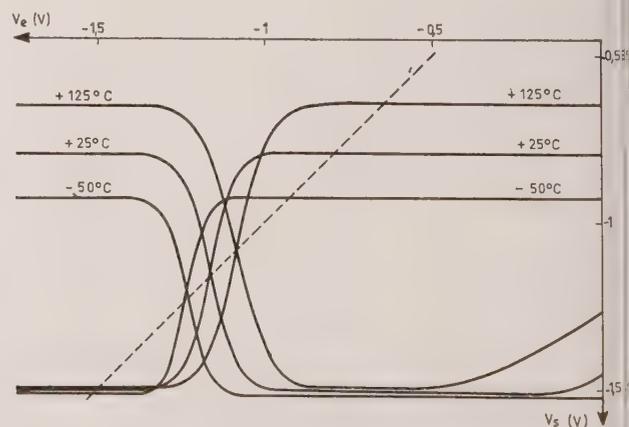


FIG. 2. — Caractéristique de transfert de la porte PEC 3 ns  $V_o(V)$  à différentes températures.

a tension d'alimentation) et que la tension de polarisation est toujours centrée par rapport aux niveaux logiques.

## 1. Etude du bistable

### 1.1. Présentation du circuit

#### 1.1.1. Choix du schéma

Les contraintes imposées pour le schéma étaient d'une part l'appartenance à la famille des portes ECL 3 ns, qui a imposé la tension d'alimentation, les niveaux logiques, la compensation en fonction de la température ; d'autre part, la compatibilité avec les bistables ECL existant (notamment Motorola) en ce qui concerne la fonction réalisée et le brochage.

Le circuit choisi est représenté sur la figure 3. C'est un bistable du type JK à liaison par capacités dont la figure 4 donne la table de vérité.

La complexité est de 46 composants répartis en 19 transistors, 15 résistances et 2 capacités.

#### 1.1.2. Analyse du schéma

Le bistable peut se décomposer en circuits élémentaires :

a) Un élément mémoire constitué par un différentiel formé par  $T_7$  et  $T_8$ ) bouclé par des émetteurs suiveurs ( $T_2$  et  $T_3$ ).

table de vérité du RS

R	S	$Q^{n+1}$
0	0	$Q^n$
0	1	1
1	0	0
1	1	ND

Les entrées JK sont statiques

table de vérité du  $\bar{J}\bar{K}$  avec horloge

$\bar{J}$	$\bar{K}$	$\bar{C}_D$	$Q^{n+1}$
0	0	0	$Q^n$
0	0	1	$\bar{Q}^n$
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	1	$Q^n$

table de vérité du  $\bar{J}_D\bar{K}_D$

$\bar{J}_D$	$\bar{K}_D$	$Q^{n+1}$
0	0	$Q^n$
0	1	0
1	0	1
1	1	$\bar{Q}^n$

toutes les autres entrées  $\bar{J}, \bar{K}$  et R,S sont au niveau "0"  
 $\bar{J}_D, \bar{K}_D$  ou  $\bar{C}_D = 1$  correspond à un front positif (0→1)  
 sur  $\bar{J}, \bar{K}$  ou  $\bar{C}$  (signal dynamique)

FIG. 4. — Tables de vérité du bistable.

b) Des émetteurs suiveurs de sortie ( $T_1$  et  $T_4$ ). Les étages de sortie différents des émetteurs suiveurs de bouclage assurent une bonne isolation du point mémoire contre les impulsions parasites pouvant apparaître sur les sorties.

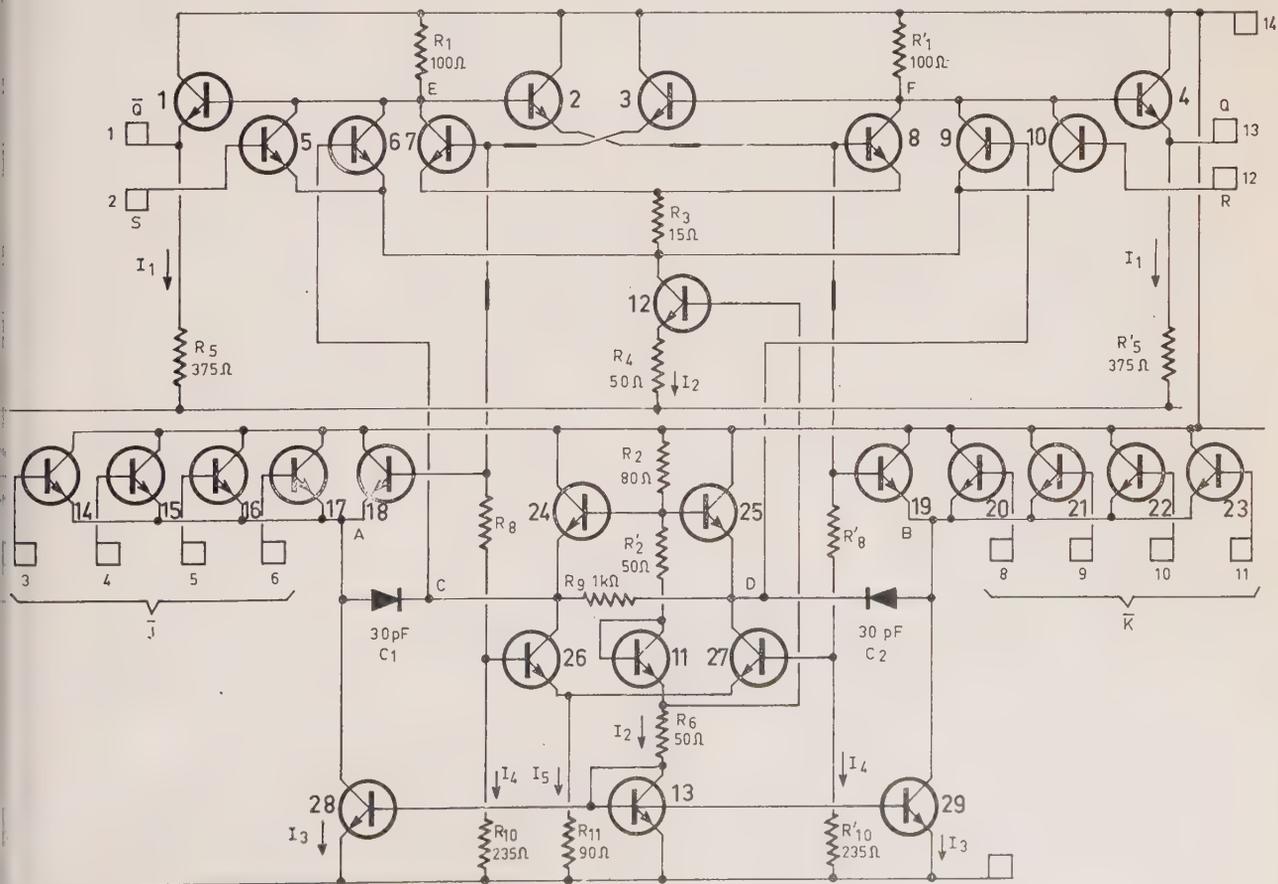


FIG. 3. — Schéma du bistable PEC 3.

c) Des transistors de commande ( $T_5, T_6, T_9$ , et  $T_{10}$ ) formant deux entrées  $R$  et deux entrées  $S$ .

Deux de ces entrées sont accessibles et constituent les commandes  $R$  et  $S$  du bistable, les deux autres sont attaquées par la partie du circuit qui réalise la fonction JK.

La résistance  $R_3$  permet d'ajuster le seuil de basculement du RS à une valeur proche de la tension de polarisation d'une porte afin d'avoir le maximum d'immunité aux parasites.

d) Deux circuits logique d'entrée « OU » à émetteurs suiveurs) constitués par  $T_{14}, T_{15}, T_{16}, T_{17}, T_{18}$  et  $T_{19}, T_{20}, T_{21}, T_{22}, T_{23}$ . Ces deux circuits réalisent la fonction « OU » entre les quatre entrées  $\bar{J}$  et la sortie  $\bar{Q}$  d'autre part.

e) Un circuit de décharge rapide des capacités ( $T_{24}, T_{25}, T_{26}$  et  $T_{27}$ ).

En déchargeant rapidement les capacités après un basculement, ce circuit permet de réduire le temps de récupération donc d'augmenter la fréquence maximale de fonctionnement.

f) Un pont de polarisation ( $T_{11}$  et  $T_{13}$ ) alimentant les trois générateurs de courant ( $T_{12}, T_{28}$  et  $T_{29}$ ) et polarisant les bases de  $T_{24}$  et  $T_{25}$ .

C'est lui qui assure une compensation en température identique à celle des portes.

### 3.1.3. Fonctionnement

La figure 5 représente les formes d'ondes simplifiées qui apparaissent en divers points du circuit lorsqu'un signal d'horloge ( $H$ ) est appliqué simultanément sur une entrée  $\bar{J}$  et une entrée  $\bar{K}$  (plots 3 et 11 par exemple).

Supposons  $Q = 0$ , si un front positif est appliqué sur l'horloge celui-ci est transmis en  $A$  par  $T_{14}$  puis

en  $C$  par la capacité  $C_1$ , ce qui fait conduire  $T_6$  et basculer le point mémoire. Le transistor  $T_{26}$  conduit alors et décharge la capacité  $C_1$ .

Les différentes constantes de temps  $\tau_1$  à  $\tau_4$  mentionnées sur cette figure ont la signification suivante :

$\tau_1$  : temps de retard apporté par les émetteurs suiveurs d'entrée.

$\tau_2$  : temps de descente d'un émetteur suiveur d'entrée.

$\tau_3$  : temps de basculement du point mémoire.

$\tau_4$  : temps de décharge de la capacité à travers différentiel constitué des transistors 26 et 27.

La fréquence maximale de division par 2 est donnée par les conditions suivantes :

$$T_1 \geq \tau_1 + \tau_3 \quad (\text{temps minimal au niveau haut})$$

$$T_2 \geq \tau_2 \quad (\text{temps minimal au niveau bas})$$

$$T \geq \tau_1 + \tau_3 + \tau_4 \quad (\text{période minimale}).$$

### 3.2. Simulation sur calculateur

Diverses simulations effectuées à l'aide du programme IMAG-II ont permis de définir la configuration optimale du circuit.

Les modèle des transistors était celui d'Ebbers Molls. Les valeurs des divers paramètres ont été déduites des mesures effectuées sur les transistors de portes PEC 3 ns.

La limitation de la complexité imposée par le programme IMAG nous a conduit à simplifier le circuit simulé. La figure 6 donne le schéma du circuit simplifié qui a servi à la simulation. On constate le remplacement des transistors  $T_{12}, T_{28}$  et  $T_{29}$  par des générateurs de courant, et la suppression des émetteurs

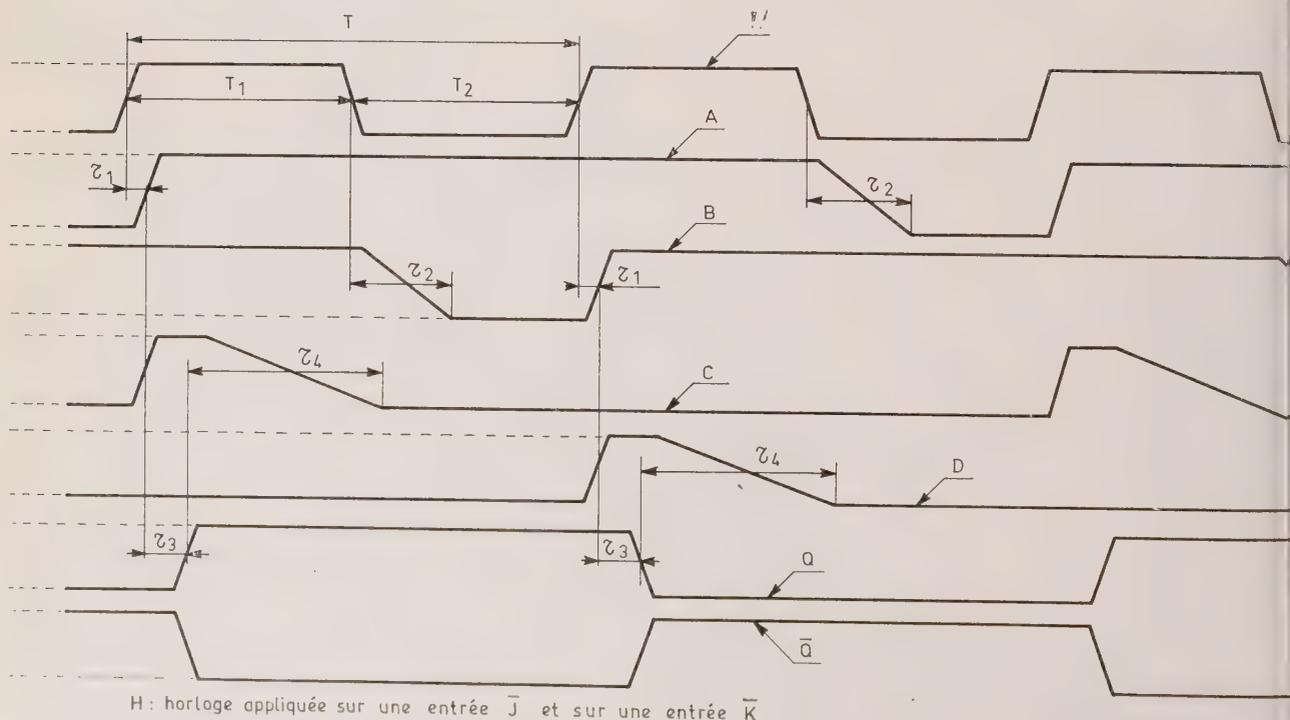


FIG. 5. Forme d'ondes simplifiées en divers points d'un bistable monté en diviseur par 2.

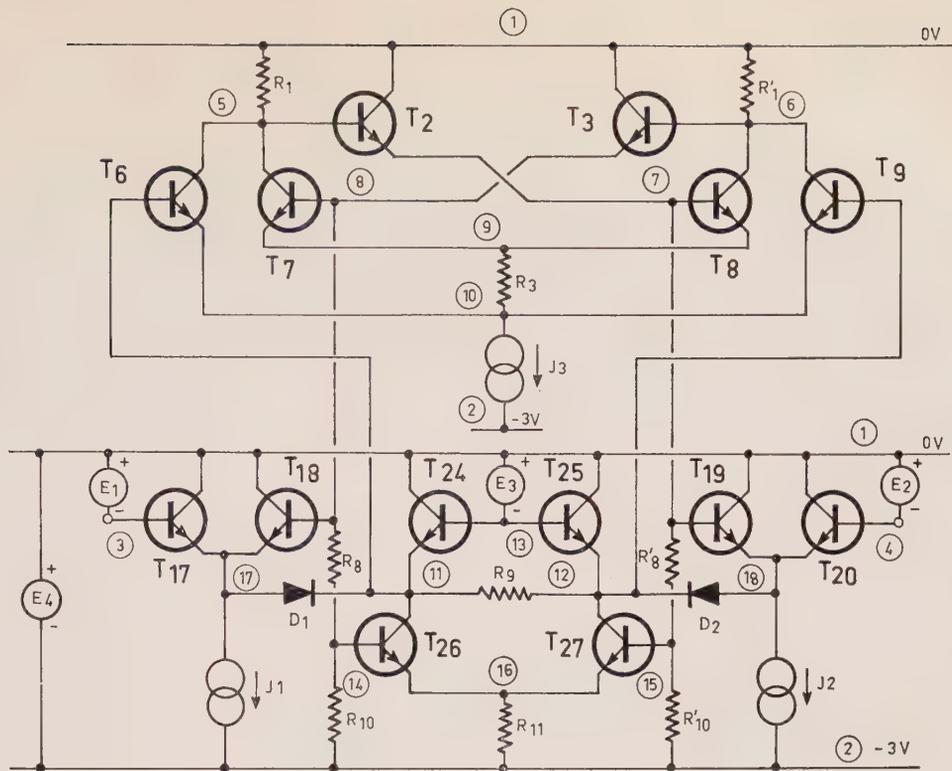


FIG. 6. — Schéma du circuit simulé sur ordinateur.

deux entrées de sortie ( $T_1$  et  $T_4$ ) des entrées  $R$  et  $S$  ( $T_5$  et  $T_{10}$ ), de 3 entrées  $J$  ( $T_{14}$ ,  $T_{15}$  et  $T_{16}$ ), de 3 entrées  $K$  ( $T_{21}$ ,  $T_{22}$ ,  $T_{23}$ ) et du pont de polarisation ( $T_{11}$ , et  $T_{13}$ ). Les capacités  $C_1$  et  $C_2$  ont été remplacées (comme dans la réalité) par les diodes  $D_1$  et  $D_2$  dont la capacité de transition est égale à 30 pF pour une tension inverse de 1 V.

La figure 7 présente la forme des signaux en divers points du circuit lorsqu'une entrée  $\bar{J}$  et une entrée  $\bar{K}$  sont sollicitées par un échelon. Sur ces courbes on

peut mesurer les valeurs des diverses constantes de temps :  $\tau_1 = 0,6$  ns,  $\tau_3 = 2,7$  ns,  $\tau_4 = 6$  ns.

La figure 8 représente les formes d'ondes lorsqu'un signal d'horloge  $H$  de fréquence 140 MHz est appliqué simultanément sur une entrée  $\bar{J}$  et une entrée  $\bar{K}$ . On peut noter que le bistable fonctionne correctement à cette fréquence. C'est cependant la fréquence limite : un essai à 155 MHz montre que le bistable ne divise plus par 2 à cette fréquence.

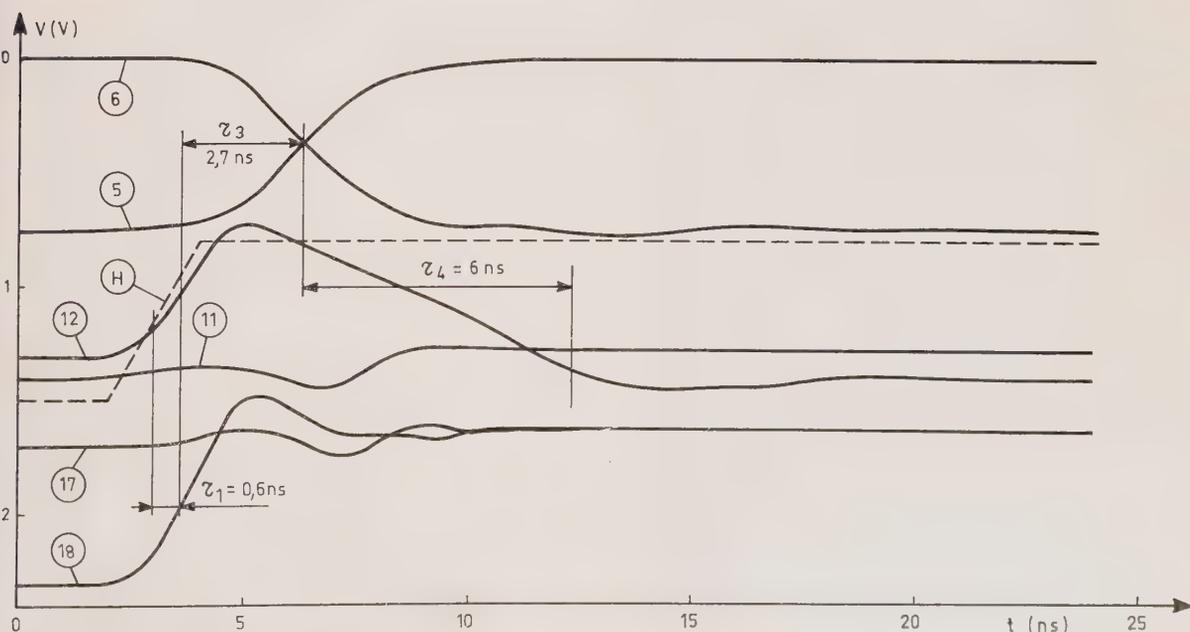


FIG. 7. — Résultat de la simulation lorsqu'un front positif ( $H$ ) est appliqué simultanément sur une entrée  $\bar{J}$  et une entrée  $\bar{K}$ .

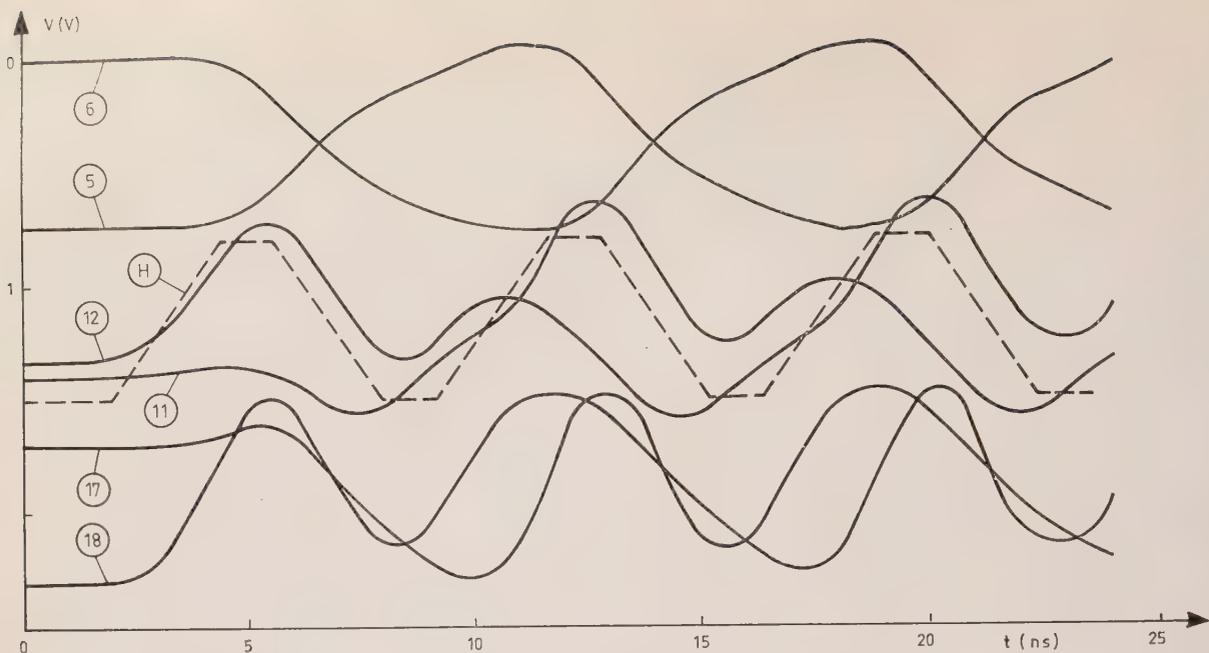


FIG. 8. — Résultat de la simulation lorsqu'un train d'impulsions à 140 MHz est appliqué sur une entrée *J* et une entrée *K* (division par 2).

### 3.3. Réalisation du bistable

#### 3.3.1. Topologie

Les contraintes topologiques sont les suivantes :

- les transistors générateur de courant ( $T_{12}$ ,  $T_{28}$ ,

$T_{13}$  et  $T_{29}$ ) doivent être regroupés au maximum afin de réduire la dispersion sur leur tension de coupure émetteur-base.

— les connexions de masse et de  $-3$  V doivent être aussi courtes et massives que possible afin de réduire les chutes de tension.

La topologie du circuit est visible sur la photo de la figure 9. La dimension du circuit hors-tout est de  $1,4 \text{ mm} \times 1,7 \text{ mm}$ .

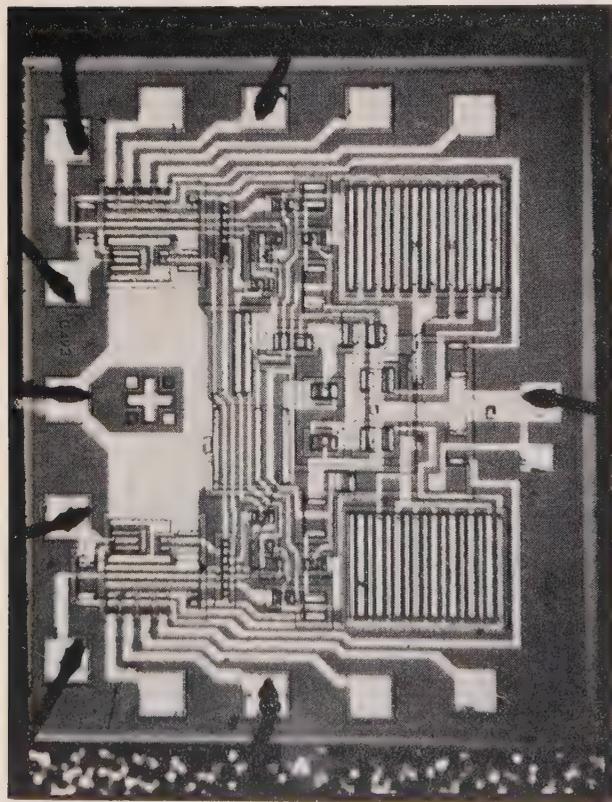


FIG. 9. — Photo du bistable PEC.

#### 3.3.2. Technologie

La technologie utilisée précédemment pour l'élaboration des portes a été largement reconduite pour la réalisation du bistable.

Nous en indiquons ci-dessous les grandes lignes :

- substrat *P* de résistivité  $\rho = 5$  à  $8 \Omega \text{ cm}$
- couches enterrées à l'arsenic
- couche épitaxiée *N*  $\left\{ \begin{array}{l} \rho = 2 \Omega \text{ cm} \\ e = 6,5 \mu \end{array} \right.$
- puits collecteur,
- diffusion des murs, des bases et des émetteurs classiques,
- résistance carrée de la diffusion de base  $150 \Omega/\square$ .

### 3.4. Résultats obtenus

#### 3.4.1. Caractéristiques statiques

- niveau logique « 0 » =  $-0,750 \text{ V}$
  - niveau logique « 1 » =  $-1,450 \text{ V}$
  - seuil du RS =  $-1,1 \text{ V}$
  - seuil du JK =  $-1 \text{ V}$
- $\left. \begin{array}{l} \text{à } 25^\circ \text{C} \\ V_a = -3 \text{ V} \end{array} \right\}$

La figure 10 donne la variation de ces tensions en fonction de la température.

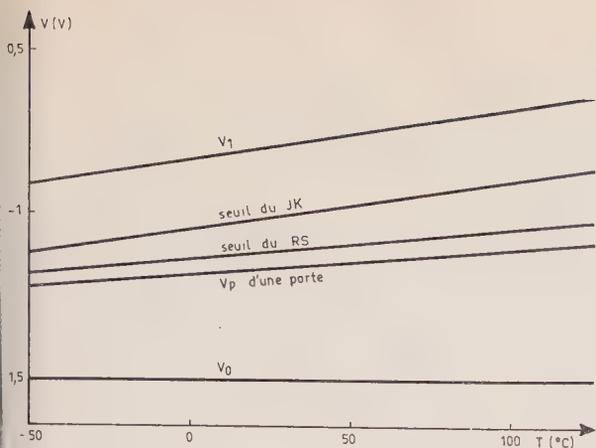


FIG. 10. — Variation des niveaux logiques et des seuils en fonction de la température.

- consommation : 50 mA
- courant d'une entrée R ou S : 120  $\mu$ A
- courant d'une entrée J ou K : 200  $\mu$ A.

#### 4.2. Caractéristiques dynamiques

- temps de propagation du RS : 4 ns
- temps de propagation du JK : 5 ns
- fréquence maximale de division par 2 : 140 MHz supérieure à 120 MHz dans toute la gamme de température (0 à 125 °C).

### Etude de la mise en œuvre de portes rapides

Le câblage d'éléments logiques rapides ou très rapides pose des problèmes d'assemblage. En effet, un ensemble important aura des dimensions telles que les temps de propagation à l'intérieur de cet ensemble ne sont plus négligeables devant le temps de propagation et le temps de montée des portes logiques. La réalisation d'une maquette comportant un grand nombre de portes nous permet de proposer une méthode d'assemblage éliminant au mieux les ennuis dus aux connexions.

#### 1. Nécessité du plan de masse

L'utilisation du plan de masse tant sur les cartes imprimées que pour l'interconnexion des cartes comporte les avantages suivants :

a) Le plan donne une bonne référence de masse pour tous les circuits. La résistance entre différents points du plan est beaucoup plus faible que si ces points étaient reliés par des bandes de faible largeur. Les variations de courant consommé qui apparaissent lors des transitoires produisent alors de très faibles variations de tension.

b) Il constitue le plan de retour pour les lignes de transmission microstrip. L'impédance des lignes ainsi obtenues est facilement déterminée. La figure 11

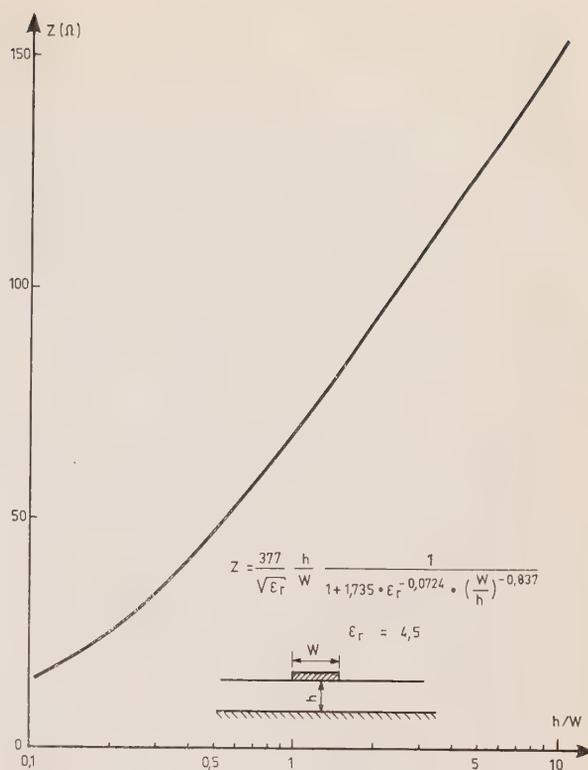


FIG. 11. — Impédance d'une ligne micro-strip.

donne les impédances obtenues pour différentes géométries de la ligne.

c) Il réduit fortement la diaphonie entre 2 lignes voisines.

#### 4.2. Lignes non adaptées

La longueur maximale de ligne non adaptée est donnée par la formule :

$$L_{\max} = \frac{V t_m}{4}$$

avec  $t_m$  : temps de montée du signal

$v$  : vitesse de propagation du signal dans la ligne considérée

$$V = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

pour le verre-époxy  $\epsilon_r = 4,5$  donc  $v = 15$  cm/ns. On obtient donc la formule suivante :

$$L_{\max} = \frac{15}{4} t_m \quad (\text{cm}) \quad (\text{ns})$$

Le temps de montée d'une porte étant fonction de la charge, la longueur maximale de ligne non adaptée sera également fonction de la charge.

Avec les lignes utilisées on obtient les longueurs suivantes :

$$\text{Sortance} = 0 \rightarrow L_{\max} = 14 \text{ cm}$$

$$\text{Sortance} = 2 \rightarrow L_{\max} = 17 \text{ cm}$$



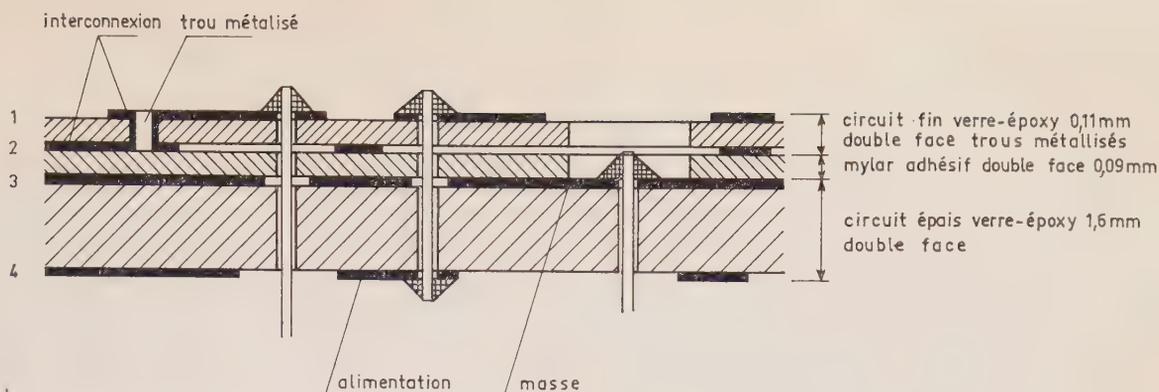


FIG. 14. — Coupe d'une carte de circuit imprimé quadruple couches.

#### 4.4. Réalisation d'une maquette

L'ensemble que nous avons réalisé est principalement constitué par un diviseur opérant sur les mots de 20 bits. Ce diviseur est construit autour d'un additionneur parallèle de 20 bits. Le grand nombre de bits permet d'avoir une fréquence d'horloge relativement basse, seules les portes travaillant à leur vitesse maximale.

##### 4.4.1. Principe du diviseur

Le schéma de principe du diviseur est donné par la figure 13 (pour 4 bits).

Les principaux éléments sont les suivants :

- additionneur parallèle
- registre à décalage RD2 avec entrée parallèle
- registre à décalage RD1 avec aiguillages  $A_i$  qui

permettent soit un simple décalage ( $c = 0$ ) soit la copie de la sortie de l'additionneur ( $c = 1$ )

— un programme câblé  $P$  qui à partir d'un ordre division génère les signaux RAZ-CHA, H et fin de division.

Le fonctionnement est le suivant :

— chargement du dividende (A) dans le registre RD2 et remise à zéro du registre RD1.

— l'additionneur effectue l'addition avec le complément du diviseur (B) ce qui revient à effectuer une soustraction.

— au coup d'horloge RD2 effectue un décalage, la retenue est mise en mémoire sur le 1<sup>er</sup> bit de RD2 et si elle est égale à 1, RD1 prend en mémoire la sortie de l'additionneur, sinon il effectue un simple décalage.

Après un nombre de coups d'horloge égal au nombre de bits, le quotient apparaît dans RD2 et le reste dans RD1.

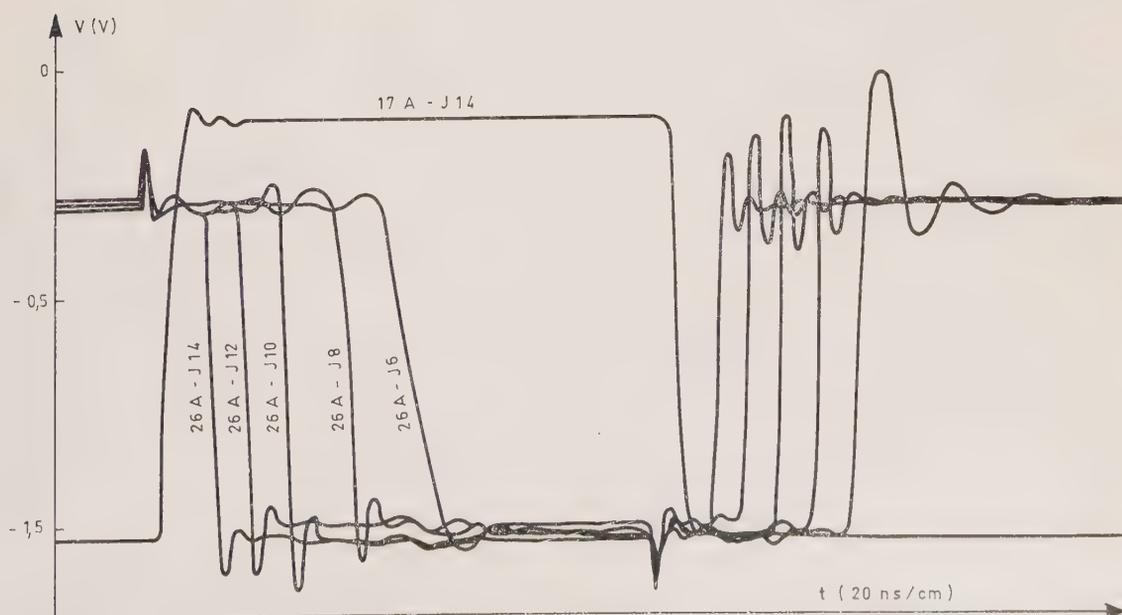


FIG. 15. — Propagation de la retenue dans un additionneur parallèle 20 bits (de 4 en 4 bits).

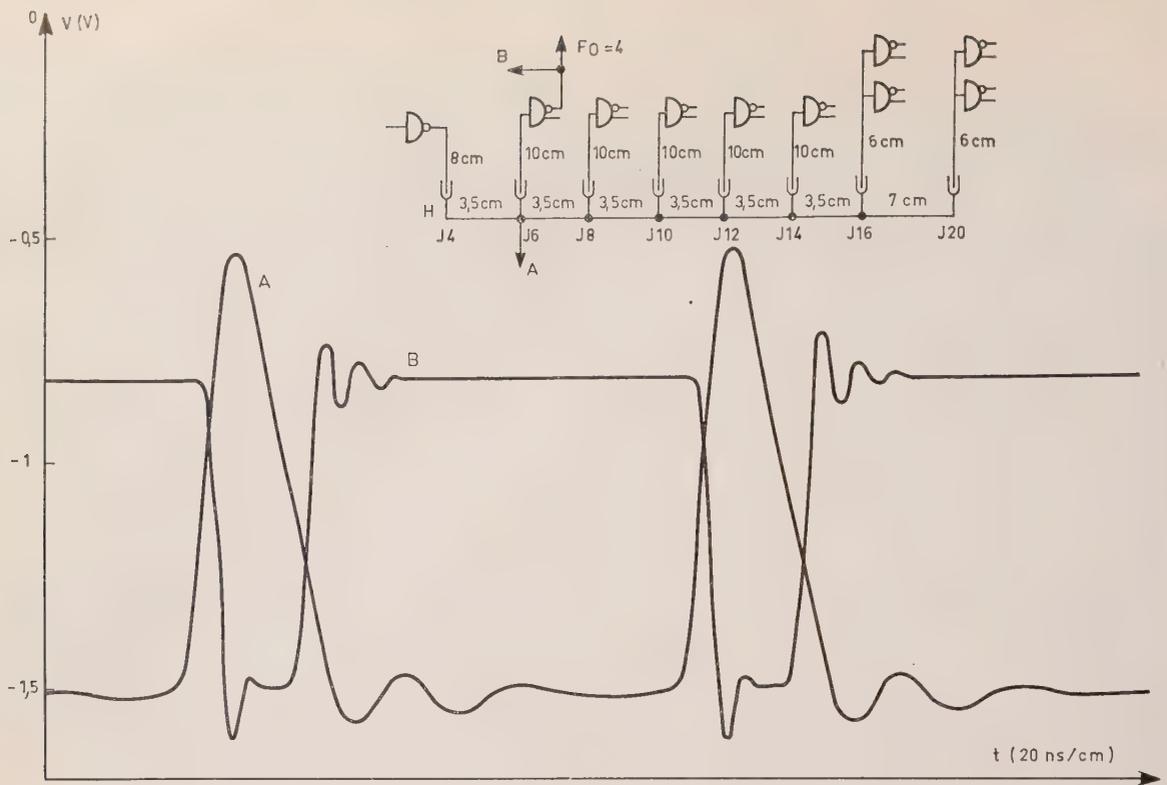


FIG. 16. — Forme du signal horloge sur le diviseur 20 bits.

#### 4.4.2. Réalisation des cartes

Les cartes de grande complexité sont du type quadruple couches : deux couches d'interconnexion, une couche plan de masse et une couche d'alimentation. La figure 14 représente la vue en coupe d'une telle carte. Elle est constituée par deux circuits imprimés double face :

- un circuit épais (1,6 mm) qui porte le plan de masse et les alimentations,

- un circuit fin (0,11 mm) qui porte les deux couches d'interconnexions reliées par des trous métallisés.

Ces deux circuits sont collés ensemble par un adhésif double face en mylar.

#### 4.4.3. Plan d'interconnexion

La liaison entre les cartes est assurée par un plan d'interconnexion en circuit imprimé. Il comporte deux couches portées par deux circuits :

- un circuit épais (1,6 mm) qui porte le plan de masse,

- un circuit fin (0,11 mm) qui porte l'interconnexion et les alimentations.

#### 4.4.4. Forme des signaux obtenus

La figure 15 montre la propagation de la retenue dans l'additionneur. Le signal est observé à la sortie de chaque carte c'est-à-dire tous les 4 bits.

Le temps de propagation total pour 20 bits est égal à 110 ns.

La figure 16 montre la forme d'onde du signal d'horloge division. On constate que bien que la ligne soit assez longue l'adaptation n'est pas nécessaire.

## 5. Conclusion

La réalisation satisfaisante des trois premiers éléments PEC 3 (double porte quatre entrées, quadruple porte deux entrées et bistable JK) permet d'envisager une rapide extension de la famille logique, les nouvelles fonctions pouvant être réalisées à partir des deux éléments de base : la porte et le bistable. La SESCOSEM a, pour sa part, déjà réalisé les deux translateurs de niveau : TTL - ECL et ECL - TTL.

La réalisation d'une maquette nous a montré que la mise en œuvre de portes de rapidité moyennes (3 ns) ne présente pas de grosses difficultés, l'adaptation des lignes étant rarement nécessaire à l'intérieur d'un tiroir.

## SICOB 1972

Une fois le spectacle terminé, les stands démontés, que reste-t-il d'un Salon comme le SICOB ? Des idées sur le futur et aussi une quantité considérable d'informations.

Le SICOB a, cette année, marqué une mutation vers le « commercial », il est vrai que la fébrilité occasionnelle provoquée par l'échéance du Salon n'a pu en effet déboucher sur des résultats techniques.

Il serait vain de vouloir en quelques lignes donner une vue complète du salon.

### INFORMATIQUE

Le Salon dans ce domaine s'est révélé essentiellement comme celui des équipements périphériques car en effet c'est dans cette direction que des progrès importants restent à faire. Il faut noter également la présence de « petits » systèmes très bien conçus dont les caractéristiques et le software sont assez étonnants :

— le modèle 620 F de VARIAN, firme peu connue en France, dispose d'un moniteur de multiprogrammation (très particulièrement orienté vers les applications en temps réel appelé VORTEX) ;

— le MITRA 15, machine attrayante a vu son volume de production réduit pour des raisons techniques. Des retards dans les livraisons sont ainsi causés, ils risquent d'avoir des effets néfastes et de ternir la réputation de la CII.

Le Multi 20 d'Intertechnique destiné aux applications en temps réel est un grand frère du Multi 8.

Le modèle 2100 de HEWLETT PACKARD est compatible avec l'excellent software des anciens systèmes 2114 et 2116. Cette particularité donne à cette machine une structure quelque peu dépassée mais nouvelle (un accumulateur et son extension, adressage non indexable).

Cette liste est très incomplète, puisqu'elle ne comporte pas les noms bien connus : de Télémécanique, Texas Instruments, Digital qui étaient également présents à cette manifestation et proposaient des modèles aux caractéristiques intéressantes.

Le concept de la microprogrammation semble s'étendre surtout pour ces « petites » machines et d'autre part l'utilisation de mémoires à semi-conducteurs semble se développer (Multi 20, 960 A de Texas Instruments, etc.).

Dans le domaine des équipements périphériques, il y a fort peu de nouveautés marquantes.

SCOTCH propose une cassette sans cabestan présentant de très bonnes performances (accélération, glissement). La cassette de type grand public prend un essor et son utilisation semble se limiter aux petits systèmes.

IBM propose un nouveau système de saisie qui porte la référence 3740. Il est constitué par un disque magnétique souple dont la structure est très voisine de celle des disques de microprogrammation des systèmes 370 et qui peut être facilement expédié par la poste. Plusieurs accessoires sont fournis : un enregistreur simple ou double poste avec écran de visualisation (3741, 3742), un conver-

teur (3747) qui permet le transfert de données sur bande magnétique. La capacité maximale de ce disque est de 250 000 caractères.

Cette firme proposait également une série de démonstrations, hors Salon, de systèmes utilisant une mémoire virtuelle. Le concept n'est pas nouveau et il est difficile de juger de son efficacité à l'heure actuelle et de ses possibilités d'application.

Une démonstration permanente de télétraitement assez exceptionnelle avait lieu au stand MDS sur une ligne spécialisée à 20 000 bauds avec un terminal lourd MDS 2400 relié à l'ordinateur UNIVAC 1108 de la STAD.

Autres particularités du Salon : les calculatrices programmables et les règles à calcul électronique.

Les règles à calcul électronique sont encore relativement chères bien que leurs caractéristiques soient intéressantes. Les calculatrices programmables dans leurs différentes versions permettent aux laboratoires scientifiques ou aux services économiques d'effectuer des traitements assez compliqués et disposent d'équipements périphériques extrêmement variés (traceurs de courbe, imprimantes, perforateurs et lecteurs de bande, cassettes magnétiques et feuilles magnétiques). Leur prix semble élevé à l'heure actuelle.

### LES TÉLÉTRANSMISSIONS

En ce qui concerne le téléphone, il nous a été permis d'imaginer ce que serait le futur car il faut bien le dire à l'heure actuelle, obtenir une communication téléphonique urbaine ou interurbaine du premier coup relève du domaine de la performance et du rêve. Beaucoup d'efforts dans ce domaine restent à faire.

Nous avons pu voir des postes à clavier, des visio-phones au nombre de 3 (CIT-ALCATEL, MATRA et enfin le nouveau venu THOMSON-CSF). D'autre part, au stand du CNET, une démonstration intitulée « Service de calcul par téléphone » (SCT) était proposée. Ce système permet en utilisant une voie téléphonique normale et un poste à clavier quelque peu modifié de transmettre des calculs à effectuer et de recevoir sous forme vocale le résultat de ces calculs. Ce système se compose d'un calculateur T 2000 de la Télémécanique qui gère en temps partagé 8 lignes entrantes et d'un disque de 32 K mots, de synthétiseurs de voix et d'un multiplexeur.

SECRE et CIT-ALCATEL présentaient des télécopieurs qui utilisent une voie téléphonique et qui permettent de transmettre des documents en quelques minutes.

LTT, la SAT et TRT exposaient une série de modems aux caractéristiques intéressantes. Il est à remarquer que ces entreprises proposent des équipements de contrôle de qualité des lignes (distorsion). Un équipement de télédiagnostic sur réseau Caducée utilisant la voie de supervision était présenté par TRT.

Ce Salon semble marquer une transition, le public se montrant de plus en plus exigeant : un certain désabusement a été perceptible. Il est vrai que l'informatique se démystifie de plus en plus et que les monopoles sont remis en cause.

### INAUGURATION SPECTACULAIRE DE L'USINE DE TEKELEC - AIRTRONIC DE PESSAC

M. ASSCHER, Président des Etablissements TEKELEC AIRTRONIC, a tenu la gageure de réunir plus de 600 personnes, dont 400 venues de Paris et de l'étranger par avion spécial, pour inaugurer l'unité de production de Pessac.

Cette entreprise que M. ASSCHER a créée voici douze ans sous le nom de TECHNIQUE ET PRODUITS n'a cessé de se développer. Assurant à l'origine la représentation de firmes américaines, elle s'est progressivement orientée vers la production et l'innovation.

Si la fabrication sous licence représente une part non négligeable de l'activité de la Société, la production de

matériels et composants originaux ne cesse de croître. L'usine de Pessac témoigne de cette évolution.

Cette usine que les invités ont dû, hélas, parcourir au pas de course produit des composants (condensateurs au tantale, transistors à effet de champ, condensateurs ajustables) et des sous-ensembles et appareils de mesures. Sa situation lui permettra sans doute de bénéficier d'une part de l'apport de matière grise de l'Université de Bordeaux et d'autre part des avantages de l'implantation en zone industrielle.

La qualité et le service ont donné aux Etablissements TEKELEC AIRTRONIC une image de marque dont elle peut être fière et qu'aucun discours de félicitation ou « d'autofélicitation » ne pourra ébranler.

## Nouveautés techniques

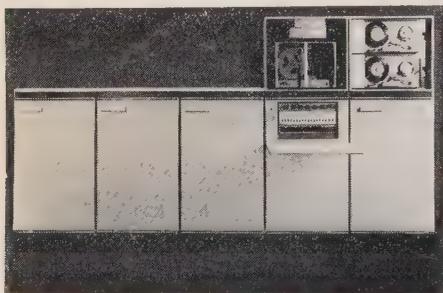
### SYSTÈME DE TÉLÉCOMMUNICATIONS TÉLÉPHONIQUE CGCT MODÈLE ITT710

Ce système permet de transmettre la parole et les données sur le réseau téléphonique de l'entreprise.

Il achemine les données, organise les files d'attente et les mémorise ce qui décharge l'ordinateur central. D'autre part le nombre d'équipements terminaux que l'on peut connecter ne présente pas de limite.

Le système comprend les trois sous-systèmes suivants :

- le calculateur (mots de 16 bits ; taille maximale de la mémoire : 16 Kmots ; cycle mémoire : 960 ns) ;
- le sous-système de connexion de données ;
- le sous-système de gestion du trafic des données.



CGCT : 251, rue de Vaugirard - 75015-Paris.  
Tél. 828.25.70.

### TRANSFORMATEUR DE FOURIER ELSYTEC MODÈLE 306 HFFT

Ce nouveau transformateur de Fourier câblé permet le calcul de la transformée de Fourier rapide direct ou inverse. Il est équipé d'un mini-ordinateur GENERAL DATA dont la taille de la mémoire peut se situer entre 4 Kmots et 32 Kmots. La durée d'acquisition et de traitement est de 18 ms pour 4 024 points d'entrée.

ELSYTEC (Etats-Unis). Représentation en France : SIEL : 152, Champs-Élysées, 75008-Paris. Tél. 359.62.71.

### TABLE A DESSINER ÉLECTROSENSIBLE ET UNITÉ DE VISUALISATION ASSOCIÉE WDV MODÈLE 1833 G

Cette table à dessiner est destinée à la saisie rapide et à la transmission de données. Les applications de ce dispositif intéressent la conception assistée par ordinateur, la biologie, la météorologie, la cartographie, etc.

#### Caractéristiques

dimensions de la partie électro-sensible :  
512 / 512 mm ;

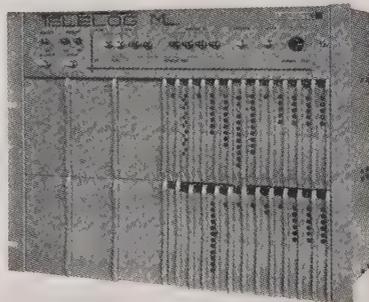


- résolution : 0,5 mm, vitesse d'écriture : 1 m/s ;
- saisie de données : TTL parallèle avec mémoire tampon sur 2 x 10 bits ;
- zéro du système : centre, haut ou bas (droite ou gauche).

Wissenschaftliche Daten - Verarbeitung  
8046 Garching bei Hunchen, Zeppelinstrasse 11  
(Allemagne Fédérale).

### SYSTÈME DE TÉLÉTRANSMISSIONS INDUSTRIELLES LEPAUTE MODÈLE TELELOG M

Le système de télétransmission TELELOG M est destiné à la conduite centralisée à grandes distances, manuelle ou automatique, des installations pour lesquelles le volume d'informations à véhiculer est important, tels les ensembles de commande et de contrôle centralisé de processus, les équipements de surveillance et de régulation de trafic, la surveillance d'alarmes, la centralisation de mesure.



#### Caractéristiques

- liaison par paire téléphonique ;
- fonctionnement : Alternat ou Duplex ;
- multiplexage de fréquence possible ;
- modulation par déplacement de fréquence ou en bande de base ;
- vitesse 50 à 20 000 Bd ;
- structure réseau : point à point, en ligne, en étoile ou structure hybride ligne-point ;

— format utile : 8, 16, 24 bits (ou multiples de 8) ;

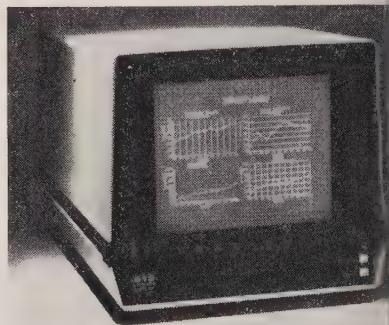
— température : 0 à 50 °C.

Renseignements : LEPAUTE : 63, bd Bea...  
75017 Paris. Tél. 627.95.09.

### MONITEUR DE VISUALISATION A MÉMOIRE TEKTRONIX MODÈLE 613

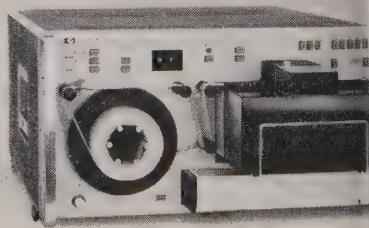
Le moniteur de visualisation à mémoire modèle 613 est destiné à être utilisé comme péteur des informations apparaissant sur l'écran d'un terminal. Il est équipé d'un tube cathodique à mémoire et à écran plat de 28 cm de diagonale.

TEKTRONIX : Z.I. de Courtabœuf, B.P. 11  
91401 Orsay. Tél. 907.78.27.



### PERFORATRICE DE BANDE HEWLETT-PACKARD MODÈLE 3489 A

Cette nouvelle perforatrice de bande est particulièrement étudiée pour l'acquisition de données « hors ligne ». Elle est dotée de singularités intéressantes : la numérotation des lignes et la commande d'échantillonnage. Les caractères peuvent être programmés sur une carte à diode : ASCII/ISO, EBCDIC, EBCDIC, etc.



CCITT, etc. Une carte permet la perforation de caractères en provenance d'un calculateur ou une autre la perforation d'une information en temps. La vitesse de perforation est de 70 caractères/s.

HEWLETT-PACKARD France : B.P. 6, Courcouronnes, Orsay. Tél. 907.78.25.

**SYSTÈMES DE SAISIE DE DONNÉES INFOREX 1301/1302**

ces systèmes de saisie de données INFOREX comportent des postes de travail et une unité de contrôle :

l'unité de contrôle est constituée par un lecteur spécialisé fonctionnant en time share d'une mémoire intermédiaire à disques et d'un dérouleur de bande magnétique 9 pistes ; 556, 800 ou 1 600 bpi ;

le poste de travail comporte un écran de visualisation et un clavier.



ces systèmes disposent de nombreuses options et permettent de résoudre les problèmes particuliers.

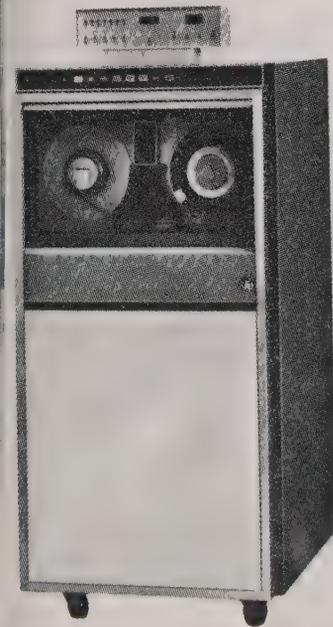
INFOREX : 9, rue du Commandant Pilot, Neuilly. Tél. 747.83.01.

**« POOLER » AUTONOME MDS 6422**

ce système permet de résoudre de façon économique et rapide les problèmes de conversion d'appoint magnétique 7 ou 9 pistes, 200, 556, et 1 600 bpi.

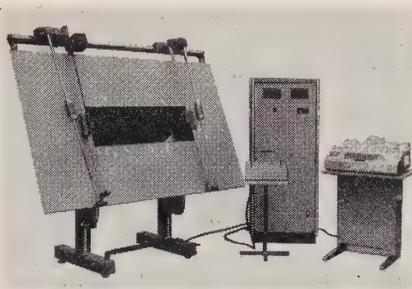
il comporte une mémoire de 2 K octets. La coupe de conversion se compose du « pooler » 6422 et d'un ou deux Data Recorders.

DS France : 90, Champs-Élysées, 8 Paris. Tél. 225.30.70.



**LECTEUR DE COURBES D-MAC MODÈLE MINMAC « ALLONGÉ »**

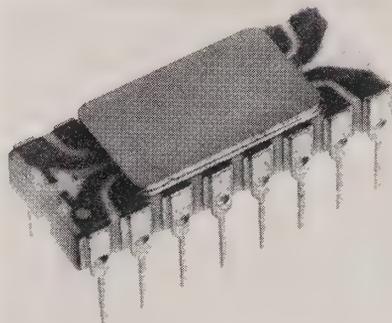
Ce lecteur de courbe destiné à la saisie rapide de données présente une surface utile pouvant atteindre 152 x 106 cm, la surface standard de conversion numérique étant de 48 x 48 cm.



D-MAC : 7 Amersham Hill, High Wycombe Bucks (Angleterre).

**NOUVELLE MÉMOIRE PROM INTEL MODÈLE 3601**

Cette PROM (mémoire programmable à lecture seulement) associe deux techniques de production bien connues : la technologie Schottky bipolaire et le dépôt de silicium polycristallin. La durée et le temps de montée de l'impulsion de programmation n'est plus critique et on peut programmer les 1 024 bits de cette mémoire en une seconde seulement. Cette mémoire à jonction en silicium présente un temps maximal d'accès de 70 ns et peut être programmée à partir du programmeur automatique 7 600 C.



INTEL (USA)

Représentation en France : TEKELEC-AIRTRONIC, cité des Bruyères, rue Carle-Vernet, 92 Sèvres. Tél. 626.02.35.

**CONNECTEURS MODÈLE « SHV »**

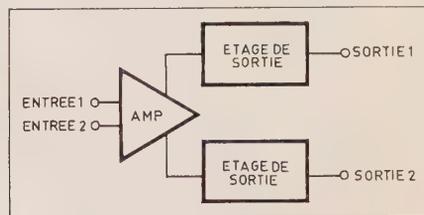
Ces connecteurs conformes aux normes NIM (Nuclear Instrumentation Module) et MIL G 45204 type II classe 2 sont recommandés pour l'emploi dans les circuits impulsions des accélérateurs linéaires et toutes les utilisations jusqu'à 10 kV.

OTTAWA Electronique : 37 bis, rue Gauthey, 75017 Paris. Tél. 228.38.30.



**COMPARATEUR DIFFÉRENTIEL DE TENSION FAIRCHILD MODÈLE μ A 760**

Ce nouveau dispositif haute vitesse comprend un amplificateur différentiel suivi de deux amplificateurs de sortie identiques. Compatible avec la logique TTL, ce comparateur est alimenté par une tension symétrique allant de ±4,5 à ±6,5 V.



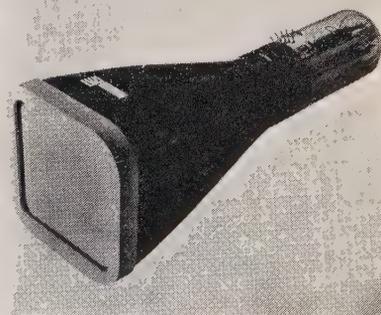
Le circuit μ A 760 trouve des applications dans les convertisseurs analogique-digital rapides, les détecteurs rapides, le codage de phase, les systèmes modulés, etc.

FAIRCHILD France : 11, rue Sainte-Félicité, 75015 Paris. Tél. 828.84.94.

**TUBE CATHODIQUE A MÉMOIRE ENGLISH ELECTRIC VALVE MODÈLE E 716 A**

Ce tube à écran carré présente les caractéristiques suivantes :

- écran carré : 10 x 10 cm,
- diamètre du point lumineux : 0,4 mm,
- vitesse d'inscription : 1 cm/μs,
- sensibilités : axe X : 13,5 V/cm ; axe Y : 7 V/cm.

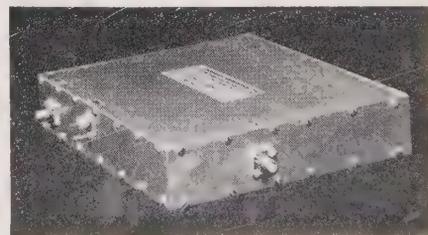


ENGLISH ELECTRIC VALVE (Angleterre).

Représentation en France : SEIEM - Division Tubes Electroniques, 8, rue Polonceau, 75881 Paris, cédex 18. Tél. 076.41.39. Téléc 29 269.

**AMPLIFICATEUR LINÉAIRE MDP MODÈLE LWA 105-2**

Cet amplificateur large bande fonctionne en classe A.



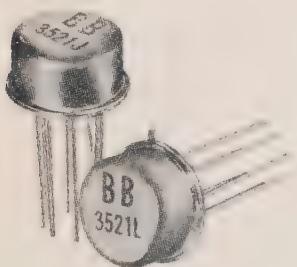
### Caractéristiques

- gamme de fréquence : 100 - 500 MHz,
- puissance de sortie à 1 dB ; 1 W,
- gain : 40 dB,
- bruit maximal : 10 dB,
- taux d'harmoniques minimal : -20 dB,
- alimentation : +20 V (1,2 A).

MICROWAVE POWER DEVICES, Inc : 556 Peninsula Blvd Hempstead, N.Y. 11550 (USA).

### AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL A FAIBLE DÉRIVE BURR BROWN MODÈLE 3521 S

Cet amplificateur est caractérisé par une très faible dérive.



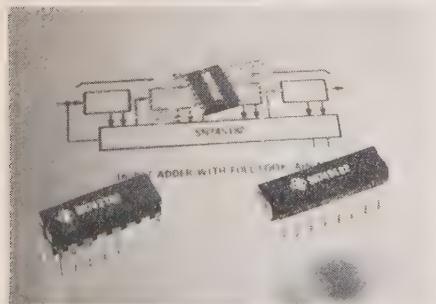
### Caractéristiques

- dérive :  $1 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ,
- tension d'offset initiale : 250  $\mu\text{V}$  max,
- courant de polarisation : 10 pA max,
- rejet de tension en mode commun : 90 dB,
- tension d'alimentation :  $\pm 5$  à  $\pm 20$  V.

BURR BROWN : International Airport Industrial Park, Tucson, Arizona 85706 (USA).

### CIRCUIT DE PROPAGATION ANTICIPÉE DE RETENUE TEXAS INSTRUMENTS SN 74 S 182

Ce nouveau circuit réalisé en technologie Schottky permet d'obtenir l'additionneur-soustracteur le plus rapide en TTL lorsqu'il est associé à l'unité arithmétique et logique SN 74s/181. On peut ainsi réaliser une addition de 16 bits en 19 ns.

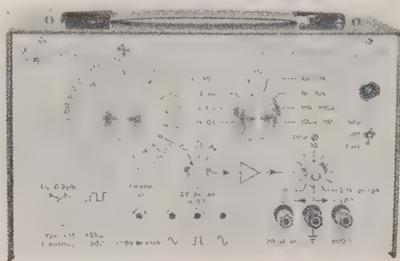


Ce circuit peut être également utilisé pour la propagation de retenue dans les compteurs synchrones.

TEXAS INSTRUMENTS France : 379, av. G1-de-Gaulle, 92140 Clamart. Tél. 647.07.97.

### LE GÉNÉRATEUR DE FONCTIONS MODÈLE TWG 501

- gamme de fréquence de 0,009 Hz à 1,1 MHz,
- signaux sinusoïdaux, triangulaires, carrés,
- 7 sorties simultanées,



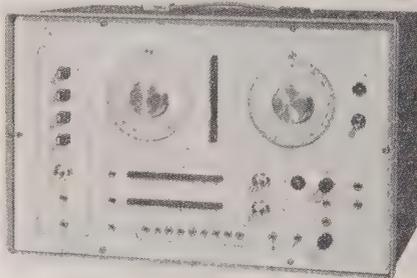
- signal maximal de sortie : 20 V, 20 mA,
- temps de montée du signal carré : 15 ns,
- commande de fréquence à l'aide d'une tension extérieure (VCF).

FEEDBACK (Angleterre)

Représentation en France : SEINA : 40, rue de Meudon, 92 Boulogne. Tél. 605.00.85.

### LE GÉNÉRATEUR DE FONCTIONS A PHASE VARIABLE MODÈLE TWG 500

- gamme de fréquence de 0,008 Hz à 120 kHz,
- signaux sinusoïdaux, triangulaires, carrés à 0° et 90°,
- sortie sinusoïdale à phase variable de façon continue,
- 12 sorties simultanées,



- 2 sorties de puissance 40 V max. sous 100 mA,
- commande de fréquence à l'aide d'une tension extérieure,
- possibilité de déclenchement automatique et manuel,
- délivrance de trains de signaux.

FEEDBACK (Angleterre).

Représentation en France : SEINA : 40, rue de Meudon, 92 Boulogne. Tél. 605.00.85.

### PHASEMÈTRE ULTRA RAPIDE LEANORD MODÈLE PM 300

Cet appareil destiné à l'analyse de phase présente un temps de réponse égal à la période du signal.

### Caractéristiques

- bande passante 300 Hz - 300 kHz,
- sensibilité 200 mV à 2 V,
- impédance d'entrée : 300 k $\Omega$ ,
- précision :  $\pm 1$  % à  $\pm 180^\circ$ ,
- sortie analogique de la valeur de la phase,
- sortie analogique du module.

LEANORD : 236, rue Sadi-Carnot, 59320 Bourdin. Tél. 50.43.00.



### GÉNÉRATEUR DE SIGNAUX VHF-

Le nouveau générateur de signaux METRICS modèle 750 fournit des signaux UHF avec des modulations combinées en amplitude, en fréquence et en impulsions.

La gamme de fréquence s'étend de 9,5 à 520 MHz.

La lecture de fréquence s'effectue par ce lecteur incorporé, affichant 5 chiffres significatifs par diodes électroluminescentes. La modulation de fréquence peut être utilisée indépendamment des autres types de modulation ou conjointement avec la modulation d'amplitude ou d'impulsions.



Les principales caractéristiques sont :

- Gamme de fréquence : 9,5 MHz à 520 MHz,
- Excursion de fréquence : 0 à 300 kHz,
- Niveau de sortie : 0,1 V à  $\mu\text{V}$  eff. 50  $\Omega$ .

Les circuits de ce générateur sont entièrement à état solide.

SPEKTRIX : 31, boulevard du 11-Novembre 1918, 95 Herblay. Tél. 978.17.48.

### NOUVEAU PHOTO-COUPLEUR RAPIDE

MONSANTO annonce un nouvel opto-coupleur à phototransistor plus rapide que les coupleurs de ce type actuellement sur le marché.

Le photo-coupleur type MCT 2 F a un gain-bande passante de 600 kHz, les temps de montée et de descente typiques étant de 2 ns.

Parmi les applications on peut citer :

- interfaces calculateurs,
- récepteurs de lignes téléphonique/graphique,
- déclenchement des thyristors rapides,
- isolateurs pour logique numérique.

RTF : 73 av. Charles-de-Gaulle, 92 Neuilly-sur-Seine. Tél. 722.70.40.

## LECTEUR PHOTO-ÉLECTRIQUE RAPIDE

Le lecteur photo-électrique TALLY type 100 est équipé d'un entraînement par roue dentée et permet une vitesse en pas à pas de 10 caractères par seconde et une vitesse en continu de 0-500 caractères par seconde. La vitesse de rembobinage est de 1 500 caractères par seconde.



12, rue de Sébastopol, 92 Courbevoie.  
Tél. 33.67.81.

## Références et Colloques

### NUCLEX 72

Bâle 16 - 21 octobre 1972

Foire internationale des Industries Nucleaires qui se tiendra à Bâle comportera une importante exposition de matériels et d'équipements et sera complétée par une série de conférences et d'études qui traiteront des sujets suivants :

Les réacteurs refroidis à l'eau pressurisée, les performances et l'amélioration des composants.

Les réacteurs refroidis au gaz, les performances et l'amélioration des composants.

Les réacteurs refroidis à l'eau bouillante, les performances et l'amélioration des composants.

Les réacteurs modérés à l'eau lourde, les performances et l'amélioration des composants.

Les combustibles nucléaires - les expériences, les désirs des producteurs d'électricité, les systèmes de turbine à vapeur ou à gaz - l'amélioration des performances.

Les réacteurs surgénérateurs rapides - l'état actuel du développement, le comportement opérationnel des piles - prototypes et les perspectives économiques.

Les progrès dans l'application des radio-isotopes et des accélérateurs au contrôle des réacteurs.

Les progrès dans l'application des radio-isotopes et des accélérateurs au contrôle des réacteurs.

Les progrès dans l'application des radio-isotopes et des accélérateurs au contrôle des réacteurs.

Les progrès dans l'application des radio-isotopes et des accélérateurs au contrôle des réacteurs.

Les progrès dans l'application des radio-isotopes et des accélérateurs au contrôle des réacteurs.

Les progrès dans l'application des radio-isotopes et des accélérateurs au contrôle des réacteurs.

Les progrès dans l'application des radio-isotopes et des accélérateurs au contrôle des réacteurs.

Les progrès dans l'application des radio-isotopes et des accélérateurs au contrôle des réacteurs.

Les progrès dans l'application des radio-isotopes et des accélérateurs au contrôle des réacteurs.

Les progrès dans l'application des radio-isotopes et des accélérateurs au contrôle des réacteurs.

Les progrès dans l'application des radio-isotopes et des accélérateurs au contrôle des réacteurs.

Les progrès dans l'application des radio-isotopes et des accélérateurs au contrôle des réacteurs.

Les progrès dans l'application des radio-isotopes et des accélérateurs au contrôle des réacteurs.

Mardi 28 novembre

9 h 30 - Ouverture solennelle par M. L.-J. LI-BOIS (PTT) et allocution d'introduction par M. W. L. PRITCHARD (Intel-sat)

10 h - Séance A : les systèmes

14 h 30 - Séance B : transmission à plusieurs porteuses

18 h - Table ronde consacrée au système SPADE

Mercredi 29 novembre

9 h 15 - Séance C : problèmes de transmission

14 h - Séance D : équipements à accès multiple à répartition dans le temps (AMRT/TDMA)

18 h - Table ronde consacrée aux systèmes AMRT

Jeudi 30 novembre

9 h 15 - Séance E : traitement du signal en bande de base

13 h 45 - Séance F : télévision

15 h 30 - Séance G : système d'avant garde

17 h 45 - Allocution de clôture par M. M. PONTE (SEE)

Rappelons que ce Colloque, placé sous le patronage de la SEE (DERT) et du Consortium international de télécommunication par satellite (INTELSAT) est organisé par la Fédération nationale des industries électroniques (FNIE) et l'Union des associations techniques internationales (UATI).

Le programme détaillé a été publié dans le numéro d'août 1972 de l'Onde électrique (p. 282). Les bulletins d'inscription peuvent être demandés au Secrétariat du Colloque, 16, rue de Presles, 75740 Paris, cédex 15. (Tél. (1) 273.24.70, Télex 26941 F = Findelec Paris).

## NOUVELLE SOCIÉTÉ DE DIFFUSION

La Société INSTRUMENTS MARKETING qui vient d'être nouvellement créée a pour objet la commercialisation d'appareils de mesures d'origine anglo-saxonne intéressant les domaines de la thermo-électricité, de l'électronique, de la pneumatique et de l'aéronautique.

Les marques représentées à l'heure actuelle sont : APT, CROPICO, EXEL, FYLDE, HASS, IDEAL - AEROSMITH, LEVELL, ORBIT, TEMPARTRON, VOLUMETRICS, WEIR.

INSTRUMENTS MARKETING : 21, rue Jean-Bart, 92400 Courbevoie. Tél. 333.66.35.

## PRISE DE PARTICIPATION

Les Etablissements TRANCHANT ELECTRONIQUE viennent de prendre une participation de 50 % dans la Société SECO-NOVEA qui fabrique des condensateurs électro-chimiques. A la suite de cette participation, la raison sociale de cette dernière Société devient TRANCHANT-NOVEA : elle comprend trois usines et emploie au total 140 personnes.

TRANCHANT ELECTRONIQUE : 19-21, rue Madame-de-Sanzillon, 92111 Clichy. Tél. 270.22.55

## CHANGEMENT D'ADRESSE

Les Ets CHARLES BALLOFFET qui importent un certain nombre de matériels et matériaux

destinés à l'électronique (câbles, circuits imprimés, verres électroniques, alliages) font part de leur changement d'adresse.

Nouvelle adresse : 1, rue Brunel, 75017 Paris.  
Tél. 755.69.81 et 82.

## ACCORD DE DISTRIBUTION ENTRE IER ET DATA INTERNATIONAL

Les Etablissements IER et Data International Corporation annoncent la signature d'un accord selon lequel la distribution exclusive pour la France du lecteur de marques DECISION OMR 650 se trouve confiée à IER.

IER : 12, rue de Sébastopol, 92400 Courbevoie. Tél. 333.67.81.

L'Union Internationale des Télécommunications annonce la publication de la 5<sup>e</sup> édition trilingue (français, anglais, espagnol) de la liste alphabétique des indicatifs d'appel des stations autres que les stations d'amateur, les stations expérimentales et les stations du service mobile maritime. Cet ouvrage comporte :

— un tableau d'attribution des séries internationales d'indicatifs,

— un tableau donnant la forme des indicatifs d'appel assignés par chaque administration à ses stations d'amateur et à ses stations expérimentales,

— la liste alphabétique des indicatifs d'appel des stations autres que les stations d'amateur ; les stations expérimentales et les stations du service mobile maritime.

UIT : place des Nations, CH 1211 - Genève 20 (Suisse).

## NOUVEAU CATALOGUE UNITRODE

UNITRODE vient de faire paraître un nouveau catalogue de semi-conducteurs qui contient notamment un certain nombre de produits qui ont bénéficié de récents progrès : les transistors unijonction programmables, les transistors Darlington de puissance, transistors et thyristors à enrobage plastique, etc.



UNITRODE Corp (USA) : 580 Pleasant Street, Watertown Mass 02172.

# L'ESPACE ET LA COMMUNICATION

2 volumes  
1112 pages

texte intégral des conférences sur le  
**COLLOQUE INTERNATIONAL SUR  
L'ESPACE ET LA COMMUNICATION  
PARIS 1972**

Placé sous le patronage de la Fédération Nationale des Industries Électroniques (FNIE), et du Centre National d'Études Spatiales (CNES), ce colloque était organisé par l'Union des Associations Techniques Internationales (UATI) et par la Société Française des Électroniciens et des Radioélectriciens (SFER).

Plus de 500 participants appartenant à plus de 25 pays ont suivi les 112 conférences qui y ont été prononcées et qui sont publiées dans les deux ouvrages.

Le but de ce colloque était de traiter des problèmes techniques posés en radioélectricité et en électronique par la communication, problèmes découlant de l'utilisation directe des systèmes spatiaux comme moyen de communication ou de leur emploi pour d'autres applications.

Le lecteur trouvera dans ces deux volumes les thèmes suivants :

- Radiodiffusion sonore et visuelle.
- Aide à la navigation : systèmes, sous-ensembles.
- Télécommunications : évolution et description des systèmes, accès multiples, stations terriennes.
- Observation : météorologie, géodésie, localisation, ressources terrestres.
- Fiabilité et technologie des composants.
- Composants à usage général, composants de puissance pour hyperfréquence.
- Traitement de l'information.
- Antennes embarquées.

Ce colloque fait ainsi le point des travaux concernant les systèmes de radiocommunication spatiale, qui viennent s'ajouter aux moyens existants et ouvrent de larges perspectives sur les techniques futures de la Communication dans son acception la plus générale.

Ces deux ouvrages se doivent donc de figurer en bonne place dans toutes les bibliothèques. Ils sont indispensables aux ingénieurs, techniciens des industries concernées par l'Espace et la Communication.

- Deux volumes brochés 15×24 cm
- 1112 pages, nombreuses illustrations
- Prix pour l'ensemble des deux volumes, en librairie : 120 F
- Les deux volumes expédiés en port recommandé pour la France : 126 F
- Les deux volumes expédiés en port recommandé pour l'Étranger : 127,50 F

## BON DE COMMANDE

(à recopier ou à coller sur le volet de votre CCP ou à joindre à votre chèque bancaire. Envoi aux Éditions Chiron).

Veillez m'envoyer les deux tomes du

### COLLOQUE INTERNATIONAL SUR L'ESPACE ET LA COMMUNICATION

pour la somme de ..... F (port compris) que je règle par :

- virement au CCP 53-35 PARIS
- chèque bancaire ci-joint
- mandat postal ci-joint

Nom .....

Adresse .....

.....

.....

Date

Signature

ÉDITIONS CHIRON, 40, rue de Seine PARIS-6<sup>e</sup> - CCP PARIS 53-35

# électronique et aviation civile

2 volumes

1 120 pages

texte intégral des conférences sur le  
**COLLOQUE INTERNATIONAL  
ÉLECTRONIQUE ET AVIATION CIVILE  
PARIS 1972**

Placé sous le haut patronage du Ministre des Transports et du Secrétaire Général à l'Aviation Civile, ce colloque était organisé par l'Union des Associations Techniques Internationales (UATI), la Société des Electriciens, des Electroniciens et des Radioélectriciens (SEE/DERT), avec le concours du Service Technique de la Navigation Aérienne (STNA) et placé sous le patronage de la Fédération Nationale des Industries Electroniques (FNIE).

Plus de 500 participants ont suivi les 99 conférences qui ont été prononcées et qui sont publiées dans les deux volumes.

Le but de ce colloque était d'examiner les moyens et systèmes électroniques aptes à servir l'Aviation Civile et les nouveaux développements envisagés pour chacun de ces systèmes, de traiter des différents problèmes techniques et opérationnels que pose leur mise en œuvre.

Le lecteur trouvera dans ces deux volumes les thèmes suivants :

- ▶ Télécommunications
- ▶ Radar et contrôle du trafic aérien
- ▶ Navigation
- ▶ Fiabilité-Sécurité
- ▶ Atterrissage
- ▶ Pilotage

Ce colloque a donc permis une confrontation des diverses parties intéressées : administrations, compagnies de navigation aérienne, avionneurs et constructeurs d'équipements électroniques.

- Deux volumes brochés 15×24 cm
- 1 120 pages, nombreuses illustrations
- Prix pour l'ensemble des deux volumes, en librairie : 130 F
- Les deux volumes expédiés en port recommandé, pour la France : 137,15 F
- Les deux volumes expédiés en port recommandé, pour l'Étranger : 137,35 F.

## BON DE COMMANDE

(à recopier ou à coller sur le volet de votre CCP ou à joindre à votre chèque bancaire. Envoi aux Éditions Chiron).

Veuillez m'envoyer les deux tomes du

### COLLOQUE INTERNATIONAL ÉLECTRONIQUE ET AVIATION CIVILE

pour la somme de ..... F (port compris) que je règle par :

- virement au CCP 53-35 PARIS
- chèque bancaire ci-joint
- mandat postal ci-joint

Nom .....

Adresse .....

.....  
.....

Date

Signature

ÉDITIONS CHIRON, 40, rue de Seine PARIS-6° - CCP PARIS 53-35



## INDEX DES ANNONCEURS

	Pages		Pages
ALCATEL .....	4° c.	PHILIPS INDUSTRIE .....	XVII - XVII
AMPEX .....	XIII	PHOTOGAY ... ..	XXIV
BUREAU DE LIAISON .....	IX - X	QUARTZ & ELECTRONIQUE .....	XIV
EAI .....	I - XXV	RCA .....	IV - V
FERISOL .....	1 <sup>re</sup> et 2° c.	RTF .....	VI - VII
FONTAINE .....	XII	SALIES .....	XIV
GENERAL RADIO .....	3° c.	SCHNEIDER .....	I
ITT METRIX .....	VII	SILICONIX .....	XV
JEANRENAUD .....	XX	SPI-ITT .....	XXI
LMT .....	XIX	TELEC .....	XX
LTT .....	VI - VIII - X	TEKTRONIX .....	XX
MARCONI INSTRUMENTS .....	XXIII	TRANCHANT .....	XII - XV - XX
		WESTINGHOUSE ELECTRIC .....	XXV

### Sommaire de l'Onde Electrique, n° 52-10, novembre 1972

(sous réserve de modifications de dernière heure)

- Matrices de photodétection à semiconducteur pour lecture de mémoire holographique, M. THIRÉ.
- Une famille de mémoires à tores de ferrite, M. NICOT.
- Mémoires magnétiques à structure plane à densité élevée, M. BLANCHET.
- Réalisation par ordinateur de plans de mémoire holographique de masse, M. BRUEL et M. CAZAUX.
- Réseau logique modulaire traitant une pile de données, M. FRÉCON.
- Evolution technologique des mémoires à semiconducteur, M. CHAPRON, M. MOUSSIE et M. THIRÉ.

### Thèmes prévus pour les numéros à venir

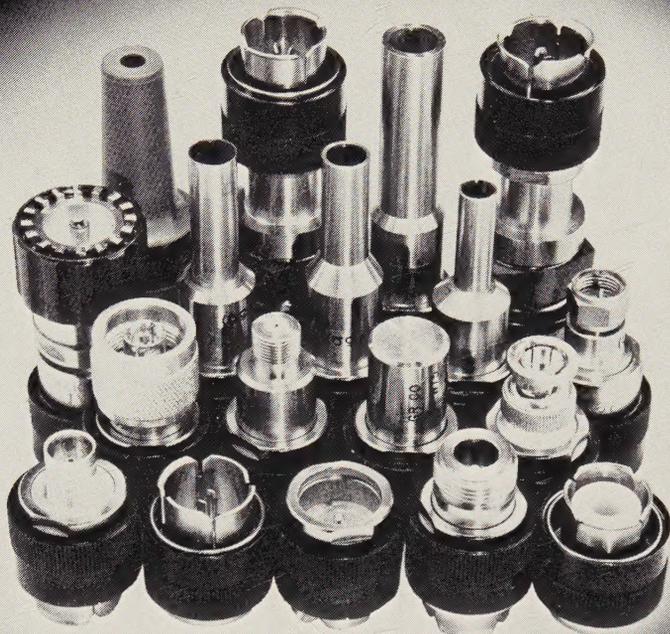
Fasc. 10 - novembre 1972 : numéro spécial « Mémoires ».

Fasc. 1 - janvier 1973 : numéro spécial

« Colloque Télécommunications numériques par satellites ».

Fasc. 3 - mars 1973 : numéro spécial « Métrologie et instrumentation ».

# Infin, l'égalité des sexes...



## avec les connecteurs hermaphrodites de GR

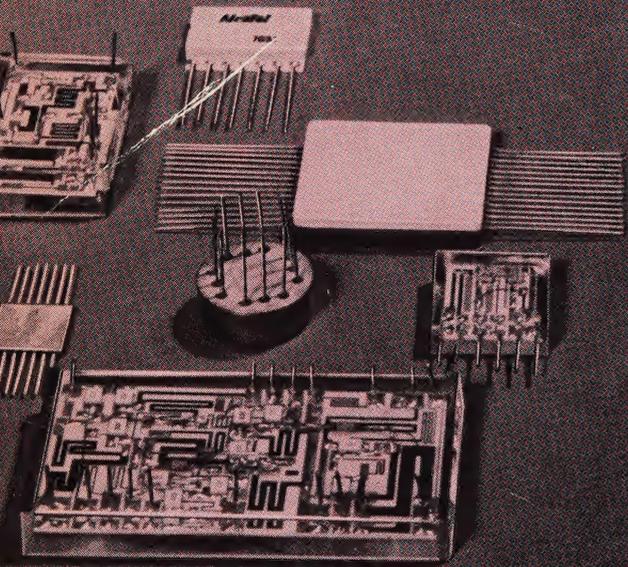
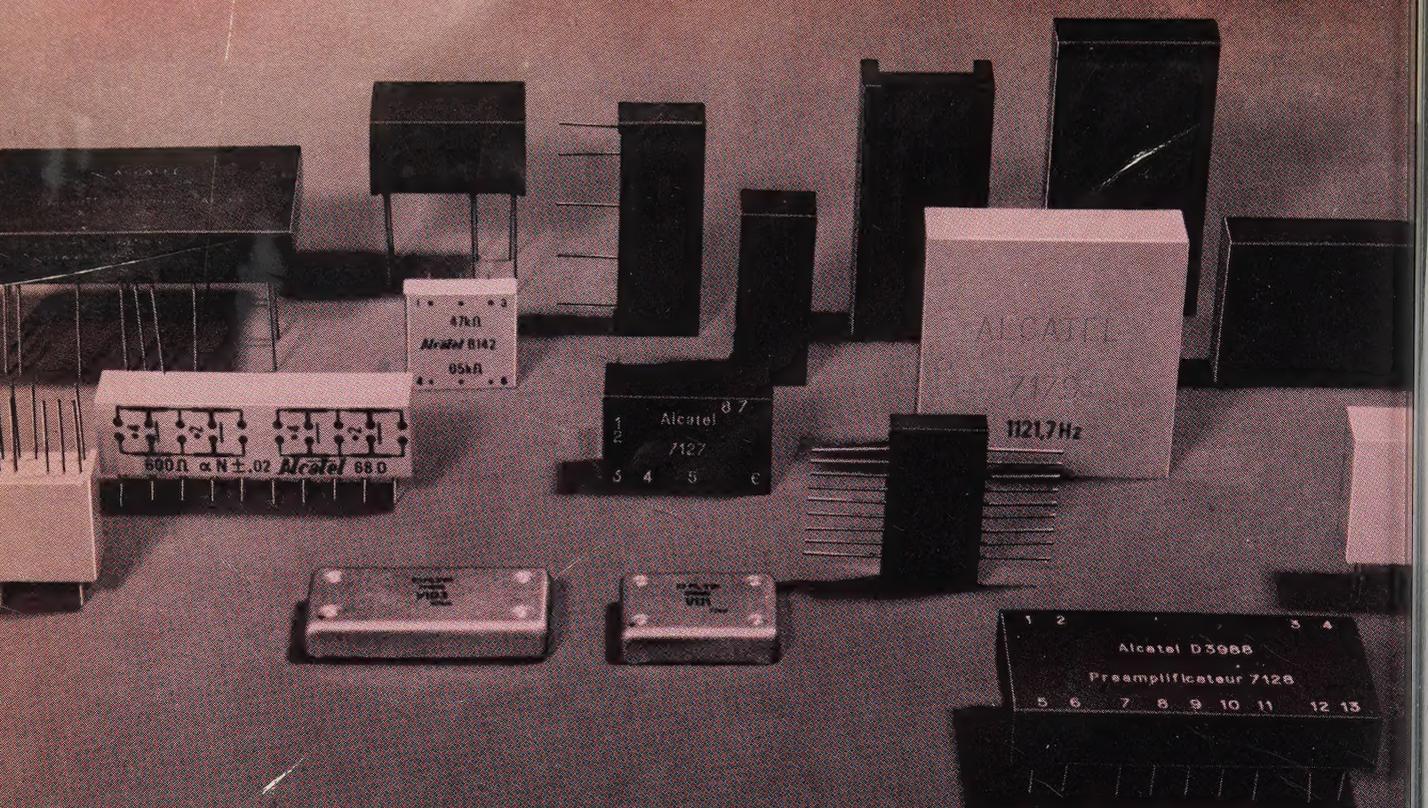
Nos connecteurs rapides sont tout à la fois du type mâle et femelle, chaque connecteur s'enfiche dans tout autre connecteur GR. Cette particularité rend très facile les montages d'essais en laboratoire. Nous livrons un grand choix de connecteurs et accessoires HF pour câbles et montage sur châssis: ● avec ou sans verrouillage ● impédances caractéristiques 50  $\Omega$  et 75  $\Omega$  et TOS < 0,01 à 1 GHz ● adaptateurs pour tous standards ● terminaisons 50  $\Omega$ , 75  $\Omega$ , 100  $\Omega$  et 200  $\Omega$  ● accessoires coaxiaux: mélangeurs, lignes à air fixes et extensibles, atténuateurs, diviseurs de puissance, filtres, passe-bande, symétriseurs, etc. Demandez notre catalogue détaillé.

**General Radio France**

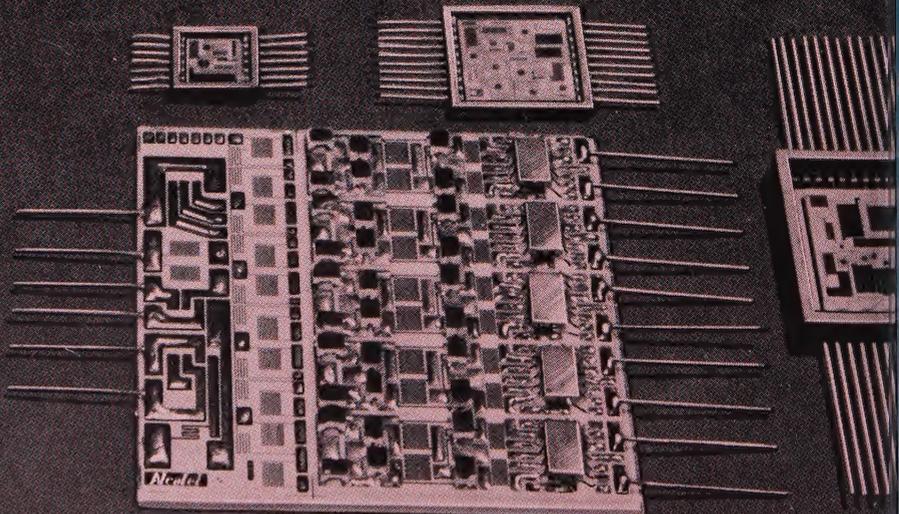
75 Paris 11<sup>e</sup> — 27—29, Avenue Parmentier, Tél. 355 75 46 — Telex 22 991  
69 Lyon 4<sup>e</sup> — 6, Rue Saint François d'Assise, Tél. 28 01 45 — 28 95 04



31/72



**circuits intégrés  
hybrides  
en  
COUCHES  
MINCES  
SUR MESURE.**



**MICROELECTRONIQUE**  
1 AVENUE ARISTIDE-BRIAND 94 ARCUEIL TEL.: 253.90  
TELEX : ALCATEL 25675 F