

Gesi

génie électrique service information



**numéro
18
mai
1987**

mai 1987 - n° 18

- La réception satellite :
l'exemple bordelais

Pages 2 à 7

Un reportage de :

Beyraud Dominique - Fériot Régis
Gandouet Patrice (2^e année)
Génie Électrique et Informatique Industrielle
I.U.T. "A" de Bordeaux

- La commande programmée
d'une perceuse

Pages 8 à 12

- Le T.P.-T.R. des années 90

Pages 13 à 15

GeSi



«GÉNIE ÉLECTRIQUE SERVICE INFORMATION». Bulletin d'information des départements de Génie Électrique et Informatique Industrielle des Instituts Universitaires de Technologie.

Responsable du comité de rédaction :
J. Pardies

Membres : MM. Atechian, Bernard, Bliot, Decker, Fondanèche, Mme Genty, MM. Marzat, Savary, Mme Verbeek.
Secrétariat de rédaction : Hélène Martin.

Comité de rédaction : Département de Génie Électrique - I.U.T. «A»
33405 Talence Cedex - Tél. (56) 80.77.79.

les journées de St-Etienne

Dernières modifications de programme
(Commission du 3 avril 1987)

Après 16 heures de travail ininterrompu, les questionnaires des 30 départements ayant renvoyé leurs cogitation ont dépouillés. Les résultats n'ont pu être publiés dans le GeSi, car il était absolument nécessaire de les mettre en forme et d'y introduire des conclusions et commentaires.

Cependant la commission préparatoire tient à remercier le Chef du Département G.E.I.I. de Nice et ses Collaborateurs pour l'accueil qu'ils ont réservé à ses membres et l'aide efficace qu'ils leur ont apporté dans l'étude et l'exploitation des questionnaires.

D'autre part, les "titres" des 4 commissions des TP de Saint-Etienne ont été revus et corrigés en fonction des réponses aux questionnaires à savoir :

- 1^{ère} Commission - **Thèmes fondamentaux devant être abordés en TP et TR**
- 2^e Commission - **Perspectives d'avenir**
- 3^e Commission - **Impact des TP, TR et stages inclus sur la participation et la formation des étudiants**
- 4^e Commission - **Organisation matérielle et logistique des TP, TR et Stages**

La prochaine réunion (et dernière avant les TP) de la commission préparatoire aura lieu le Jeudi 21 mai 1987 à 9 h 00 au département G.E.I.I. de l'I.U.T. de Ville-d'Avray
1, chemin Desvallières - 92410 Ville d'Avray
Tél. : 47.09.05.70

la communication : un problème majeur d'aujourd'hui

Un tour du monde... pédagogique, une revue exhaustive de l'actualité internationale, une initiation concrète aux langues étrangères, toutes ces formules particulièrement innovatrices sont maintenant possibles grâce à un nouvel outil de communication opérationnelle au sein des IUT de Bordeaux.

La transmission par satellite est passée d'une utilisation strictement professionnelle des moyens de communication (télécommunication d'entreprise, transmission télévisuelle), à un usage pédagogique : les responsables pédagogiques l'ont jugée indispensable pour parfaire la formation de leurs étudiants.

Et c'est ainsi que le département Génie Électrique et Informatique Industrielle de l'IUT «A» de Bordeaux a donc conçu et mis en place un système de réception satellite et de câblage des IUT en liaison avec le département Information de l'IUT «B».

Le système de réception, défini ici brièvement (voir fiche technique) consiste à capter le faisceau provenant d'un satellite grâce à une antenne parabolique. L'émission est transposée de 12 GHz à 1 GHz. Elle est ensuite véhiculée jusqu'à l'interface, c'est-à-dire le démodulateur. Il reçoit ainsi image et son, chaque programme étant modulé sur un canal, multiplexé et véhiculé ensuite sur

un câble coaxial.

Ce système de réception, qui comprend deux paraboles, permet de recevoir quatre satellites (ECSI, INTELSAT V, METEO SAT, GORISONT) et quatorze canaux provenant d'Europe et des États-Unis. Une des antennes capte ECS I et reçoit neuf programmes, l'autre est pointée sur ENTELSAT V et en reçoit trois, assurant ainsi à tous les départements de l'IUT la réception de l'émission de son choix, nationale ou étrangère. Le câble s'ouvrira prochainement à une communication vidéo interactive entre les différents départements. Une liaison avec le réseau R.E.T.I.N.E. (câblage en fibres optiques des Universités bordelaises) est programmée.

UNE ÉTROITE COLLABORATION

Ce système est l'aboutissement d'une étroite collaboration entre le

(Suite page 7)

SAINT-ETIENNE : le futur

par Michel MEUNIER

Responsable de l'Organisation des Journées Pédagogiques
des Départements G.E.I.I. des I.U.T. de SAINT-ETIENNE (1987)

Les travaux de préparation des Journées Pédagogiques étant maintenant presque terminés, et chaque chef de département ayant en sa possession le déroulement relativement détaillé des principales manifestations qui attendent les participants, il est indispensable pour ma part, de vous parler de notre ville au sein de laquelle vous allez passer deux et j'espère trois jours bien remplis.

VILLE VERTE

Saint-Étienne, presque au centre de la France, ville du cycle, des fusils de chasse, des rubans et soieries, de la mécanique, de l'optique et de l'électronique, cité industrielle qui a su ces dernières années, changer de visage et effacer définitivement le triste renom de "ville noire" pour celui de "ville verte". Verte par ses environs, ses tramways et trolleybus et bien entendu par la renommée de son équipe de foot-ball, ainsi que celle de l'école professionnelle sportive de l'ASSE, qui malgré les problèmes qu'elle a connu dernièrement, attire encore les foules et fait vibrer les cœurs de nombreux français, parce qu'à l'origine du renouveau de ce sport si célèbre dans le monde.

Pourtant, Saint-Étienne cité industrielle par excellence, n'avait pas vocation d'accueil. Dans le bruit de ses forges, dans la chaleur de ses galeries de mines, on ne se préoccupait guère du monde extérieur, ni même d'embellir la cité.

Brusquement le paysage stéphanois a changé tandis que les cheminées tombaient et que se tarissait le charbon, sans pour autant que la conversion pose des problèmes économiques insolubles. Une ancestrale sagesse, puisée dans le travail patient et sérieux, a fait que la cité est demeurée à l'échelle humaine.

UN CŒUR D'OR

Si, dans un visage, la beauté est d'abord dans l'intensité des yeux, Saint-Étienne a cette qualité de briller non point par la splendeur ou la gloire de ses monuments, mais par la vie et la bonté que manifeste la population. Ainsi, au cours de ces dernières années, en même temps que les fumées disparaissent de son ciel, que s'écrasent les chevalements de mine, que se ravalent les noires façades de ses immeubles, que chaque place devenait un flot de verdure et de détente, la ville a vu affluer les congrès, les colloques, les séminaires, les assemblées générales.

Entrée modestement dans l'histoire au XII^e siècle alors que les habitants "grappillaient" la houille, la petite communauté de deux mille âmes n'en comptait que 60 400 ans passés. Brusquement, au XIX^e siècle, elle découvrit tous les fac-

teurs de son développement et, en cent ans, elle quadruple sa population tandis que hors de ses murs, une agglomération d'un demi-million d'êtres se constituait dans deux vallées, dont l'une conduit ses eaux vers l'Atlantique et l'autre vers la Méditerranée.

"Le stéphanois : un cœur d'or sur une main noire" a-t-on dit, ce qui a pu, un temps, caractériser cet homme venu des proches montagnes foréziennes et velaves. Il serait plus juste de dire aujourd'hui, que le charbon n'est plus qu'un souvenir, que si le stéphanois n'a plus les mains noires, il a conservé son cœur d'or.

Ville Universitaire à part entière, dotée d'écoles d'ingénieurs, elle est aussi une grande cité culturelle, avec son théâtre, sa Maison de la culture, son école des beaux arts et de dessin.

UN SITE ATTRACTIF.

Saint-Étienne, c'est aussi un cirque de sept collines adossées à la Montagne du Pilat, magnifique sapinière de 60 000 hectares, érigée en Parc Naturel Régional qui sert de protection à la nature, de développement rural et d'animation touristique.

Au nord, la plaine du FOREZ ne connaît pas l'ennui de ses grandes sœurs mornes et sans horizon. Elle est en effet barrée par les monts du Lyonnais et ceux du Forez. Ainsi s'harmonisent les paysages tandis qu'aux portes mêmes de Saint-Étienne, le vaste plan d'eau de Grangent, retenue hydro-électrique de 25 km, dans les gorges de la Loire, permet la pratique de tous les sports nautiques.

Jouissant d'un climat continental, à l'altitude moyenne de 500 m., Saint-Étienne connaît certes des hivers rigoureux, mais bénéficie d'un ensoleillement exceptionnel pour sa latitude, ce qui permet aux habitants de profiter pleinement de la nature au printemps et en été, de jouir des merveilleuses couleurs d'automne et, en hiver, de se livrer aux joies de la neige dans les stations bien équipées du BESSAT et de CHALMAZEL.

Le tourisme s'ouvre aussi sur la haute-Loire, l'Allier, le Rhône, l'Ardèche, le Puy de Dôme, départements voisins. Ainsi peuvent se visiter facilement en une journée, les richesses artistiques du Forez, comme le Musée National de la Poupée de Montbrison, le Château de la Bâtie d'Urfé, le célèbre rétable d'Ambierle, le cloître de l'Abbaye bénédictine de Charlieu, mais encore les hauts lieux de la Foi que sont la Chaise-Dieu et le Puy, ou les restes de l'époque gallo-romaine de Lyon et de Vienne. Il faut bien entendu ajouter à cela les célèbres coutelleries de THIERS rassemblées dans un merveilleux Musée qu'il vous sera donné de visiter pour les participants à la journée touristique du samedi, ainsi que le très ancien Moulin de RICHARD DE BAS, fabrique ancestrale du papier parchemin et que vous verrez élaborer devant vous lors de la visite.

A ces visites se mêlent les plaisirs de la gastronomie, car les tables foréziennes et Lyonnaises sont renommées et de plus entourées par les grands vignobles du Beaujolais-Bourgogne, des Côtes du Rhône et des Côtes du Forez-Roannais.

Les Stéphanois aiment montrer ce qu'ils ont de plus beau non point pour leur plaisir, mais pour la satisfaction de leurs visiteurs et amis. C'est un trait de caractère qui n'a peut-être pas d'égal en France et c'est sans doute, ce qui de partout leur assure et maintient cette renommée d'amabilité qui vaut bien après tout, d'autres titres plus glorieux.



François DUBANCHET, Maire de Saint-Etienne.

Saint-Etienne doit dorénavant se conjuguer au futur.

Riche de son passé mais surtout de son avenir, Saint-Etienne se tourne résolument vers le futur.

La ville est décidée à engager certains paris et à les tenir. Pari sur l'Economie. Pari sur la Jeunesse et sur l'Avenir.

Il faut changer la ville et c'est en se tournant délibérément du côté des nouvelles techniques et des nouveaux moyens de communication que Saint-Etienne répondra à l'attente de toutes les forces vives de cette Ville et remportera ces paris décisifs pour son Avenir.

la réception des satellites

Fiches techniques et devis
(si vous voulez vous équiper
vous aussi)

Quelques données préalables.

L'âge des télécommunications par satellites a commencé dans la nuit du dix au onze juillet 1962 lorsque, pour la première fois au monde, des images de télévision franchirent en direct l'Atlantique via Telstar 1. Il faudra encore attendre trois ans, pour voir l'exploitation commerciale de l'espace, avec la mise en service de l'Intelsat 1 (Early Bird). Depuis, les télécommunications par satellites n'ont cessé de se développer en se caractérisant, par une augmentation de la capacité de transmission offerte. Ainsi en 1965 Intelsat 1 se limitait à 240 circuits téléphoniques et à un canal de télévision ; en 1980 Intelsat V dispose de 12 000 circuits téléphoniques et de deux canaux télévision.

Pour retransmettre des émissions via satellites, on peut envisager l'utilisation de deux types de satellites. Le premier est l'utilisation de **satellites à défilement**. Un satellite à défilement est un satellite placé sur orbite très elliptique. Ce type de satellite étant mobile par rapport à la terre, un système complexe d'antennes de poursuite sera nécessaire. En télécommunication on utilise surtout le deuxième

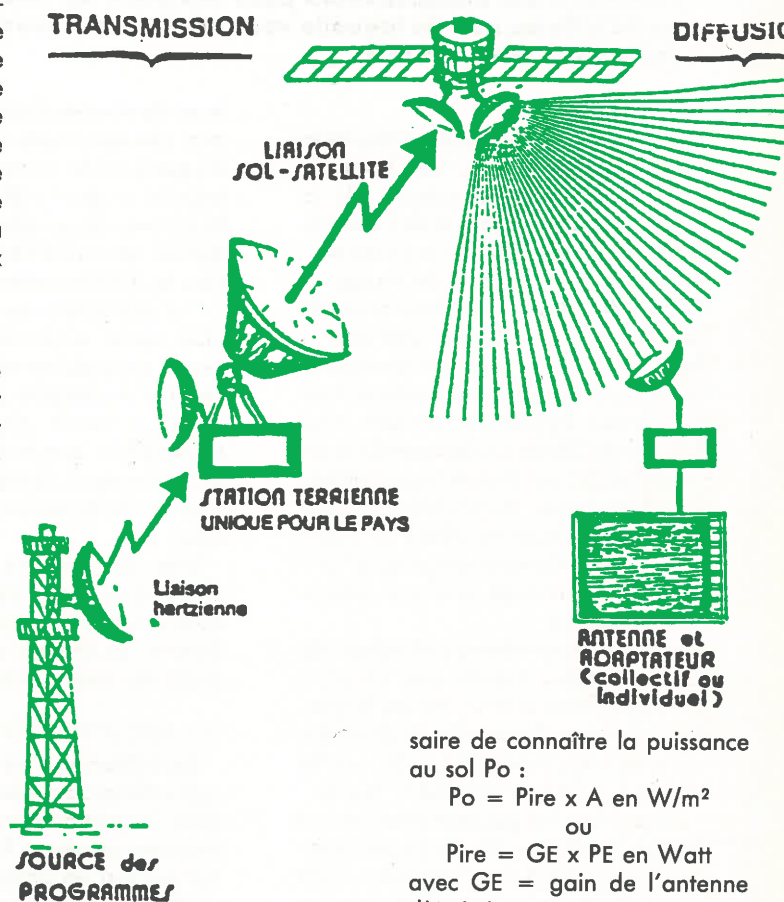
type de satellite. Ce sont les **satellites stationnaires**, c'est-à-dire placés sur orbite circulaire à 36 000 km de l'équateur. Le satellite tourne alors à la même vitesse que la Terre. Il regarde donc toujours le même point de celle-ci. Le repérage du satellite demande alors la fixation de l'axe de l'antenne au sol de la station de réception suivant deux angles (fig. 1) :

- l'azimut : angle entre le plan méridien et le plan du grand cercle contenant le point PS, compté positivement dans le sens contraire des aiguilles d'une montre à partir de la direction nord.
- le site : angle dans le plan du grand cercle, entre l'horizontale et la droite PS. Cet angle est encore désigné par élévation ou encore, "angle d'arrivée" ou "angle de visée".

NB.

- pour le site θ la figure représente une coupe de la Terre passant par son centre.
- pour l'azimut ϵ on regarde de face le point P.

Le schéma ci-dessous explique le principe de la transmission par satellite de télévision direct.



saire de connaître la puissance au sol Po :

$$P_o = P_{ire} \times A \text{ en W/m}^2$$

ou

$$P_{ire} = G_E \times P_E \text{ en Watt}$$

avec G_E = gain de l'antenne d'émission

P_E = puissance du satellite
A une distance dsp le flux de puissance par unité de surface, c'est-à-dire la puissance reçue par une surface de 1 m² placée perpendiculairement à la direction du rayonnement est :

$$P_o = P_{ire} / 4 \Pi d_{sp}^2$$

où

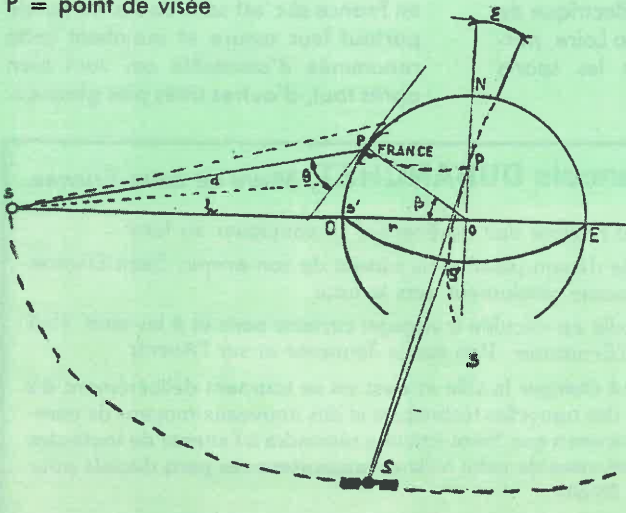
$$1/4 \Pi d_{sp}^2 = A = \text{facteur d'étalement.}$$

Au point de réception P, la distance au satellite est dsp ; cette distance est calculable en fonction de la distance dss' du satellite à son point de projection sur l'équateur ($d_{ss'} = 36\,000 \text{ km}$) d'où $P_o = P_e \times G_E / 4 \Pi d_{ss'}^2$ ($d_{ss'}/dsp$) soit en décibels :

$$P_{odB} = 10 \log P_{EGE} - 10 \log 4 \Pi d_{ss'}^2 + 20 \log d_{ss'}/dsp$$

l'expression $20 \log d_{ss'}/dsp$ représente la variation de l'affaiblissement sur le trajet. Le rapport $d_{ss'}/dsp$ dépend uniquement de l'angle d'arrivée (angle de site).

Fig. 1
O = centre de la Terre
S = satellite
P = point de visée

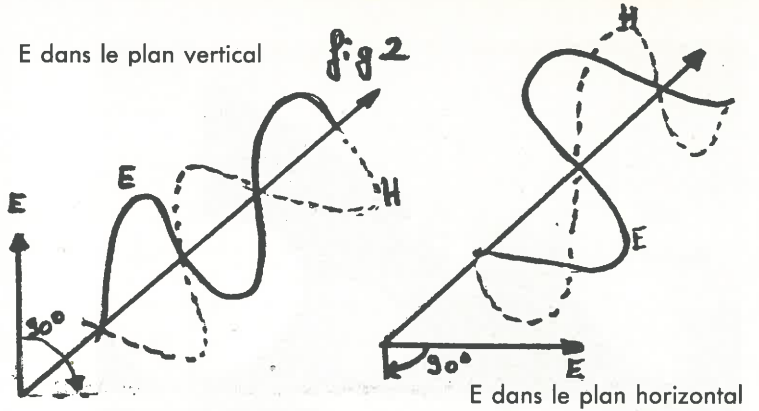


De son côté le récepteur est caractérisé par son facteur de mérite G/T où G = gain de l'antenne et $T = T_a + T_o (F - 1)$, formule dans laquelle T_a est la température de bruit de l'antenne, F le facteur du bruit et T_o la température ambiante. Pour ECS 1, $G/T = 241 \text{ dB/}^\circ\text{K}$.

Comme en réception au sol les satellites permettent de polariser l'onde d'émission. Cette polarisation est liée à la structure du

guide d'onde (polariseur). On distingue la polarisation à champ électrique vertical et la polarisation à champ électrique horizontale (fig. 2). La plupart des satellites de télécommunications utilisent ces deux types de polarisation. Il faudra donc placer au foyer de l'antenne -qui peut être de différents types (voir annexe)- deux têtes hyperfréquence ou convertisseurs, une pour chaque polarisation.

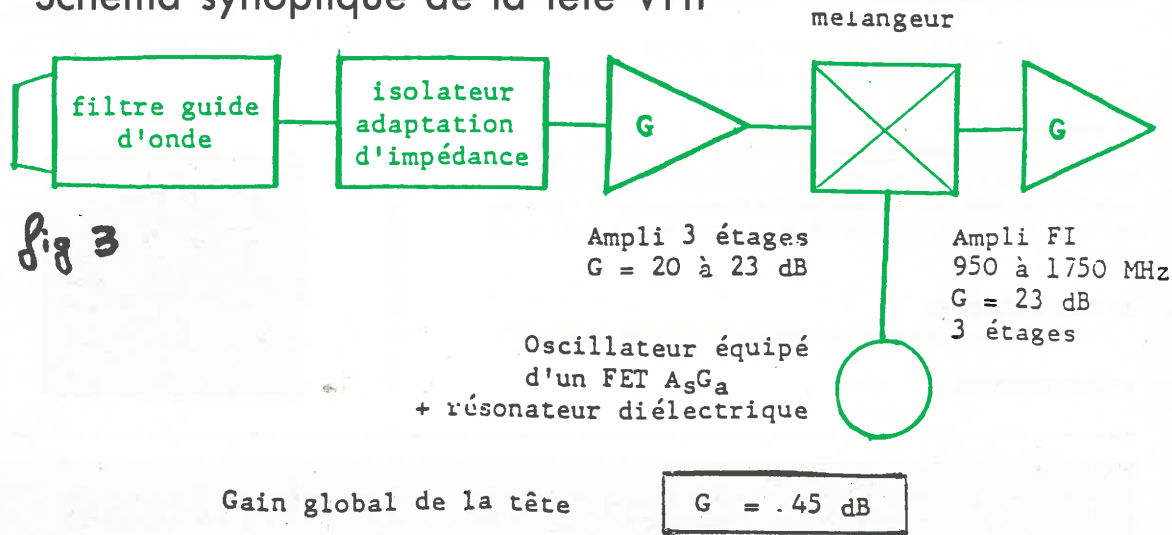
E dans le plan vertical



E dans le plan horizontal

Pour faciliter la transmission dans les câbles et les éléments du système ainsi que pour limiter l'atténuation, il est nécessaire d'amplifier, puis de transformer le signal reçu à 126 GHz en un signal de fréquence intermédiaire (F.I.) de 0,950 à 1,750 GHz. C'est le but de la tête VHF (fig. 3) qui est un ensemble monobloc scellé, sous argon, à circuits hybrides téléalimentés par le coaxial en 24 V réglé. Le signal reçu est véhiculé vers la station où il sera traité pour être reçu sur téléviseur. Pour cela il est nécessaire d'utiliser du câble coaxial à très faible atténuation (11 db/100 m). Suivant la longueur de câble, il sera nécessaire d'insérer un ou plusieurs amplificateurs. Le signal transmis par le câble à la fréquence F.I. est modulé en fréquence. Pour que ce signal soit compatible avec les téléviseurs, il faut qu'il soit traité. Tout d'abord, il est envoyé dans un démodulateur qui convertit les fré-

Schéma synoptique de la tête VHF

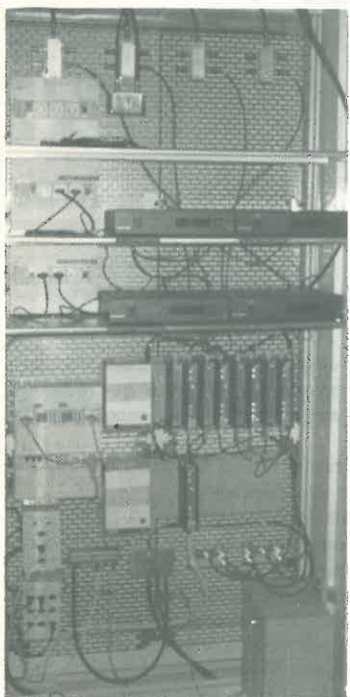


quences dans la gamme des F.I. (son : 32,4 MHz ou 33,4 MHz ; image : 38,9 MHz). En outre, les modulations de fréquence y sont converties le cas échéant en modulation d'amplitude.

Ces signaux sont remodulés à

l'aide du modulateur-transposeur qui les convertit dans la bande de 40 à 860 MHz, ce qui permet de choisir les fréquences sur les canaux attribués par T.D.F. (UHF de 21 à 69). Les sorties du transposeur sont envoyées vers un multiplexeur passif à qua-

tre entrées vers une. A la sortie de celui-ci, on dispose donc des fréquences des 4 canaux autorisés. Cette sortie est envoyée sur le téléviseur. Pour sélectionner un canal (donc une chaîne), il suffit d'accorder le filtre sélectif sur la fréquence du canal choisi.



Système de réception des I.U.T. de Bordeaux.

Ce qu'il faut savoir sur la télédiffusion.

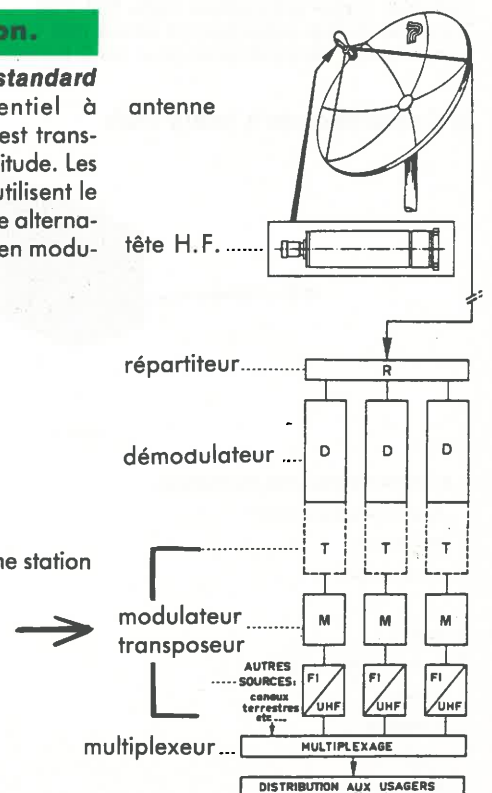
Les canaux attribués par T.D.F. vont de 21 à 69. Lorsque l'on choisit un canal N, il en est interdit 6 autres : N+1, N-1, N+8, N-8, N+9, N-9

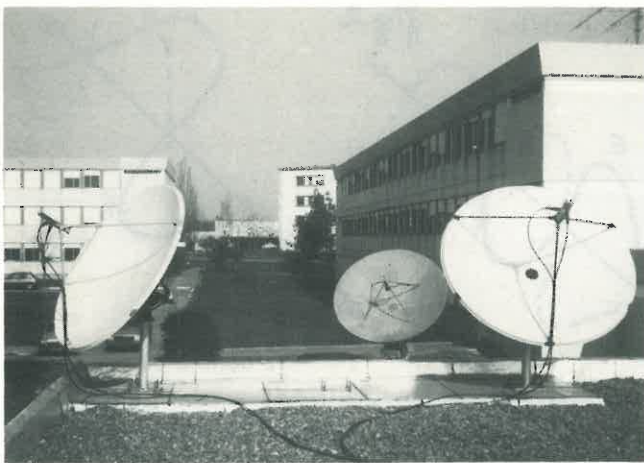
Ainsi par exemple, la ville de Bordeaux possède deux émetteurs : celui de Bouillac, qui utilise pour les chaînes nationales, les canaux 57, 60, 63 ; celui de la Cité Administrative qui, avec les canaux 23, 26, 29, permet d'arroser les zones d'ombre.

Par conséquent il y a 6 canaux utilisés et 36 autres interdits rien que pour les 3 chaînes nationales. Le canal 57 interdit les canaux 48-49-56-58-65-66. Or TV5 émet sur le canal 65 à Bordeaux. Il y a donc parfois superposition de 2 chaînes sur le canal 65 qui correspond au N+8. Pour éviter ce genre d'ennui, des essais sont entrepris sur des fréquences inférieures à celle du canal 21.

La France utilise le standard S.E.C.A.M. ("Séquentiel à mémoire"), où le son est transmis en modulation d'amplitude. Les autres pays d'Europe utilisent le standard P.A.L. ("Phase alternated line") où le son est en modulation de fréquence.

Schéma de principe d'une station de réception.





Le système complet de réception
(Pour les caractéristiques des éléments, voir l'annexe)

a) une antenne

Le choix du diamètre dépend de la région dans laquelle on veut capter l'émission. Plus on s'éloigne du point où l'intensité du signal reçu est maximale, plus de diamètre doit être important. A l'aide des abaques fournis, nous avons choisi une antenne de 1,80 m de diamètre.

b) Convertisseurs

On a utilisé des têtes HF et des transitions à double polarisation.

c) Démodulateur

d) Modulateur F.I.

e) Transposeur F.I.

T.D.F. a attribué à l'I.U.T. les canaux : 21 (472,25 MHz) - 25 (503,25 MHz) - 27 (519,25 MHz) - 51 (711,25 MHz).

f) Multiplexeur

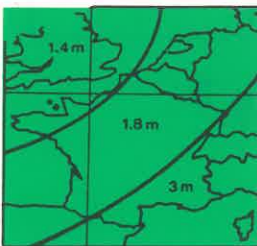
g) Récepteurs "multistandards"

Tous les départements sont reliés au département G.E.I.I. (voir GeSi n° 17) où le système de réception est installé. Cela a nécessité une longueur importante de câble coaxial (1,5 km) ainsi que la pose de 5 amplificateurs.

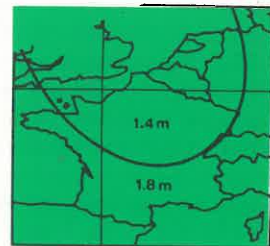
Le câble coaxial choisi a une atténuation de 11 db/100 m. Les amplificateurs ont un gain modulable que l'on règle en rajoutant des plaquettes en fonction de la longueur de câble utilisée et du signal désiré.

Les techniciens du département G.E.I.I. ont participé activement à la réalisation de la station.

Satellite INTELSAT V



Satellite ECS Spot West



annexe technique

1) Antennes : antennes paraboliques de 1,80 m de diamètre.

Diamètre du réflecteur	1,80 m
Type/matériau	6 pétales(aluminium)
Monture	azimut/élévation
Bande de fréquence reçue	10,95 - 12,95 GHz
Polarisation reçue	linéaire
Gain (à 12,75 GHz)	45,8 dB
Température de bruit à 30° d'élévation	40° K
Support fixation de la source	par trépied (inclus)
Source linéaire	incluse
Fixation du/des convertisseurs	par 4 vis M4 fournies
Transition simple polarisation bride PBR 120	inclus
Transition double polarisation 2 brides PRB 120	inclus
Discrimination de polarisation pour les 2 transitions	26 dB

2) Convertisseurs à faible bruit

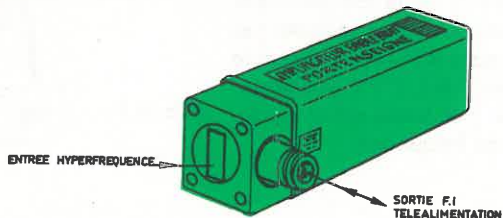
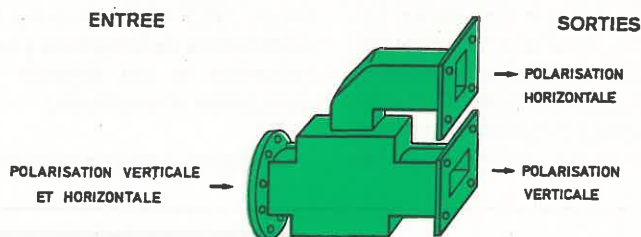


Figure 1

3 - CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

- Bande de fréquence en entrée	10,95 à 11,7 GHz
- Bride d'entrée	PBR 120
- Facteur de bruit	1,8 dB typique
- Gain	2,5 dB max.
- Bande de fréquence en sortie	50 dB min.
- Connecteur	0,95 à 1,7 GHz
- Alimentation	N 50 Ω
- Température de fonctionnement	+12 à 24V(220mA max.)
- Masse	-40°C à +55°C
	400 g max.

3) Convertisseurs monocanal TV via F.I.



3 - CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

- Bande de fréquence	10,95 à 12,70 GHz
- ROS à chaque accès	1,5 max.
- Pertes d'insertion	0,4 dB max.
- Isolation	25 dB min.
- Polarisation en entrée	Verticale et Horizontale
- Bride d'entrée	C - 120
- Brides de sortie	UBR - 120
- Température de fonctionnement	-40°C à +50°C
- Masse	300 g max.

La conversion d'un canal TV via FI se réalise à l'aide de deux modules :

- un premier module intitulé convertisseur d'entrée qui réalise la conversion du canal d'entrée en un canal de fréquence basse dite fréquence intermédiaire (FI).
- un deuxième module intitulé convertisseur de sortie qui réalise la conversion du canal FI en un canal de sortie.

Cette conception présente les avantages suivants :

- excellente qualité de conversion autorisant toutes les combinaisons de canal d'entrée à canal de sortie.
- réaménagement toujours possible, même sur le terrain, d'un plan de fréquence par simple échange du convertisseur d'entrée ou de sortie sans obsolescence puisque le module remplacé peut être réutilisé dans une autre conversion.
- excellente sélectivité. Un filtre FI en option (seulement en normes B/G) permet d'obtenir une réjection 26 dB sur la fréquence son du canal adjacent inférieur et sur la fréquence vision du canal adjacent supérieur.

exemple de devis

RECEPTION SATELLITES

2 antenne Ø 1,80 m	8 500,00	17 000,00
2 système de fixation	900,00	1 800,00
2 transition double polar.	750,00	1 500,00
4 connecteurs BNC	33,00	132,00
4 convertisseurs ECS	3 300,00	13 200,00
4 connecteurs N 75 ohms	78,00	312,00
100 m câble 75 ohms Ø 11	13,15	1 315,00
4 répartiteur 4 dir.	221,00	884,00
4 connecteurs E Ø 11	11,70	46,80
4 démodulateur Univers	5 900,00	23 600,00
4 connecteurs E Ø 7,25	11,70	46,80
4 modulateurs F1 norme B/G	2 700,00	10 800,00
4 convertisseurs FI B/G	2 920,00	11 680,00
4 amplif. Mono UHF	1 345,00	5 380,00
1 amplif. Final	1 680,00	1 680,00
2 multiplexeur	510,00	1 020,00
2 aliment. 24V. 1250 mA	1 780,00	3 560,00
6 platine de fixation	140,00	840,00
12 charges 75 ohms E	59,00	708,00
10 connect. Ø 7,85 mâle	18,70	187,00
4 charges 75 ohms	8,20	32,80
TOTAL H.T. =	98 324,40	

REPARTITION - DISTRIBUTION

5 ampli TLB2 ligne	2 460,00	12 300,00
5 égalisateur TLB2-TLB3	56,00	280,00
5 atténuateur TLB2-TLB3	54,00	270,00
5 liaison	57,00	285,00
5 répartiteur	54,00	270,00
1 module SE2	986,00	986,00
11 connecteur Ø 7 3,5/12	102,00	1 122,00
16 connecteur Ø 11 SA 3,5/12	102,00	1 632,00
10 connecteur E Ø 7,25	11,70	117,00
5 connecteur E Ø 11	11,70	58,50
1 répartiteur ligne 2 dir.	800,00	800,00
1 dérivateur 4 dir. T	365,60	365,60
1 alimentation 48V 4A	1 590,00	1 590,00
TOTAL H.T. =	20 076,10	

CABLES

900 m câble Ø 11SA	13,15	11 835,00
100 m câble Ø 7,25 intérieur	4,20	420,00
TOTAL H.T. =	12 255,00	
1 moniteur	3 790,00	3 790,00

la communication : un problème majeur d'aujourd'hui

(Suite de la page 2)

département Génie Electrique et Informatique Industrielle de l'IUT «A» et le département Information de l'IUT «B», option Journalisme.

L'expérience a commencé dès 1984 sur l'initiative de plusieurs professeurs dont Mme Brouzeng, professeur d'Anglais, qui a contacté M. Morlier, directeur de l'IUT «A» de Bordeaux. Ce dernier a demandé un devis aux techniciens de Génie Electrique. Un appel d'offres a été lancé (voir annexe, un exemple de devis détaillé). Enfin, après consultation des chefs des départements, le directeur a donné son accord.

En juillet 1986, tous les départements de l'IUT ont financé l'installation de la tête de réseau pour les satellites, et le câblage des départements. Les travaux ont été effectués au cours de l'été 86, les techniciens de Génie Electrique ont eux-mêmes construit l'armoire du système de réception, et le service d'entretien s'est occupé des câbles de liaisons entre départements. Le système est opérationnel depuis le mois de septembre. Il a été inauguré le jeudi 18 décembre, sous la présidence de Jean Pardies, créateur du département Génie Electrique, en 1966, avec pour éminents invités, MM. Dedieu, Président de la Chambre de Commerce et d'Industrie de Bordeaux, et Pouffet, Président de l'ADESO*. Une occasion d'apprécier la prestation des «journalistes de l'IUT B» qui ont présenté leur journal télévisé, en direct.

UN PLUS INDENIABLE

L'outil est donc donné : c'est un

complément riche, car multiple, de ceux qui sont déjà offerts aux étudiants pour leur apprentissage, il les met en prise directe sur le monde.

Les linguistes n'ont bien sûr pas attendu les satellites pour introduire l'usage des programmes de télévisions dans leurs enseignements, et développer des exercices de compréhension et de traductions simultanées pour les bons niveaux. Mais la grande force des satellites est d'apporter la variété des programmes, leur actualité, et l'extrême facilité d'accès à l'image et au son. Auparavant il était assez compliqué d'obtenir un programme étranger qu'il fallait copier, se faire envoyer...

La section Journalisme est bien sûr particulièrement intéressée par la ques-

tion. La technique du journalisme de Desle (commentaire français sur les images repiquées étrangères) et leur journal télévisé du mercredi prend maintenant un nouveau visage. Et surtout, leur production, jusqu'ici sans public, sera diffusée dans tous les autres départements.

La possibilité de réagir à une information, d'émettre des critiques par voie de retour et pourquoi pas. d'exposer un travail technique, une information scientifique etc... peut-être ainsi une expérience enrichissante pour les étudiants d'autres départements.

L'aptitude à mieux communiquer donne une meilleure préparation au monde du travail. Avec cet outil, elle devient une pratique systématique et méthodique. C'est un plus indéniable à la formation.

Anne Francisco
Etudiante en GEII

ADESO : Association pour le Développement de l'Electronique du Sud-Ouest.

les antennes de l'I.U.T. de Bordeaux



commande programmée d'une perceuse

(par H. GHESTEM - Lille)

Le but du projet est d'automatiser une perceuse de circuits imprimés par un ordinateur EUROMAK, en utilisant les ressources du système multitâche OS9. L'étude se fera sur le système de développement mais l'application finale devra fonctionner en REPRON sur un rack spécialisé, sans mémoire de masse.

1. LA MACHINE

Le circuit imprimé à percer est fixé sur une table qui se déplace suivant un axe X. La tête de perçage est solidaire d'un chariot qui se meut suivant un axe Y perpendiculaire au premier. Les deux déplacements sont assurés par un ensemble vis-écrou dont le filetage est au pas de 5,08 mm. Les vis sont entraînées par des moteurs pas-à-pas commandés sur trois entrées par la séquence ci-contre. Un pas élémentaire correspond à une rotation de 30 degrés. La séquence complète de 6 pas permet donc d'effectuer une rotation de 180 degrés de l'arbre des moteurs, ce qui provoque un déplacement élémentaire de 2,54 mm de la table ou du chariot. Une séquence n'est jamais interrompue pour percer un trou. On peut naturellement faire tourner le moteur en sens inverse en remontant la séquence.

La tête de perçage descend au moyen d'un vérin pneumatique pour percer les trous. Grâce à un capteur de fin de course FP, on peut vérifier que la tête est bien remontée avant de provoquer un déplacement en X ou Y.

Numéros	Séquence
1	1 0 1
2	0 0 1
3	0 1 1
4	0 1 0
5	1 1 0
6	1 0 0

2. LA COMMANDE.

La perceuse a deux modes de fonctionnement : manuel et automatique. Le mode manuel permet de déplacer la tête au point d'origine du perçage, en appuyant sur des boutons-poussoirs. En mode automatique, la perceuse perce à la suite les trous sur la carte, suivant des positions données.

Les coordonnées des trous à percer arrivent au calculateur par une ligne série RS 232, connectée à un MODEM. On commencera pour les essais, à rentrer les coordonnées au clavier. La position X, Y de la tête de perçage est constamment indiquée sur deux afficheurs à deux digits décimaux.

Des bilans de production peuvent être affichés sur un terminal de contrôle. On peut aussi y reporter des messages correspondant à des anomalies de fonctionnement.

Les moteurs ne sont pas munis d'électronique générant la séquence de commande. Cette séquence doit être programmée par le calculateur lui-même.

3. LES MODULES SOUS OS9

On y a déjà vu au cours de l'année, comment on écrit un module OS9. Rappelons qu'un module est identifié par ses deux octets de début : 87CD, qu'il porte un nom, qu'il doit toujours être écrit en code indépendant de la position mémoire et qu'il est géré par le noyau OS9.

Voir ci-après la description de quelques primitives d'OS9 utiles pour faire le travail demandé.

Une tâche active peut engendrer une tâche fille qui elle-même peut encore engendrer une tâche fille, etc. Une tâche mère peut tuer une tâche fille. Une tâche peut se détruire elle-même. Dans ce dernier cas, un signal est envoyé à la tâche mère. La création de tâche se fait par la primitive :

OS9 F\$FORK

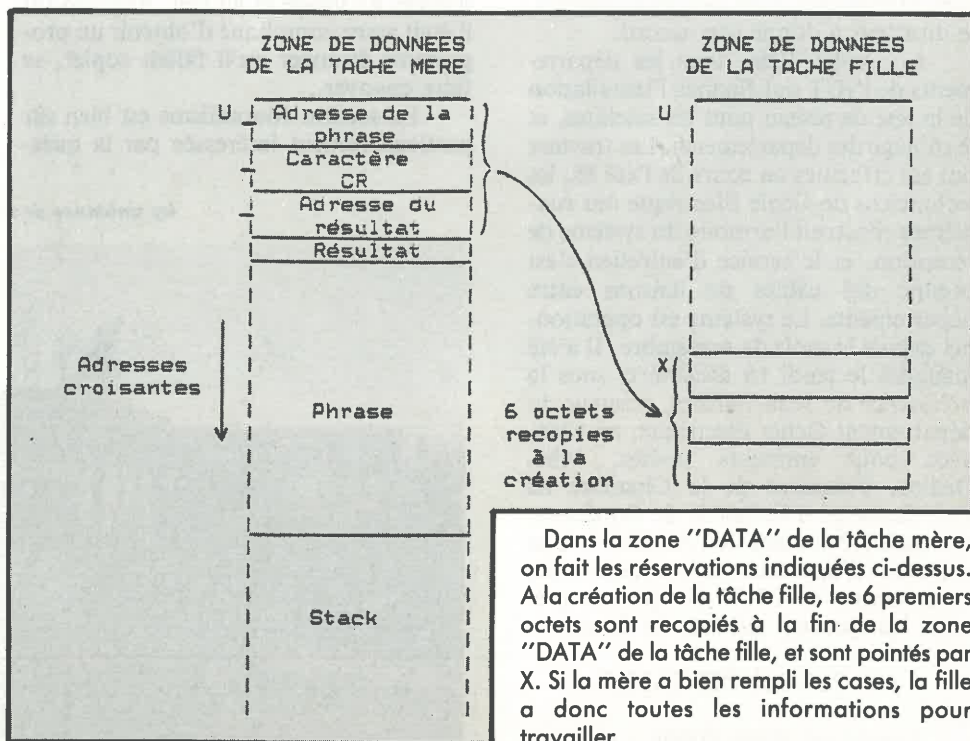
Une tâche se détruit par :

OS9 F\$EXIT

Il est important de pouvoir passer des informations d'une tâche à l'autre. A la création, le début de la zone de données de la tâche mère peut être recopié à la fin de la zone de données de la tâche fille (voir la description de la primitive OS9 F\$FORK). Attention ! cette copie ne se fait qu'à la création. Si, après la création, la mère modifie le début de la zone de données, les modifications ne sont plus reportées dans les données de la fille.

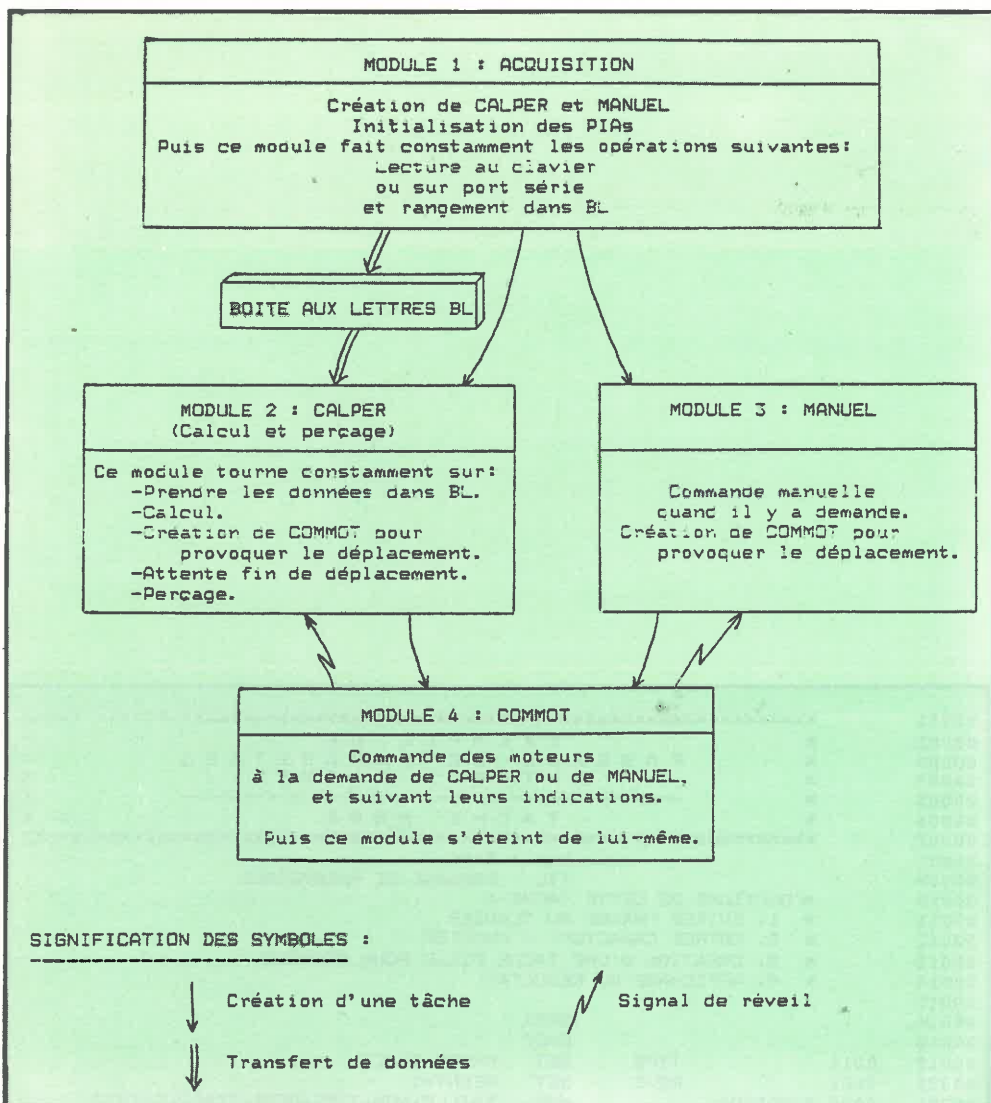
EXEMPLE

Pour illustrer la création de tâche avec passage de paramètres, un exemple est joint ci-après. Il s'agit, dans cet exemple, de savoir combien de fois une phrase contient un caractère donné. La tâche mère dialogue avec l'opérateur. La tâche fille est chargée de faire le comptage du nombre de fois que le caractère est présent dans la phrase. La tâche fille doit donc connaître l'adresse de la phrase, le caractère à chercher et l'endroit où ranger les résultats.



4. LES TACHES

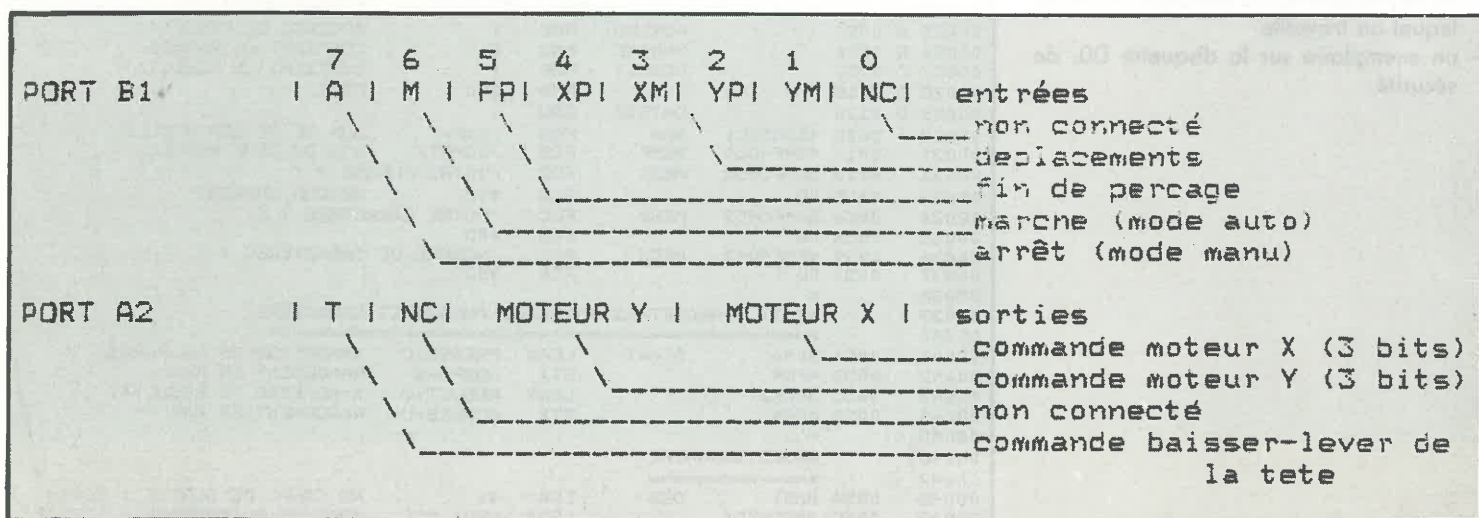
On peut décomposer la commande de la perceuse en modules de la manière suivante :



5. BRANCHEMENTS SUR LE CALCULATEUR

La perceuse est reliée au calculateur par l'intermédiaire d'une carte d'interface parallèle. Les quatre ports des deux PIAs sont connectés de la manière suivante : PORTS A1 et B2 vers les afficheurs (sorties en BCD) :

- le port A1 donne la position en X,
- le port B2 donne la position en Y.



NIVEAUX :

Quand un bouton n'est pas appuyé, ou quand la tête de perçage est baissée, on lit 1 sur le port.

T = 1 fait baisser la tête.

ADRESSE DES PIAs :

PIA1 (ports A1 et B1) \$EFD0

PIA2 (ports A2 et B2) \$EFD4

(Suite page 10)

6. ESSAIS ET PROGRAMMATION DES REPROMS

Les principaux essais du logiciel se feront par simulation. On sort par exemple, la commande des moteurs sur des voyants et on vérifie qu'ils sont bien commandés. Quand les essais en simulation sont concluants, on connecte le système de développement sur la machine. On met alors les modules au point. On fait des essais dans tous les cas possibles.

Quand tout est au point, on peut programmer les REPROMS au moyen d'un programmeur universel à entrée série RS 232. Malheureusement, le système d'exploitation dont nous disposons n'a pas de commande permettant de sortir les codes machine sur une voie série. Il faut donc voir comment les codes machine sont rangés dans le fichier et faire un utilitaire de sortie.

Les REPROMS une fois programmées, sont placées dans le rack spécialisé et on teste l'installation définitive.

7. RAPPORT

Un rapport est rédigé par binôme. Il ne doit pas seulement être constitué des listings des programmes. Expliquer ce qu'on a fait, ce qu'on a découvert. Donner des exemples simples, même en dehors du sujet, de notions vues et utilisées.

Documenter les programmes. Définir les variables utilisées. Bien faire apparaître les sous-ensembles.

Donner le mode d'emploi du logiciel pour un opérateur non initié.

Un conseil : garder constamment les programmes en double exemplaire :

- un exemplaire sur la disquette D1, avec lequel on travaille
- un exemplaire sur la disquette D0, de sécurité.

```

00001 *****
00002 *                EXEMPLE DE                *
00003 *                P A S S A G E  D E  P A R A M E T R E S                *
00004 *                E N T R E  2  T A C H E S                *
00005 *                -----                *
00006 *                T A C H E  M E R E                *
00007 *                *****                *
00008 *                NAM  EXPA                *
00009 *                TTL  PASSAGE DE PARAMETRES                *
00010 *FONCTIONS DE CETTE TACHE :                *
00011 * 1. ENTREE PHRASE AU CLAVIER                *
00012 * 2. ENTREE CARACTERE A COMPTER                *
00013 * 3. CREATION D'UNE TACHE FILLE POUR COMPTER                *
00014 * 4. AFFICHAGE DU RESULTAT                *
00015 *                *****                *
00016 *                IFP1                *
00017 *                ENDC                *
00018 *                *                *
00019 *                0011                TYPE  SET  PRGRM+OBJCT                *
00020 *                0081                REVS  SET  REENT+1                *
00021 *                0000 87CD00D9        MOD  TAILLE,NOM,TYPE,REVS,START,DATSIZ                *
00022 *                D 0000                ADRPH  RMB  2                CONT. L'ADR. DE LA PHRASE                *
00023 *                D 0002                CAR  RMB  2                CONT. LE CARACT. A DENOMERER                *
00024 *                *(LA PRIMITIVE D'ENTREE MET CR DANS LE 2EME OCTET)                *
00025 *                D 0004                ADDRSE  RMB  2                ADRESSE DU RESULTAT                *
00026 *                D 0006                PHRASE  RMB  81                CONTIENT LA PHRASE                *
00027 *                D 0007                RESULT  RMB  1                CONTIENT LE RESULTAT                *
00028 *                D 0058                RMB  200                FILE                *
00029 *                D 0120                DATSIZ  EQU  .                *
00030 *                000D 455850C1        NOM  FCS  /EXPA/                NOM DE CE 1ER MODULE                *
00031 *                0011 434F4D50        NOMF  FCS  /COMPT/                NOM DU 2EME MODULE                *
00032 *                0016 564F5452        MES1  FCC  /VOTRE PHRASE ? /                *
00033 *                0025 0D                FCB  $0D                RETOUR CHARIOT                *
00034 *                0026 564F5452        MES2  FCC  /VOTRE CARACTERE ? /                *
00035 *                0038 0D                FCB  $0D                *
00036 *                0039 4E4F4D42        MES3  FCC  /NOMBRE DE CARACTERES : /                *
00037 *                0050 0D                FCB  $0D                *
00038 *                *                *
00039 *                *INIT. PARAMETRES ADRESSES PHRASE ET CARACTERE                *
00040 *                *****                *
00041 *                0051 3046                START  LEAX  PHRASE,U  X=ADRESSE DE LA PHRASE                *
00042 *                0053 AFC4                STX  ADRPH,U  RANGEMENT EN RAM                *
00043 *                0055 30C857                LEAX  RESULT,U  X=ADRESSE DU RESULTAT                *
00044 *                0058 AF44                STX  ADDRSE,U  RANGEMENT EN RAM                *
00045 *                *                *
00046 *                *QUESTIONNAIRE                *
00047 *                *****                *
00048 *                005A 8601                DEB  LDA  #1                NO CANAL DE SORTIE : ECRAN                *
00049 *                005C 308DFFB6                LEAX  MES1,PCR                ADRESSE DU MESSAGE A SORTIR                *
00050 *                0060 108E0051                LDY  #81                80 CARACTERES + CR                *
00051 *                0064 103F8C                OS9  I$WRLN                ECRITURE : VOTRE PHRASE ?                *
00052 *                0067 256A                BCS  ERR                FIN SI ERREUR                *
00053 *                *                *
00054 *                0069 8600                LDA  #0                NO CANAL D'ENTREE : CLAVIER                *
00055 *                006E 3046                LEAX  PHRASE,U                *
00056 *                006D 109E81                LDY  $81                *
00057 *                0070 103F8B                OS9  I$RDLN                LECTURE DE LA REPONSE                *
00058 *                0073 255E                BCS  ERR                *
00059 *                *                *
00060 *                0075 8601                LDA  #1                *
00061 *                0077 308DFFB6                LEAX  QUEST,PCR                *

```

```

00062 007B 108E0051 LDY #B1
00063 007F 103F8C OS9 I$WRLN ECRITURE : VOTRE CARACTERE ?
00064 0082 254F BCS ERR
00065 *
00066 0084 8600 LDA #0
00067 0086 3042 LEAX CAR,U
00068 0088 108E0002 LDY #2
00069 008C 103F8B OS9 I$RDLN LECTURE DE LA REPONSE
00070 008F 2542 BCS ERR
00071 *
00072 *APPEL PROCEDURE DE COMPTAGE
00073 *=====
00074 0091 108E0006 LDY #PHRASE-ADRPH Y=TAILLE DES PARAMETRES
00075 0095 5F CLR8 PAS DE DONNEES SUPPLEMENTAIRE
00076 0096 308DFF77 LEAX NOMF,PCR X=ADR. OU SE TROUVE LE NOM DU
00077 * MODULE
00078 009A 8611 LDA #TYPE
00079 009C 103F03 OS9 F$FORK CREATION DE LA TACHE FILLE
00080 009F 2532 BCS ERR
00081 *
00082 *SORTIE MESSAGE (PENDANT DE TEMPS LA FILLE BOSSE)
00083 *=====
00084 00A1 8601 LDA #1
00085 00A3 308DFF92 LEAX MES3,PCR
00086 00A7 108E0016 LDY #22
00087 00AB 103F8A OS9 I$WRIT ECRITURE : NBRE DE CARACTERE
00088 00AE 2523 BCS ERR
00089 *
00090 *SORTIE RESULTAT
00091 *=====
00092 00B0 103F04 OS9 F$WAIT ATTENTE RESULTAT DE LA FILLE
00093 00B3 251E BCS ERR
00094 00B5 30C857 LEAX RESULT,U
00095 00B8 108E0001 LDY #1
00096 00BC 8601 LDA #1
00097 00BE 103F8A OS9 I$WRIT ECRITURE DU NBRE. DE FOIS
00098 00C1 2510 BCS ERR
00099 00C3 308DFF5E LEAX MES2-1,PCR SORTIE CR
00100 00C7 108E0001 LDY #1
00101 00CB 103F8C OS9 I$WRLN
00102 00CE 2503 BCS ERR
00103 *
00104 W 00D0 16FF87 LBRA DEB ON RECOMMENCE
00105 00D3 103F06 ERR OS9 F$EXIT
00106 00D6 F425CE EMOD
00107 00D9 TAILLE EQU *

```

```

00000 ERROR(S)
00001 WARNING(S)
$00D9 00217 PROGRAM BYTES GENERATED
$0120 00288 DATA BYTES ALLOCATED
$046C 01132 BYTES USED FOR SYMBOLS

```

```

00001 *****
00002 * EXEMPLE DE *
00003 * PASSAGE DE PARAMETRES *
00004 * ENTRE 2 TACHES *
00005 * ----- *
00006 * TACHE FILLE *
00007 *****
00008 NAM COMPT
00009 TTL PASSAGE DE PARAMETRES
00010 *CETTE TACHE COMPTE LE NOMBRE DE FOIS QU'UN CARACTERE DONNE EST
00011 *RENCONTRE DANS UNE PHRASE
00012 IFF1
00014 ENDC
00015 0011 TYPE SET PRGRM+OBJCT
00016 0081 REVS SET REENT+1
00017 0000 87CD0032 MOD TAILLE,NOM,TYPE,REVS,START,DATSIZ
00018 D 0000 RMB 150 PILE
00019 D 0096 DATSIZ EQU .
00020 0000 434F4D50 NOM FCS /COMPT/
00021 *TABLE EQUIVALENCE OFFSETS DES PARAMETRES
00022 0000 ADRPH EQU 0 ADRESSE PHRASE
00023 0002 CAR EQU 2 CARACTERE
00024 0004 ADRRES EQU 4 ADRESSE RESULTAT
00025
00026 *X POINTE LA ZONE DE PARAMETRES
00027 0012 8630 START LDA ##30 POUR COMPTER EN ASCII
00028 0014 A79804 STA [ADRRES,X]
00029 0017 A602 LDA CAR,X A=CARACTERE
00030 0019 10AE64 LDY ADRPH,X X=ADRESSE PHRASE
00031 001C C60D LDE #100 CR DANS B
00032 001E E1A4 SUIT CMPE *Y EST-CE CR ?
00033 0020 2709 BEQ FIN OUI, TERMINE
00034 0022 A1A0 CMFA *Y+ EST-CE LE CARACTERE ?
00035 0024 26F8 BNE SUIT NON
00036 0026 6C9B04 INC [ADRRES,X] ON INCREMENTE LE COMPTEUR
00037 0029 20F3 BRA SUIT
00038 002B 5F FIN CLR8 FIN SANS ERREUR
00039 002C 103F06 OS9 F$EXIT
00040 002F AB4E9D EMOD
00041 0032 TAILLE EQU *
00042 END

```

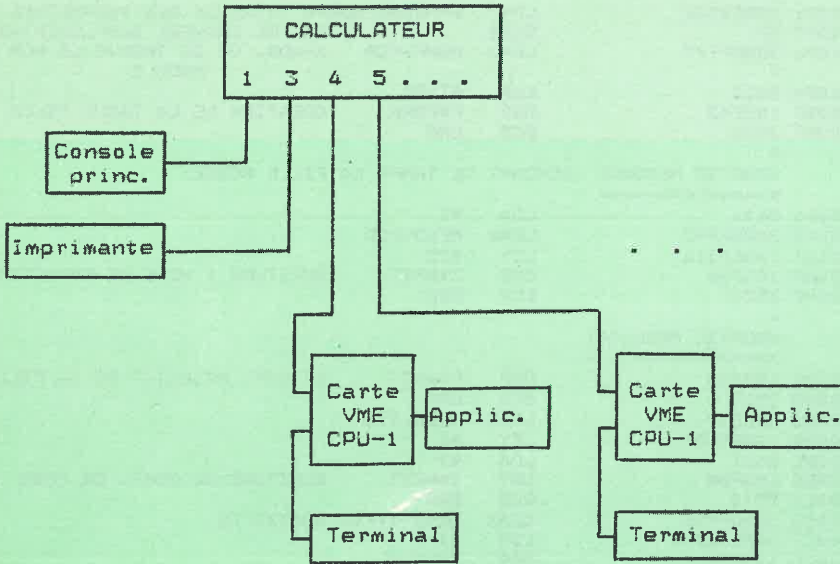
```

00000 ERROR(S)
00000 WARNING(S)
$0032 00050 PROGRAM BYTES GENERATED
$0096 00150 DATA BYTES ALLOCATED
$0412 01042 BYTES USED FOR SYMBOLS

```

équipement 68000

Sur un calculateur central, constitué de cartes VME et muni d'un disque dur, sont branchés des postes satellites :



Le calculateur central est muni du système d'exploitation multitâche et temps réel PDOS.

Chaque carte CPU-1 a deux possibilités logicielles :

- soit un moniteur permettant la lecture et le changement des contenus mémoire, le lancement de programmes, etc.
- soit le noyau PDOS mis en REPRM.

Sur chaque poste, on peut donc :

- travailler en mode transparent sur le système central : la carte s'efface et laisse passer les informations entre le terminal et le système
- transférer des codes du système vers la carte locale
- essayer le logiciel sur la carte locale avec l'application.

Chaque binôme d'étudiants a donc accès aux ressources centrales : il peut travailler en Assembleur ou en C.

Il transfère les codes de son programme sans manipulation de commutateur ou de fiches. Il essaie son programme sans perturber le système central par suite d'erreurs. Il bénéficie sur place du temps réel et du multitâche.

THE DEVIL'S DICTIONARY
Reproduced by courtesy of North Gloucestershire Group

ARTIFICIAL INTELLIGENCE A man-made method for making a computer even more irrational than a man.

BACKING-UP Mythical ceremony, often discussed but rarely encountered.

EXPERT SYSTEM Program that duplicates your mistakes, only faster.

HARD KISK Device enabling naive computer users to lose vast amounts of data quickly and easily.

HOUSEKEEPING just like the real thing, doesn't get done.

LOCAL AREA NETWORK Electronic means of allowing multiple users to destroy data files simultaneously.

NATURAL LANGUAGE Like no other languages any one's ever heard of.

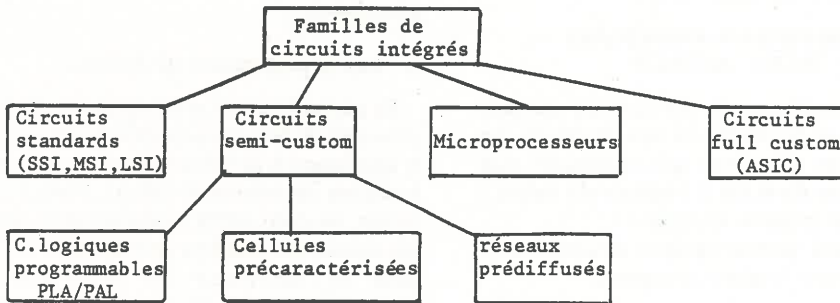
SECURITY COPY Imaginary duplicate that every one assumed was made by somebody else.

SHADES OF GREY Shades of green.



LA C.A.O. POUR QUOI FAIRE ? OU LES T.P.-T.R. DES ANNEES 90

I. LES DIFFERENTES FAMILLES DE CIRCUITS INTEGRES



- Circuits full custom : circuits entièrement à la demande ; intéressants si l'on désire plus de 100000 exemplaires (ASIC : circuit intégré spécifique à une application). Dans ces circuits les fonctions ou cellules de base sont elles mêmes personnalisables.

- Circuits semi-custom : circuits adaptables à la demande.

- réseaux prédifusés (1000 à 10000) (Gate Arrays).

- cellules précaractérisées (10000 à 100000) marché en augmentation.

Le réseau prédifusé réunit sur sa puce de très nombreux composants en disposition répétitive, tous interconnectés par une métallisation. Le concepteur obtient le schéma qu'il désire simplement en dessinant des connexions entre composants sur le plan de la puce ; le schéma est ensuite transféré sur celle-ci grâce à une gravure des couches de métallisation (formule semblable à celle mise en œuvre pour les circuits imprimés). Le temps de développement du circuit est réduit à la mise au point d'un ou deux masques contre dix pour un circuit intégré traditionnel.

Les circuits précaractérisés ne font appel qu'à des fonctions de base ("standard cell") (portes, latch, bascule D...) dont toutes les données d'intégration sont placées dans une bibliothèque informatique ("cell library"). Le concepteur construit son schéma à partir des fonctions de base, le circuit à réaliser est d'abord simulé sous forme logicielle avant d'être implanté physiquement dans le silicium. Le concepteur effectue lui-même l'agencement et l'interconnexion des différentes cellules.

II. POURQUOI LA C.A.O. EN ELECTRONIQUE ?

CONCEPTION :

- DE CIRCUITS INTEGRES
- DE CARTES

Pourquoi la C.A.O./I.A.O. ?

1. Complexité croissante des circuits :

L'utilisation d'un poste de travail I.A.O. ("workstation") se justifie de plus en plus par la disparition de l'utilisation des circuits à faible niveau d'intégration (SSI) et par le besoin d'outils pour les solutions de remplacement que l'on propose aujourd'hui :

- les PAL avec en particulier les PAL du type Altera ou Intel (EPLD)
- la conception de circuits à la demande, prédifusés, précaractérisés ou la "compilation de silicium".

L'utilisateur doit de plus en plus jouer

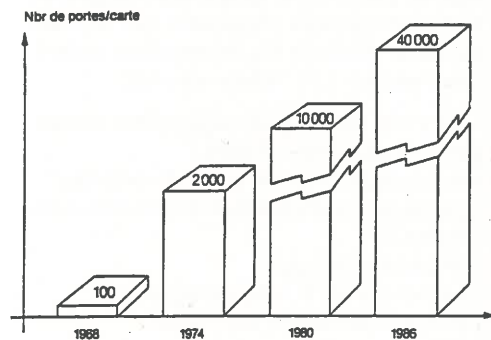
2. Obsolescence rapide des systèmes :

La durée de vie des produits diminuant, il faut en conséquence réduire celle des études. D'où la nécessité :

- d'accroître la productivité
- de réduire le coût de conception.

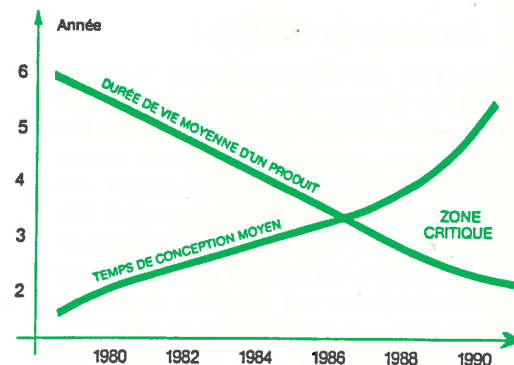
Les maquettes sur carte prototype dont l'étude demande beaucoup de temps et qui sont coûteuses doivent être supprimées en faisant appel à des simulateurs.

La relative pénurie de concepteurs qualifiés et compétents peut être compensée par les outils d'I.A.O.



- 1968 20 boîtiers TTL-SSI
- 1974 40 boîtiers TTL-SSI-MSI
- 1980 Un microprocesseur, 40 boîtiers MSI-LSI
- 1986 Un microprocesseur, 2 à 3 circuits intégrés, 10 boîtiers simples LSI-VLSI

le rôle de concepteur-réalisateur de VLSI. S'il ne veut pas être directement confronté à la complexité interne des circuits il doit disposer de puissants outils de travail. Par exemple avec les EPLD (réseaux logiques programmables et effaçables) on peut programmer des fonctions logiques pouvant atteindre 1800 portes avec un seul circuit CMOS ; avec l'aide d'un logiciel tournant sur ordinateur personnel le concepteur peut disposer d'une véritable mini fonderie de silicium.



- Durée de vie moyenne d'un produit
- Temps de conception moyen

(Suite page 14)

3. Augmentation de la fiabilité :

La fiabilité, l'encombrement et la consommation devant être optimisés, l'usage de circuits prédiffusés, de cellules précaractérisées ou de circuits à la demande s'impose de plus en plus, ce qui conduit à l'utilisation d'outils d'I.A.O. pour leur étude.

La complexité des circuits VLSI est devenue telle qu'une analyse de la *testabilité* devient obligatoire. Le système de C.A.O. permettra d'effectuer cette analyse et même de générer le programme de test qu'utilisera ensuite le testeur de circuit intégré.

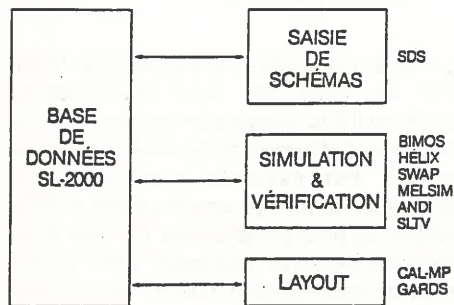
III. CYCLE DE CONCEPTION DU PRODUIT ELECTRONIQUE

La vocation de l'I.A.O. est de procurer à l'utilisateur la possibilité d'aller du concept du produit (ou cahier des charges) au test de ce produit en passant par la réalisation de toute la documentation technique relative à ce même produit.

Le cycle de conception peut être décomposé en plusieurs étapes :

- le concept et la création du schéma
- l'analyse ou simulation de son fonctionnement
- le tracé physique
- la mesure et le test du prototype
- la documentation technique.

Les informations concernant ces différentes phases sont stockées dans une *base de données* commune :



D'après une documentation SILVAR LISCO

1. La saisie de schéma :

La saisie des schémas se fait en dessinant sur l'écran d'un *terminal* à l'aide d'un éditeur *graphique*. Les symboles des composants, appelés à partir d'une *bibliothèque de composants*, sont placés sur l'écran et leurs interconnexions sont tracées à l'aide d'une *tablette graphique* et de sa souris. L'utilisateur a aussi la possibilité de créer ses propres symboles, d'ajouter au dessin des noms de signaux, des commentaires... Il en résulte un schéma complet et bien documenté.

A partir de ce schéma, on crée un fichier envoyé à la base de données, cette base donnée devant s'interfacer avec d'autres

outils de C.A.O. : simulateurs, routeurs automatiques, sorties de documentation technique ou autres progiciels.

Notons que la saisie de schémas peut aussi s'effectuer avec un terminal alphanumérique grâce à un *langage de description* utilisant :

- des *primitives de base* (Nand, Inverseur, Nor, Set Reset...)
- des *modèles comportementaux* (transistor, MOS...)

2. L'analyse.

Elle permet de simuler les schémas et de les mettre au point. On distingue différents types de simulateurs :

- les **simulateurs analogiques** (SPICE, CIRCEC, ASTEC3)

Ils permettent de simuler les circuits électriques linéaires ou non linéaires. La simulation peut être soit nominale, soit statistique dans les 3 régimes de calcul :

- continu (régime statique)
- alternatif (petits signaux sinusoïdaux)
- transitoire (régime temporel)

On peut en général également simuler le bruit, la sensibilité aux paramètres et l'influence de la température.

- les **simulateurs logiques ou logico-temporels** (vérificateurs de timing) (PIS-TIL, HELIX, HILO, CADAT).

Les *simulateurs logiques* permettent au concepteur de simuler le comportement d'un circuit en utilisant un programme pour déterminer si la logique fonctionne comme prévu. Cette possibilité facilite la découverte des erreurs de conception à un stade très précoce, et permet de se passer de l'établissement d'une maquette d'essais (du moins dans un premier temps). Le concepteur peut visualiser et sonder un schéma logique d'une manière analogue à celle utilisée pour sonder les prototypes en matériel.

La plupart des simulateurs logiques performants sont aussi dit *comportementaux*. Ils permettent non seulement de décrire un circuit à l'aide de primitives de base (portes, Set Reset, ...) mais aussi de décrire certains composants complexes (par exemple microprocesseur) à l'aide d'un modèle comportemental écrit en langage évolué (PASCAL, C ou autre).

Les *simulateurs logico-temporels* permettent de vérifier le fonctionnement dynamique du schéma et de mettre en évidence les éventuels problèmes de chronologie entre signaux. Pour chaque composant on peut spécifier les temps de propagation minimum et maximal (données du fabricant) et aussi prévoir le comportement global du schéma dans les cas les plus défavorables. Le simulateur (ou *vérificateur de timing*) calcule toutes les chaînes de temps et vérifie le respect des contraintes telles que temps de prépositionnement, temps de maintien des données, largeur minimum des horloges, présence

d'impulsions parasites..., erreurs difficiles à détecter lors de la mise au point classique d'un prototype.

Pour certains composants complexes (VLSI) l'écriture d'un modèle comportemental se révèle très gourmande en temps, ce qui a conduit certaines stations de travail (Mentor, Valid...) à proposer avec le simulateur une bibliothèque de "modèles matériels" : le composant réel (microprocesseurs, VLSI, voire carte imprimée) est inséré dans un support sur une carte d'interface et le simulateur utilise le composant exactement comme un modèle logiciel (le simulateur envoie des stimuli au composant, et analyse la réponse fournie par le composant physique).

- Les **simulateurs de fautes**

Ils permettent la mise au point du *programme de test* qui doit définir les *stimuli* à appliquer à la carte ou au circuit pour localiser un éventuel défaut. Pour y parvenir, on crée artificiellement des fautes au niveau du système (collage à 0, à 1 ...) puis on détermine les séquences de signaux à appliquer qui permettent de détecter ces fautes. Si certains nœuds du système ne sont pas testables, on peut être amené à modifier la conception du circuit pour en favoriser la testabilité.

3. Le tracé physique

C'est la phase de réalisation du circuit physique, que ce soit un semi-conducteur ou un circuit imprimé.

- Pour les circuits intégrés ("custom" ou "semi-custom") :

On utilise un *éditeur de gravure* qui permet au niveau de la technologie le placement, le routage, l'optimisation des fils, le déplacement et la copie des motifs. A l'éditeur de gravure sont associés un outil de *contrôle des règles de dessin* (aspects géométriques), un outil de contrôle des règles électriques, un vérificateur d'interconnexions assurant la correspondance entre la réalisation physique du circuit et sa description logique...

Il faut aussi signaler l'existence de *compilateurs de silicium* dont la fonction est de traduire la description logique fournie par le concepteur en une implémentation du circuit correspondant sur le silicium (VTI, ES2, Cassiopee...). Ils permettent la manipulation de symboles, l'assemblage de motifs, la simulation et l'analyse des circuits, l'implantation des masques, ainsi que la vérification des règles de construction et des règles d'implantation, et le calcul prévisionnel des performances du circuit intégré. Les éléments constitutifs du circuit se trouvent dans une bibliothèque. La conception physique de la puce est donc prise en charge par le logiciel : la conception d'un circuit se réduit à l'interconnexion de blocs constitutifs ; le routage des cellules, préalablement placées par le concepteur, se fait automatiquement ; ensuite le placement des éléments

est optimisé et compacté afin de réaliser la surface de circuit et la longueur des connexions les plus petites possibles compte tenu des règles de dessin. A tous les stades, des tests sont effectués à l'aide d'un simulateur ce qui permet au concepteur d'intervenir de manière interactive au cours du processus de conception.

Le fondeur de silicium reçoit une bande magnétique renfermant toutes les données relatives à la fabrication des masques. Ceci pose le problème de la compatibilité des formats de données entre les stations de travail et les fondeurs de silicium. Ce problème devrait être résolu par l'apparition des premiers standards (EDIF, VHDL...).

Notons que le prix d'un masque utilisé en lithographie de circuits intégrés est de l'ordre de 3000 dollars (il en faut 10 à 12 dans un circuit à la demande). L'originalité de la Société européenne ES2 est d'adjoindre aux outils de compilation de silicium l'écriture directe des masques ; d'où une diminution du coût et du temps de fabrication (2 semaines au lieu de 6 à 15 semaines).

La révolution technologique amenée par les compilateurs de silicium est considérée par certains comme comparable à celle qui a marqué l'arrivée du microprocesseur. Les quelques cinq années qui étaient nécessaires pour réaliser un microprocesseur, sont réduites par l'utilisation des compilateurs de silicium, pour la même complexité, à une durée de 4 à 5 mois (la puce Micro Vax I, version VLSI du mini ordinateur 32 bits de DEC a été conçue en 5 mois seulement). Ces outils logiciels permettent aux utilisateurs de prendre de plus en plus en charge des tâches qui étaient, il y a peu de temps encore, l'apanage des fabricants de circuits intégrés et de bénéficier directement des derniers progrès technologiques. Face aux grandes séries de circuits produits par le Japon et les Etats Unis, les compilateurs de silicium constituent une chance pour l'Europe.

- Pour les circuits imprimés (ou les circuits hybrides) :

Les logiciels de conception et de fabrication de cartes électroniques à circuits imprimés permettent en général les fonctions de schéma, l'implantation physique des circuits et la génération des données de fabrication.

La saisie de schéma a déjà été décrite dans le paragraphe 1 ; on constate ici encore la nécessité pour les différents logiciels de pouvoir accéder à la base de données commune disposant d'une vaste bibliothèque de composants.

Le module d'implantation physique permet à l'utilisateur le placement (automatique ou non) des composants sur la carte et la génération des connexions en circuits imprimés (routage automatique). L'utilisateur doit avoir un contrôle perma-

nent interactif des différentes phases d'implantation (choix des dimensions de la carte, du nombre de couches utilisées, de la forme et de la dimension des pastilles, des largeurs de pistes...). Enfin un contrôle intégral du respect des contraintes d'implantation doit être intégré au logiciel. Le module de *génération de données de fabrication* permet de créer des fichiers de pilotage de photo-traceurs, de commande numérique de machines de perçage, de listes de fabrication ainsi que des fichiers pour la réalisation de plans sur table traçante.

4. La mesure et le test du prototype

Cette étape survient donc après la phase fabrication. Il est alors nécessaire de tester les premiers prototypes. Les vecteurs ou stimuli de test ont déjà été écrits à l'aide du simulateur de fautes. Il faut maintenant vérifier le circuit en lui injectant réellement ces vecteurs de tests. L'outil de test vérification capture les données en sortie et les compare aux réponses théoriques stockées dans la base de données commune.

5. La documentation technique

C'est une phase importante du cycle de conception qui représente environ 30 % du temps de l'ingénieur d'étude.

Le logiciel de documentation comprend souvent un processeur de texte et une partie graphique qui permet d'extraire de la base de données commune les images graphiques des schémas, des symboles et des chronogrammes des circuits provenant des différentes simulations et de les insérer dans le texte de la documentation.

IV. DIFFERENTES PHILOSOPHIES DES POSTES DE TRAVAIL I.A.O.

On trouve 3 philosophies possibles :

- progiciels sur ordinateurs d'usage général (IBM, VAX...) voie suivie par Silivar Lisco, Thom'cis
- progiciels sur calculateurs spécialisés : (60 % du marché), stations autonomes ("workstation") souvent à base de 68020 reliées entre elles par un réseau : Mentor (Appolo Computer), Valid, Daisy, Hewlett-Packard, Tektronix ou VAX station II GPX (à base de Micro Vax II).
- progiciels sur ordinateurs personnels (type IBM PC-AT). Les ordinateurs personnels ont d'abord été utilisés pour la saisie de schémas et le routage manuel de circuits imprimés. L'acceptation par le marché de l'IBM PC comme standard de l'ordinateur personnel a généré un développement considérable des logiciels liés à l'I.A.O. La tendance actuelle en ce domaine est de supporter les études par un micro-ordinateur d'usage général au lieu de le faire au moyen de systèmes dédiés (simulation logique, analogique, routage automatique, synthèse de PAL...). Cependant pour les traitements nécessitant de la puissance, on utilisera le PC en saisie (génération de schémas, données permettant de mettre en œuvre la simulation...) puis on transférera la "Netlist" à un ordinateur hôte plus puissant (VAX, IBM, Apollo...). Une autre solution consiste à augmenter la puissance du PC pour exécuter les opérations en local : insertion d'une carte supplémentaire (accélérateur) contenant un micro-ordinateur 32 bits (NS) et 2Mo de mémoires vives (solution retenue par FutuNET pour le simulateur logique CADAT).

H. LEVY (Bordeaux)



