

RADIO PLANS

MAI 1993

PROGRAMMATEUR DE 68HC705K1
LES RÉGULATEURS À DÉCOUPAGE TO220
MICROCONTRÔLEURS ET CEM
SYNTHÉTISEUR DE SIGNAUX BF
TECHNOLOGIE ET APPLICATIONS DES
PARASURTENSEURS
TDS 320 TEKTRONIX : LE DSO UNIVERSEL



BELGIQUE : 155 FB - LUXEMBOURG : 155 FL - SUISSE : 6,30 FS - ESPAGNE : 450 Ptas - CANADA : \$ 4,25

T2438 - 546 - 24,00 F



SOMMAIRE

ETUDE ET CONCEPTION

- 83 Générateur de signaux BF synthétisés.

REALISATIONS

- 33 Temporisateur pour films trait.
43 Carte de programmation pour 68HC705K1.

TECHNIQUE

- 7 Microcontrôleurs et compatibilité électromagnétique.

MESURE ET INSTRUMENTATION

- 19 L'oscilloscope numérique TDS 320 Tektronix.

CIRCUITS D'APPLICATION

- 23 Les régulateurs à découpage cinq broches.
37 Les microcontrôleurs ST62XX, SGS-Thomson.

COMPOSANTS ET TECHNOLOGIE

- 55 Les parasurtenseurs : technologie, critères de choix et applications.

CDAO

- 13 Le phototirage «à la maison».
50 Les laboratoires sur disquette.

DIVERS

- 65 Enquête lecteurs.

INFOS

- 68 - Les analyseurs 214X B & K.
69 - Hewlett-Packard et Scaib : 20 ans de partenariat.
- Nouveautés AOIP.
72 - Cartes d'acquisition sous windows, Keithley.
- Le LT 1121-5 : régulateur 5V ultrafaible déchet.
76 - Les Mosfets «HCD» Motorola
- Le KMI 10/1 : détecteur de vitesse de rotation Philips.
- Les limiteurs de tension TVS Harris en CMS.
80 - Les Transils General Semiconductor chez RS
- Capots et boîtiers CEM, Mecafi
- Une nouvelle famille de CI linéaires 3V TI
82 - Condensateurs céramiques AVX pour convertisseurs résonants.
- Isolations Bergquist pour composants actifs.
- Le RFV10N50 Harris : un Mosfet 500 V ultrarapide

Ont participé à ce numéro :

J. Alary, C. Broussas, P. de Carvalho, C. Djabian, A. Garrigou, P. Gueulle, J.-P. Jacquet, R. Lahaye, P. Morin, D. Paret.

RADIO PLANS

ELECTRONIQUE APPLICATIONS

MENSUEL édité par
Publications Georges Ventillard
Société anonyme au capital de 350 880 F
Siège social
Direction-Rédaction-Administration-Ventes :
2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cedex 19
Tél. : 42.00.33.05
Tél. : PGV 220409F - Télécopie : 42.41.89.40
Président-Directeur Général,
Directeur de la Publication :
J.-P. VENTILLARD
Directeur de la Rédaction :
Bernard FIGHIERA
Rédacteur en chef :
Claude DUCROS
Publicité : Société Auxiliaire de Publicité
70, rue Compans, 75019 Paris
Tél. : 42.00.33.05 - C.C.P. 37-93-60 Paris
Directeur commercial : J.-P. REITER
Chef de publicité : Francine FIGHIERA
Assistée de : Laurence BRESNU
Marketing : Jean-Louis PARBOT
Directeur des ventes : Joël PETAUTON
Inspecteur des ventes : Société PROMEVENTE
M. Michel IATCA
11, rue de Wattignies, 75012 Paris.
Tél. : 43.44.77.77 - Fax : 43.44.82.14

Service des abonnements :

2 à 12, rue de Bellevue, 75019 Paris.
Voir notre tarif «spécial abonnement».

Pour tout changement d'adresse, envoyer la dernière bande accompagnée de 2,50 F en timbres.
IMPORTANT : ne pas mentionner notre numéro de compte pour les paiements par chèque postal.

Electronique Radio Plans décline toute responsabilité quant aux opinions formulées dans les articles, celles-ci n'engageant que leurs auteurs. Les manuscrits publiés ou non ne sont pas retournés.

«La loi du 11 mars 1957 n'autorisant aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part que «copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective» et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, «toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants-droit ou ayants-cause, est illicite» (alinéa premier de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code Pénal».

Ce numéro a été tiré à 38 300 exemplaires

Dépôt légal mai 93 - éditeur 1719

Mensuel paraissant en fin de mois.

Distribué par S.A.E.M. Transport-Press

Photocomposition COMPOGRAPHIA - 75011 PARIS -

Imprimerie SIEP Bois-le-Roi et REG Lagny.

Photo de couverture : E. Malemanche.



Les microcontrôleurs et la compatibilité électromagnétique

Il y a quelques mois, nous vous avons présenté une «Petite introduction aux EMC». Cet article sans but exhaustif n'avait pour unique prétention que de vous sensibiliser à ces problèmes certes très anciens, mais rarement pris à bras le corps. La société Philips Semiconductors vient d'introduire sur le marché de nouveaux microcontrôleurs faisant partie de la famille 8 x C 51 conçus spécialement pour satisfaire au double but recherché de la CEM, c'est-à-dire de ne pas polluer et de ne pas être pollué par des perturbations électromagnétiques et électrostatiques.

Ces nouveaux dérivés se reconnaissent facilement par leurs appellations comportant le radical «CE» : 8x CE xxx (exemples : 8x CE 558, CE 654, CE 592, CE 598,...).

Une nouvelle race de microcontrôleurs. Mais pour quelles raisons ?



Il est vrai qu'à ce jour peu de sociétés se sont préoccupées concrètement de la CEM.

Une enquête professionnelle récente a montré que le fait de satisfaire aux exigences EMC des systèmes et composants venait parmi les dernières priorités des souhaits des clients... et pourtant cela devrait les toucher au plus haut niveau !

En effet, combien de points de marge bénéficiaire certaines sociétés de renom ont-elles perdus en rajoutant des écrans magnétiques «imprévus», en déclenchant l'approvisionnement d'un nouveau «cuivre» avec l'outillage adapté pour rajouter «la capa qui va bien», en chiffrant les heures passées à résoudre les problèmes s'y rapportant.

Bref, la CEM (Compensation des Ennuis M... ajours) existe !

Malgré cette envolée en forme de signal d'alarme, lors de l'article précédent nous avons évoqué la rentrée en vigueur de normes européennes plus contraignantes qu'auparavant. Pour beaucoup d'utilisateurs, celles-ci apparaissent souvent comme des «tigres de papier».

Hélas, ces normes (du fait des sociétés participantes qui composent les comités techniques qui les rédigent) sont souvent les signes précurseurs des pro-

blèmes bien plus concrets qui ne tardent pas à nous sensibiliser tous les jours. Prenons au hasard deux exemples caractéristiques :
1 - De nombreux nouveaux systèmes utilisent de plus en plus des Radio Fréquences (et leurs problèmes de susceptibilités) et ce dans des branches applicatives de plus en plus variées.

2 - La forte tendance à la miniaturisation des produits finis, (du fait de l'existence des composants pour montage de surface avec l'apparition par exemple de boîtiers 80 broches TQFP au pas de 0,5 mm !) et des effets de modes commerciales font que les proximités de fonctionnalités électroniques sont d'autant plus fréquentes, sans compter les téméraires ou super-pro qui n'hésitent pas à mélanger les deux genres simultanément. Citons, à titre d'exemple, celui bien connu de l'ensemble émission-réception GSM.

Pour terminer avec cette énumération, à vous donc les «gâteries» de raies parasites sur vos écrans de télévision avec les systèmes PIP (Picture in Picture), l'écoute du microcontrôleur gérant l'affichage de votre autoradio en lieu et place de votre station FM préférée et, même si cela passe encore, nous ne pouvons pas décemment espérer que vous ayez

quelques délicats problèmes de freinage «ABS» en vous rendant aux sports d'hiver lorsque vous passerez sous des lignes très haute tension (disons entre Lyon et Grenoble, près de l'Isle-d'Abeau par exemple...).

Il est donc grand temps de s'en préoccuper.

En ce qui nous concerne, nous vous proposons d'examiner ces points en deux parties :

- la part du composant microcontrôleur, (dans ce numéro) ;

- le circuit imprimé associé et son environnement immédiat (dans le prochain article).

Le reste, vous en êtes seul maître ! (à chacun ses soucis...),

LES MICROCONTRÔLEURS 8 X CE XXX

C'est une nouvelle race de microcontrôleurs, conçus différemment de leurs prédécesseurs, les ports, les fonctionnalités ont été refondus.

Évidemment, on pourrait rétorquer que l'on aurait pu y penser au départ !

Bien sûr. C'est d'ailleurs ce qui sera fait dès à présent pour les nouveaux microcontrôleurs, mais à l'époque ces points n'étaient pas aussi sensibles.

Prenons un exemple précis. Le microcontrôleur 8 x C 654 (80 C 52- 16 K ROM. 256 octets de RAM et interface I2C hard à bord) était conçu classiquement en boîtier DIP 40 ou QFP 44. Lors de sa réalisation en version «EMC» son boîtier n'est devenu que QFP 44 et son «pinning» nouveau et différent car devant tenir compte d'autres contraintes. (Voir figures 1 et 2).

Ceci indique bien à l'utilisateur qu'il doit repenser physiquement l'implantation (la totalité) de son circuit imprimé en tenant compte de règles de conception «EMC» bien que le logiciel existant soit portable de l'un à l'autre à 99,9 % !

Pourquoi donc encore ce 0,1 % magique de différence encore une fois ?

C'est encore la faute de ces fameux SFRs ! En effet, ces derniers permettent de personnaliser à souhaits les dérivés de la famille. Ceci sous-entend donc qu'au travers de certains SFRs certaines fonctionnalités ont été améliorées pour satisfaire aux exigences EMC. Et bien oui !

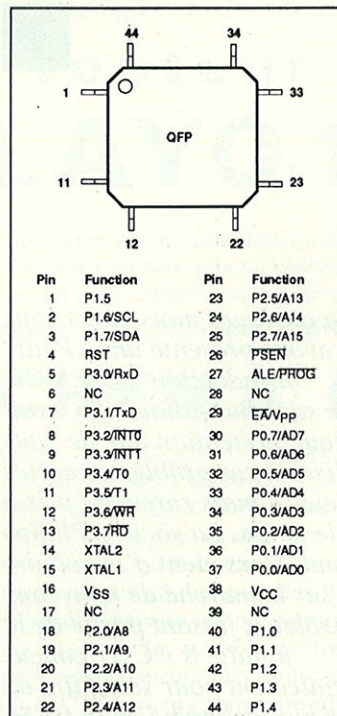
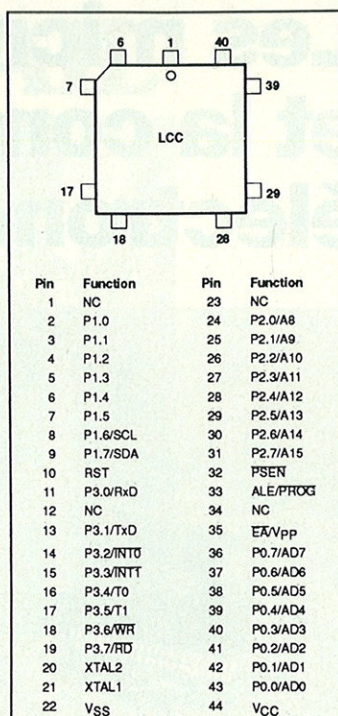


Figure 1

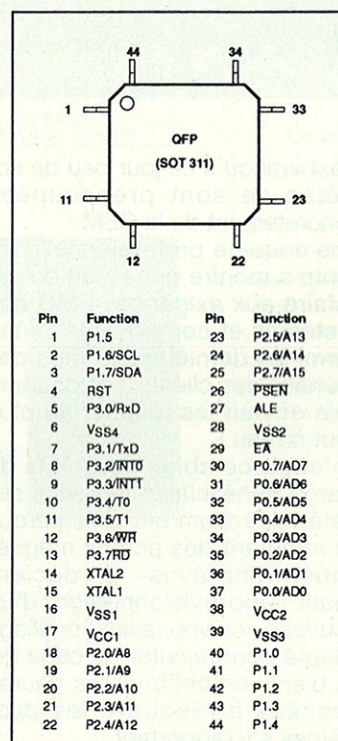


Figure 2

La participation du cœur du microcontrôleur à la CEM

Un microcontrôleur ne rayonne pas de lui-même d'énergie électromagnétique, mais génère des courants à hautes fréquences qui sortent soit par les lignes d'alimentation, soit par ses ports.

La plupart des signaux internes sont dérivés de l'horloge interne (12/16 MHz sous forme de fréquences sous-multiples).

Ces signaux sont distribués à l'intérieur du cristal via différents bus auxquels sont rattachées de multiples portes se comportant comme un immense jeu de réseaux RC qui n'arrêtent pas de se charger et se décharger aux rythmes des différentes phases des signaux internes synchrones de l'horloge.

Parmi les bus internes du 80C51 rarement décrits dans la presse, on peut citer les I-bus et IS-bus qui ont pour missions respectives de transporter les données et de relier entre eux les différents blocs des dérivés.

Il est bien évident que pour commander ces bus il y a des «drivers» qui fournissent du courant et qui, tôt ou tard, généreront des pics de courant et des surtensions !

Afin d'être plus concret, regardons comment est réalisé le cristal d'un microcontrôleur. La figure 3 donne une idée de l'implantation topologique d'un microcontrôleur évolué, mais standard.

La figure 4 vous indique comment pour un tel circuit, les lignes d'alimentation sont distribuées en interne. Vous pourrez remarquer que l'on distingue très nettement sur ces figures un réseau de filtrage intégré comprenant une résistance de 5 Ω et une capacité.

Une idée du spectre rayonné par ces cristaux est donné figure 5 où l'on distingue deux sortes de raies :

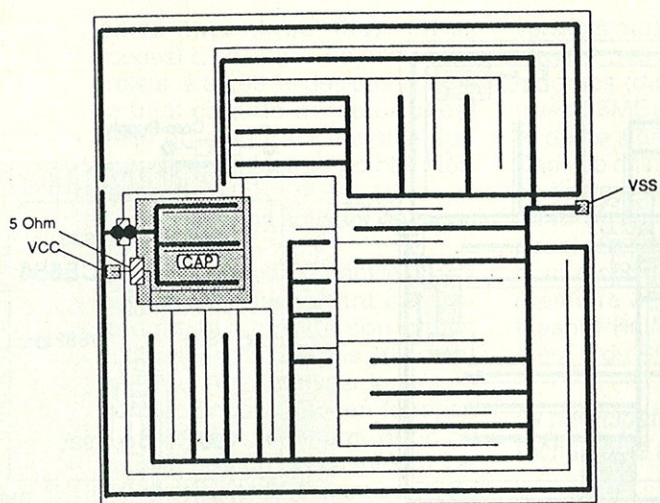


Figure 3.

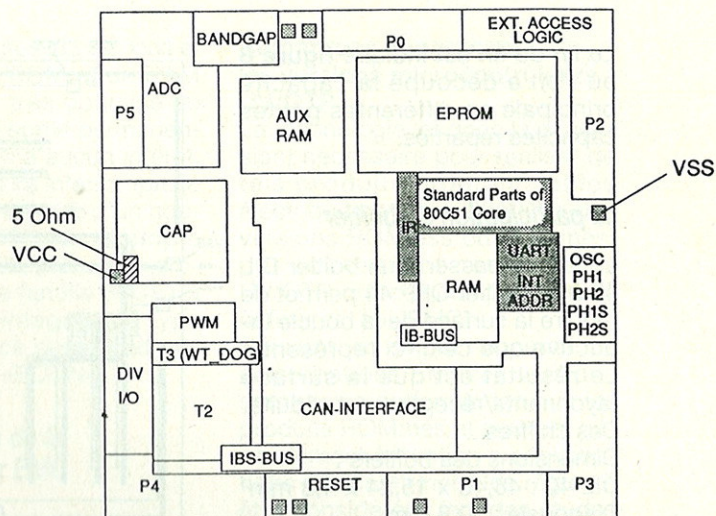


Figure 4.

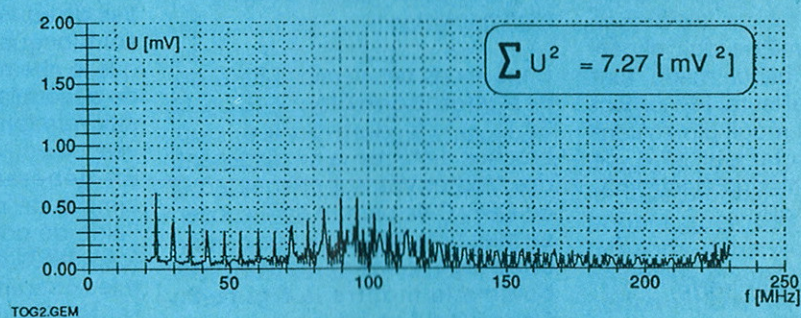


Figure 5.

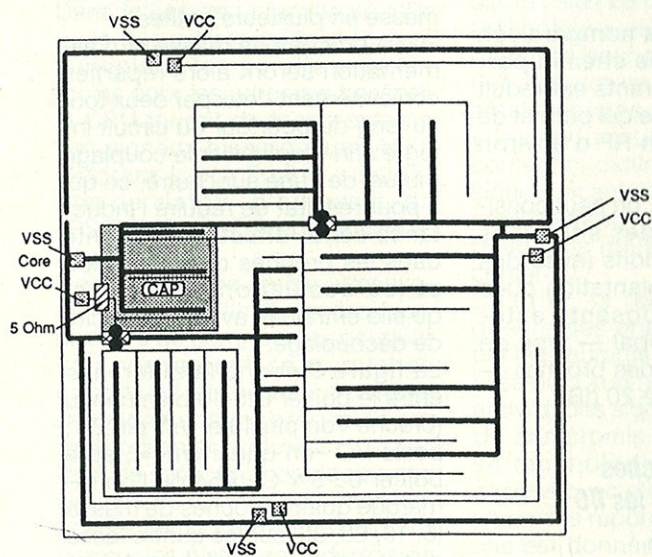


Figure 6

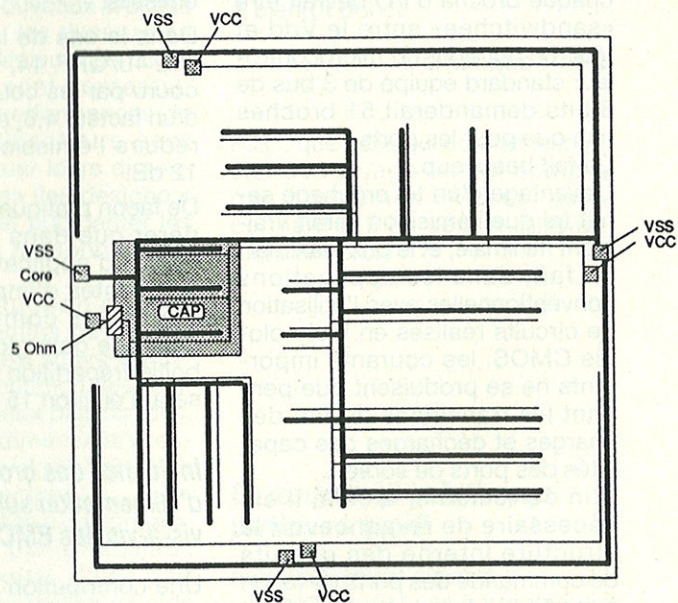


Figure 7

a) celle dues aux signaux de service «ALE» (espacement de 1 MHz);
b - d'autres à espacement de 6 MHz dues aux drivers internes des bus.

Les figures 6 et 7 vous indiquent comment, sans modifier le cristal, il est possible de ré-organiser la disposition des liaisons internes pour «sandwicher» les amenées des alimentations.

Un grand pas en avant consiste à multiplier les sorties Vdd et Vss (voir les explications détaillées plus loin) mais oblige souvent de passer à un boîtier plus important (de PLCC à QFP 80 par exemple).

10 ELECTRONIQUE RADIO PLANS 546

carte thermique (aux infra-rouges) d'un cristal de microcontrôleur, à 99,99 % des cas la zone la plus chaude de celui-ci est celle du circuit de l'oscillateur. Surprenant, n'est-ce point ? Normal, oui.

1 - il fonctionne souvent de façon continue.

2 - le courant parcourant le quartz est souvent important car fréquemment, lors de son choix, l'utilisateur n'a pas pris en compte la façon d'optimiser la «transconductance» «gm» en fonction de l'élément résonant, donc du courant issu du circuit intégré (revoir à ce sujet ERP numéros 543, 544, 545).

Dans les cas simples, une résistance peut être insérée en série avec le quartz pour réduire le courant tout en restant dans les conditions d'oscillation (et de démarrage) garanties et diminuer ainsi les chances d'avoir du «bounce» dû à l'oscillateur.

L'optimisation de tous ces «bounces» fait souvent gagner 10 à 15 dB sur les émissions perturbatrices.

La participation des signaux de service

Tous les microcontrôleurs créent des signaux de services servant à gérer les accès mémoires, les périphériques, etc.

Dans le cas de la famille 80 C51 où le bus adresses/données est multiplexé temporellement (au moins pour les adresses basses), la CPU fournit de façon externe des signaux bien connus «ALE» (Address Latch Enable ; validation du «latch» d'adresse), de «PSEN» (Program Store ENable), Read, Write.

Il est nécessaire de lire attentivement les spécifications des fournisseurs de composants pour savoir réellement sous quelles conditions et à quels moments ces signaux sont présentés sur les broches considérées.

Bref, ce serait formidable que ces signaux ne sortent pas pour rien et que les potentiels ne soient pas sur les pistes considérées du circuit imprimé lorsqu'on a en n'a pas besoin !

ALE

Ce signal est normalement activé au tiers ou au sixième de l'horloge du microcontrôleur selon l'emploi.

Dans le cas d'utilisation de microcontrôleurs 8x CE xxx dans leurs

versions masquées (83 CE xxx) et n'ayant pas de ROM et de RAM externes (donc très optimisé au niveau EMC), la sortie permanente de ce signal n'a aucun intérêt. Dans ce cas, on ira interrompre la sortie de «ALE» à l'aide d'un nouveau bit du SFR (par exemple pour le 8x CE 558, premier microcontrôleur de la famille 80C51 à mémoire 32 k intégrée de type FlashEPROM, ce sera le bit numéro 5 du SFR «PCON»).

La participation de la technologie aux EMC

Question souvent posée.

A même microcontrôleur, plus la technologie est rapide plus le comportement est malsain. Ce n'est pas très encourageant, mais cela se comprend.

En effet, les flancs des signaux sont d'autant plus raides, la consommation est un peu plus élevée, etc.

Vitesse ou pollution, il faut choisir (ça rappelle quelque chose de connu ?).

De plus, en ces temps derniers, une maladie contagieuse a frappé notre noble profession au niveau des fabricants de circuits intégrés.

Quelle est cette maladie honteuse ? Le «shrinking».

Le «shrinking» consiste à même fonctionnalité de produit à «rétrécir» (à l'aide de nouveaux process technologiques), les dimensions du cristal pour diminuer son coût (les fabricants sont contents), améliorer leurs performances de vitesse (les utilisateurs sont contents), diminuer leurs dimensions mécaniques (les designers sont contents), et augmenter les pollutions (plus personne n'est content !).

En effet, la réduction de longueurs des chemins parcourus par les courants est souvent annihilée par l'augmentation des di/dt et dv/dt des signaux plus rapides. Un compromis dimension/vitesse/technologie/coût doit être analysé avec attention.

L'une des réponses à ce compromis est donnée par le circuit 8x CE 558 dans lequel, d'une part l'oscillateur a été réalisé à l'aide d'un PLL issu d'un oscillateur basse fréquence et, d'autre part, en plus des circuits de limitation des flancs de montée, il a été introduit de nouveaux principes d'alimentation et de découpage interne ainsi que des systèmes de gestion multiphase au niveau de la CPU.

Remarques concernant les versions microcontrôleurs UV/OTP

La technologie (et donc la dimension) nécessaire pour réaliser de tels produits programmables électriquement est différente des versions ROMless ou ROMmés, par conséquent ces versions UV/OTP ont des comportements différents aux EMC.

Souvent, en ce qui concerne les perturbations EM, ces versions sont moins performantes que les produits ROMmés et peuvent généralement (attention aux exceptions qui confirment les règles !) être considérées lors des études comme des WORST CASES. Il est vrai que ceci pose un vrai problème aux concepteurs de systèmes devant passer par des homologations préliminaires avant de mettre en production avec des produits ROMmés (exemple : téléphonie).

CONCLUSION

Nous vous donnons rendez-vous le mois prochain pour vous dispenser quelques conseils qui, pensons-nous, vous aideront à ne pas détériorer les magnifiques performances de vos microcontrôleurs en les implantant «sotte-ment» (pas vous, bien sûr, le routier CAD of course !) sur un circuit imprimé.

A bientôt donc.

Dominique Paret

P.S. : que celui qui connaît le logiciel de routage tenant compte des problèmes EMC se fasse connaître. Il en sera publiquement remercié !

En résumé : en pollution, qui participe à quoi ?

aux fréquences élevées :

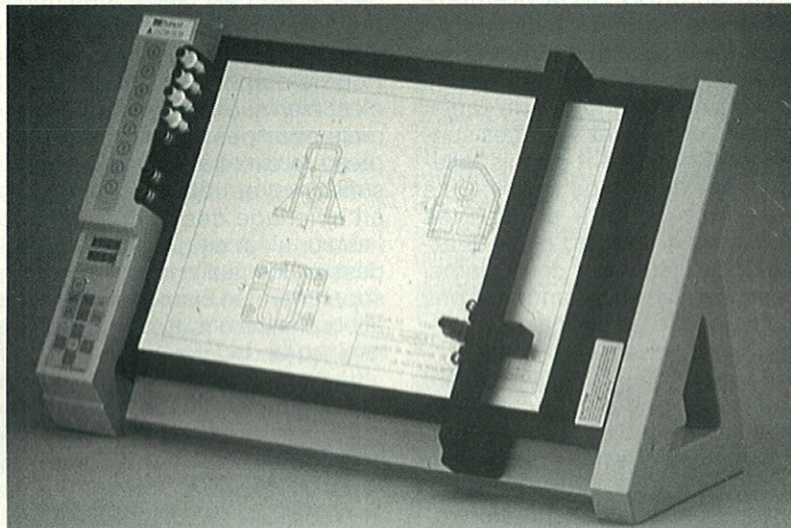
- l'oscillateur et ses harmoniques
- les flancs de montée rapides des I/O
- l'ALE
- le PSEN
- les suroscillations (bounces) des alimentations.

aux fréquences basses :

- l'activité des ports I/O
- le programme.

Le phototraçage « à la maison »

Il y a quatre ans, nous investissions dans une petite table traçante A3, afin de nous libérer des contraintes inhérentes aux dessins de circuits imprimés réalisés de façon « empirique » : reproductibilité aléatoire, modifications et archivage délicats, dépendance de sous-traitants qu'il faut supplier à genoux pour obtenir un film le vendredi au plus tard (mais qui le rendront malgré tout le mardi après-midi !), perte de confidentialité des projets, etc. Après quatre ans d'exploitation intensive et très satisfaisante, nous avons décidé de passer à la vitesse supérieure : le phototraçage par plumes laser, au moyen du système LP2002. Ce procédé mérite qu'on y accorde attention, car les résultats sont excellents éch. 1. L'investissement facilement amortissable et le coût d'exploitation inférieur à tout autre procédé : 16 F HT pour un film A3 d'épaisseur 18/100° !



Lorsqu'on prend le temps de discuter avec des artisans ou des responsables de petites entreprises, on est amené à constater que rares sont les unités disposant d'une autonomie totale, ne serait-ce que pour les prototypes de circuits imprimés ou les films de sérigraphie.

Certains ne sont pas équipés du tout, et font tout sous-traiter. Ce peut être un choix judicieux pour une petite entreprise qui n'a besoin que d'une carte de temps en temps, mais également pour les grandes sociétés qui, à l'inverse, ont un gros débit et de ce fait peuvent négocier à bon prix les prototypes avec le sous-traitant qui fournira les séries.

D'autres sont « à demi-équipées » : elles sont en mesure de se préparer un prototype, mais au moment de lancer une fabrication, tout est quasiment à reprendre. Les sorties sur imprimantes à aiguilles ou laser conduisent souvent à déboursier des petites fortunes au moment de l'industrialisation du projet : films à refaire à partir des fichiers GERBER pour récupérer le « drill », ou saisie manuelle des perçages suite aux déformations des supports, voire un tirage ECH 2 plus réduction photo (mais sur une imprimante on est vite limité), bref beaucoup de complications. De plus, même à l'échelle 1 sur une imprimante laser A4, certaines cartes (CLE-

MENT par exemple) ne passent pas.

On constate également que de nombreuses petites sociétés hésitent à s'équiper, persuadées qu'il faut investir des sommes importantes pour obtenir des résultats corrects.

Ce qui est faux : il est désormais possible de traiter en un temps record et « à la maison » des films éch. 1 d'excellente qualité, stables, d'un coût à l'unité très faible, et propres à partir ensuite en fabrication sans retouche.

C'est une alternative aux fichiers postscript.

Il y a quelque temps encore, l'auteur restait circonspect car les traçages à l'encre posent des problèmes, bien connus de ceux qui en ont fait l'expérience : encrassement des plumes, quasi impossibilité de s'engager dans des aplats importants, beaucoup de retouches à faire à la main sur un support en général peu stable, nécessité de travailler à faible vitesse (d'où temps de traçage important), obligation de faire un contretypage sur film, etc.

C'est la méthode qu'il utilisait pourtant jusqu'alors avec satisfaction, employant le REPROPHANE comme support définitif. Elle reste d'ailleurs toujours valable pour les prototypes : inutile même de contretyper pour tirer une carte d'essai. Nous avons fait rire beaucoup de monde quand

nous avons dit que nous tracions avec plume ROTRING de 0,35 sur du calque 80 g ordinaire et que certaines cartes (tous les protos) étaient insolées directement au moyen de ces calques, mais ça marche très bien !

Le problème le plus important rencontré, était dû essentiellement au choix de la première table qui ne disposait pas de tapis électrostatique. Si vous envisagiez un tel achat, surtout ne faites pas l'économie du tapis, vous le regretteriez vite ! Les supports se déforment parfois tellement sur de grands tracés, qu'à certains endroits d'énormes bulles se créent au point d'atteindre le seuil haut de la plume, cette dernière ne manquant pas alors de faire de dramatiques griboilliss au travers du dessin.

Pour «aller plus loin», la première chose à faire était donc déjà de changer de table. Plusieurs raisons ont fait que notre choix s'est porté sur la DXY 1200 ROLAND.

1- elle dispose d'un tapis électrostatique (la 1100 n'en a pas).

2- elle est peu bruyante (il est possible de téléphoner pendant que la machine travaille, ce qui était hors de question avec notre précédent modèle).

3- elle possède une touche PAUSE. Vital ! Cela permet par exemple de recharger la plume en cours d'exécution.

4- les services techniques du distributeur (ANGALIS) sont aimables et compétents. Les docs techniques existent ...!

5- il est possible d'y adapter un kit de phototracage LP2002, et de l'exploiter au maximum, c'est-à-dire en tenant compte des accélérations réelles des moteurs, pour gérer au mieux les commandes d'allumage des plumes. Certains s'étonneront peut-être que nous n'ayons pas considéré la vitesse maxi comme un critère important, pas plus que le nombre de plumes ou l'affichage numérique des coordonnées ?

En effet, si 40 cm/s c'est impressionnant quand on lance l'autotest avec les huit plumes fibre, dans notre cas c'est d'un intérêt secondaire : pour tracer correctement avec notre ancienne machine, il était hors de question de dépasser 1 cm/s avec des plumes ROTRING. Sur la ROLAND, toujours avec des plumes de même marque et grâce à une encre ultra noire, on peut aller jusqu'à 3 cm/s, mais c'est un maximum.

Avec des plumes laser, le régime adopté est de 10 cm/s, ce qui réduit quand même par dix (en

théorie) nos précédents temps d'exécution. En pratique, pour des tracés de circuits imprimés qui comportent des pastilles ou du texte (périodes pendant lesquelles il n'est pas possible au traceur de prendre son accélération maxi), on peut considérer que le gain de temps garanti est de 5. C'est déjà bien car un tracé qui durait jadis 1 H 15 ne prend alors plus que 15 minutes !

Pour le nombre de plumes, huit c'est bien si on fait de la couleur, mais pour des films on pourrait presque dire qu'une seule serait suffisante, et trois «royal». Quant à l'affichage des coordonnées, l'auteur s'est empressé de coller dessus une feuille noire afin de le supprimer : en chambre noire, on fait la chasse à toutes les sources lumineuses indésirables.

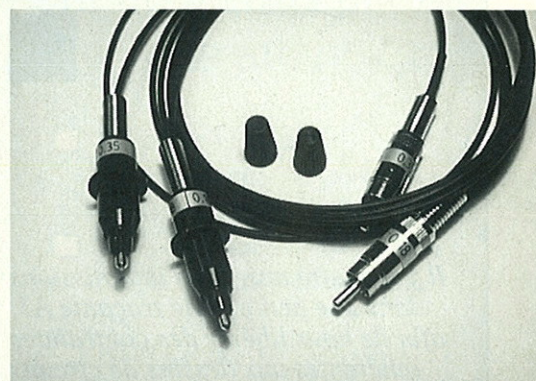
PRINCIPES DU PHOTOTRACAGE

L'idée est d'une simplicité déconcertante : remplacer la plume encre par une autre qui se comporte comme un faisceau lumineux insolant directement un film photo !

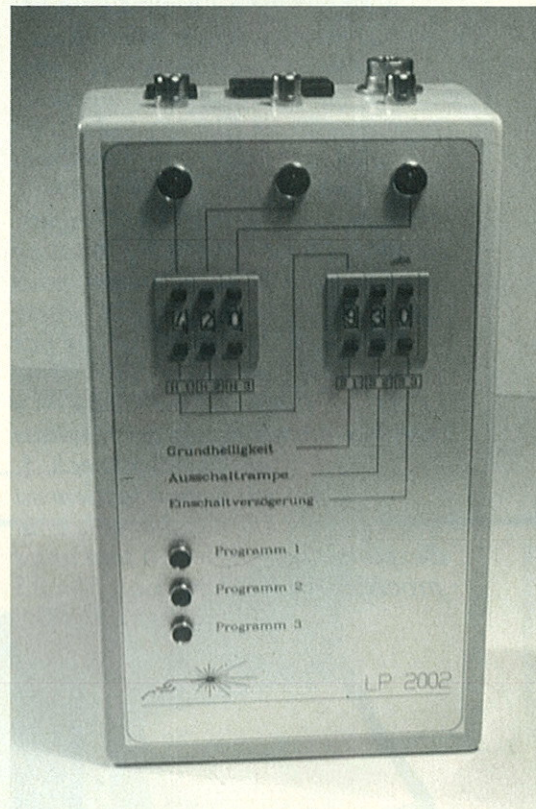
La première remarque qui saute aux yeux est qu'il va falloir travailler en chambre noire, tout au moins avec le type de film utilisé... Cela peut sembler un frein de taille à l'engouement de départ, mais en fait, il n'en est (quasiment) rien, et la mise en place d'un tel système n'impose pas nécessairement une adaptation draconienne des locaux, comme nous le constaterons.

L'idéal, il est vrai, serait de pouvoir travailler en lumière atténuée (comme pour le REPROPHANE), mais à ce jour cette méthode ne donne pas encore d'excellents résultats. Pour l'anecdote, votre serviteur avait jadis essayé de tracer à la plume encre directement sur du REPROPHANE pour l'insoler ensuite en bloc, mais il n'est jamais allé jusqu'à cette étape : l'encre ne tenait pas et le moindre frottement détruisait le tracé. Le but de cette tentative était bien évidemment de supprimer un report. Avec le phototracage, il n'y a plus le moindre intermédiaire entre le tracé proprement dit et le support définitif. Mais ce n'est qu'un avantage parmi bien d'autres :

1- Le support n'étant pas mouillé par un dépôt d'encre, il conserve une excellente stabilité qui permet, par exemple, d'assembler



Les plumes laser à droite.



Le boîtier de commande.

en un seul fichier plusieurs cartes jusqu'à un format A3, et de tout tracer en une fois, chose impossible en tracage classique. De plus, toutes les coordonnées de perçage sont respectées pour une fabrication groupée.

2- On ne risque plus de tomber en panne d'encre, ni d'effectuer la traditionnelle corvée de nettoyage des plumes !

3- Les aplats n'ont pas de limite : seul le temps de tracage s'allonge mais c'est un détail. A ce sujet, comme nous donnons chaque mois sur le serveur ERP les fichiers originaux des réalisations publiées (sous LAYO), il faudra convenir d'une astuce pour les grands plans de masse. Jusqu'à présent ils n'étaient en effet que bordés, à charge de les remplir ensuite à la main. Le fait de travailler désormais avec ce nou-

veau système, rendrait certains tracés «encre» impossibles. Nous donnerons donc (si nécessaire) les couches utilisées pour ces remplissages, car c'est la seule solution pour ne pénaliser personne. Le problème à ce jour non encore résolu pour vous offrir ce service, est de trouver des couleurs de couches non masquantes, sans toutefois devoir changer par trop nos habitudes. 4- Si par miracle une grande carte prototype ne nécessite après construction et tests aucune modification, le film «source» est alors réutilisable.

En effet, pour faire un prototype par exemple de la carte SAS (Europe 220, ERP n° 532) avec la méthode «encre ech.1», il y a deux solutions :

a- tenter le coup, se dire que tout est correct sur papier et faire trois copies sur films (double face + composants), avant que le support calque ne se déforme trop, graver ensuite et construire. Mais les protos qui marchent instantanément sont rares et il y a de grandes chances pour que ces films partent vite à la poubelle. Précisons quand même qu'une copie d'un tracé calque sur REPROPHANE est environ quatre fois plus coûteuse qu'un phototracage sur film KODAK 18/100° ! b- deuxième solution, tracer sur calque et VITE aller graver le proto. Si par chance il n'y avait rien à retoucher, il faudrait quand même retracer pour faire des copies films définitives, car les quelques heures passées au montage des composants et aux tests de la maquette, auront laissé au calque le temps de se déformer de façon parfois surprenante : presque 0,5 mm d'écart entre deux faces suivant les conditions atmosphériques. Dans les deux cas, le phototracage permet des économies importantes d'argent et de temps car il ne faut pas oublier qu'il est permis d'assembler par soft des fichiers et que trois faces Europe 220 x 100 ne posent aucun problème avec des plumes laser en un seul passage (respect du côté couche compris avec les fonctions MIROIR), mais qu'il est hors de question de faire la même chose avec des plumes encre sur supports fluctuants. Faudra-t-il ajouter que les supports stables sont chers, et qu'ils ne peuvent constituer des documents définitifs ?

5- Pour l'archivage, quand on peut disposer d'un film très vite,

et sans intermédiaire, le stockage des archives peut rester sur disquettes ! Inutile d'empiler des films qui vieillissent parfois bien mal : mieux vaut tracer à nouveau sur un support NEUF, le moment venu. Les économies, cette fois, sont considérables.

Vous l'avez peut-être compris, Alary a été séduit par le principe, mais entre principe et réalité, il y a parfois quelques écarts ! Aussi les quelques conseils qui suivent, issus de plus d'une centaine d'essais, serviront-ils à faire gagner beaucoup de temps à ceux qui voudraient s'engager dans cette voie.

Il serait bien prétentieux de se présenter comme détenteur de la solution après seulement deux mois d'utilisation intensive, pourtant il y a quelques lois qui ont été mises en évidence, et que nous conseillons, sinon de respecter, au moins de connaître. Mais avant, pour satisfaire la curiosité du technicien, précisons que le LP2002 est géré par un 68705 et que les diodes laser sont implantées dans les fiches cinch des plumes. Le raccordement direct à la table permet, outre de tenir compte de ses mouvements réels, de disposer d'un poste autonome ne nécessitant qu'une liaison RS232, donc déportable du PC.

Il existe en effet d'autres systèmes, dont l'un se présente sous la forme d'une carte à engager dans le PC et qui simule les accélérations des moteurs par soft. Cette formule peut sembler attrayante puisqu'il n'est pas utile d'intervenir sur la table, mais renseignements pris, le soft de commande a été écrit exclusivement pour les tables ROLAND, et pour

une utilisation sur un autre modèle, il faudrait prévoir une adaptation logicielle (en supplément). De plus, avec ce principe, les plumes viennent se raccorder sur la carte (donc sur le PC) et on imagine bien qu'avec 1 m de fibre optique seulement, le poste de travail devient assez inconfortable.

MÉTHODE

Tout d'abord modifier soigneusement la table et prévoir un temporisateur pour mesurer 3'30 et 6 minutes, temps de révélation et de fixation. N'utiliser comme lampes de labo que des rouges (Philips E27PF712E), les lampes jaunes ne convenant pas.

Pour les cuvettes, des modèles 24 x 30 peuvent suffire, sauf si on ne fait que du 30,5 x 45,7, mais rien n'interdit de traiter occasionnellement une telle surface dans une cuvette 24 x 30, en faisant glisser doucement le film régulièrement d'un bord à l'autre, dans chacun des bords. Doubler alors les temps «normaux». Le LP2002 est livré avec 10 litres de révélateur et 10 de fixateur ainsi qu'une boîte de 100 films 30 x 45 en 18/100°. Mais il existe de plus petits formats, et pour ses multiples essais, l'auteur a employé du 13 x 18 en 10/100°, sur lequel il pouvait faire deux tests par retournement (figure 1).

Faire en sorte que la source de lumière rouge du labo arrive par l'arrière de la table. Cela a son importance car en lumière atténuée, pour chasser les bulles d'air prises entre tapis et film (avec un chiffon doux), l'angle et la position de l'éclairage sont déterminants. Il ne faudrait pas compter

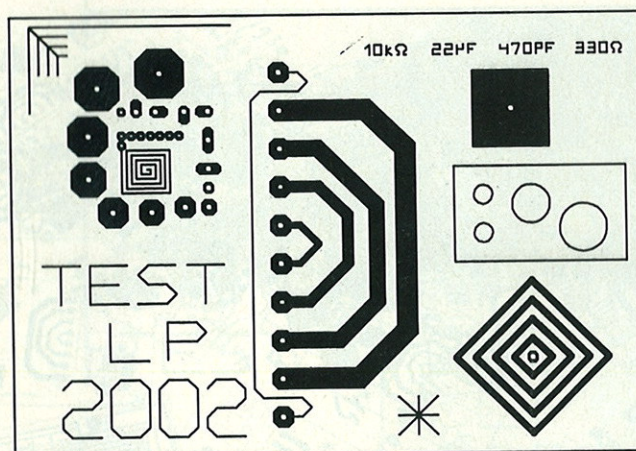


Figure 1.

sur la pression des plumes pour plaquer le film en cours de travail ! A ce sujet, deux conseils :

- 1) mettre le sélecteur de plume sur haute (pression réduite).
- 2) ce n'est pas dans le mode d'emploi, mais la pression pour chaque position du sélecteur peut être ajustée simplement en agissant sur les réglages qui sont cachés sous des petits capuchons blancs, de chaque côté du sélecteur.

Mais nous n'avons pas eu à intervenir sur la pression, même si l'idée nous a traversé l'esprit pour tenter de supprimer certains défauts. En effet, dans les traits larges à 45° et dans les aplats, il y avait ce que l'on aurait pu penser être de fines rayures de la couche. Il n'en était rien : ce n'était que des endroits non-insolés, et le problème a été résolu par soft.

Ceci nous amène à affirmer (nous pesons nos mots) que 90 % des problèmes proviennent des fichiers HPGL, et c'est presque «normal» : ils ont été écrits pour des plumes qui mouillent et certains défauts disparaissent par capillarité, on ne les identifiait pas. Mais la «chirurgie» des plumes laser est telle qu'ils sont mis cette fois en évidence, au point qu'il faille parfois aller retoucher des modèles utilisés pourtant depuis des années avec satisfaction. Un gros coup de zoom et on a vite compris...

Mais il reste le problème des algorithmes propres à chaque logiciel et c'est là que ça se corse, car si on ne dispose pas de paramètres précis et divers, le résultat peut être insatisfaisant.

Aussi allons-nous donner les clés qui permettent d'obtenir un 100% correct avec LAYO (avant qu'un nouveau driver spécial

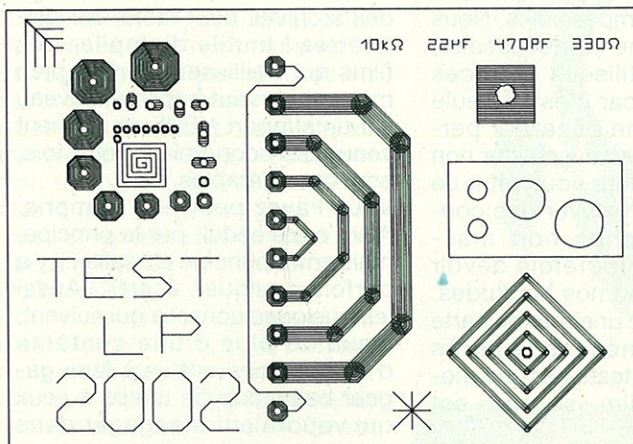


Figure 2.

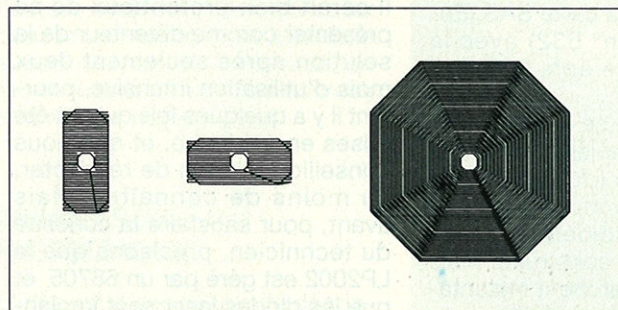


Figure 3.

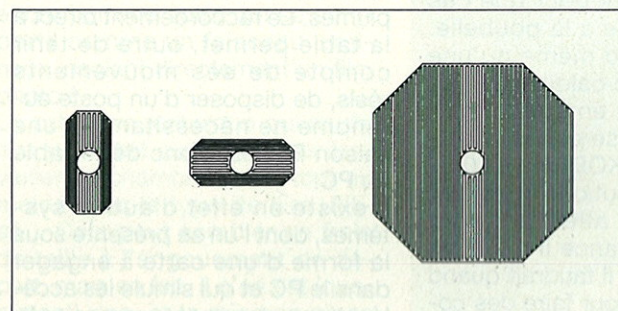
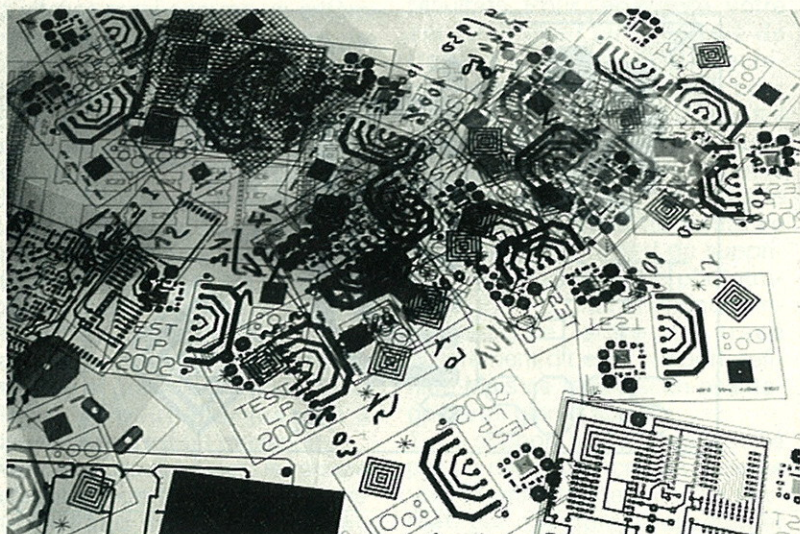


Figure 4.

pour le phototracage soit écrit). Pour les autres logiciels, il faudra faire des essais, mais on partira déjà sur des bases solides.

Afin d'illustrer nos dires, les figures 2 à 4 sont très instruc-

tives : elles mettent en évidence les déplacements du traceur pour exécuter le dessin. La figure 2 montre les algorithmes de la version traceurs 4.85, ech.1, et ce grâce à un tracé avec une plume 0,18 alors que la table croit tenir une 0,35. Les figures 3 et 4 montrent des pastilles ech.5 avec le même principe : deux algorithmes différents (4.85 et 4.91). Certains utilisateurs de LAYO qui tiraient à grande échelle comprendront pourquoi les pastilles rectangulaires étaient déformées, alors que le tracé de départ était bon ! La version 4.91 est donc parfaite à grande échelle, mais seule la 4.85 est correcte ECH.1, tout simplement à cause de routines différentes... Attention, ceci n'est pas typique à ce logiciel, et les plus grands noms pourraient aussi avoir à réviser leurs devoirs ! Voici donc les conditions précises qu'on respectera à la lettre avec LAYO :



1- Utiliser la version traceurs 4.85 provisoirement (elle sera livrée gratuitement avec tout LP2002)
2- Vitesse des plumes 10 cm/s.
3- Diamètre des plumes 0,32 (pas 0.30 ni 0.34...).

4- Tracer les pastilles seules avec un remplissage 100%.

5- Tracer ensuite les traits avec un remplissage 80%.

Pour le côté composants, remplissage 100% et plume toujours 0.32, même si on place une 0,18 sur la table.

Réglages des roues codeuses du LP2002: 600 734. Ouf ! Mine de rien, vous venez de gagner deux mois de travail...

Il nous serait bien évidemment possible d'expliquer le pourquoi de toutes ces conditions, mais seules celles relatives au codage des roues du LP2002 seront livrées ici (elles concernent tout le monde), pour peu que l'on respecte la vitesse de 10 cm/s. Mais avant, quatre précisions importantes:

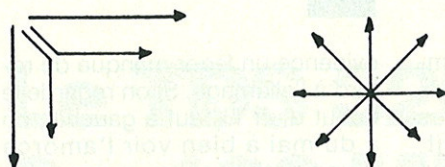
1- Ne pas tourner la face avant du boîtier LP2002 vers le film : il y a des LED qui peuvent voiler la couche.

2- Idem pour les affichages de la ROLAND : se fabriquer un petit volet de papier noir articulé autour d'un papier adhésif.

3- Ne monter sur la table qu'une plume à la fois (très important). Il ne faut pas perdre de vue que les plumes, cette fois, ont un fil à la patte, assez rigide, et en mettre deux en croix serait aisé, mais dramatique : plume tombée, bras continuant à se mouvoir, etc. Signalons d'ailleurs à ROLAND qu'il serait judicieux de prévoir un micro-contact sur le chariot afin de mettre en alerte les commandes si une plume était tombée (ou non prise).

4- Fixer la fibre de la plume en activité par un morceau d'adhésif (encore...), et ce à mi-longueur afin de couvrir toute la surface du tapis, au milieu du côté gauche (panneau de commandes). Il serait encore dramatique que la fibre vienne, cette fois, contrarier les mouvements du bras.

A noter toutefois qu'un dérèglement accidentel du bras d'une DXY 1200, outre le fait que le tracé serait incorrect, ne devrait pas engendrer de problème au prochain RESET : une recherche de la position 00 étant faite à l'allumage et confirmée mécaniquement par un micro-switch. Nous n'avons pas fait l'essai, par contre ce qui est sûr c'est que notre ancienne table à la suite d'un freinage acci-



Test du 8.

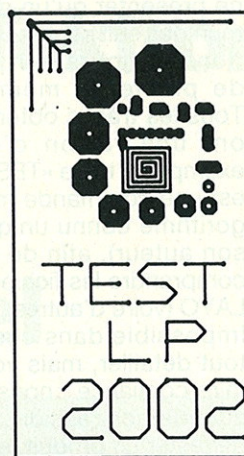
dentel du bras, était incapable de ranger (ou charger) une plume sans être laborieusement ré-alignée mécaniquement !

600-734 ??

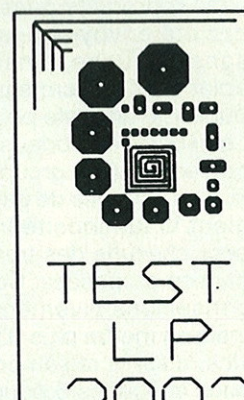
Ce code magique – nous l'avons dit – est celui des roues codeuses placées sur le LP2002. Pour aller vite et donner le maximum de clés, nous avons décidé d'employer des termes peu techniques tels que : test du 8, retard à l'allumage, retard à l'extinction, etc. En haut à gauche de la **figure 5** deux petits dessins illustrent le «test du 8». C'est un piège sordide : les tracés ont été faits de telle sorte que la plume tombe huit fois au même endroit... Le premier est encore plus méchant car il impose six passages sur un même trait à 45° (absurde en pratique, mais bien utile pour peaufiner les réglages) !

L'étoile, quant à elle, se limite à

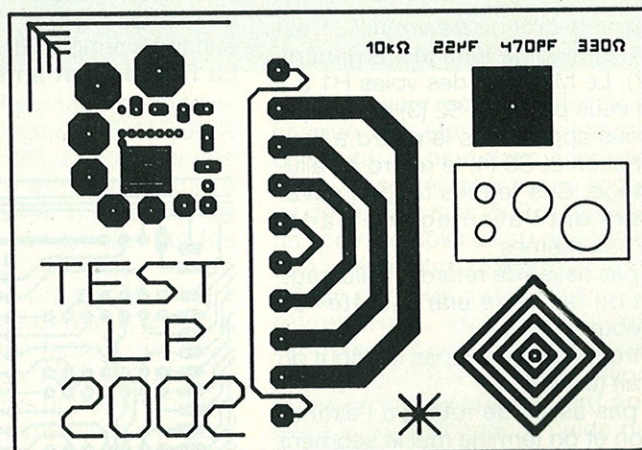
1



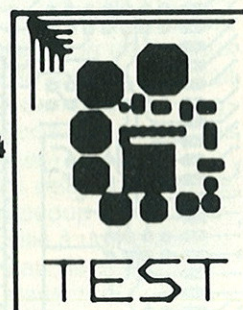
2



3



4



5

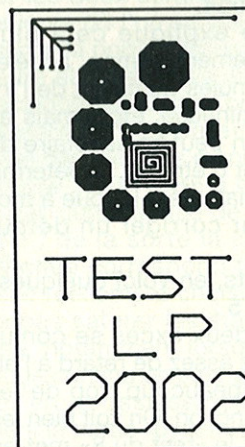


Figure 5.

ne présenter qu'un départ commun des huit segments au centre, donc toujours huit descentes de plume au même endroit. Tous les tracés obtenus figure 1 ont une raison d'être : par exemple le texte «TEST LP 2002» est une commande manuelle (algorithme connu uniquement de son auteur), afin de chercher à comprendre les fichiers HPGL de LAYO (voire d'autres).

Impossible dans ces pages de tout détailler, mais vous pouvez faire confiance : nous ne faisons aucune concession au moment de tester un produit, et si il y a un «truc», nous tomberons dessus dès le premier jour... Tous les films reproduits dans ces pages ont été envoyés à la rédaction sans retouche, ainsi qu'un bel aplat de 7 x 4 cm sans intérêt à publier, mais juste pour voir.

Les six roues codeuses sont réparties en deux groupes : H1 à 3 et S1 à 3. Celles de gauche (H) règlent la luminosité individuelle pour chacune des trois prises de plumes proposées. Comme nous conseillons vivement de ne jamais en mettre plus d'une en service, c'est la raison pour laquelle nous indiquons 6 pour la sortie 1 et 00 (repos) pour les deux autres.

Dans le groupe de droite, S1 est le réglage de luminosité général (7). Le MASTER des voies H1 à 3 si vous préférez. S2 (3) est ce que nous appellerons le retard à l'extinction et S3 (4) le retard à l'allumage. Ces termes un peu cavaliers ont l'avantage de parler d'eux-mêmes :

- pas assez de retard à l'allumage et on fait alors une «goutte» au début d'un trait ;
- trop, on ne trace pas le début du trait (trous).
- pas assez de retard à l'extinction et on termine mal le segment (trop court)
- trop, on fait une goutte cette fois à la fin du trait.

La notice explique cela plus scientifiquement (rampe, accélération, formules de calcul de l'intensité lumineuse, etc.), mais en pratique on peut se satisfaire de ce qui vient d'être dit, et déterminer immédiatement la roue à modifier pour corriger un défaut constaté.

Des défauts, en voici quelques-uns **figure 5** :

- En 5-1, deux excès se conjuguent : pas assez de retard à l'allumage et beaucoup trop de retard à l'extinction. On voit bien les gouttes, et le «test du 8» met en

évidence un léger manque de retard à l'allumage. Si on regarde le début d'un T (haut à gauche), on a du mal à bien voir l'amorce d'une petite tache, mais en tapant huit fois au même endroit c'est net ! Le coin du cadre en haut à gauche couple la goutte de démarrage et celle d'extinction, d'où l'intérêt d'un fichier test parfaitement connu pour aller chercher les erreurs.

- En 5-2, on voit les trous provoqués par un retard trop important à l'allumage. Un œil exercé constatera qu'il s'agit ici d'un tracé ECH. 1, version 4.91.

- En 5-3, on voit un assez bon réglage si l'on tient compte du fait que la plume de 0,32 a été programmée comme étant de 0,20. Outre l'élargissement artificiel des traits (normal !), seul le test du 8 et les pastilles rectangulaires n'aiment pas trop.

- En 5-4, c'est un effet de surexposition manifeste. On peut voir d'ailleurs qu'à chaque fois que la vitesse baisse (traits à 45°) l'insolation augmente encore.

- Enfin en 5-5, seul le retard à l'extinction est matérialisé.

Pour info, le code donné peut être conservé pour les plumes de 0,18 comme 0,35, mais on peut éventuellement baisser d'un point H1 (passer de 6 à 5) si il n'y a pas de surface à remplir (FILL).

La **figure 6** est un assemblage

montrant les résultats obtenus sur une carte (SAS) à la fois pour une face cuivre, le côté composants en 0,35 et en 0,18. Le petit point dans le quart de cercle à côté de J4 n'est pas une «goutte» : c'est un défaut de dessin du composant.

CONCLUSION

En écrivant ces lignes, votre serviteur était en train de penser qu'il faudrait au moins 200 pages pour transmettre intégralement les conclusions découlant de deux mois de mise au point et, c'est certain, il va se faire réprimander par son fils : «tu n'as pas parlé de ceci, etc.» !

Aussi reste-t-il à la disposition des lecteurs pour tout complément d'information sur ce système prometteur (sans aucun intérêt commercial, faut-il le préciser ?), tant pour l'utilisation du LP2002 que pour des idées d'algorithmes adaptés (là encore il y aurait beaucoup à dire!).

Jean Alary.

Remerciements aux établissements Angalis et Layo France ainsi qu'à David Alary.

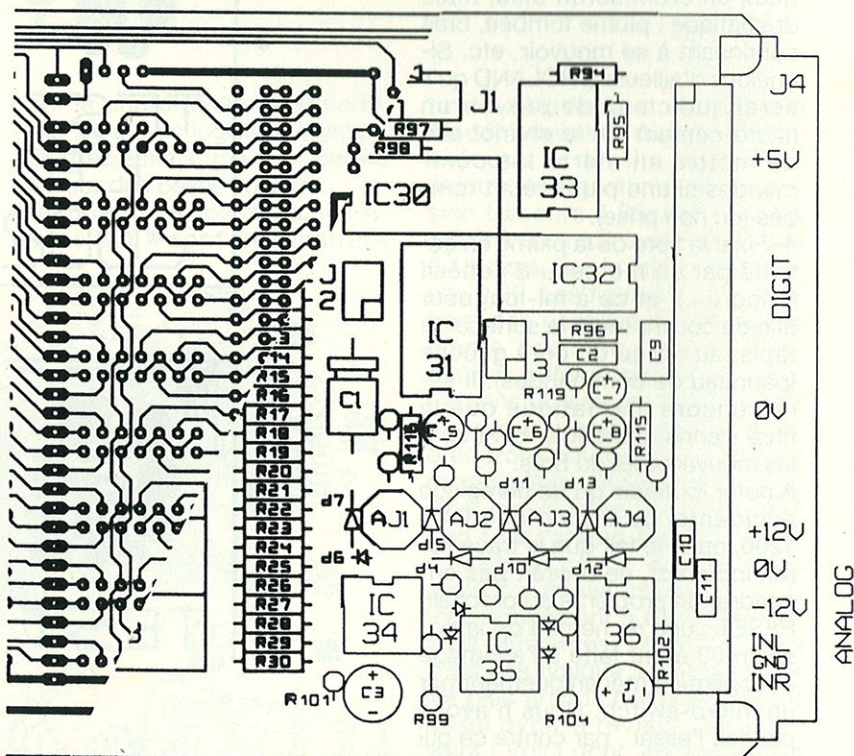
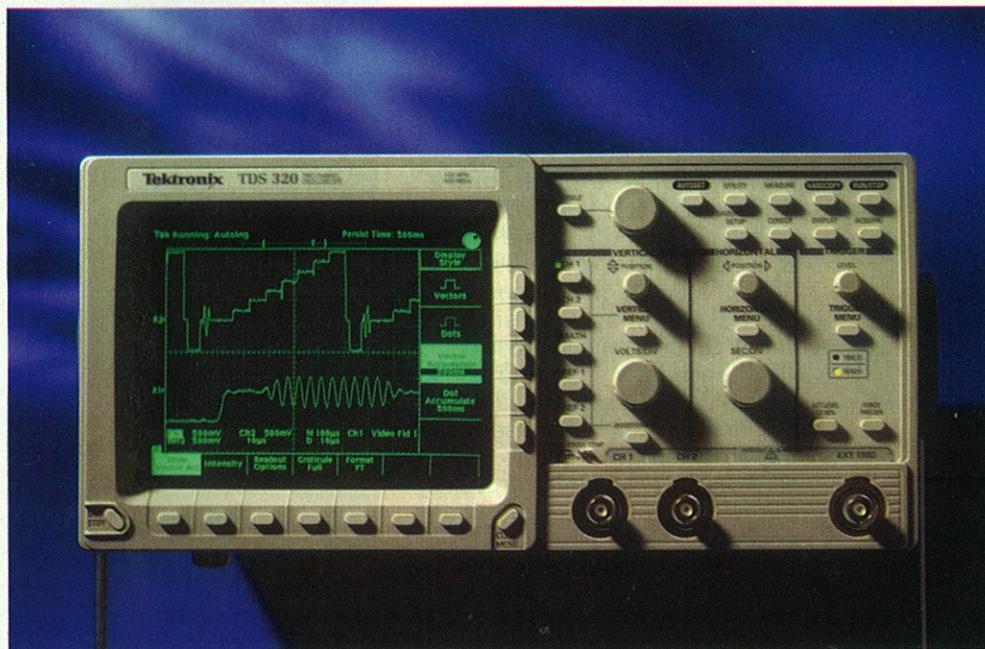


Figure 6.

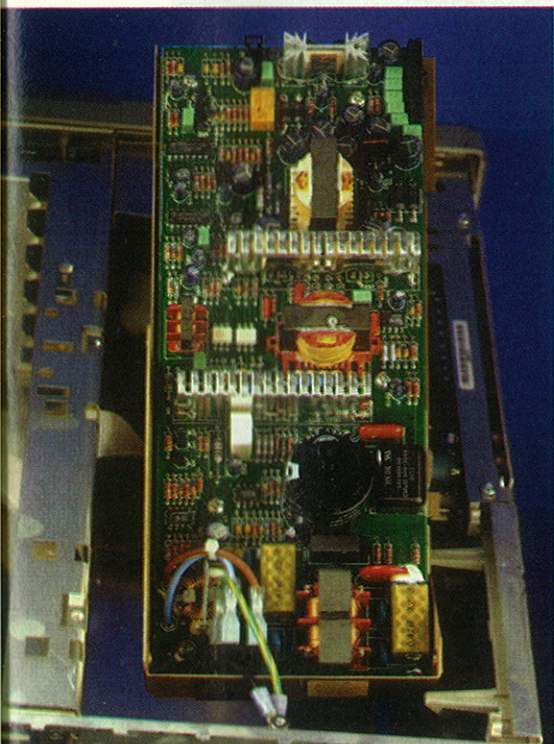
Le TDS 320 Tektronix : 2 x 100 MHz numérique en temps réel

Depuis la fin 1992, les nouveautés marquantes en oscilloscopie proviennent de chez Tektronix. La firme de Beaverton, Oregon, dont le nom s'associe dans l'esprit de chacun à oscilloscope depuis maintenant bien longtemps, confirme, si besoin était, sa position de leader mondial dans ce domaine. Avec le TDS 320, Tektronix fixe un nouveau «standard» pour l'oscilloscope d'usage général : le numérique à 100 MHz en temps réel (500 Mech./s) qui s'utilise comme un analogique de même bande passante mais avec les avantages du numérique et ce pour un prix quasiment équivalent ! C'est pourquoi nous n'avons pas hésité à parler de DSO universel.



Afin de satisfaire les inconditionnels de l'analogique, TEKTRONIX avec le TDS 320, a opté pour une fréquence d'échantillonnage maximum élevée qui permet de travailler en temps réel sur les deux voies à 100 MHz, bande passante des préamplificateurs verticaux. Ces derniers, a priori, sont de même facture que ceux utilisés sur les TAS, 100 MHz. Il n'est donc pas possible comme sur d'autres numériques d'acquérir des signaux répétitifs en temps équivalent, c'est-à-dire en exploitant un échantillonnage de type aléatoire qui autoriserait avec 500 Mech./s l'acquisition de signaux nettement plus rapides. Il faudrait évidemment dans ce cas augmenter la bande passante des étages verticaux. D'un autre côté, cela permet de travailler en monocoup à 100 MHz ! Ce concept, allié à une présentation du panneau de commandes maintenant classique et éprouvée, fait du TDS 320 un outil facile à exploiter qui ne devrait pas dérouter ceux qui ne souhaitent pas jusqu'à présent passer au numérique, notamment à cause de la difficulté (apparente) d'utilisation.

La profondeur mémoire affectée à chaque voie étant de 1 kilomots de 8 bits, on peut donc figer une trace, ou se déplacer sur un espace de deux écrans (500 mots pour un écran complet de 10 divisions). Fait intéressant, grâce à un affichage complet sur lequel nous reviendrons, un pictogramme rappelle la portion de mémoire qui est visualisée avec la position du point de déclenchement au-dessus du graticule. A l'aide du vernier de position horizontal, il est facile de se déplacer à loisir sur les deux écrans en sachant toujours où l'on se trouve et apprécier la portion de courbe antérieure et postérieure au point de déclenchement que l'on souhaite examiner. L'appareil est livré avec deux sondes munies de l'interface TEKPROBE à reconnaissance automatique de l'atténuation ; de la sorte la sensibilité affichée correspond toujours à celle réellement choisie. Afin de ne pas saturer les étages d'entrée, notamment lorsqu'en couplage continu on souhaite visualiser en grossissement simplement la partie «dynamique» du signal (ondulation résiduelle sur



La carte alimentation à découpage.

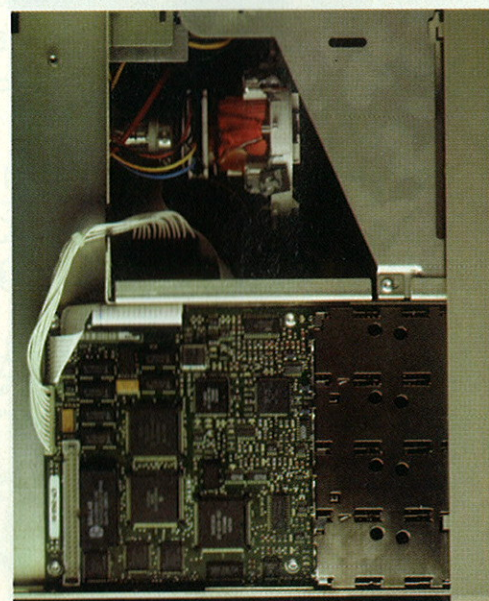
une tension d'alimentation par exemple), TEKTRONIX offre la possibilité de retrancher un offset réglable dépendant de la sensibilité verticale choisie. Ainsi de 2 mV à 100 mV/div on peut disposer de ± 1 V d'offset, de ± 10 V entre 100 mV et 1V/div, et de ± 100 V entre 1 V et 10 V/div. Il s'agit là, à notre connaissance, d'une première sur un oscilloscope de ce type. Non seulement cela s'avère très pratique mais aussi avec les protections incorporées et en cas de dépassement, très sûr. Parmi les autres caractéristiques générales, signalons la présence d'une double base temps, d'un déclenchement vidéo avec le choix des modes lignes, trame 1 ou trame 2. Conjointement à la double base de temps, le choix trame 1 ou 2 et la fréquence d'échantillonnage de 500 Mech./s ravira tous ceux qui travaillent sur des signaux vidéo. On peut en effet de la sorte «aller chercher» n'importe quelle ligne d'une trame grâce au retard de déclenchement de la seconde base de temps réglable par le vernier d'usage général, grossir la partie intéressante d'une ligne, notamment la synchro ou la salve de sous-pontuse. Cette portion sera parfaitement définie grâce à la haute vitesse d'acquisition. Signalons que cette vitesse d'acquisition est rappelée à l'écran ainsi que différents statuts : attente de déclenchement par exemple en mode monocoup (single séquence) ou normal (déclenché). Le mode relaxé (auto-trig) s'apparente au mode roll (défilement), avec une constante réactualisation des données (temps réel).

Le TDS 320 dispose d'une touche autoset qui permet, sans aucune intervention, d'effectuer toute une série automatique de pré-réglages que l'on affinera ultérieurement pour obtenir un affichage exploitable. On peut de même conserver des configurations (set-ups) et deux courbes (Réf. 1 et Réf. 2) en mémoire inaltérable, ce qui est maintenant classique sur ce genre d'appareils et très appréciable notamment sur site pour effectuer des relevés précaractérisés.

Les intensités des textes, des menus, et des traces, sont réglables séparément sur l'écran qui n'est autre qu'un moniteur vidéo à déflexion électromagnétique de 7 pouces de diagonale avec une définition de 640 x 480 pixels.

Caractéristiques générales											
Acquisition, système vertical :											
bande passante, les deux voies	: 100 MHz, 20 MHz avec filtre										
quantification	: 8 bits soit 25 pas pour une division verticale										
sensibilité	: de 2 mV à 10 V/div en séquence 1-2-5										
position	: ± 5 divisions										
temps de montée	: 3,5 ns										
gammes et offset	: de 2 mV/div à 99,5 mV/div, offset ± 1 V de 100 mV/div à 995 mV/div, offset ± 10 V de 1 V/div à 10 V/div, offset ± 100 V										
Bases de temps :											
vitesse d'échantillonnage	: de 10 ech./s à 500 Mech./s										
gammes	: de 5 ns/div à 5 s/div										
temps de retard											
au déclenchement (BdT2)	: de 0 à 50 s										
longueur d'enregistrement	: 1000 points										
Déclenchement :											
holdoff (inhibition)	: réglable entre 500 ns (min) et 10 s (max)										
niveau de déclenchement	: <table border="0"> <tr> <td><i>sources</i></td><td><i>gamme</i></td></tr> <tr> <td>CH1 ou CH2</td><td>± 12 div. à partir du centre d'écran</td></tr> <tr> <td>externe</td><td>$\pm 1,5$ V</td></tr> <tr> <td>externe/10</td><td>± 15 V</td></tr> <tr> <td>ligne (réseau)</td><td>± 300 V</td></tr> </table>	<i>sources</i>	<i>gamme</i>	CH1 ou CH2	± 12 div. à partir du centre d'écran	externe	$\pm 1,5$ V	externe/10	± 15 V	ligne (réseau)	± 300 V
<i>sources</i>	<i>gamme</i>										
CH1 ou CH2	± 12 div. à partir du centre d'écran										
externe	$\pm 1,5$ V										
externe/10	± 15 V										
ligne (réseau)	± 300 V										
Affichage :											
tube	: moniteur vidéo à déflexion électromagnétique, phosphore vert P31 ; de sept pouces de diagonale										
résolution	: 640 pixels en horizontal par 480 pixels en vertical pour une surface de 5,04 pouces par 3,78 pouces.										
graticule	: 401 x 501 pixels pour 8 x 10 divisions de 1 cm										

Enfin pour conclure cette présentation, signalons la présence d'une interface GPIB (IEEE) en option et d'un port centronics configurable qui permet de dialoguer avec la majorité des imprimantes du marché. Une fois le choix du type d'imprimante et de cadrage effectué (menu utility), il suffit de presser la touche hard-copy pour lancer une impression et conserver aussi une trace papier des manipulations. Nous regrettons l'absence, mais peut-être est-ce prévu en option pour bientôt, d'une interface série RS 232 qui autoriserait le transfert des données acquises sur un PC. Le TDS 320 étant par excellence l'oscilloscope d'usage général, nous pensons que cela fera défaut à une proportion non négligeable d'utilisateurs. Tout le monde n'exploite pas for-



La carte principale : l'acquisition, le traitement et le contrôle sur une surface réduite.

cément l'interface GPIB, par contre, grâce aux logiciels spécialisés voire aux simulateurs qui peuvent accepter des fichiers externes, il est de plus en plus fréquent de vouloir faire du traitement de signal sur des données enregistrées.

Architecture, construction

Avec le 320, TEKTRONIX exploite le châssis qui est maintenant commun aux oscilloscopes de la série 400 aussi bien pour les analogiques que pour les numériques. Outre le fait que cela autorise une disposition des commandes identiques d'un appareil à l'autre, plus ou moins dépouillée selon les versions, cela réduit les coûts et les temps de développement.

L'ensemble des fonctions est réparti sur quatre cartes si l'on excepte les extensions optionnelles : interface GPIB, Centronics et RS 232 éventuellement à venir (notons que si l'interface n'est pas présente, le connecteur DB 9 l'est !).

La première carte supporte les touches et codeurs du panneau avant, la seconde - carte principale - accueille toute la partie acquisition : préamplis de voie, convertisseurs et traitement avec un processeur de type 68331. Cette carte est fixée avec ses écrans EMI sous l'appareil. La troisième est dédiée aux alimentations de type découpage. Enfin, la dernière est dévolue à la vidéo d'affichage : amplis vidéo, synchronisation, circuits de déflexion et THT du tube sept pouces.

Inutile de préciser qu'il s'agit de cartes haute densité, irréprochables quant à la fabrication, et que tout, notamment les liaisons, est conçu pour une maintenance rapide et aisée. Avec une garantie de trois ans et un MTBF évalué de 50 000 heures, cette maintenance se limite sur ce genre de produits à échanger des cartes voire carrément l'appareil en cas de panne coûteuse.

Exploitation, interface utilisateur

L'interface utilisateur adoptée rend l'exploitation du TDS 320 très intuitive. Les commandes sont séparées en cinq groupes. Trois de ces groupes concernent les réglages « directs » sur les voies verticales, le système horizontal, et le déclenchement.

Le bandeau du haut à droite est dédié aux touches de sélection des menus généraux : utility,

measure, save/recall, setup, cursor, display, acquies ainsi qu'aux touches d'accès direct d'usage général : autoset, hardcopy (lancement d'une impression), run/stop (arrêt et validation d'acquisition) et au vernier multi-usage. Enfin les touches qui entourent l'écran servent à valider les choix offerts dans les différents menus. Les choix primaires sont accessibles par les touches du bas de l'écran (menu principal), celles placées à droite correspondent aux choix secondaires (sous-menus).

Ceci donne par exemple lorsqu'on rentre dans le menu horizontal (horizontal menu), un menu principal avec «time base» et «trigger position». Time base permet de sélectionner avec les touches de droite le menu secondaire composé de «main only», «intensified», «delayed only» et «delayed runs after main» ce qui signifie choix de la base de temps principale ou choix de la portion de courbe à intensifier (la portion se règle alors grâce au vernier multi-usage), ou encore base de temps secondaire uniquement ; la dernière option permet de régler le retard (avec le vernier multi-usage) de déclenchement de la seconde base de temps par rapport au point de déclenchement choisi sur la base de temps principale, lequel point, rappelons-le, étant toujours représenté en haut de l'écran et réglable dans «trigger position».

Il est évidemment impossible de détailler les très nombreuses possibilités offertes par cet appareil avec les différents menus. Précisons toutefois que «mesure» permet d'accéder à des types de mesures prédéfinis ou bien encore de rentrer ses propres spécifications (par exemple sur un temps de montée). On a ainsi accès à 25 mesures différentes : fréquence, période, rapport cyclique, valeur crête à crête, moyenne, efficace sur un cycle ou sur une portion délimitée, largeur d'impulsion, temps de montée et descente, pourcentage d'overshoot, etc. «Set-up» donne le choix entre des configurations types que l'on peut sauvegarder et rappeler (jusqu'à 10) ou à la configuration usine.

«Display» a trait à tous les réglages offerts pour l'affichage : représentation par vectors ou points, en accumulé ou non, réglage de luminosité et contraste, format d'affichage (en XY -lissajou - ou YT), etc. «Acquire» donne accès aux modes d'acqui-

sition : enveloppe, échantillon, détection crête, moyennage (jusqu'à une moyenne de 256 acquisitions) ou encore au mode monocoup ou commandé (run-stop).

«Utility» sert au choix et à la configuration des entrées/sorties, à la calibration ou aux tests diagnostics. «Cursor» permet conjointement au vernier d'usage général de choisir les curseurs et de les déplacer.

Nous nous sommes livrés à différentes manipulations avec cet appareil : sur des signaux vidéo, sur des signaux lents non répétitifs ainsi que sur des perturbations transitoires à la limite de la bande (100 MHz). Dans tous les cas le TDS 320 nous a ravis grâce à son interface utilisateur intelligemment pensée et ses hautes performances d'acquisition.

Bien sûr on pourrait demander encore plus, notamment en traitement de signal, mais n'oublions pas qu'il s'agit d'un scope d'usage général faible coût, qu'il permet d'accéder directement à des mesures courantes préétablies, qu'il est doté d'une double base de temps (retardable jusqu'à 50 s !) qu'il déclenche en trame avec choix des champs 1 ou 2 pour les systèmes entrelacés 525 et 625 lignes... Enfin qu'il présente tous les avantages d'un scope numérique, notamment les check-ups automatiques (auto-diagnostics) et les procédures de calibration simplifiées. Comme il est de coutume chez TEKTRONIX, la documentation fournie avec l'appareil est claire et complète (en anglais uniquement à présent mais bientôt en français). Ceci concerne aussi bien la notice générale que le classeur d'aide à la programmation GPIB, livré d'ailleurs avec deux disquettes de fichiers d'exemples (5" 1/4 et 3,5").

Conclusion

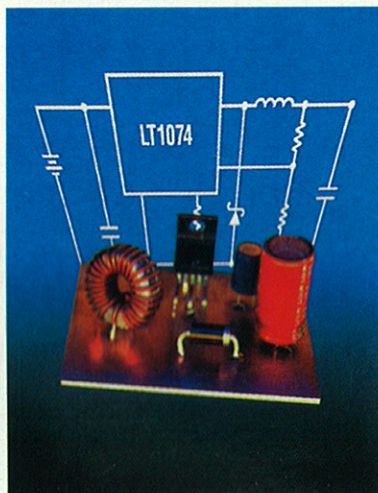
Un bien bel appareil ce TDS 320 et proposé à un prix (21 900 F HT) très compétitif eu égard aux performances et possibilités offertes.

Nous pensons que pour un certain temps, car la concurrence est vive ne tardera pas à se manifester, il fixe la référence du scope d'usage général 2 x 100 MHz actuel.

C.D.

Les régulateurs à découpage «5 pattes»

A mi-chemin entre les alimentations à découpage de plusieurs centaines de watts et les convertisseurs DC-DC débitant quelques dizaines de milliampères, les régulateurs de moyenne puissance (quelques ampères) semblent promis à un bel avenir. Toutes proportions gardées, cette famille de circuits intégrés TO-220 peut être considérée comme l'équivalent «à découpage» des omniprésents régulateurs «trois pattes». Moyennant l'adjonction d'un minimum d'éléments externes, ces composants permettent de réaliser des abaisseurs de tension ultra-simples et au rendement exceptionnel, mais aussi des élévateurs ou des inverseurs.



UNE SPÉCIALITÉ DE LINEAR TECHNOLOGY

Il existe depuis longtemps déjà sur le marché des régulateurs à découpage de puissance, intégrant dans un même boîtier le transistor de commutation et son électronique de commande, dont le fameux L296, véritable pionnier de chez SGS-THOMSON. Mais l'intégration progresse irrésistiblement, et LINEAR TECHNOLOGY propose maintenant des produits de puissance encore supérieure dans un boîtier deux fois plus petit et nécessitant beaucoup moins de composants périphériques.

Spécialiste reconnu des régulateurs à découpage de petite puissance, MAXIM suit d'ailleurs de près avec quelques «secondes sources».

Deux handicaps seulement nous paraissent pouvoir freiner (et pour combien de temps ?) l'adoption massive de ces produits : la propension des régulateurs à découpage à générer des interférences HF (EMI) et l'aversion avouée de beaucoup d'électroniciens pour les circuits à inductances et leur calcul.

Fort heureusement, l'évolution des matériaux magnétiques suit de près celle des semi-conducteurs (notamment chez PHILIPS), tandis que LINEAR TECHNOLO-

GY a mis au point SWITCHER-CAD, un puissant logiciel pour PC et compatibles qui permet de déterminer en quelques minutes le schéma convenant le mieux à une application donnée, nomenclature des composants comprise (voir notre application du précédent numéro).

Une solution pour chaque cas

Contrairement aux régulateurs linéaires qui ne peuvent que faire chuter par effet Joule une tension trop élevée, les régulateurs à découpage sont capables de résoudre pratiquement tous les problèmes de conversion d'énergie avec en prime, un rendement imbattable.

Les régulateurs à découpage «5 pattes», dont la figure 1 reproduit le brochage, permettent bien sûr de réaliser des abaisseurs de tension (qui sont en même temps élévateurs de courant), mais aussi des élévateurs ou des inverseurs de tension.

La sortie peut, si nécessaire, être isolée galvaniquement de l'entrée, et il est même possible de doter un unique régulateur de sorties multiples.

Trois grands principes peuvent être mis en œuvre, dont nous n'avons pas jugé utile de franchiser les noms puisqu'on retrouve ceux-ci dans la quasi-totalité de la littérature disponible : BOOST, BUCK, et FLYBACK.

Chacun d'eux admet plusieurs variantes, ce qui fait qu'un nombre restreint de composants s'avère capable de résoudre d'innombrables problèmes.

Le montage abaisseur de tension positive «buck», décrit à la figure 2, est celui qui rapproche le plus les régulateurs à découpage «5 pattes» de leurs homologues linéaires comme le L200, version ajustable et renforcée des classiques «3 pattes».

La différence essentielle est que le rendement énergétique est sans commune mesure et la dissipation thermique considérablement moindre : l'encombrement

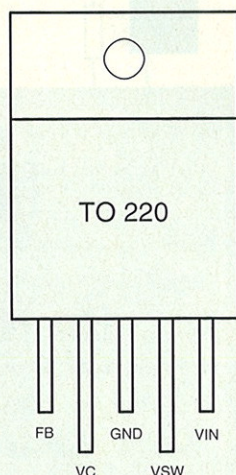


Figure 1

de la self et de la diode se trouve en général plus que compensé par la réduction de volume du refroidisseur nécessaire, cela pour un courant débité égal ou supérieur.

Ce principe peut être mis en application avec le LT1076 (équivalent au MAX726) ou avec le LT1074 (équivalent au MAX724), selon la puissance nécessaire. Notons bien que le courant spécifié (2 A pour le LT1076 et 5 A pour le LT1074) n'est pas le courant disponible en sortie, mais le courant maximum susceptible d'être commuté par le transistor découpeur : cela peut être très différent, et seul un calcul approprié permet de relier l'un à l'autre.

La figure 3 fournit un exemple chiffré de mise en application de ce schéma (un convertisseur capable de produire 5 A sous +5 V à partir de 10 à 40 V), ainsi qu'un schéma d'abaisseur de tension à inversion de polarité.

Ce dernier est du type «buck-boost», dont le principe est détaillé à la figure 4.

Ces deux mêmes composants peuvent aussi servir à mettre en œuvre les principes «tapped-inductor» (utilisant une self à prise intermédiaire) de la figure 5, et «negative boost» de la figure 6. Il ne faut donc pas les considérer exclusivement comme des abaisseurs de tension !

Toutes les autres configurations nécessitent le recours à une seconde famille de composants, plus étoffée puisque disposant de références dont les performances s'échelonnent de 1 à 10 A, et opérant à 40, 60, ou 100 kHz.

La figure 7 récapitule les combinaisons disponibles, et fournit deux exemples typiques de schémas entièrement calculés.

Le premier est un très classique élévateur de tension positive (1 ou 2 A de 12 V à partir de 5 V), utilisant la structure «positive boost» que détaille la figure 8.

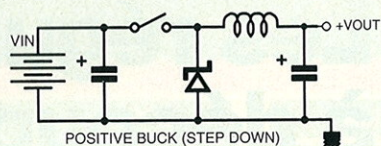


Figure 2a

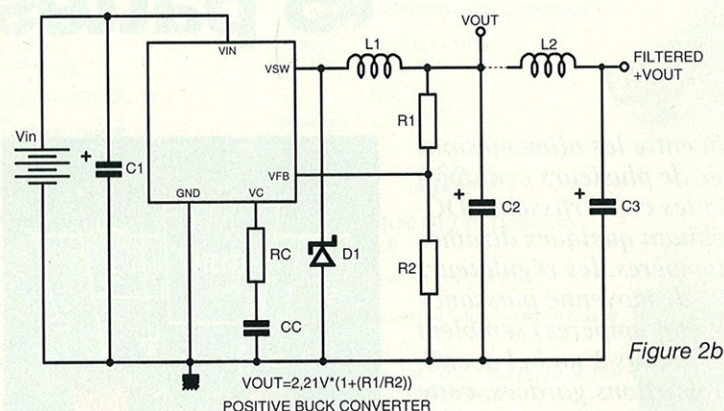


Figure 2b

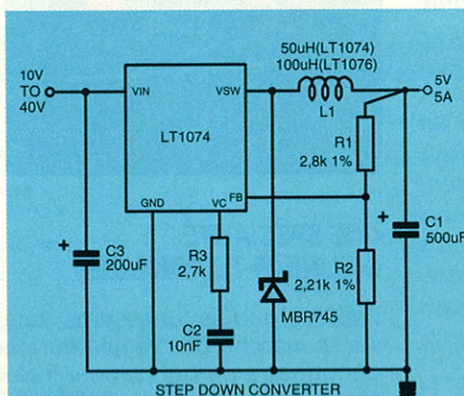


Figure 3a

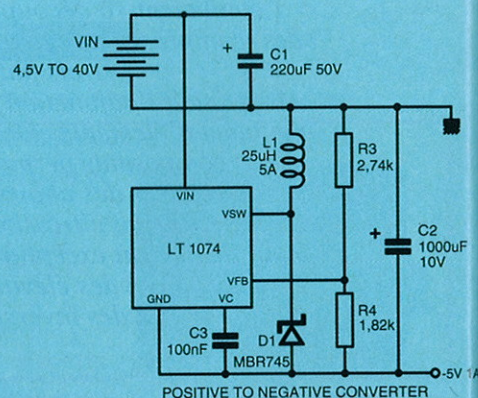


Figure 3b

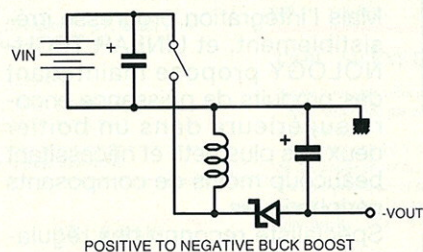


Figure 4a

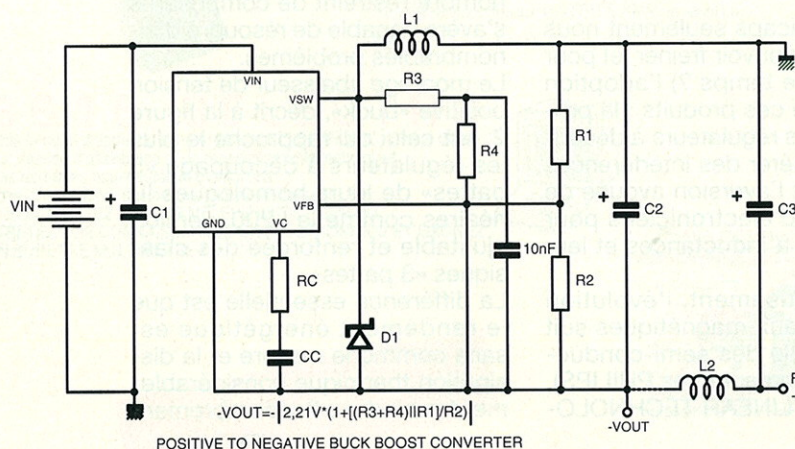
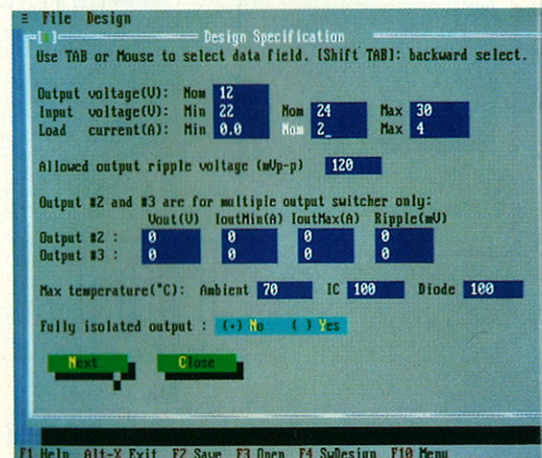


Figure 4b



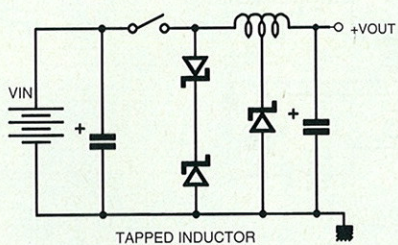


Figure 5a

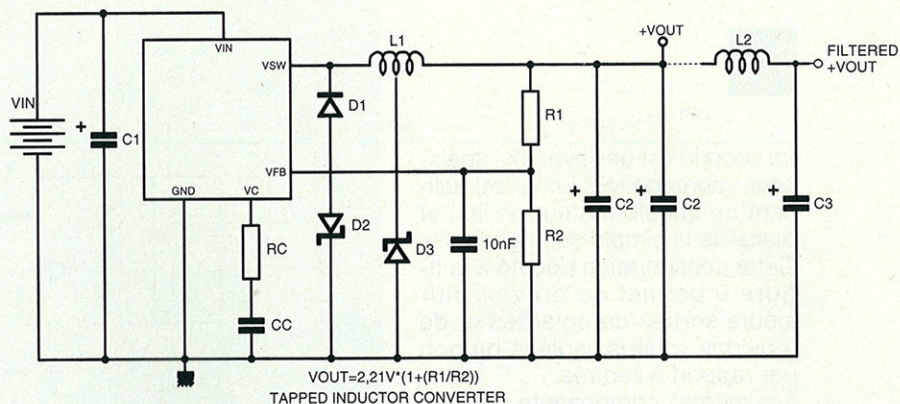


Figure 5b

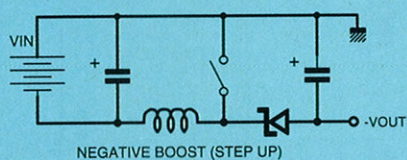


Figure 6a

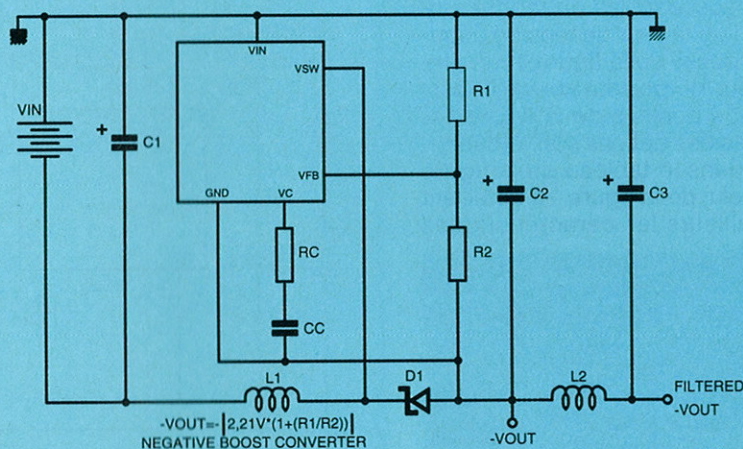
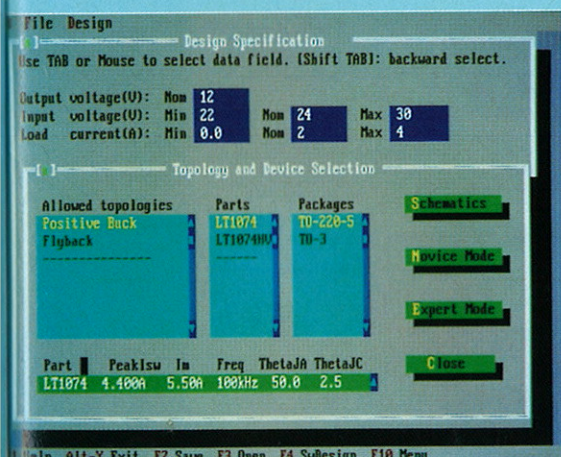


Figure 6b



SWITCHING FREQUENCY	1.25A	2.5A	4A	5A	8A	10A
40kHz	LT1072	LT1071		LT1070		
60kHz	LT1082*		LT1271		LT1270	LT1270A
100kHz	LT1172	LT1171		LT1170		

Figure 7a

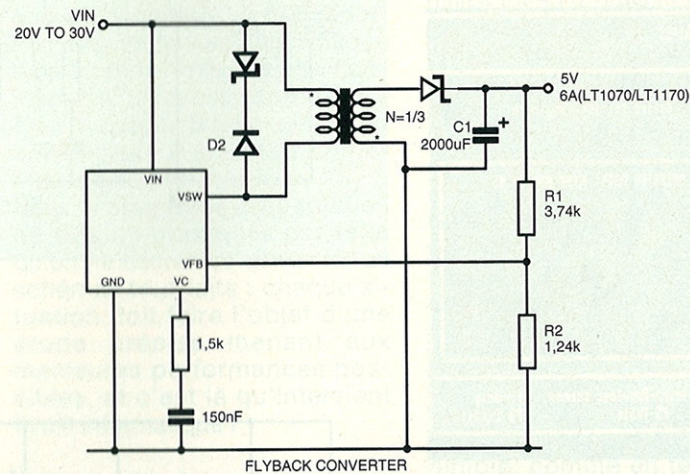


Figure 7c

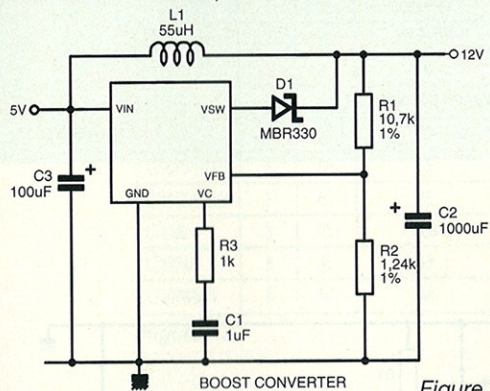


Figure 7b

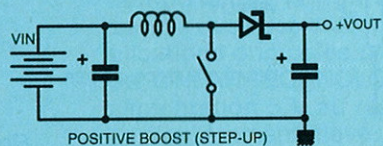


Figure 8a

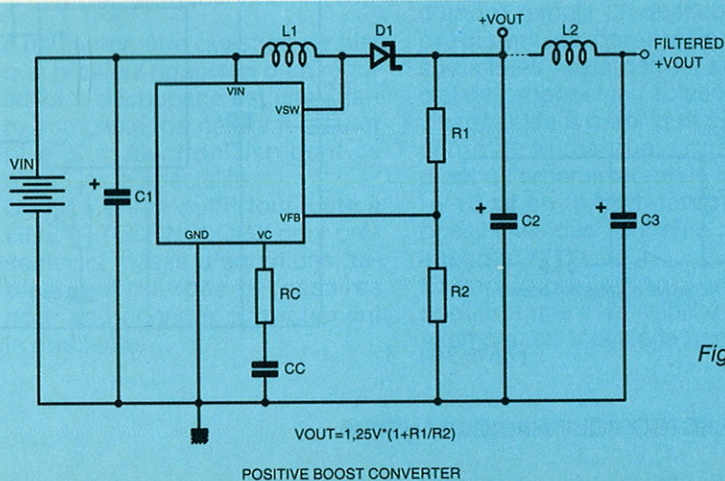
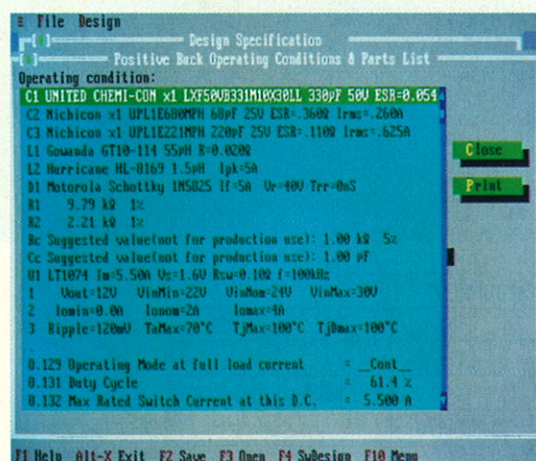


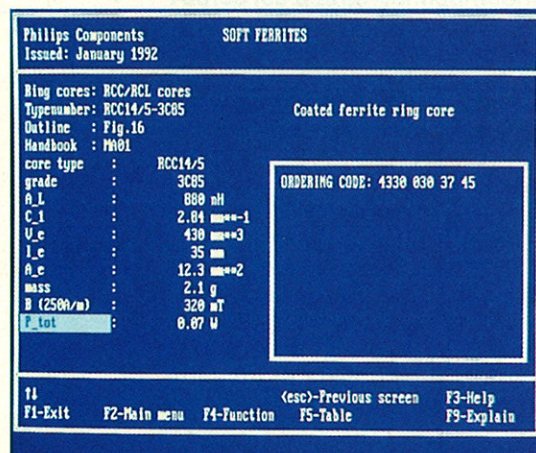
Figure 8b

Le second est un «flyback» abaisseur, montage très universel utilisant un transformateur en lieu et place de la simple self habituelle. Cette configuration décrite à la figure 9 permet de prévoir plusieurs sorties de polarités et de tensions variées, isolées ou non par rapport à l'entrée.

Les mêmes composants peuvent aussi être utilisés dans deux configurations moins courantes mais susceptibles de rendre service: l'abaisseur de tension négative «buck» de la figure 10 et l'inverseur de polarité «buck-boost» à sortie positive de la figure 11. Toutes ces options sont récapitulées dans le tableau de la figure 12, celui de la figure 13 détaillant par ailleurs les caractéristiques



3^e étape du calcul.



Choix de la ferrite (Philips).

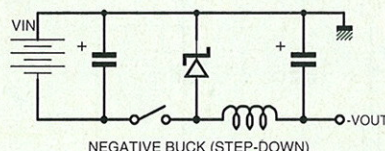


Figure 10a

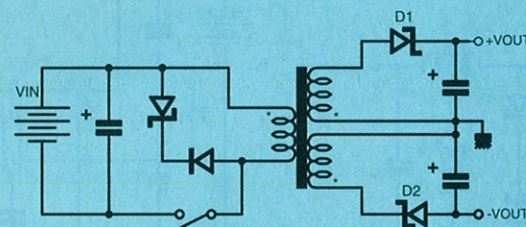


Figure 9a

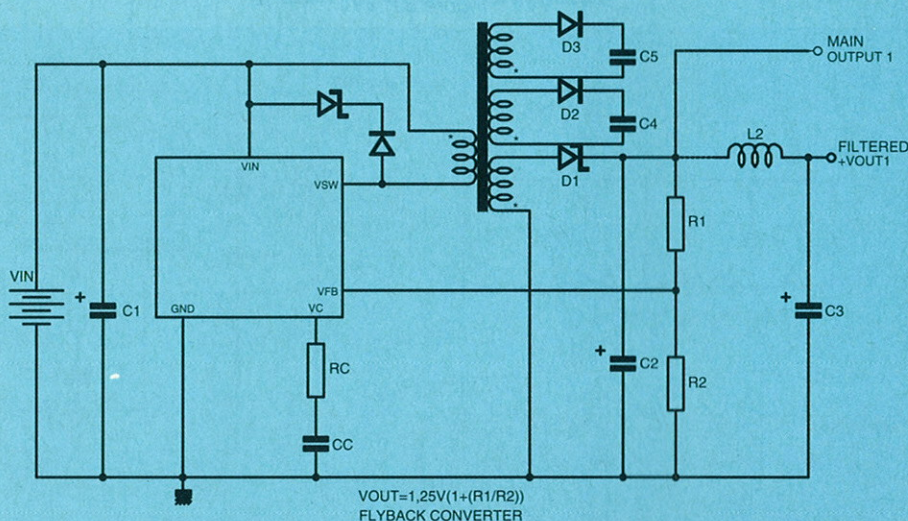


Figure 9b

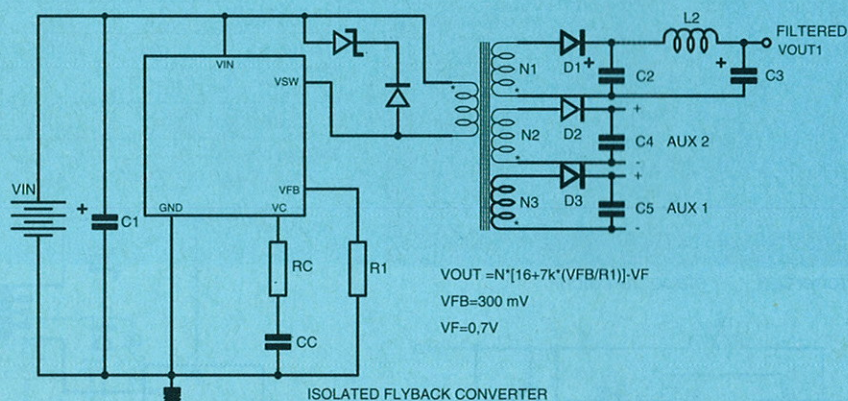


Figure 9c

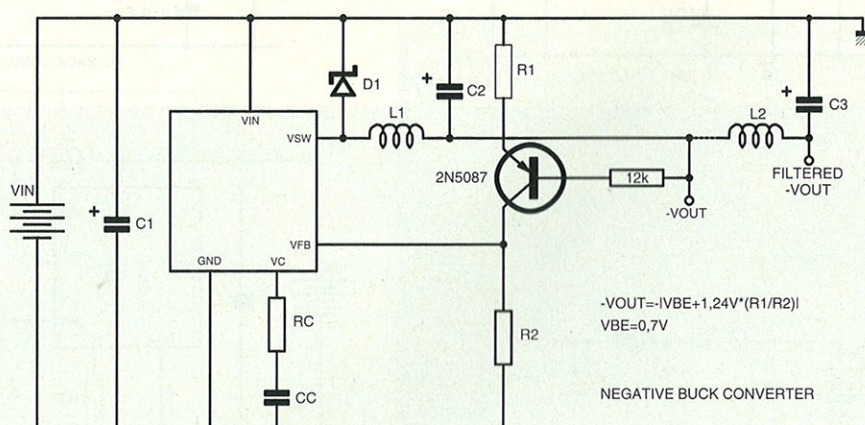


Figure 10

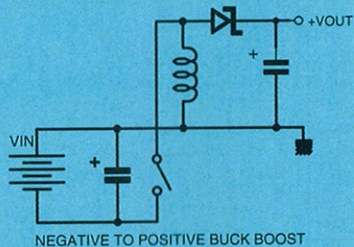


Figure 11a

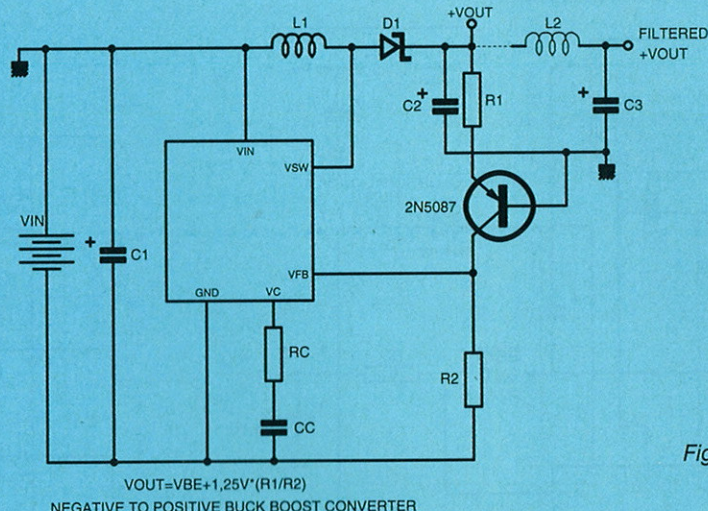


Figure 11b

Figure 12 : la tension minimale d'entrée doit être supérieure à 7 V.

	Positive Boost	Negative Buck	Negative to Positive Buck-Boost	Flyback	Isolated Flyback	Positive Buck	Negative Boost	Positive to Negative Buck-Boost	Tapped-Inductor
LT1072	X	X	X	X	X				
LT1071	X	X	X	X	X				
LT1070	X	X	X	X	X				
LT1172	X	X	X	X	X*				
LT1171	X	X	X	X	X*				
LT1170	X	X	X	X	X*				
LT1270	X	X	X	X	X				
LT1270A	X	X	X	X	X				
LT1082	X	X	X	X	X*				
LT1271	X	X	X	X	X				
LT1076						X	X	X	X
LT1074						X	X	X	X

DEVICE	INPUT (V)		MAXIMUM SWITCH VOLTAGE (VI)
	MIN	MAX	
LT1070/1/2	3	40	65
LT1170/1/2	3	40	65
LT1271	3	30	60
LT1270	3	30	60
LT1270A	3	30	60
LT1070/1/2HV	3	60	75
LT1170/1/2HV	3	60	75
LT1082	3	75	100
LT1074/6	8	45	75
LT1074/6HV	8	64	84

Figure 13

de tenue en tension des différentes références disponibles. Bien évidemment, il n'est nullement interdit d'extrapoler à partir de ces schémas de base en associant ces régulateurs à d'autres composants : la figure 14 rassemble quelques exemples d'applications originales proposées par LINEAR TECHNOLOGY : une alimentation 5 V au rendement particulièrement élevé, un char-

geur de batteries à hautes performances, un ballast électronique basse tension pour lampe fluorescente, un convertisseur -48 V à +5 V spécial téléphonie, et un convertisseur à sorties symétriques totalement isolées. Mais la souplesse d'adaptation de ces composants est telle qu'on ne saurait se contenter de schémas tout faits : chaque situation doit faire l'objet d'une étude précise menant aux meilleures performances possibles, et c'est là qu'intervient l'outil informatique !

Le logiciel «Switchercad»

Il ne saurait être question de nier que le calcul rigoureux d'un régulateur à découpage est une affaire complexe, de nature à rebuter plus d'un électronicien dont ce n'est pas la spécialité. Un livre entier suffit tout juste à LINEAR TECHNOLOGY pour présenter la masse d'équations, tableaux et courbes nécessaires pour appréhender correctement le problème.

Bien sûr, il est envisageable de faire de «l'à peu près» en retouchant en laboratoire un schéma existant, mais des surprises sont à prévoir (notamment au niveau de la self).

Il serait dommage de dégrader, peut-être sévèrement, les excellentes performances que peuvent offrir ces composants en bâclant les calculs ou en faisant l'impasse sur des problèmes dont on maîtrise mal l'approche.

Il convient donc de saluer à sa juste valeur l'initiative de LINEAR TECHNOLOGY, qui a décidé de mettre à la disposition de ses clients un logiciel pour PC écrit et utilisé jusqu'à présent par les ingénieurs d'applications californiens de la marque.

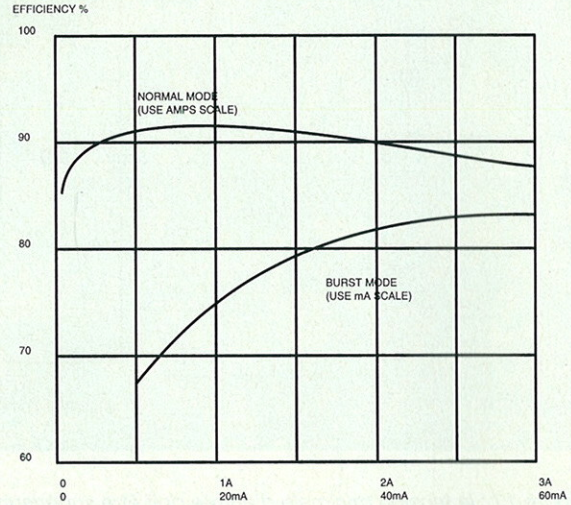
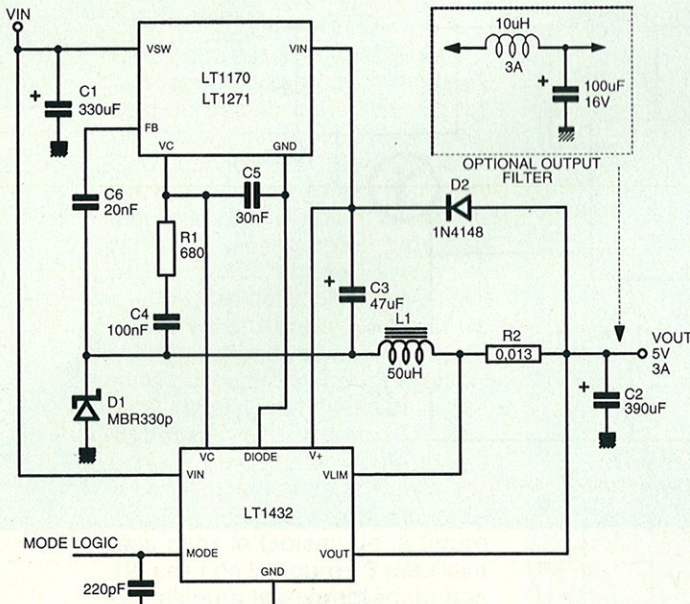
Il s'agit, à notre connaissance, de la première tentative sérieuse de lancement d'un logiciel de CAO pour alimentations à découpage, mais hélas LINEAR TECHNOLOGY FRANCE nous a déclaré ne pas souhaiter diffuser ce produit pour le moment.

Qu'à cela ne tienne ! La copie de ce logiciel étant expressément permise, nos lecteurs pourront le télécharger sur le serveur de la revue.

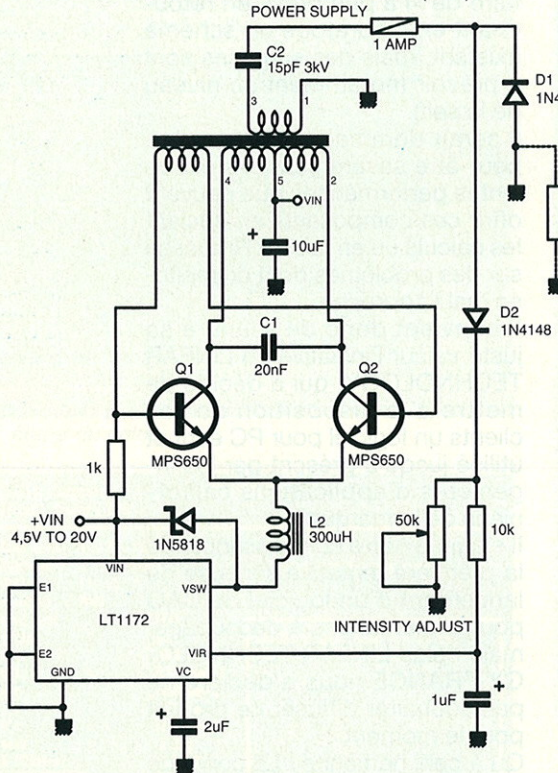
Son utilisation est extrêmement simple, comme en témoignent nos photos d'écran. Il faut tout d'abord remplir un questionnaire précisant les caractéristiques souhaitées : cela permet au logiciel de proposer les solutions envisageables à partir des composants de la marque, conformément à l'arborescence de la figure 15 et en tenant compte des possibilités des différents circuits intégrés.

Exceptionnellement, on peut aboutir à une impossibilité si, par exemple, on a placé la barre trop

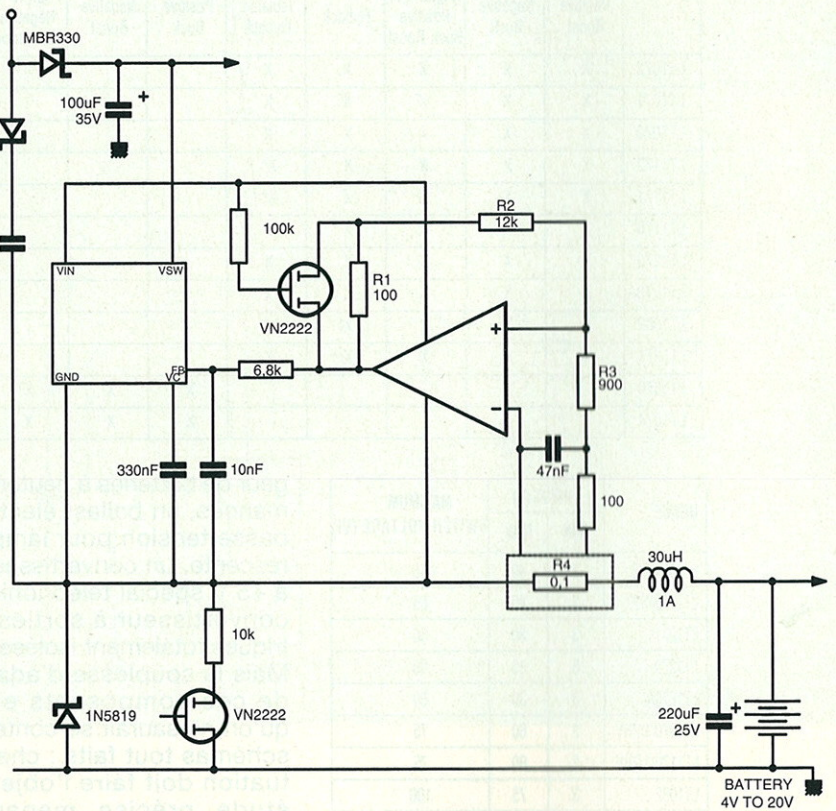
HIGH EFFICIENCY 5V BUCK CONVERTER



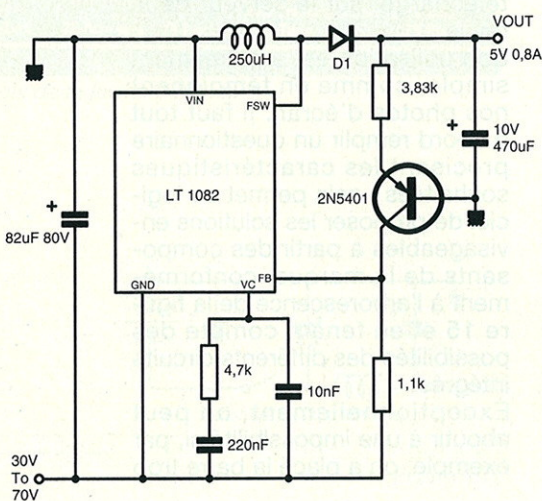
COLD CATHODE FLUORESCENT LAMP (CCFL) POWER SUPPLY



HIGH EFFICIENCY DUAL RATE BATTERY CHARGER



TELECOM 5V POWER SUPPLY



TOTALLY ISOLATED CONVERTER

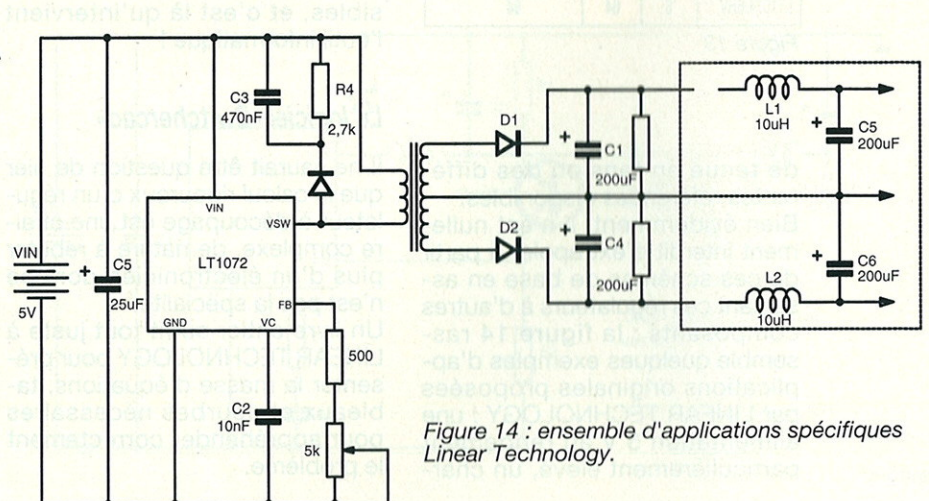


Figure 14 : ensemble d'applications spécifiques Linear Technology.

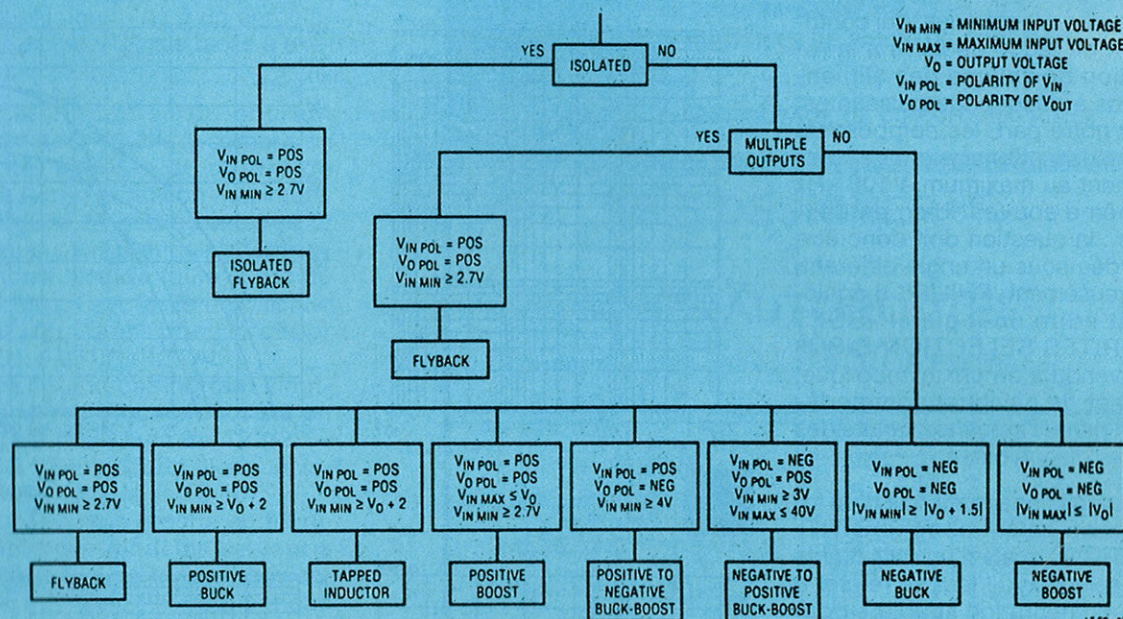


Figure 15 : l'arborescence des choix de calcul de switchercad.

haut en courant ou en tension, et parfois un seul choix sera offert. L'utilisateur tranchera alors en fonction de ses préférences et des composants dont il dispose, et pourra faire apparaître le schéma complet sur l'écran (la copie est possible sur imprimante). La nomenclature des composants ne sera établie que lors de l'étape suivante, qui peut être exécutée en mode «novice» ou «expert».

En mode «novice», une «liste de courses» détaillée est fournie, à laquelle on doit en principe se conformer strictement, mais qu'il n'est pas interdit d'interpréter en fonction des équivalences disponibles localement.

Moyennant quoi, on est pratiquement assuré de pouvoir câbler rapidement une maquette qui fonctionnera du premier coup, et dont les performances seront au moins égales à celles demandées.

Même la résistance thermique des refroidisseurs éventuellement nécessaires sera indiquée !

Le mode «expert», pour sa part, fonctionne un peu comme un «tableur» : l'utilisateur averti peut modifier pratiquement n'importe quel paramètre et observer l'effet produit sur les autres, automatiquement recalculés à chaque fois.

On pourra notamment examiner l'impact des libertés que l'on souhaiterait prendre avec les caractéristiques de la self, pour telle ou telle raison.

Le problème de la self

Bien entendu, les selfs préconisées par le logiciel sont toutes de fabrication américaine, et à part GOWANDA qui est représenté en France par BFI, il ne faut guère espérer se les procurer commodément.

Il n'est heureusement pas impensable de réaliser par soi-même ce genre de pièce, car les faibles valeurs nécessaires (quelques dizaines à quelques centaines de microhenrys) ne nécessitent que quelques spires de gros fil sur un noyau magnétique approprié.

Encore faut-il savoir combien de spires bobiner (une seule en plus ou en moins peut coûter cher en performances) et sur quel noyau. Curieusement, les avis sont assez partagés sur ces sujets, même parmi les spécialistes...

Certains ne jurent que par les tores (en ferrite ou à base de poudres métalliques), d'autres que par les pots ou par les noyaux en forme de bobine.

Il est vrai que chaque solution présente ses avantages et ses inconvénients, notamment en matière de prix, de rayonnement EMI, d'encombrement, de facilité de bobinage, et de pertes.

En fait, le point essentiel à considérer est qu'il faut impérativement éviter la saturation du noyau magnétique, même lors d'éventuelles pointes de courant.

Toute saturation, même minime, fait chuter la valeur de la self et donc son pouvoir de modulation

dés variations de courant : il en résulte automatiquement des courants excessifs, d'où des pertes accrues, un échauffement anormal, et des risques de destruction de composants.

Il y a saturation lorsque l'induction magnétique (B) tend à cesser de croître lorsque l'excitation (H) continue à augmenter, ou en d'autres termes lorsqu'il y a baisse de perméabilité magnétique du noyau.

L'excitation est proportionnelle au nombre de spires et au courant qui y circule (autrement dit au nombre d'ampères-tours), mais parallèlement la valeur de l'inductance est proportionnelle au carré du nombre de spires.

Les coefficients de proportionnalité mis en jeu sont liés au noyau magnétique utilisé, principalement à ses dimensions et au matériau dans lequel il est réalisé.

Les matériaux magnétiques les plus couramment employés sont les ferrites «doux» (par opposition aux aimants permanents), dont le nombre de fabricants est assez limité.

Les plus connus en France sont PHILIPS (Ferroxcube), THOMSON-LCC (Ferrinox) et SIEMENS (Siferrit).

PHILIPS COMPOSANTS, qui se proclame «First in Ferrites» dispose bel et bien d'une gamme exceptionnellement large de matériaux et de formes pour toutes les applications.

L'accent est particulièrement mis

sur les ferrites de puissance utilisables à 1 MHz et plus, qui contribuent de façon décisive à la réduction de volume des alimentations à découpage puissantes. Pour notre part, les composants que nous mettons en œuvre fonctionnent au maximum à 100 kHz et même souvent bien en dessous : la question doit donc être abordée sous un angle différent. Heureusement, PHILIPS a également édité un logiciel «SOFT FERRITES SELECTION DISC» qui, vendu à un prix symbolique, permet de naviguer commodément parmi l'immense variété des pièces disponibles.

Il ne s'agit cependant pas d'un logiciel de calcul comme SWITCHERCAD, mais d'un outil d'aide à la sélection : il faut se référer à la documentation «papier» pour étudier les courbes de magnétisation, et connaître quelques formules de base.

Au premier abord, on pourrait être tenté de faire appel au matériau ferrite 3C85, «cheval de bataille» de PHILIPS en matière d'alimentations à découpage.

Le problème, visible sur les courbes de la **figure 16**, est que le 3C85 commence à saturer vers 50 A/m (l'induction croît de moins en moins, et la perméabilité chute).

Pour améliorer massivement ce chiffre, il est d'usage d'introduire un entrefer dans le circuit magnétique, réalisé alors sous la forme d'un pot ou d'un assemblage de pièces polaires. Mais dans le genre d'application qui nous intéresse, on utilise plus volontiers les tores, infiniment moins chers et bien plus faciles à calculer.

Un choix radicalement différent consiste à utiliser un tore en matériau 2P80 (poudre de fer), ce qui est tout à fait raisonnable aux fréquences considérées.

La structure de ce matériau comporte une infinité d'entrefers «répartis» entre les particules de poudre, ce qui lui permet de tolérer des excitations atteignant facilement 2000 A/m sans saturation (voir **figure 17**).

En contrepartie, il faudra davantage de spires que sur du 3C85 pour atteindre la même valeur d'inductance, mais le bilan demeure largement positif.

Le 2P80 constitue donc ici une excellente alternative aux tores «Molypermalloy» beaucoup plus chers et dont la supériorité n'apparaît clairement, n'en déplaise à certains, que lorsque l'on monte

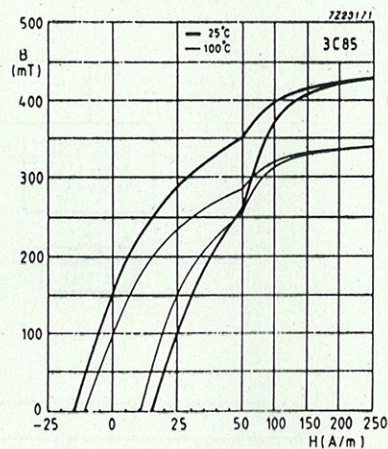
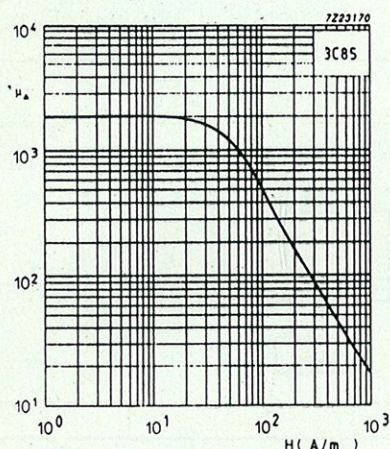


Figure 16

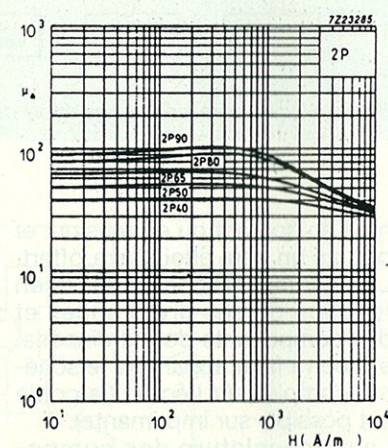
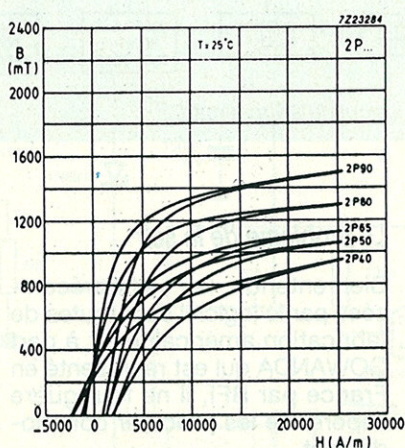


Figure 17

Code taille SELECTRONIC	ø ext.	ø int.	épais.	Le	Référence taille PHILIPS
	millimètres				
A	4	2,2	1,1	9,18	RCC4/1.1
B	6	4	2	15,3	RCC6/2
C	9	6	3	22,9	RCC9/3
D	14	9	5	35	RCC14/5
E	23	14	7	55,8	RCC23/7
F	36	23	15	89,6	RCC36/15
G	25,5	14,9	10,7	61,6	RCC26.5/10.7

Figure 18

bien plus haut en fréquence ou que l'on cherche à miniaturiser au maximum.

Mais voyons donc comment mener les calculs, ce qui est particulièrement simple avec un tore puisque cette forme est la référence universelle en matière de circuits magnétiques.

Nous prendrons pour exemple un tore 2P80 «RCC26.5/10.7», sur lequel nous réaliserons une self de 50 μH.

Le coefficient d'inductance spécifique AL de cette pièce vaut 94 nH/sp², ce qui permet de déterminer sans peine qu'il faut bobiner 23 spires (rappelons que l'on entend par «spire» tout passage du fil dans le trou central). Moins d'un mètre de fil émaillé suffisant amplement pour ce faire, la résistance ohmique atteindra à peine 0,02 Ω avec du 10/10 ce qui est très correct. Le cas échéant, la place disponible

permettrait largement de passer à un fil plus gros, ou à un enroulement multifilaire plus facile à exécuter.

La détermination du courant maximal admissible (y compris en pointe) découle du chiffre de 2000 A/m d'excitation maximum. La figure 18 indiquant que la «longueur magnétique effective» de notre tore de taille G est de 61,6 mm, il est facile de calculer qu'il ne faut pas excéder $2000 \times 0,0616 = 123 \text{ At}$.

Notre bobine comportant vingt-trois spires, nous arrivons à un courant maximum de $123/23 = 5,35 \text{ A}$ (que supporte d'ailleurs facilement notre fil de 10/10).

Cette self, très proche en fin de compte des modèles servant à antiparasiter les triacs, convient donc fort bien aux applications qui sont les nôtres, tout en restant d'un encombrement acceptable et d'un coût fort minime.

A titre de comparaison, il est facile de calculer qu'un tore de mêmes dimensions mais réalisé en 3C85 n'aurait compté que cinq spires, mais que la self ainsi réalisée n'aurait pu supporter que 0,62 A sans commencer à saturer.

Une bien mauvaise utilisation somme toute de ce matériau pourtant plus performant, tout simplement à cause de l'absence du moindre entrefer. Ce n'était pas forcément évident de prime abord...

Bien entendu, nous avons vérifié sur pièces les résultats escomptés, et ils sont apparus très légèrement meilleurs (deux points de rendement) que ceux calculés par SWITCHERCAD avec des inductances «made in USA» !

Nos lecteurs ne devraient donc maintenant plus rencontrer la moindre difficulté pour confectionner des selfs convenant à la plupart des applications de ces composants très commodes que sont les régulateurs à découpage «5 pattes» !

Cela, il faut le reconnaître, grâce à la précieuse coopération de LINEAR TECHNOLOGY et de PHILIPS COMPOSANTS.

Patrick GUEULLE

CAO

LOGICIELS DE SAISIE DE SCHEMAS

+

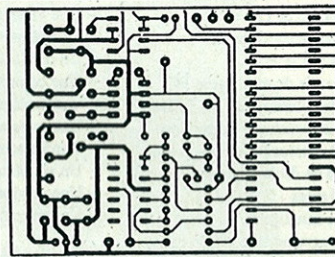
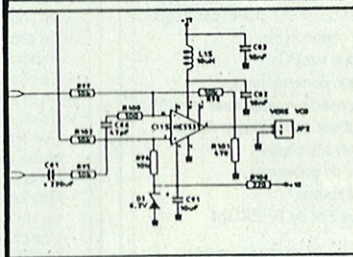
AUTO-ROUTAGE DE CIRCUITS-IMPRIMES

"ISIS DESIGNER+"

&

"ARES AUTOROUTE"

l'ensemble des deux ... 8950 F TTC franco !



- ☐ Avec leurs bibliothèques de symboles extensibles, (CMS et classiques) les deux logiciels, *ISIS DESIGNER+* et *ARES AUTOROUTE* permettent de produire des schémas et des dessins de circuits-imprimés, du simple à 10 couches, de qualité très professionnelle sur des cartes de 76 cm x 76 cm maximum.
- ☐ Génération automatique de netlists (pour le routage automatique et des contrôles), et de rapports et listes descriptives des pièces utilisées dans le projet.
- ☐ Convivialité et rapidité de mise en oeuvre assurées par souris et icônes, sur écrans EGA, VGA, SVGA, avec Zoomings. Interface graphique moderne avec l'utilisateur, qui peut choisir les couleurs, les pas de grille etc.
- ☐ Vos schémas et circuits-imprimés seront enfin archivés sur fichiers disques, permettant leur rappel pour modification à tout moment. Les disquettes peuvent transmettre vos projets à vos sous-traitants, une seule commande CAD/CAM génère automatiquement tous les fichiers Gerber et CN nécessaires. (cuivre, sérigraphies, vernis épargne, et perçage).
- ☐ Comprend les drivers de sorties sur imprimantes (9 et 24 aiguilles), Lasers, PostScript, table-tracante, phototracage Gerber, perçage à CN. Et, en plus, le module GERBERVIEW ! Import et Export de fichiers netlists, et de PAO.

Prise en main très rapide.

Multipower

22, rue Emile Baudot
91120 PALAISEAU
FRANCE

Tél. : (33) 1.69.30.13.79
Fax : (33) 1.69.20.60.41
Télex : 603 103 F

DISTRIBUTEUR EXCLUSIF DE LABCENTER ELECTRONICS

✂... Bon de demande de la disquette de démonstration :

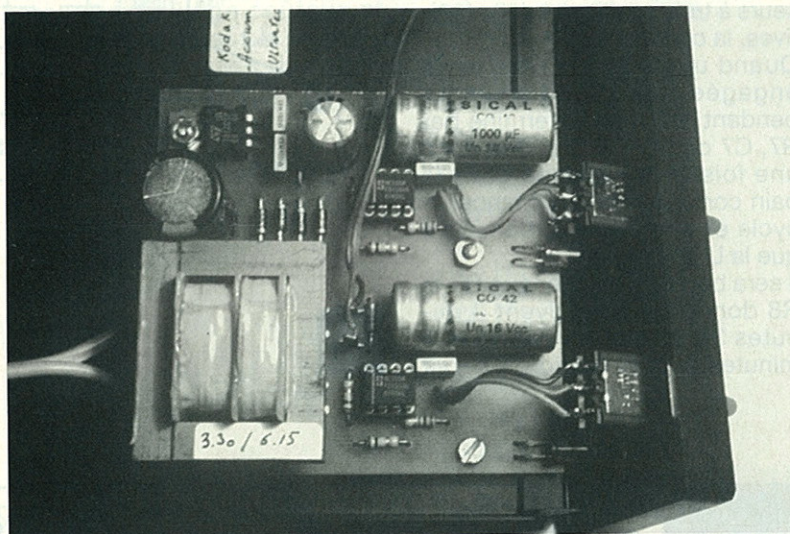
Veuillez nous envoyer par retour du courrier, et sans frais, les caractéristiques complètes et la disquette d'évaluation interactive de *ISIS/ARES*, avec sa notice d'emploi en français. (Logiciels complets sauf sorties et sauvegardes)

Mon Nom :
Entreprise :
Adresse :

ERP 593

■ Temporisateur pour traitement des films graphiques

Le petit montage que nous proposons ici s'est vite avéré indispensable au moment de traiter des films issus de phototraçage. Il s'agit en fait de deux minuteries indépendantes, dont les temps ont été fixés une fois pour toutes. On l'aura compris, une sera affectée au temps de révélation, la seconde à la fixation, ce qui permettra d'obtenir des résultats constants sans avoir à surveiller un chrono ou tout autre système peu pratique en chambre noire.



Les films de la catégorie «arts graphiques» ont la particularité d'offrir un contraste maximum : le but de l'opération étant (en électronique) de travailler en «tout ou rien» (opaque ou transparent), les tons de gris sont à proscrire. Toutes les astuces consistant, par exemple, à interrompre volontairement une révélation dans le but d'obtenir un effet particulier n'ont pas place ici.

Au contraire, il est important de respecter un temps minimum de révélation pour obtenir des «noirs» parfaits, ces derniers n'apparaissant qu'en fin de parcours.

De même, pour conserver en bon état pendant des années un film (ou tout autre photographie), un temps minimum de fixation est aussi indispensable.

Ces films présentent un aspect laiteux qui pourra surprendre à la première utilisation : après insolation, et une fois plongé dans le bain révélateur, l'image ne tarde pas à venir en noir sur fond blanc. Mais si au bout de quelques secondes on peut croire que tout est terminé, c'est faux : comme nous l'avons dit, il faudra attendre au moins trois minutes trente pour que les noirs s'épaississent. Quand on travaille en lumière rouge, impossible d'évaluer cet état de fait : il faut respecter le temps minimum, un point c'est tout.

Mais une image en noir et blanc ne ressemble pas vraiment à ce qu'on attendrait d'un film ! Patience : le bain de fixation va «disoudre» l'aspect laiteux et la transparence espérée arrivera enfin. Cette fois encore, un temps minimum est à respecter, et on constate qu'un temporisateur simple est fort utile voire indispensable car, comme en vol de nuit, rien n'est plus dangereux que de se fier à ses impressions ! On croit qu'on monte et l'altimètre indique qu'on se rapproche du sol...

En chambre noire il n'y a pas les mêmes risques sauf gaspiller du film et perdre du temps.

Par expérience, un tout petit système peut convenir parfaitement, pourvu qu'il dispose des deux valeurs «révélateur» et «fixateur», et ce non pas sous forme de commutation sur un même temporisateur, mais bien de deux minuteries indépendantes. En effet, une fois la période des essais terminée, il n'est plus nécessaire d'aller développer les films au fur et à mesure qu'ils ont été insolés (dans notre cas par un traceur équipé de plumes laser). On peut insoler plusieurs films et les développer ensuite, aussi il est plaisant de disposer de deux timers pour surveiller les deux cuvettes simultanément en activité.

C'est ce que permet la réalisation

dont le schéma est visible **figure 1**. Nous ne ferons l'injure à personne d'en détailler le fonctionnement, quelques précisions de principe tout au plus.

Chaque timer dispose d'un inter offrant la possibilité de lancer un cycle, ou de l'arrêter s'il a été engagé accidentellement. SW1 et SW2, contrairement aux photographies, sont de SIMPLES inverseurs à trois positions : deux fugitives, la centrale tenue.

Quand une action START sera engagée, une LED s'allumera pendant le temps déterminé par R7, C7 ou R8, C8. Il suffira donc une fois le film plongé dans le bain correspondant, de lancer le cycle et d'attendre patiemment que la LED s'éteigne...

Il sera bon de s'assurer que R7 et R8 donnent respectivement 3 minutes 30 pour la révélation et 6 minutes pour la fixation. Il serait

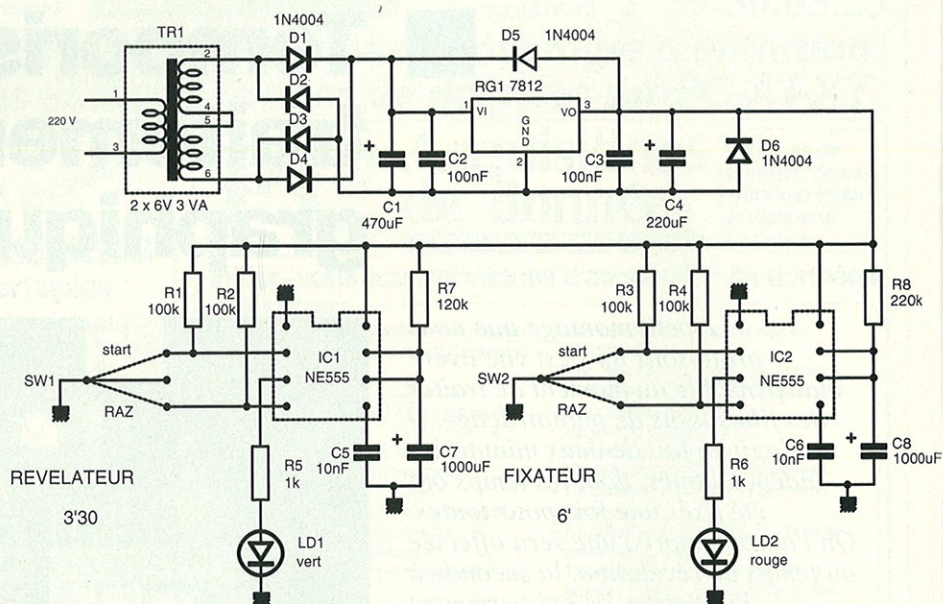


Figure 1

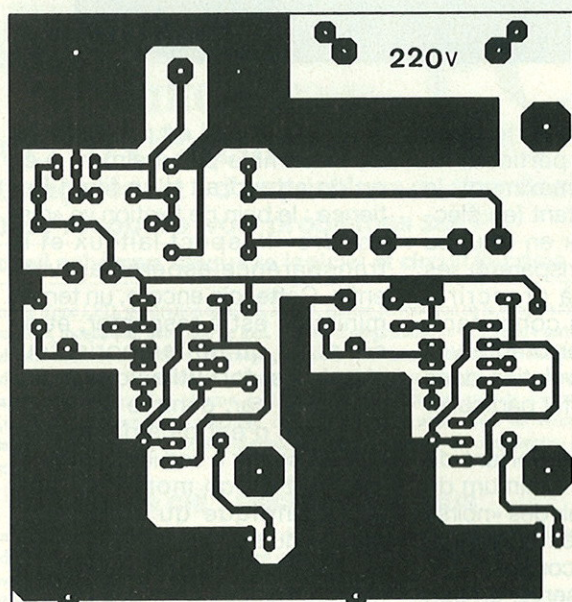
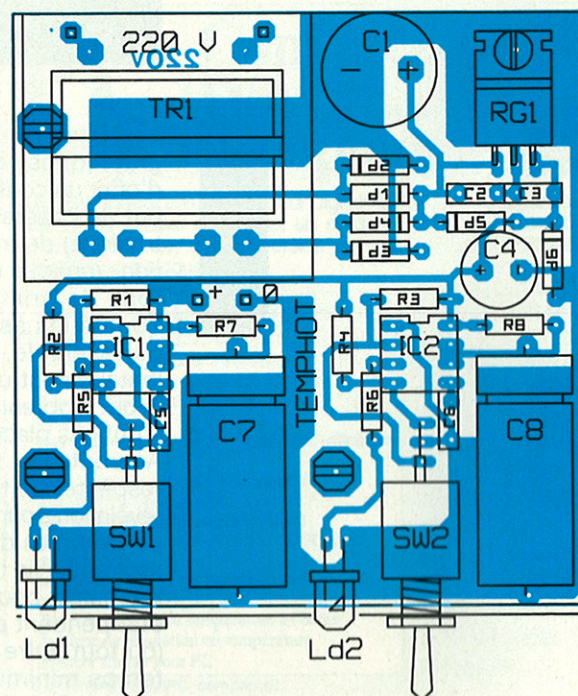


Figure 2



en effet prétentieux de donner des valeurs exactes pour la bonne et simple raison qu'il arrive que des 1000 μ F une fois mesurés atteignent presque 1500 μ F ! Enfin, pour les inconditionnels : $t = 1,1 R \cdot C$.

La réalisation demande de reproduire le circuit imprimé présenté **figure 2**. Deux cosses (au dessus de R7), offrent les 12V régulés, et – dans notre cas – elles ont été utilisées pour reporter en façade une LED témoin, afin de situer le temporisateur dans le noir !

REMARQUES

Suivant les types de films, il est plus ou moins aisé de repérer le côté couche. Certains ont une face blanche et l'autre rouge. Dans ce cas aucun doute n'est permis (face blanche = couche), mais pour d'autres, il est quasiment impossible de l'identifier, au point que le fabricant ait opté de pratiquer un cran sur un des côtés. Malheureusement, quand on coupe ces feuilles de grand format (>A3), le cran ne

subsiste que sur un morceau... Il ne reste alors qu'une solution : gratter avec la pointe d'un cutter sur les bords du film. La face qui, une fois rayée, redonne au support sa transparence, est celle de la couche recherchée.

La méthode consistant à grouper les insulations puis à les traiter chimiquement en bloc présente l'avantage d'éviter des accidents sur les feuilles neuves : traces de fixateur par exemple, dues à des mains insuffisamment lavées. Insistons sur le fait que ces pro-

duits sont très agressifs et qu'il est IMPERATIF de ne les employer que dans un local correctement ventilé.

On peut en effet comparer «l'odeur du labo» à celle que l'on obtient en laissant une bouteille d'ammoniaque ouverte dans un placard... Pour l'aspect corrosif, un témoignage devrait suffire : quelques gouttes de révélateur «oubliées» pendant une vingtaine d'heures sur une porte émaillée ont fait apparaître de magnifiques bulles sur le revêtement !

A ce sujet, dénonçons un abus : si le fixateur est vendu en conditionnement de deux fois 5 litres dans des flacons semi-rigides, le révélateur, quant à lui, n'est disponible qu'en cuby ultra MOU de 10 litres, sans robinet : juste un bouchon à vis sur un orifice de diamètre 3 cm. Bonjour le jet ! Surtout ne jamais tenter SEUL d'extraire un litre de ce conditionnement : c'est la catastrophe garantie.

Ce n'est pas très sérieux, vous en conviendrez.

Ultime remarque : bien entendu, les temps indiqués considèrent que les bains sont fréquemment agités. Si ce n'était pas le cas, on

serait amené à constater quelques problèmes : zones non révélées, voiles après fixation, etc.

CONCLUSION

Cette petite carte, sans prétention, rendra pourtant d'énormes services en chambre noire et évitera un gaspillage coûteux et exaspérant. C'est la «clé de douze» de l'utilisateur du phototraceur débutant ou confirmé !

J.A.

NOMENCLATURE

Résistances

R1 à R4 : 100 k Ω

R5 = R6 : 1 k Ω

R7 : 120 k Ω (cf. texte)

R8 : 220 k Ω (cf. texte)

Condensateurs

C1 : 470 μ F 25 V

C2 = C3 : 0,1 μ F MILFEUIL

C4 : 220 μ F 25 V

C5 = C6 : 10 nF MILFEUIL

C7 = C8 : 1000 μ F 16 V

Semi-conducteurs

D₁ à D₆ : 1N 4004

IC₁ = IC₂ : NE 555

Ld₁ : LED 5 mm verte

Ld₂ : LED 5 mm rouge

Divers

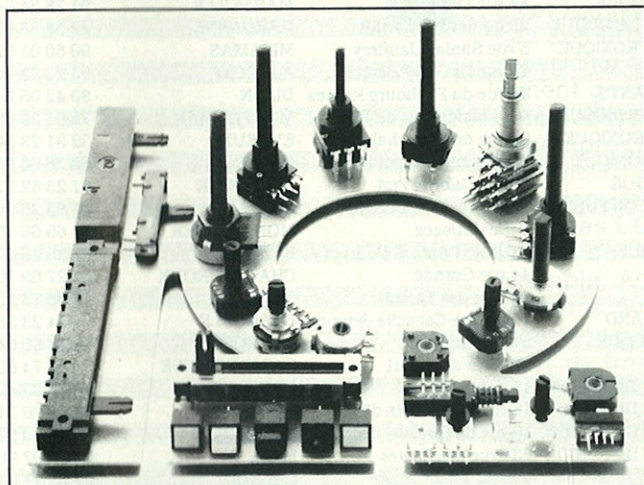
TR₁ : transfo 2 x 6 V, 3 VA

2 supports 8 broches

SW₁ = SW₂ : inverseurs unipolaires, 2 positions instables + centrale stable (genre 7105 C&K)

Radiohm

POTENTIOMETRES & COMMULATEURS



37, rue François-Arago - 93100 MONTREUIL - Tél. : (1) 48 58 94 09 - Fax : 48 58 70 04 - Télex : 233 414

INDUCTANCES ET FILTRES



Je désire recevoir gratuitement le nouveau catalogue.

☐ POTENTIOMETRES & COMMULATEURS
☐ INDUCTANCES ET FILTRES

ERP 5/93

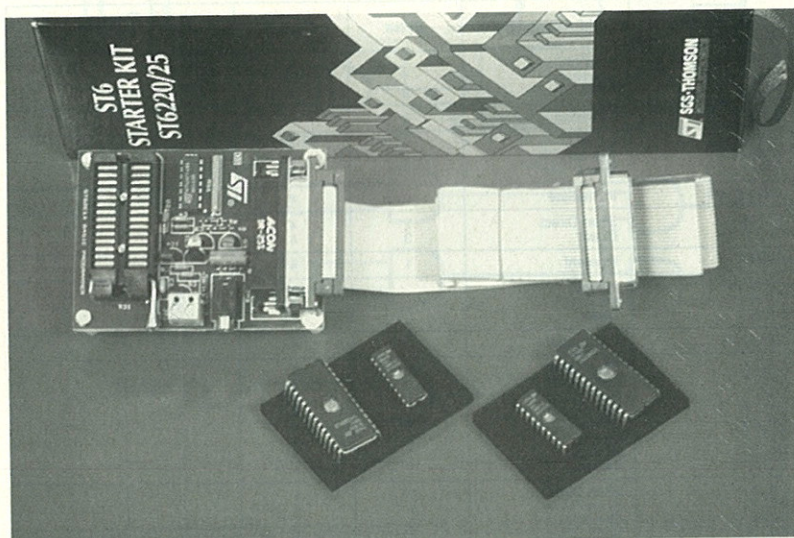
NOM PRÉNOM

SOCIÉTÉ

ADRESSE

Les microcontrôleurs SGS-Thomson ST6 (2)

Nous poursuivons aujourd'hui la présentation de la famille de microcontrôleurs ST6 de SGS-Thomson entreprise dans notre précédent numéro avec tout d'abord un rapide survol du jeu d'instructions.



Jeu d'instructions

Il y a quelques années, il était de bon ton de présenter des microprocesseurs ou microcontrôleurs avec un nombre impressionnant d'instructions différentes, ce n'est fort heureusement plus le cas aujourd'hui. En effet, bien souvent ce nombre était artificiellement gonflé et de nombreux mnémoniques inutiles venaient encombrer la mémoire du programmeur.

Tous les «anciens» se souviennent des LDAA, LDAB, STAA, STAB du «vieux» 6800 par exemple. Aujourd'hui, des instructions de ce type sont résumées en un MOV ou en un LD, le sens de transfert des données étant ajouté ensuite sous forme d'un mode d'adressage. De ce fait, les nombres d'instructions ont fondu comme neige au soleil et, par exemple, la famille ST6 ne dispose que de quarante instructions de base. Bien sûr, combinées avec les modes d'adressage vus le mois dernier, cela permet de constituer deux cent quarante-quatre codes opératoires différents qui auraient fait les délices des rédacteurs de fiches techniques des années 80. Nous n'allons pas présenter en

détail ces instructions, ce qui serait assez long et fastidieux et ce d'autant plus qu'elles restent tout de même très classiques. Ce n'est pas dû à un manque d'imagination des ingénieurs de SGS-Thomson mais un microcontrôleur qui arrive sur le marché en 1992 peut difficilement innover en ce domaine.

Vous pouvez toutefois avoir un aperçu assez précis de la panoplie disponible avec les tableaux condensés joints (2 à 7). On constate que le ST6 dispose de toutes les instructions souhaitables en 1992 sur un «petit» microcontrôleur 8 bits.

Les interruptions

Le ST6 dispose de six sources potentielles d'interruptions qui sont :

- les ports parallèles A, B et C,
- le timer,
- le convertisseur analogique/digital,
- l'entrée d'interruption externe non masquable NMI.

Contrairement à ce que laisse sous-entendre la dernière ligne de cette liste, toutes les sources

Instruction	Addressing Mode	Bytes	Cycles	Flags	
				Z	C
LD A, X	Short Direct	1	4	Δ	*
LD A, Y	Short Direct	1	4	Δ	*
LD A, V	Short Direct	1	4	Δ	*
LD A, W	Short Direct	1	4	Δ	*
LD X, A	Short Direct	1	4	Δ	*
LD Y, A	Short Direct	1	4	Δ	*
LD V, A	Short Direct	1	4	Δ	*
LD W, A	Short Direct	1	4	Δ	*
LD A, rr	Direct	2	4	Δ	*
LD rr, A	Direct	2	4	Δ	*
LD A, (X)	Indirect	1	4	Δ	*
LD A, (Y)	Indirect	1	4	Δ	*
LD (X), A	Indirect	1	4	Δ	*
LD (Y), A	Indirect	1	4	Δ	*
LDI A, #N	Immediate	2	4	Δ	*
LDI rr, #N	Immediate	3	4	*	*

Tableau 2 : instructions de lecture et écriture en mémoire.

Instruction	Addressing Mode	Bytes	Cycles	Flags	
				Z	C
ADD A, (X)	Indirect	1	4	Δ	Δ
ADD A, (Y)	Indirect	1	4	Δ	Δ
ADD A, rr	Direct	2	4	Δ	Δ
ADDI A, #N	Immediate	2	4	Δ	Δ
AND A, (X)	Indirect	1	4	Δ	*
AND A, (Y)	Indirect	1	4	Δ	*
AND A, rr	Direct	2	4	Δ	*
ANDI A, #N	Immediate	2	4	Δ	*
CLR A	Inherent	1	4	Δ	Δ
CLR rr	Direct	2	4	*	*
COM A	Inherent	1	4	Δ	Δ
CP A, (X)	Indirect	1	4	Δ	Δ
CP A, (Y)	Indirect	1	4	Δ	Δ
CP A, rr	Direct	2	4	Δ	Δ
CPI A, #N	Immediate	2	4	Δ	Δ
DEC X	Short Direct	1	4	Δ	*
DEC Y	Short Direct	1	4	Δ	*
DEC V	Short Direct	1	4	Δ	*
DEC W	Short Direct	1	4	Δ	*
DEC A	Direct	2	4	Δ	*
DEC rr	Direct	2	4	Δ	*
DEC (X)	Indirect	1	4	Δ	*
DEC (Y)	Indirect	1	4	Δ	*
INC X	Short Direct	1	4	Δ	*
INC Y	Short Direct	1	4	Δ	*
INC V	Short Direct	1	4	Δ	*
INC W	Short Direct	1	4	Δ	*
INC A	Direct	2	4	Δ	*
INC rr	Direct	2	4	Δ	*
INC (X)	Indirect	1	4	Δ	*
INC (Y)	Indirect	1	4	Δ	*
RLC A	Inherent	1	4	Δ	Δ
SLA A	Inherent	2	4	Δ	Δ
SUB A, (X)	Indirect	1	4	Δ	Δ
SUB A, (Y)	Indirect	1	4	Δ	Δ
SUB A, rr	Direct	2	4	Δ	Δ
SUBI A, #N	Immediate	2	4	Δ	Δ

Tableau 3 : instructions arithmétiques et logiques.

Instruction	Branch If	Bytes	Cycles	Flags	
				Z	C
JRC e	C = 1	1	2	*	*
JRNC e	C = 0	1	2	*	*
JRZ e	Z = 1	1	2	*	*
JRNZ e	Z = 0	1	2	*	*
JRR b, rr, ee	Bit = 0	3	5	*	Δ
JRS b, rr, ee	Bit = 1	3	5	*	Δ

Tableau 4 : instructions de branchement conditionnel.

Instruction	Addressing Mode	Bytes	Cycles	Flags	
				Z	C
SET b, rr	Bit Direct	2	4	*	*
RES b, rr	Bit Direct	2	4	*	*

Tableau 5 : instructions de manipulation de bits.

Instruction	Addressing Mode	Bytes	Cycles	Flags	
				Z	C
NOP	Inherent	1	2	*	*
RET	Inherent	1	2	*	*
STOP (1)	Inherent	1	2	Δ	Δ
WAIT	Inherent	1	2	*	*

Tableau 6 : instructions de contrôle.

Instruction	Addressing Mode	Bytes	Cycles	Flags	
				Z	C
CALL abc	Extended	2	4	*	*
JP abc	Extended	2	4	*	*

Tableau 7 : instructions de saut et d'appel de sous-programmes.

d'interruptions sont masquables, mais, par contre, seule une interruption de type NMI bénéficie de la priorité maximum et peut interrompre toutes les autres. Ces dernières, par contre, sont toutes de même niveau de priorité et ne peuvent donc s'interrompre mutuellement. De ce fait, en cas de survenance simultanée de plusieurs interruptions, la première est traitée d'abord et les autres sont placées en attente de traitement, mais ne sont en aucun cas, bien sûr, ignorées.

Comme nous l'avons vu lors de la présentation de la mémoire, les vecteurs d'interruption sont placés en haut de celle-ci dans l'ordre rappelé **tableau 8**. C'est là une démarche tout à fait classique.

Le fonctionnement général des interruptions est placé sous le contrôle d'un registre appelé IOR pour Interrupt Option Register placé à l'adresse \$C8 de la RAM. Dans ce registre, trois bits seulement sont utilisés de la façon suivante :

- Le bit IOR4 valide toutes les interruptions du ST6 lorsqu'il est mis à un et les interdit dans le cas contraire. Remarquez, ce qui est

Source d'IT	Adresse	N° de vecteur
Entrée NMI	FFC, FFD	0
PORT A	FF6, FF7	1
PORT B	FF4, FF5	2
PORT C	FF4, FF5	2
TIMER	FF3, FF2	3
Convertisseur A/D	FF0, FF1	4

Tableau 8 : les vecteurs d'interruptions de la famille ST6.

assez étrange, que ce bit invalide toutes les interruptions, même NMI. On se demande alors pourquoi cette appellation «non masquable»?

- Le bit IOR5 autorise les interruptions sur front montant sur le port B lorsqu'il est mis à un et sur front descendant dans le cas contraire.
- Le bit IOR6 autorise les interruptions sensibles à un niveau sur le port A lorsqu'il est mis à un et sensibles à un front descendant sur ce même port lorsqu'il est mis à zéro.

Ce registre n'étant pas suffisant pour tout définir concernant les interruptions, d'autres bits de registres de contrôle doivent être pris en compte pour savoir réelle-

ment ce que va faire le ST6. Ainsi, pour le timer :

- Le bit TMZ du registre TSCR placé à l'adresse RAM \$D4 indique par un passage de zéro à un que le contenu du registre de comptage du timer est arrivé à zéro. Ceci peut générer une interruption de type timer si,

- Le bit ETI de ce même registre est mis à un autorisant les interruptions timer. Dans le cas contraire, les interruptions timer sont interdites mais le bit TMZ continue bien sûr de fonctionner ce qui permet, par exemple, de venir le tester par logiciel.

Pour ce qui est du convertisseur analogique/digital, deux bits d'un registre particulier doivent eux aussi être pris en compte. Ce sont :

- Le bit EOC du registre ADCR placé à l'adresse RAM \$D1 qui indique, lorsqu'il passe à un, qu'une conversion est terminée. Il peut générer une interruption de type convertisseur si,

- Le bit EAI de ce même registre est mis à un. Dans le cas contraire et comme pour le timer vu ci-avant, le bit EOC continue de fonctionner et reste accessible par test logiciel.

Pour ce qui est des ports d'entrées/sorties parallèles, différentes configurations peuvent également être programmées mais nous allons voir cela plus en détail ci-après.

Pour ceux d'entre vous qui sont électroniciens dans l'âme avant d'être programmeurs, la **figure 6** présente le schéma logique réalisé en interne dans le ST6 pour la prise en compte et le traitement des interruptions. Son examen confirme sans difficulté ce que nous venons d'exposer.

Les ports d'entrées/sorties parallèles

La **figure 7** présente la structure, en apparence relativement complexe, de ces ports. En pratique, vous pouvez ignorer ce schéma et ne considérer que les différentes configurations dont nous allons parler maintenant puisque son rôle n'est que de permettre leur réalisation de façon optimale. Le contrôle des ports parallèles du ST6 fait intervenir trois registres (par port bien sûr) selon un mode qui n'est pas sans rappeler en partie celui utilisé sur les microcontrôleurs Motorola ou sur les célèbres circuits d'interface parallèle ou PIA de la même marque.

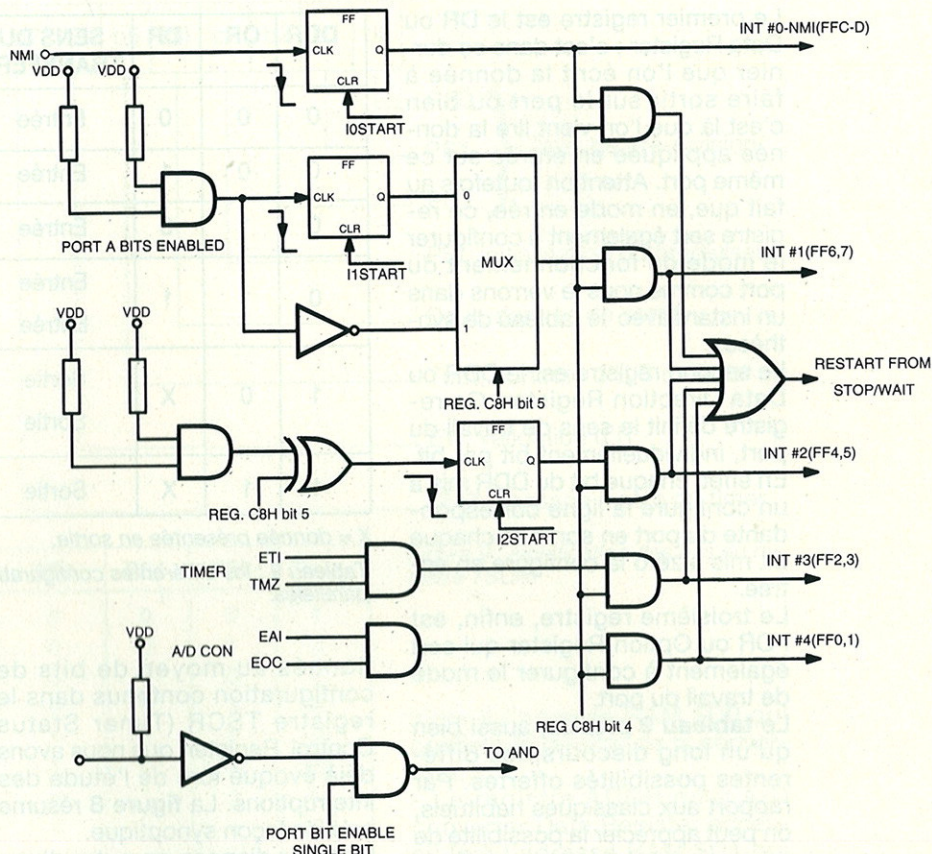


Figure 6 : représentation schématique de la circuiterie interne de prise en compte des interruptions.

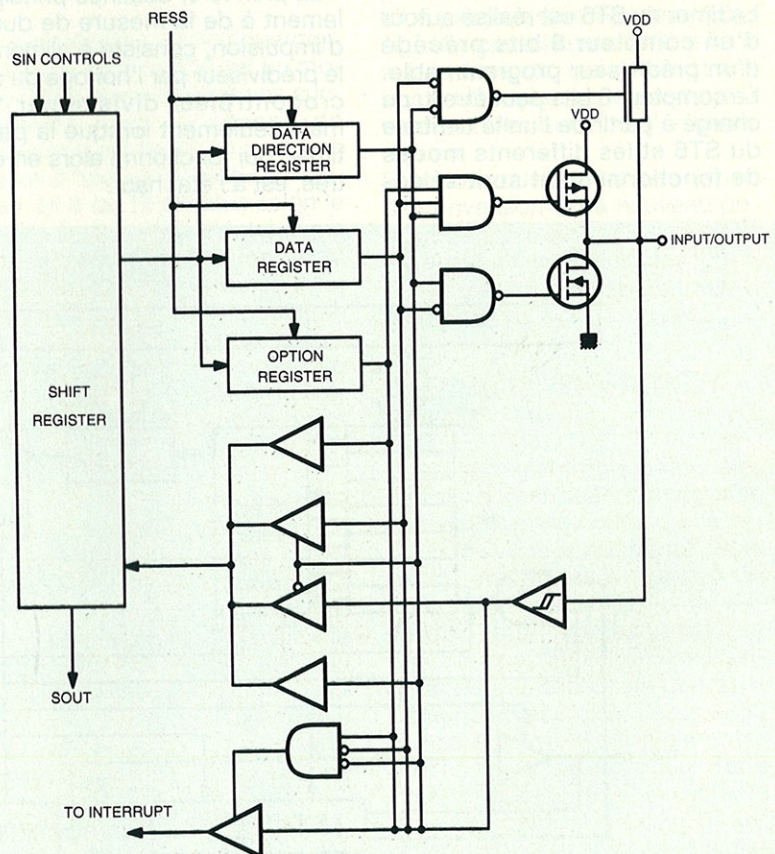


Figure 7 : schéma de principe des ports parallèles

Le premier registre est le DR ou Data Register ; c'est dans ce dernier que l'on écrit la donnée à faire sortir sur le port ou bien c'est là que l'on vient lire la donnée appliquée en entrée sur ce même port. Attention toutefois au fait que, en mode entrée, ce registre sert également à configurer le mode de fonctionnement du port comme nous le verrons dans un instant avec le tableau de synthèse.

Le second registre est le DDR ou Data Direction Register. Ce registre définit le sens de travail du port, individuellement bit par bit. En effet, chaque bit du DDR mis à un configure la ligne correspondante du port en sortie et chaque bit mis à zéro la configure en entrée.

Le troisième registre, enfin, est l'OR ou Option Register qui sert également à configurer le mode de travail du port.

Le **tableau 9** précise, aussi bien qu'un long discours, les différentes possibilités offertes. Par rapport aux classiques habituels, on peut apprécier la possibilité de programmer la présence d'une résistance de rappel au positif de l'alimentation.

Le timer du ST6

Le timer du ST6 est réalisé autour d'un compteur 8 bits précédé d'un prédiviseur programmable. Le compteur 8 bits peut être lu ou chargé à partir de l'unité centrale du ST6 et les différents modes de fonctionnement sont sélectionnés au moyen de bits de configuration contenus dans le registre TSCR (Timer Status Control Register) que nous avons déjà évoqué lors de l'étude des interruptions. La **figure 8** résume cela de façon synoptique.

DDR	OR	DR	SENS DU TRANSFERT	OPTIONS
0	0	0	Entrée	Avec pull up - pas d'IT
0	0	1	Entrée	Sans pull up - pas d'IT
0	1	0	Entrée	Avec pull up - avec IT
0	1	1	Entrée Entrée	Sans pull up - pas d'IT (PA0-PA3) Entrée analogique (PA4-PC7)
1	0	X	Sortie Sortie	Sortie 10 mA sur PA0-PA3 Sortie 5 mA sur PC4-PC7
1	1	X	Sortie	Sortie type push-pull

X = donnée présentée en sortie.

Tableau 9 : les différentes configurations permises sur les ports parallèles.

Le timer dispose en outre d'une patte externe dont le rôle varie selon son mode de fonctionnement. Il existe en effet trois possibilités d'utilisation différentes de ce timer :

- La première, destinée principalement à de la mesure de durée d'impulsion, consiste à alimenter le prédiviseur par l'horloge du microcontrôleur divisée par 12, mais seulement lorsque la patte timer, qui fonctionne alors en entrée, est à l'état haut.

- La deuxième utilise cette patte comme une entrée de comptage et le prédiviseur est décrémenté lors de chaque front montant du signal qui lui est appliqué. La fréquence maximum autorisée dans ce mode est égale au quart de la fréquence d'horloge du microcontrôleur.

- La troisième utilise cette patte comme une sortie sur laquelle est transféré le contenu du bit 4 du registre TSCR lorsque le compteur 8 bits du timer passe à zéro. On peut ainsi générer des signaux de période et rapport cyclique librement programmables. Le timer fait donc appel à trois registres :

- Le TSCR ou Timer Status Control Register accessible à

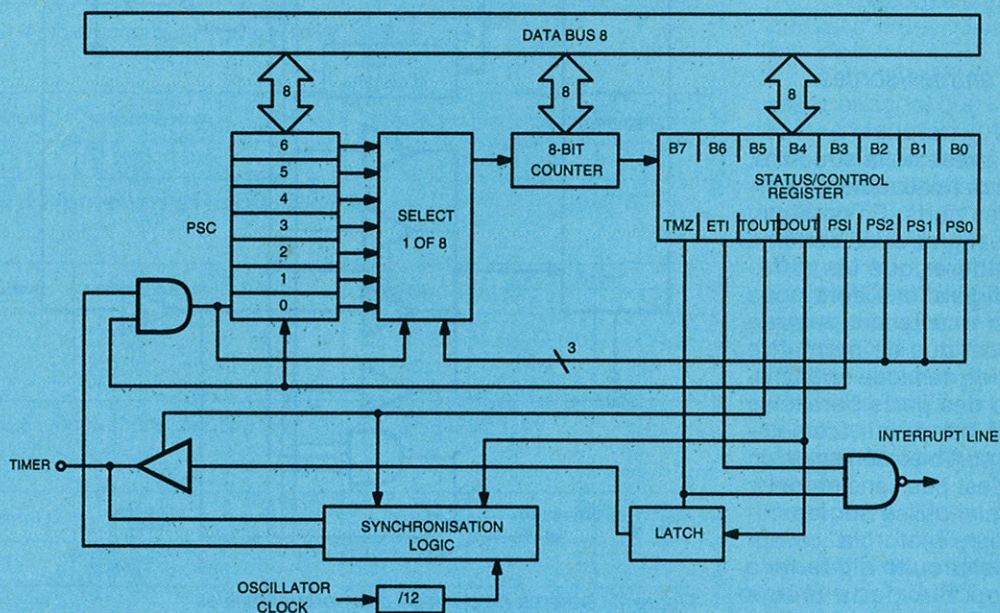


Figure 8 : schéma de principe du timer.

l'adresse RAM \$D4, qui est le registre d'état et de contrôle du timer. Chaque bit a une signification bien particulière que l'on trouvera rappelée **figure 9**. Il permet, entre autres choses, de sélectionner le taux de division du prédiviseur conformément aux indications données dans le tableau de cette même figure.

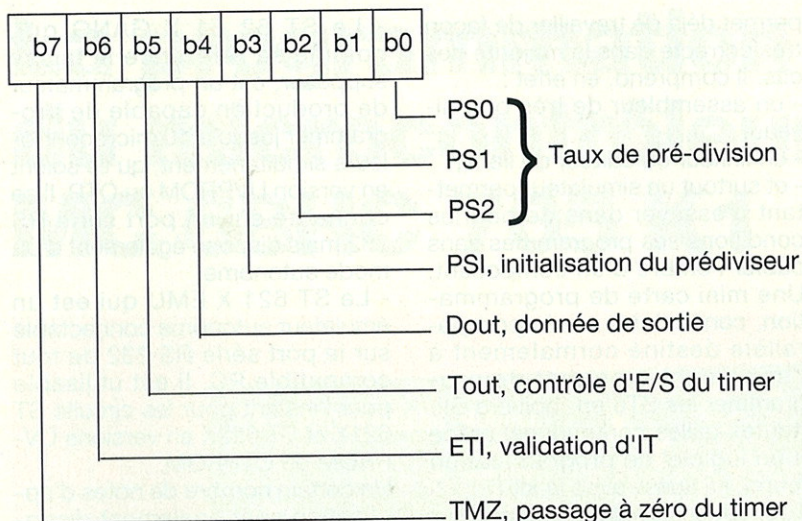
- Le TCR ou Timer Counter Register accessible à l'adresse RAM \$D3, qui n'est autre que le contenu du compteur du timer proprement dit. Ce registre peut être lu pour savoir où en est le timer ou peut être écrit pour prépositionner le timer.

- Le PSC ou PreScaler Register qui est le registre du prédiviseur accessible à l'adresse RAM \$D2. Ce registre peut être lu à tout instant comme le TCR, pour connaître l'état d'avancement du prédiviseur.

Hormis ce véritable timer, le ST6 contient un autre dispositif, analogue, mais dont la finalité est différente. Il s'agit d'un timer chien de garde ou watchdog timer en bon anglais. Ce timer, qui peut être validé ou non par l'utilisateur, commence à décompter à partir de sa valeur de départ dès sa validation. S'il arrive à zéro sans avoir été repositionné, il provoque un reset du ST6.

A quoi cela peut-il servir, nous direz-vous? Tout simplement à se prémunir contre les errements du logiciel pouvant être occasionnés par des phénomènes perturbateurs d'origine externe (inductions parasites, microcoupure d'alimentation, etc.). En effet, sous réserve d'utiliser cette fonction, le programme exécuté se charge, à intervalles réguliers et soigneusement calculés par vos soins, de repositionner ce timer avant qu'il n'arrive à zéro. Si ce programme est dérouté de façon imprévue par un des phénomènes évoqués ci-avant, le timer n'est plus repositionné et son arrivée à zéro effectue un reset du ST6. On peut alors espérer que, repartant d'un bon pied, tout va rentrer dans l'ordre.

L'utilisation de cette fonction n'étant pas indispensable, ce timer peut être utilisé comme un décompteur à usage général si vous le désirez. Il utilise un seul et unique registre baptisé DWDR pour Digital WatchDog Register accessible à l'adresse RAM \$D8.



PS2	PS1	PS0	Taux
0	0	0	1
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8
1	0	0	16
1	0	1	32
1	1	0	64
1	1	1	128

Figure 9 : signification des bits du registre TSCR.

Le convertisseur analogique/digital

Le convertisseur analogique/digital intégré dans le ST6 est un modèle 8 bits à approximations successives dont la vitesse de conversion est de 70 μ s pour une vitesse d'horloge de 8 MHz. Il dispose de 8 ou 16 entrées selon le type de boîtier utilisé, entrées qui sont communes avec les ports parallèles du circuit. Par ailleurs, le multiplexage de ces entrées est réalisé par leur programmation proprement dite, c'est-à-dire encore que, à un instant donné, une seule des lignes des ports doit être placée en entrée analogique.

Le convertisseur utilise une référence de tension externe qui doit être appliquée aux pattes AVDD et AVSS (A comme Analogique bien sûr). Cette tension peut être la même que celle alimentant le circuit, mais il faut alors veiller à la filtrer et la découpler efficacement pour que le bruit généré par la logique ne perturbe pas le convertisseur, ni ne nuise à sa précision.

Le convertisseur utilise deux registres :

- Le registre ADR pour A/D converter Data Register acces-

sible à l'adresse RAM \$D0 qui contient le résultat de la conversion.

- Le registre ADCR pour A/D converter Data Register accessible à l'adresse RAM \$D1 qui sert à contrôler le fonctionnement du convertisseur de la façon suivante.

Une conversion démarre lors de la mise à un du bit 5 de ce registre. Dès qu'elle est terminée, le bit 6 passe à un à son tour pour signaler cette situation. Si le bit 7 a été mis à un, les interruptions sont autorisées et le passage à un du bit 6 a pour effet d'en générer une.

Précisons que si le bit 5 de départ de conversion est à nouveau positionné alors qu'une conversion est en cours mais n'est pas terminée, celle-ci est interrompue et recommence à partir de zéro.

LE KIT DE DÉVELOPPEMENT ST 62XX

Aussi séduisant que puisse être un microcontrôleur, il reste bien souvent hors de portée de l'amateur, de l'école ou même de la petite entreprise en raison du coût élevé des systèmes de développement nécessaires. Le ST6 fait donc figure de circuit original de par son kit de développement commercialisé pour 1850 francs environ, disponible entre autres chez Selectronic. Sans pouvoir rivaliser avec un système de développement disposant d'un émulateur, quasiment indispensable pour les applications les plus complexes, le kit ST6

permet déjà de travailler de façon très correcte dans la majorité des cas. Il comprend, en effet :

- un assembleur de très bon niveau,
- un linqueur ou éditeur de liens,
- et surtout un simulateur permettant d'essayer dans de bonnes conditions ses programmes sans câbler l'ombre d'un composant. Une mini carte de programmation, connectable sur le port parallèle destiné normalement à l'imprimante, permet de programmer les ST6 en boîtiers DIL (toutes tailles confondues) grâce à un logiciel de programmation fourni, lui aussi, avec le kit.

Tout cet ensemble fonctionne sur n'importe quel micro-ordinateur compatible PC et les logiciels utilisent un affichage graphique multifenêtres qui rend bien vite tout recours à la notice inutile d'autant qu'une aide en ligne est accessible. Comme le texte des notices et des messages affichés à l'écran, cette aide est, hélas, en anglais. Même si cela vous cause quelque amertume puisque nous sommes tout de même en présence d'un produit français, sachez que c'est la rançon à payer pour espérer exporter ce produit, ce qui est quasiment indispensable à sa survie ; le marché français étant, à lui seul, trop limité. Précisons que ce kit existe au moins en deux versions : la version ST 6210/15 commercialisée jusque vers fin 92 environ, qui ne coûtait que 1600 francs et contenait des circuits ST 62E10 et ST 62E15 (qui n'existent plus semble-t-il, comme nous l'avons laissé entendre dans la première partie de cet article) et la version ST 6220/25 qui contient des ST 62E20 et ST 62E25 mais coûte environ 250 francs de plus.

Les autres outils de développement

Même si ce kit permet déjà de travailler et peut s'avérer suffisant pour des amateurs, des lycées techniques ou même de petites entreprises, des outils plus puissants s'avèrent nécessaires pour un travail industriel de grande envergure.

SGS-Thomson propose actuellement les produits suivants :

- Le ST 62 E1 X qui n'est rien d'autre qu'une carte de programmation pour les boîtiers DIL et SO qui se connecte sur le port série RS 232 d'un compatible PC mais qui dispose aussi d'un mode de fonctionnement autonome.

- Le ST 62 E1 X GANG qui, comme sa référence le laisse supposer, est un programmeur de production capable de programmer jusqu'à 10 microcontrôleurs simultanément, qu'ils soient en version UVPROM ou OTP. Il se connecte sur un port série RS 232 mais dispose également d'un mode autonome.

- Le ST 621 X EMU qui est un émulateur autonome connectable sur le port série RS 232 de tout compatible PC. Il est utilisable pour l'instant pour les circuits ST 621X et ST 622X en versions UVPROM ou OTPROM.

Un certain nombre de notes d'application sont également disponibles pour faciliter le travail des concepteurs. Souhaitons toutefois qu'elles le soient réellement ce qui ne nous a pas semblé être le cas au vu de notre expérience personnelle (voir ci-après).

CONCLUSION

Même si on peut lui trouver quelques imperfections, pour un circuit mis sur le marché en 1992 s'entend, le ST6 ou plus exactement la famille ST6 devrait rencontrer un certain succès auprès des utilisateurs, de plus en plus nombreux, de microcontrôleurs.

Ce succès devrait se trouver accru par le fait que le kit de développement est réellement intéressant et qu'il permet à tout un chacun équipé d'un banal compatible PC de développer sérieusement des applications.

Souhaitons que, comme cela fut hélas le cas pour nous au début de cette étude, le ST6 ne soit pas gâché par une approche et un suivi commercial laissant à désirer.

C. BROUSSAS

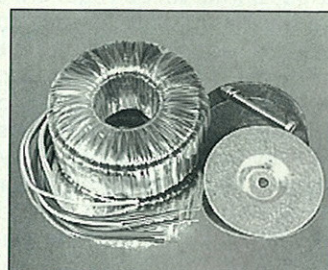
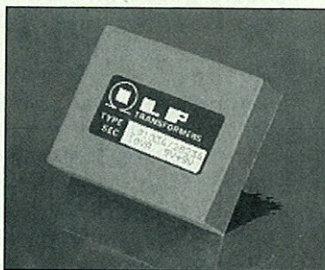
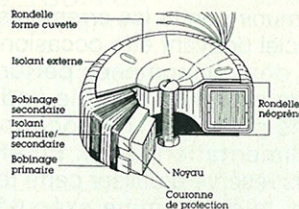
Bibliographie:

ST6210/ST6215, ST6220/ST6225 kit guide and user manual édités par SGS-Thomson.



transformateurs toriques

- prix compétitif,
- rendement élevé,
- dimensions et poids réduits,
- champ de fuites magnétiques faible,
- faible température de fonctionnement,
- montage et raccordements simplifiés.



- Transformateurs toriques moulés bas profil pour implantation circuit imprimé : de 4 à 30 VA.
- Transformateurs toriques, gamme standard de 15 VA à 1 kVA.
- Transformateurs toriques sur spécifications particulières.

**Williamson
Electronique**

Importateur

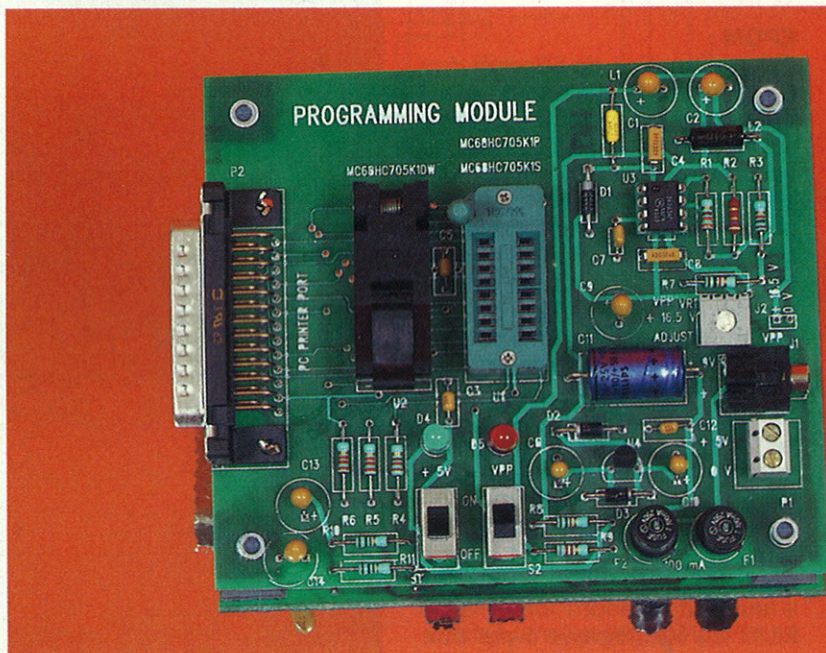
Z.A. de la Bougrière. B.P. 64
44980 SAINTE-LUCE-SUR-LOIRE
TÉL. : 40.25.89.99
TÉLÉCOPIEUR : 40.25.86.87

La programmation du microcontrôleur MC 68HC 705 K1

Pour continuer la série d'articles consacré aux microcontrôleurs Motorola MC 68 HC705 K1, nous allons décrire ce mois-ci sa programmation. Nos lecteurs pourront très facilement construire le module de programmation décrit dans les lignes qui suivent, qui, avec les logiciels disponibles (Motorola) sur le 3615 ERP leur permettra de mener à terme les nombreuses applications envisageables avec ce petit microcontrôleur. Rappelons qu'il existe trois types de boîtiers de microcontrôleurs MC 68 HC705 K1 avec les 504 octets de mémoire programmables :

- le boîtier à fenêtre MC 68 HC705K1S (Eprom) DIL 16 broches ;
- le boîtier plastique sans fenêtre MC 68HC705K1P (Otprom) DIL 16 broches ;
- le boîtier CMS MC68HC705K1S (Otprom).

Les spécifications mécaniques de ces boîtiers sont données aux figures O à C.



La version Eprom sert à la mise au point des programmes puisqu'elle peut être effacée par une source ultra-violet adéquate.

La version Otprom n'est programmable qu'une seule fois, c'est celle qui servira à la fabrication des produits finis.

La version CMS a les mêmes propriétés que la précédente, mais avec un encombrement très réduit.

Ces deux dernières versions sont disponibles à très faible coût.

L'ASPECT LOGICIEL

Registre de programmation de l'Eprom

Le registre est défini figure 2. Il contient tous les bits qui permettent la programmation de l'Eprom ou de l'Otprom. En fonctionnement normal, ce registre est à lecture seule et ne contient que des états logiques 0.

\$0018

Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
0	0	0	0	0	ELAT	MPGM	EPGM

Figure 2 : registre de programmation de l'Eprom.

Elat :

Ce bit à lecture ou écriture configure les bus d'adresses et de données pour programmer l'Eprom et l'Otprom. Lorsque ce bit est à l'état logique 1, les données dans l'Eprom ou l'Otprom ne peuvent pas être lues par la CPU donc ne peuvent pas être exécutées.

Forcer ce bit à l'état logique 0 force au même état le bit Epgm.

1 : les bus adresses et de données sont configurés pour la programmation.

0 : les bus adresses et de données sont configurés pour le mode de fonctionnement normal du microcontrôleur.

Le fait de mettre ce bit à l'état logique 1 n'est pas une protection du logiciel contenu en mémoire Eprom.

Pour comprendre le fonctionnement, reportez-vous au schéma fonctionnel du microcontrôleur présenté dans notre numéro précédent.

MPGM :

Registre d'options (Mor) pour la programmation

Ce bit à lecture ou à écriture en-

traîne que la tension disponible sur la broche IRQ/VPP (4) est ou non appliquée au registre d'option Mor.

La tension à appliquer (par rapport au 0V) sur la broche IRQ/VPP (4) est de 16,5 volts.

1 : Le registre MOR est alimenté (programmation)

0 : Le registre MOR n'est pas alimenté (fonctionnement normal).

EPGM :

Programmation de l'Eeprom

Ce bit à lecture ou à écriture entraîne que la tension disponible sur la broche IRQ/VP (4) est ou non appliquée à l'Eeprom ou l'Otprom en vue de la programmation ou du mode de fonctionnement normal.

1 : L'Eeprom, ou l'Otprom est alimentée (programmation)

0 : l'Eeprom ou l'Otprom n'est pas alimentée (fonctionnement normal).

Remarque :

Le fait d'écrire en une seule instruction des états logiques 1 pour les bits ELAT et EPGM implique que le bit ELAT sera à l'état logique 1 et le bit EPGM sera à l'état logique 0.

Il faut donc d'abord forcer le bit ELAT à l'état logique 1 par une instruction et ensuite par une autre instruction forcer le bit EPGM à l'état logique 1.

Les bits 3 à 7 sont des bits réservés.

Ce sont des bits de test utilisés par Motorola, leur lecture donne toujours des états logiques 0.

L'ASPECT MATÉRIEL

Pour programmer ce microcontrôleur, il faut disposer :

- d'un module de programmation
- d'un ordinateur personnel muni d'une interface parallèle Centronics
- d'un logiciel de programmation.

Le module de programmation

Le schéma structurel est donné à la figure 3.

Le lecteur remarquera que l'on utilise un convertisseur continu (Step-up), qui produit la tension de programmation Vpp 16,5 V à partir du + 5 V. Le convertisseur est construit autour du circuit Motorola MC 34063 (16,5 V ajustable par VR1).

L'alimentation du module est assurée par une alimentation extérieure de type transformateur avec redressement et filtrage incorporés (300 mA).

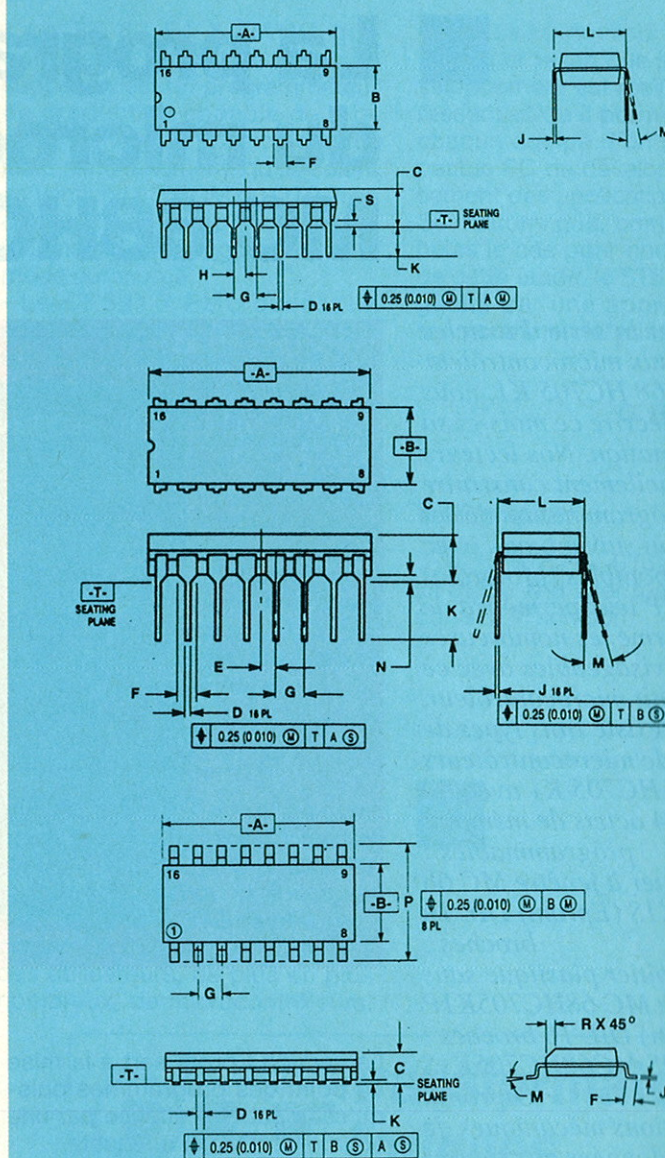


Figure 1

Le module de programmation est prévu pour programmer les versions DIL 16 et CMS du microcontrôleur.

Nous vous conseillons d'utiliser des supports à insertion nulle. La carte est reliée à un ordinateur personnel par une prise DB 25 mâle et un câble femelle-mâle (port imprimante LPT). Eviter les câbles plats trop longs.

L'ordinateur personnel

Il est des plus classiques, il doit disposer de 640 k octets de mémoire, un disque dur ou une ou deux unités de disques souples ; il tourne sous le système d'exploitation Dos, et possède un port parallèle imprimante compatible.

Logiciel de programmation

En utilisant le serveur 3615 ERP, vous pourrez vous le procurer. Son nom est Prog05k et est fourni gracieusement par Motorola. Nous précisons que tous les logiciels disponibles de Motorola peuvent être obtenus gratuitement sur notre serveur. Son utilisation est très facile, il suffit de suivre les directives affichées à l'écran.

Il permet de programmer les 504 octets de mémoire morte, c'est-à-dire 496 octets d'Eeprom ou Otprom (adresses \$0200 à \$03EF) et les 8 octets compris entre les adresses \$03EF et \$03F8 et \$03FF.

Il permet bien sûr la programmation du registre d'options du mi-

crocontrôleur (MOR d'adresse \$0017) et la mémoire personnalisée (PEPROM).

En résumé ce logiciel permet de télécharger le fichier adéquat dans la mémoire interne morte du 68HC705K1 (fichiers. S19).

L'horloge du microcontrôleur est générée artificiellement par le PC. Le logiciel Prog05 K force l'état logique 1 du bit ELAT, ainsi que l'état logique 1 sur le bit EPGM (pendant 4 ms par octet à programmer).

A l'issue de cette programmation, les bits ELAT et EPGM sont à nouveau aux états logiques 0

Effacement (version Eprom)

Toute source de rayons UV de 15 J/cm² et 2537 Å de longueur d'onde peut être utilisée. Le microcontrôleur est positionné à environ 25 mm de la source. Lorsqu'une mémoire est bien effacée, son contenu ne contient que des bits à l'état logique 0.

Registre d'options (MOR)

Ce registre décrit figure 4 est un

\$0017

bit 7 6 5 4 3 2 1 bit 0

SWPCK	PN3	RC	SWAIT	LVRE	PIRQ	LEVEL	COPEN
-------	-----	----	-------	------	------	-------	-------

Remise à zéro : non affecté par la RAZ
Effacement 0 0 0 0 0 0 0 0

Figure 4 : registre d'options (MOR)

octet de type Eprom ou Otprom qui régit les options suivantes :

- les transistors de tirage au zéro

volt (Port A et Port B) programmables, c'est-à-dire actifs ou non actifs.

- Oscillateur (deux broches ou trois broches, oscillateur RC)
- Oscillateur (réseau RC, ou quartz, ou résonateur céramique)

- L'instruction STOP (active ou non active)

- Faible tension de RAZ (active ou non active)
- Interruption externes du Pont A (actives ou non).
- Nature du signal $\overline{\text{IRQ}}$ (front mon-

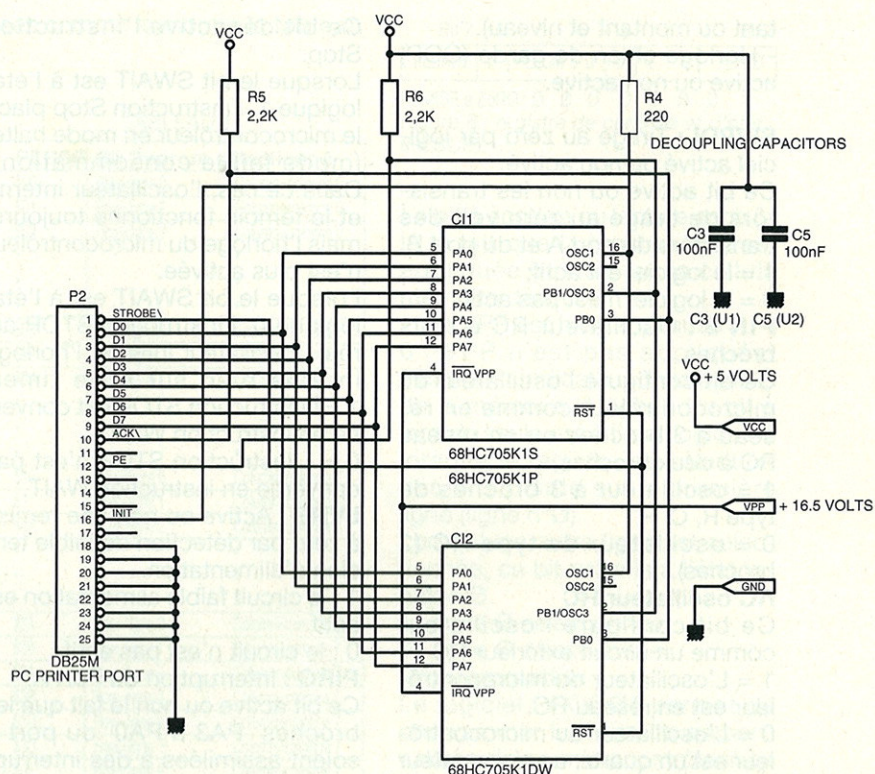


Figure 3a

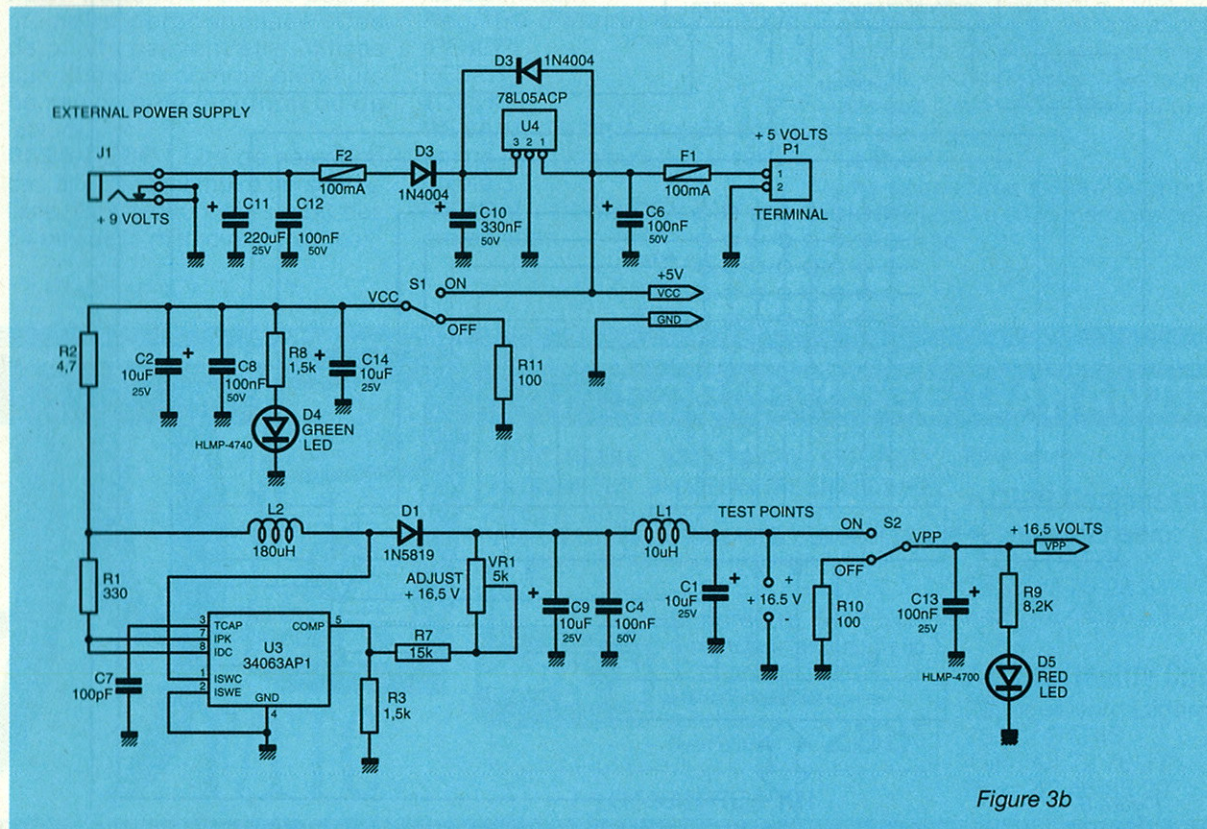


Figure 3b

tant ou montant et niveau).
- Horloge chien de garde (COP) active ou non active.

SWPDI : Tirage au zéro par logiciel activé ou non activé.

Ce bit active ou non les transistors de tirage au zéro volt des transistors du port A et du port B.

1 = le logiciel est actif;
0 = le logiciel n'est pas actif.

PIN 3 : Oscillateur RC à trois broches.

Ce bit configure l'oscillateur du microcontrôleur comme en réseau à 3 broches ou en réseau RC à deux broches.

1 = oscillateur à 3 broches de type R, C, R

0 = oscillateur de type RC (2 broches).

RC oscillateur RC

Ce bit configure l'oscillateur comme un circuit extérieur RC.

1 = L'oscillateur du microcontrôleur est en réseau RC.

0 = L'oscillateur du microcontrôleur est un quartz, un résonateur céramique ou une horloge externe.

SWAIT: L'instruction stop convertie ou non en attente, instruction attente (WAIT)

Ce bit désactive l'instruction Stop.

Lorsque le bit SWAIT est à l'état logique 1, l'instruction Stop place le microcontrôleur en mode halte. (mode faible consommation). Dans ce cas, l'oscillateur interne et le témoin fonctionne toujours, mais l'horloge du microcontrôleur n'est plus activée.

Lorsque le bit SWAIT est à l'état logique 0, l'instruction STOP arrête l'oscillateur interne, l'horloge interne bien sûr et le timer.
1 = l'instruction STOP est convertie en instruction WAIT.
0 = L'instruction STOP n'est pas convertie en instruction WAIT.

LVRE : Active ou non une remise à zéro par détection de faible tension d'alimentation.

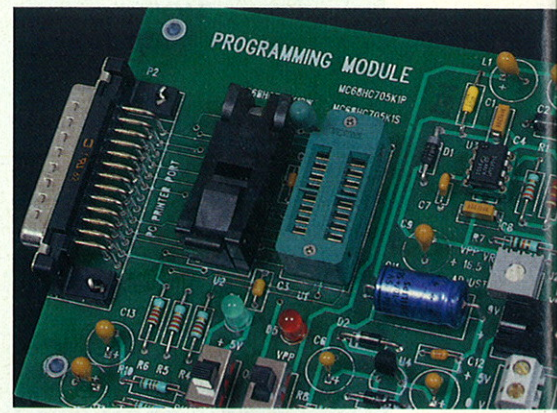
1 : le circuit faible alimentation est actif
0 : le circuit n'est pas actif.

PIRQ : Interruption du Port A

Ce bit active ou non le fait que les broches PA3 à PA0 du port A soient assimilées à des interruptions.

1 : PA3 à PA0 sont sources d'interruptions.

0 : PA3 à PA0 ne sont pas des sources d'interruptions.



LEVEL

Fixe la nature des interruptions externes. Les interruptions externes seront comme des transitions descendantes ou comme des niveaux logiques 0.

1 : La broche IRQ/VPP est activée (interruption), sur une transition descendante suivie d'un niveau logique 0. Les broches PA3 à PA0 sont activées (interruption) sur des transitions montantes suivies de niveaux logiques 1.

0 : La broche IRQ/VPP est activée : (interruption) sur une seule transition descendante.

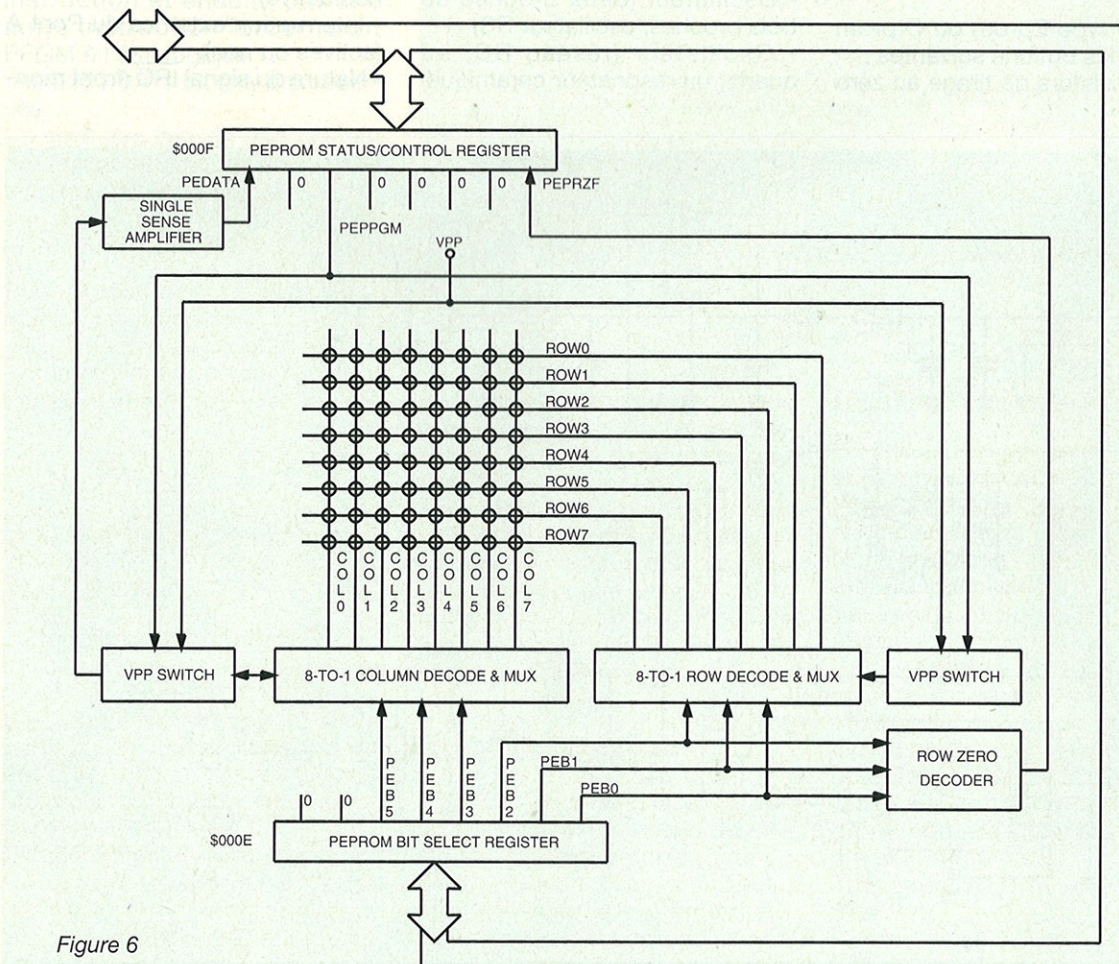


Figure 6

Les broches PA3 à PA0 sur une seule transition montante.

COPEN : horloge chien de garde activée ou non.

1 : L'horloge «chien de garde» (COP) est activée.

0 : L'horloge «chien de garde» (COP) ne l'est pas.

Eprom personnalisée :

Ce paragraphe décrit la programmation de l'Eprom personnalisée de 64 bits du microcontrôleur (Peprom).

La **figure 6** donne le schéma fonctionnel de cette mémoire.

Les registres de cette Eprom

Deux registres contrôlent sa programmation et sa lecture :

- registre de sélection d'un bit (PEBSR)

- registre d'état et de contrôle (PESCR)

Registre sélection d'un bit (PEBSR)

Ce registre est décrit dans le **figure 7**.

PEBSR

\$000E

bit 7	6	5	4	3	2	1	bit 0
PEB7	PEB6	PEB5	PEB4	PEB3	PEB2	PEB1	PEB0

Figure 7. Registre de sélection des bits (PEBSR)

PEB7-PEB6 : non utilisés pour la mémoire personnalisée. Ces deux bits peuvent être utilisés quand même comme éléments de sauvegarde (écriture) ou de lecture.

PEB5-PEB0 : bits de sélection des bits de la mémoire personnalisée. Ils sélectionnent un bit des 64 bits de la mémoire personali-

sées comme le montre le **tableau 1**.

TABEAU 1

PEBSR	Bit Peprom sélectionné	
\$00	Row=ligne 0	Column=colonne 0
\$01	Row=ligne 1	Column=colonne 0
\$02	Row=ligne 2	Column=colonne 0
•	•	•
•	•	•
•	•	•
\$08	Row=ligne 0	Column=colonne 1
\$09	Row=ligne 1	Column=colonne 1
\$0A	Row=ligne 2	Column=colonne 1
•	•	•
•	•	•
•	•	•
\$10	Row=ligne 0	Column=colonne 2
\$11	Row=ligne 1	Column=colonne 2
\$12	Row=ligne 2	Column=colonne 2
•	•	•
•	•	•
•	•	•
\$38	Row=ligne 0	Column=colonne 7
\$39	Row=ligne 1	Column=colonne 7
\$3A	Row=ligne 2	Column=colonne 7
\$3B	Row=ligne 3	Column=colonne 7
\$3C	Row=ligne 4	Column=colonne 7
\$3D	Row=ligne 5	Column=colonne 7
\$3E	Row=ligne 6	Column=colonne 7
\$3F	Row=ligne 7	Column=colonne 7

Row : ligne

Column : colonne

(Les bits PEB2-0 sélectionnent les lignes).

(Les bits PEB5-3 sélectionnent les colonnes).

Registre d'état et de contrôle (PESCR)

PESCR

\$000F

PEDATA : le bit à lecture seule donne l'état logique du bit sélectionné.

PEPGM : Contrôle de la programmation.

Bit 7	6	5	4	3	2	1	Bit 0
PEDATA	0	PEPGM	0	0	0	0	PEPRZF

REMISE à ZÉRO : 0 0 0 0 0 0 0 1

Figure 8 : registre de contrôle et d'état (PESCR).

Le bit à écriture ou lecture contrôle le fait que la tension Vpp est appliquée ou non sur la cellule mémoire désirée.

1 : le VPP est bien appliquée

0 : VPP n'est pas appliquée.

PEPRZF : Indicateur de la ligne 0 de la mémoire (1^{re} ligne). Ce bit à lecture seule est à l'état logique 1 lorsque le registre de sélection des bits pointe sur la première ligne (ligne n°0).

Lorsqu'une autre ligne est sélectionnée, ce bit est mis à l'état logique 0.

1 : ligne 0 sélectionnée

0 : ligne 0 sélectionnée.

Programmation

Le logiciel PROG05 permet de programmer la mémoire personnalisée de ce microcontrôleur en utilisant le module de programmation décrit dans cet article.

Par ailleurs, la programmation (lorsque la broche VPP/IRQ est bien alimentée par la tension de 16,5 V) se déroule comme suit :

1 - sélectionner le bit à programmer par le registre PRBSR

2 - fixer dans le registre PESCR le bit PEPG à l'état logique 1 (VPP appliquée).

3 - attendre 3 ms

4 - fixer le bit PEPGM à l'état logique 0. On répète ces opérations pour tous les bits à programmer. En fait, on ne sélectionne que les bits que l'on souhaite programmer (à l'état logique 1).

Lecture

Les séquences suivantes montrent la lecture de la mémoire personnalisée :

ROBUSTESSE GARANTIE

MULTIMETRE 4315 AVEC EN PLUS CAPACIMETRE, DECIBELMETRE EN LECTURE DIRECTE et 42 fonctions en Voltmètre CC / CA - Ampèremètre CC/CA et ohmmètre livré en mallette métallique hermétique.



Multimètre 4317 avec disjoncteur automatique
42 fonctions - 5 Ampères
Livré en mallette métallique hermétique

288F

GARANTIE 1 AN

En vente chez : (forfait de port 35 F)

ACER Composants

42, rue de Chabrol
75010 PARIS
Tél. : 47 70 28 31
Fax : 42 46 86 29

ACER Reuilly Composants

79, boulevard Diderot
75012 PARIS
Tél. : 43 72 70 17
Fax : 42 46 86 29

- 1 - sélectionner le bit à lire par le registre PEBSR
- 2 - lire le bit PEDATA dans le registre PESCR
- 3 - sauvegarde, ce résultat dans la RAM, par exemple
- 4 - sélectionner un autre bit à lire par le registre PEBSR
- 5 - continuer la sauvegarde, et la lecture jusqu'aux 64 bits.

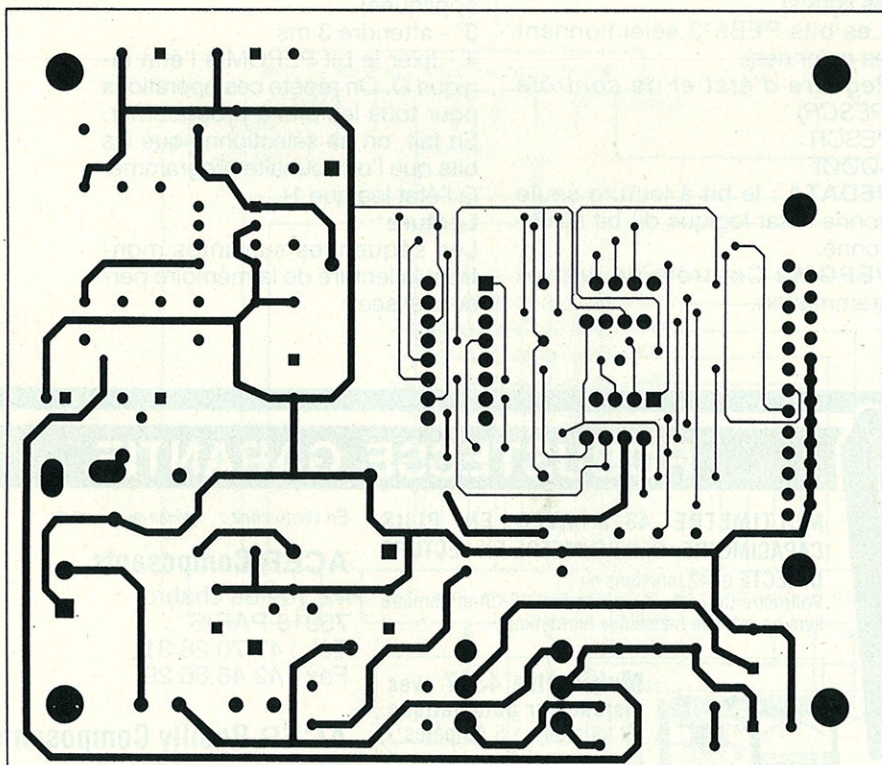
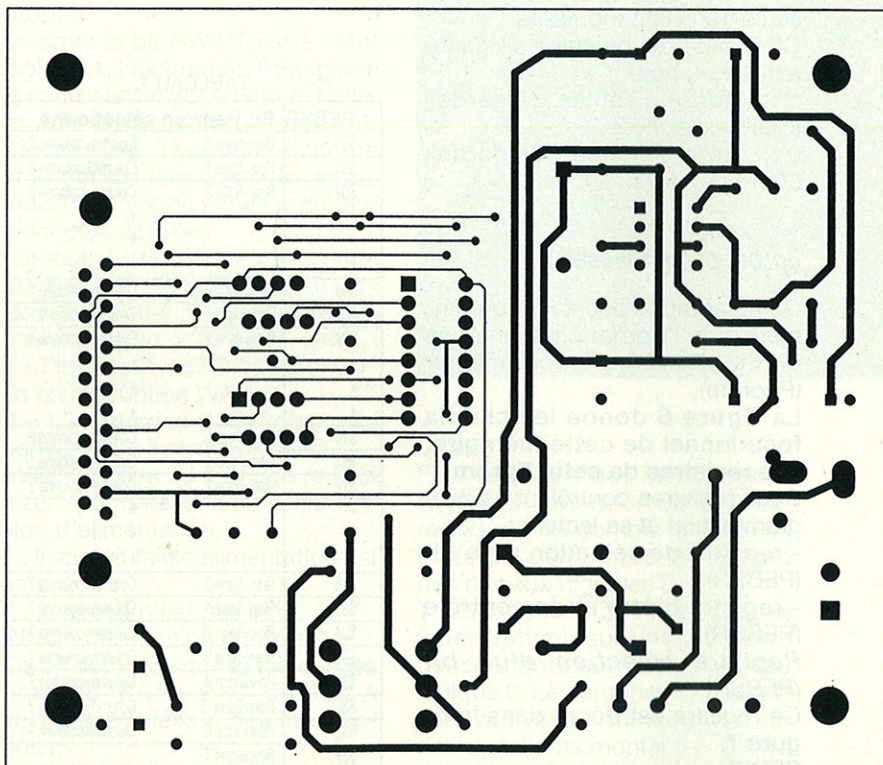
Effacement.

C'est forcément la même méthode que celle décrite dans le paragraphe «effacement UV».

Nous espérons qu'avec la série d'articles consacrés à cet étonnant microcontrôleur, nos lecteurs auront beaucoup d'imagination et que les applications ne manqueront pas.

Jean-Paul Jacquet

Les circuits imprimés double face, trous métallisés et sérigraphiés sont disponibles pour les lecteurs qui le souhaitent chez :
Spectra Seriea
Boîte Postale 33
91141 Villebon/Yvette Cedex.
Tél. : 69.31.33.51.



NOMENCLATURE :

Résistances :

1/2, 5% série SFR 25

R1 : 330 Ω

R2 : 4,7 Ω

R3 : 1,5 k Ω

R4 : 220 Ω

R5 : 2,2 k Ω

R6 : 2,2 k Ω

R7 : 15 k Ω

R8 : 1,5 k Ω

R9 : 8,2 k Ω

R10 : 100 Ω

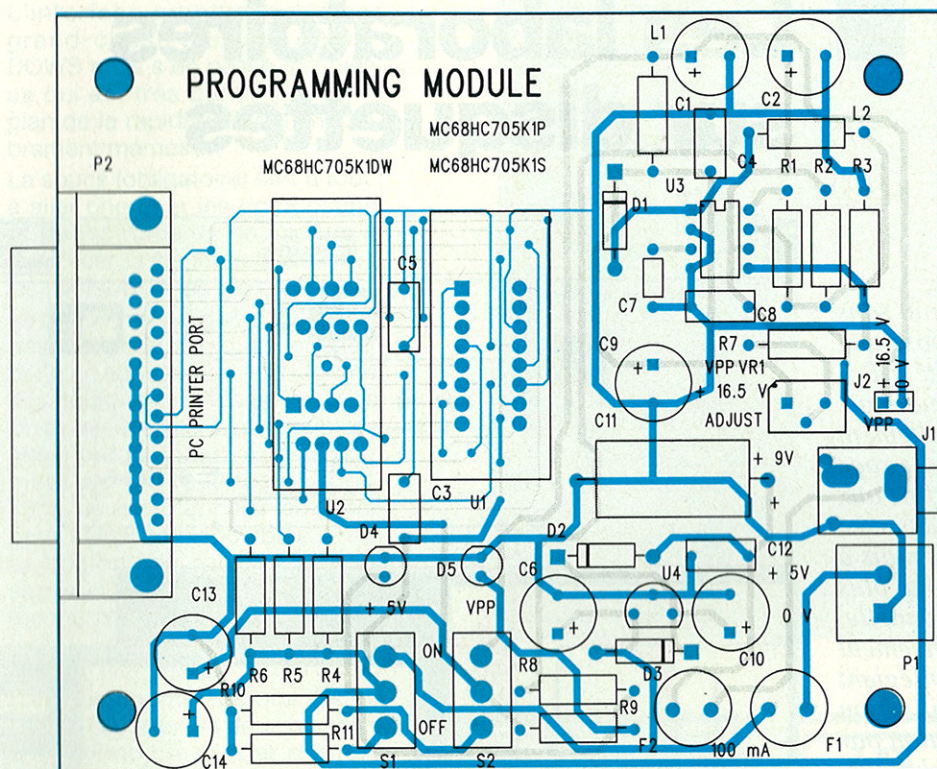
R11 : 100 Ω

VR1 : 5 k Ω ajust. Beckman Industriel
Monotour 72

Inductances :

L1 = 10 μ H

L2 = 180 μ H



Condensateurs :

C1 = 10 μ F 25 V tantale goutte
 C2 = 10 μ F 25V tantale goutte
 C3 = 0,1 μ F 50 V céramique multi-couche DIL
 C4 = 0,1 μ F 50 V céramique multi-couche DIL
 C5 = 0,1 μ F 50 V céramique multi-couche DIL
 C6 = 0,1 μ F 50 V tantale goutte
 C7 = 100 pF 100 V céramique multi-couche SR 15
 C8 = 0,1 μ F 50 V céramique multi-couche DIL
 C9 = 10 μ F 25 V tantale goutte
 C10 = 0,33 μ F 50 V tantale goutte
 C11 = 220 μ F 25 V Philips série O30/031
 C12 = 0,1 μ F 50 V céramique multi-couche DIL
 C13 = 0,1 μ F 25 V tantale
 C14 = 10 μ F 25 V tantale

Circuits intégrés

U3 = MC 34063 Motorola
 U4 = MC78L05ACP Motorola

Semi-conducteurs

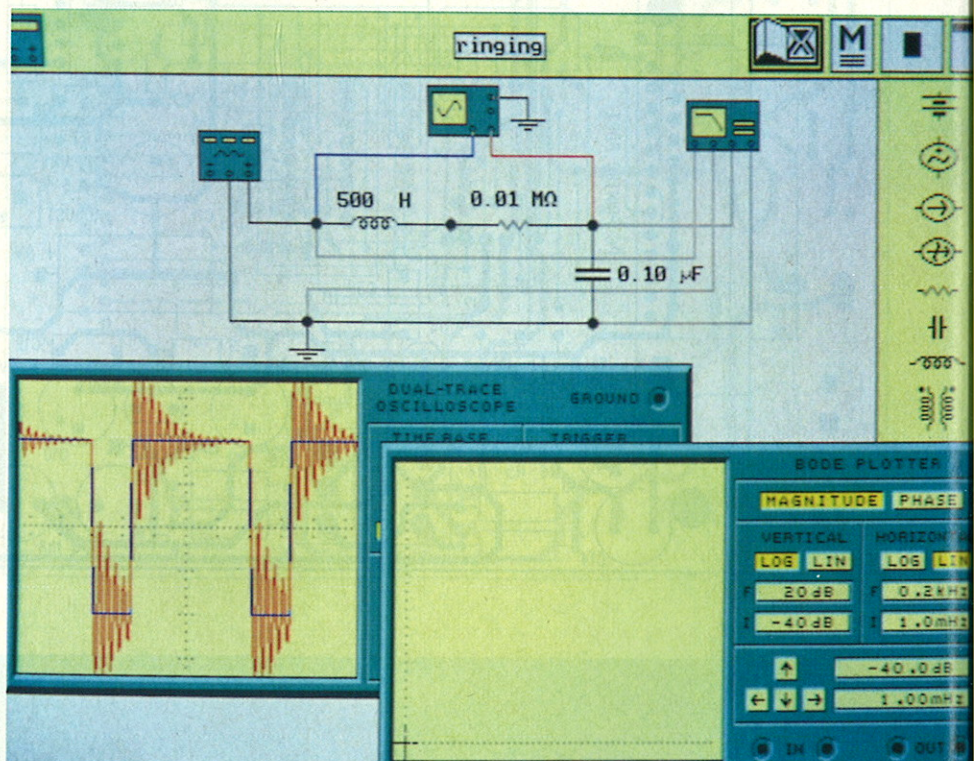
D1 = 1 N 5819
 D2 = 1 N 4004
 D3 = 1 N 4004

Divers :

D5 : LED rouge HP HLMP-4700
 D4 : LED verte HP HLPM-4740
 U1 : Support à insertion nulle DIP 16 Textool 3 M 216-3340
 U2 : Support à insertion nulle 50-16 L Textool 3 M 216-7224
 P1 : Connecteur DB 25 mâle Harting ref. 09 66 363 7811
 S1 Interrupteur unipolaire C and K réf. 1101-42-53 C-Q-E
 S2 Interrupteur unipolaire C and K réf. 1101-42-J3-C-Q-E
 J1 : Jack embase pour CI 3,5 mm
 P1 : bornier
 F1 : support fusible Wickmann réf. 19560
 F2 : support fusible Wickmann réf. 19560
 1 carte CI double face, trous métallisés, sérigraphie, composants.

Les laboratoires sur disquettes

Tout comme le «bureau sans papiers», le «labo sans composants» est en passe de devenir réalité grâce à la micro-informatique. Nous assistons en effet actuellement à la naissance d'une nouvelle race de logiciels, apparentés à la fois aux simulateurs, aux saisies de schémas, et aux didacticiels mais à orientation beaucoup plus pédagogique que professionnelle. Ces produits d'un coût relativement abordable, qui privilégient délibérément le confort d'utilisation et la rapidité de réaction par rapport à la rigueur technique, peuvent faire économiser beaucoup de temps et de matériel, aussi bien aux établissements d'enseignement qu'aux autodidactes, mais il ne faut pas trop espérer pouvoir s'en servir à d'autres fins.



ENTRE LA CAO ET L'EAO

Il est devenu banal dans l'enseignement technique de faire travailler les élèves sur des logiciels de CAO identiques à ceux employés dans l'industrie.

C'est une approche qui a le mérite de suivre de près la réalité professionnelle, mais les performances de ces outils s'avèrent bien souvent très surdimensionnées par rapport aux besoins du programme à traiter, avec les pertes de temps et d'argent parfaitement inutiles que cela suppose.

Inversement, les purs logiciels d'Enseignement Assisté par Ordinateur (EAO) s'apparentent souvent un peu trop à des jeux de questions et réponses ou à de simples passe-vues.

Il faut donc saluer l'apparition de ces nouveaux outils dans lesquels leurs concepteurs ont su rassembler les fonctions de base des saisies de schéma, des simulateurs, et des environnements graphiques les plus conviviaux, mais en éliminant leurs principales lourdeurs.

Evidemment, il a fallu pour cela consentir des sacrifices, notamment en matière d'exactitude et d'universalité. Ces faiblesses pourront passer pratiquement inaperçues dans le cadre d'un programme de formation bien préparé, mais se manifesteront bien vite si on tentait de faire de la conception avec ces outils qui coûtent, il faut le souligner, tout de même cinq à dix fois moins cher que leurs aînés destinés à l'industrie...

ELECTRONICS WORK BENCH

Comme son nom ne l'indique pas, ce logiciel distribué par MULTIPOWER est disponible (exception faite de la disquette de démo) en version 100% française, du manuel à l'écran car ce produit n'est ni américain ni anglais, mais canadien.

Dès le premier contact, on se sent en terrain connu puisque le centre de l'écran est une «table de travail», sa partie droite un «casier à composants», et la bande supérieure une «étagère à instruments».

L'interface graphique n'a pas grand-chose à envier à WINDOWS mais s'en passe fort bien, ce qui est très bénéfique sur le plan de la rapidité et de l'encombrement mémoire.

La souris (obligatoire) sert à tout : à aller chercher les composants et les instruments de mesure, à les placer, à les interconnecter, à les désigner, à les régler.

Le clavier ne sert guère qu'à saisir des valeurs numériques, et encore : bien souvent, on fera «tourner des boutons» à l'aide de la souris. Un menu déroulant, accessible lui aussi par la souris, mais également par les touches de fonctions, permet d'appeler les principaux utilitaires disponibles.

Le contenu du casier à composants et de l'étagère à instruments diffère selon que l'on exécute le module analogique ou le module numérique.

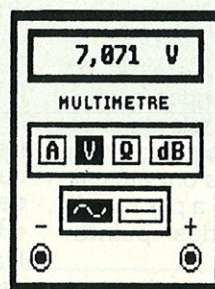
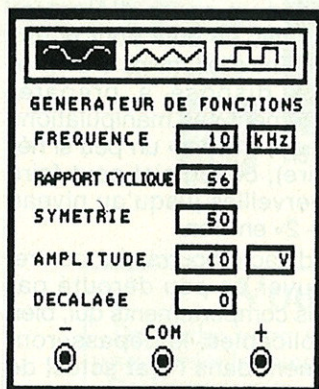
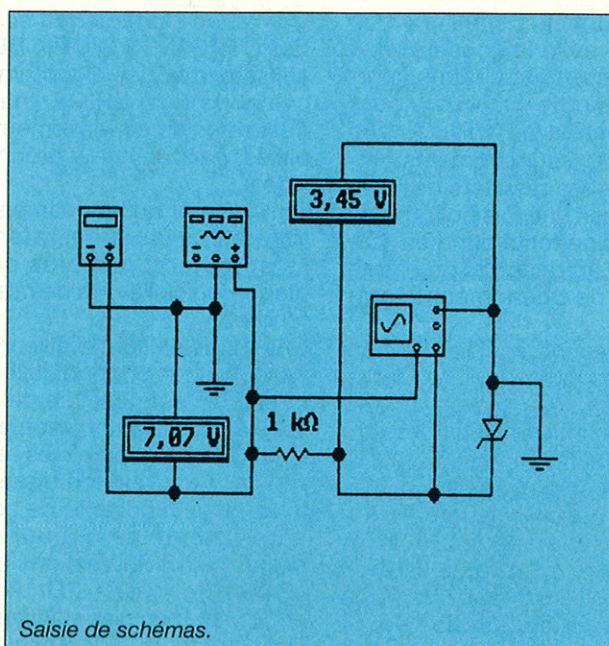
Il est bien dommage que l'on ne puisse associer les deux au cours d'un même travail, par exemple pour combiner une bascule et un comparateur à ampli opérationnel. Cela d'autant plus que ces deux modules ne sont, pour le moment, pas vendus séparément et que leur niveau n'est pas tout à fait homogène.

Il faut normalement moins d'une heure pour prendre le logiciel en main et pouvoir exploiter toute sa puissance : c'est assez exceptionnel, preuve de la minutie avec laquelle a été menée l'étude ergonomique du produit.

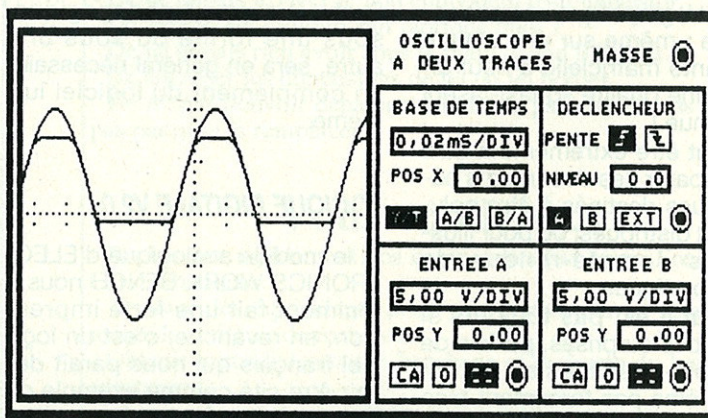
Tout commence donc par une «saisie de schéma» consistant à réunir un certain nombre de composants et d'instruments par un câblage qui, dans une certaine mesure, est «autoroutier» : il suffit de relier deux points de connexion «à vol d'oiseau» pour qu'un tracé «propre» soit réalisé par le logiciel.

A tout moment, il est possible de déplacer un élément : le câblage suit et s'adapte en conséquence. L'étape suivante consiste à régler les instruments de mesure qui, dans le module analogique, sont au nombre de quatre : un générateur de fonctions, un oscilloscope, un multimètre, et un traceur de diagrammes de Bode (gain et phase en fonction de la fréquence).

Le module numérique dispose pour sa part d'un générateur de mots et d'un analyseur logique. Ces appareils sont représentés sous la forme d'icônes et de faces avant très réalistes, et disposent des mêmes prises et ré-



Instruments simulés.



glages que des instruments réels déjà d'assez haut de gamme. Les faces avant sont autant de «fenêtres» que l'on peut à volonté ouvrir, fermer, ou déplacer n'importe où sur l'écran : là encore, la similitude avec WINDOWS est frappante.

Bien que chaque instrument ne soit disponible qu'en un seul exemplaire, on peut placer des «voltmètres» et des «ampère-

mètres» en nombre à peu près quelconque dans le schéma. Ils opéreront simultanément, mais seront tous réglés comme le multimètre principal (par exemple en mode continu ou alternatif, la sélection de calibre étant automatique).

L'oscilloscope, pour sa part, est naturellement bicourbe.

La «manipulation» étant ainsi préparée dans ses moindres détails,

porter» directement n'importe quel programme, mais plutôt à devoir adapter la programmation aux possibilités du simulateur. Ce qui serait parfaitement intolérable pour un développeur ne devrait pas poser le moindre problème à un enseignant ou à un formateur habitué à se mettre à la portée de son auditoire.

Les disquettes de démo

Bien entendu, des disquettes de démonstration de ces logiciels sont disponibles sur demande, car il n'y a pas mieux pour se faire une idée précise des possibilités de ce genre de produit.

Celle d'ELECTRONICS WORK BENCH ne permet de prendre réellement les commandes du logiciel (sans sauvegarde ni impression) que pendant un quart d'heure, au terme d'une présentation commentée qui ne peut être ramenée à moins de cinq minutes, même en «brûlant les étapes».

Celle de LOGIQUE DIGITALE V2.0 est une véritable version limitée, tout à fait fonctionnelle mais aux possibilités réduites (seul le 8051 est simulé).

Bien des fonctionnalités ne pourront pas être mises en évidence lors de ces évaluations, faute d'une documentation suffisante, et c'est bien dommage : en fait, il faudrait pratiquement disposer des manuels des versions complètes pour tirer le maximum des disquettes de démo ! Mais même avec les versions complètes, il ne faut pas trop se reposer sur la documentation : ce genre de produit à vocation pédagogique exige par définition que son utilisateur s'investisse beaucoup en préparation.

Après tout, la disquette contient déjà un très beau laboratoire, alors ne lui demandons pas de remplacer en plus le professeur !

MULTIPOWER
22, rue Emile-Baudot
91120 PALAISEAU
Tél. : (1) 69 30 13 79
LANGAGE ET INFORMATIQUE
8, avenue Edouard-Serres
BP 11
31771 COLOMIERS CEDEX
Tél. : 61 15 53 15

Patrick GUEULLE

DUT BTS DEVENEZ INGENIEUR INSA^{DE} LYON

GENIE ELECTRIQUE

Vous êtes titulaire d'un DUT, d'un BTS ou d'un diplôme équivalent. Vous avez travaillé au moins trois ans dans l'industrie. Nous vous offrons la possibilité de devenir INGENIEUR INSA.

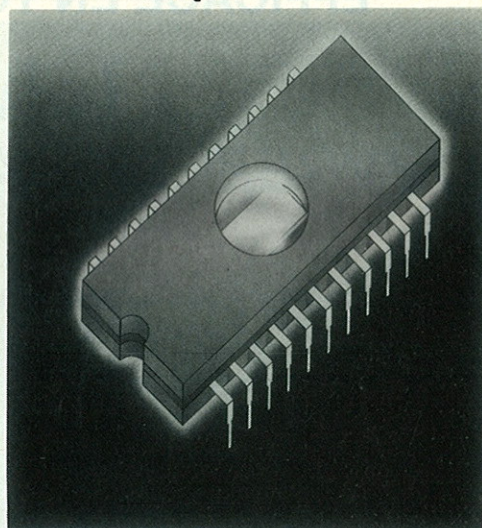
Formation continue progressivement intégrée à la formation initiale conduisant au même diplôme.

Cycle préparatoire: 11 semaines.

Cycle terminal: 2 années scolaires.

Renseignements:
INSA de LYON,
Mission Formation Continue
Bât. 601
20, Ave. Albert Einstein
69100 Villeurbanne

Tél. 72.43.81.42
Fax. 72.44.08.00



INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUEES DE LYON

Vous en avez assez...

- De perdre votre temps à chercher dans tous les Data-Books pour trouver le composant qu'il vous faut.
- De dépenser votre argent dans les catalogues.
- De ne jamais trouver le bon équivalent d'un transistor.
- De rechercher toujours qui fabrique quoi ?
- De ne jamais rien avoir sous la main quand il le faut.
- De chercher les dimensions de tel ou tel boîtier.
- De ne pas pouvoir dépanner un circuit parce que vous ne savez pas par quoi le remplacer.

Vous voudriez...

- Rechercher rapidement vos composants par Nom, Fonction, ou Caractéristiques.
- Trouver des équivalents pour vos Transistors en fixant vous-même les critères de recherche.
- Obtenir immédiatement le brochage et le dessin du boîtier d'un composant.
- Avoir des fiches techniques précises que vous pourriez imprimer instantanément.
- Disposer de secondes sources d'approvisionnement pour vos montages ou vos dépannages.
- Créer des dessins de boîtiers ou des schémas d'applications.
- Rajouter vos propres informations sur un composant.
- Disposer d'un carnet d'adresse des principaux fabricants.
- Créer votre propre base de composants.

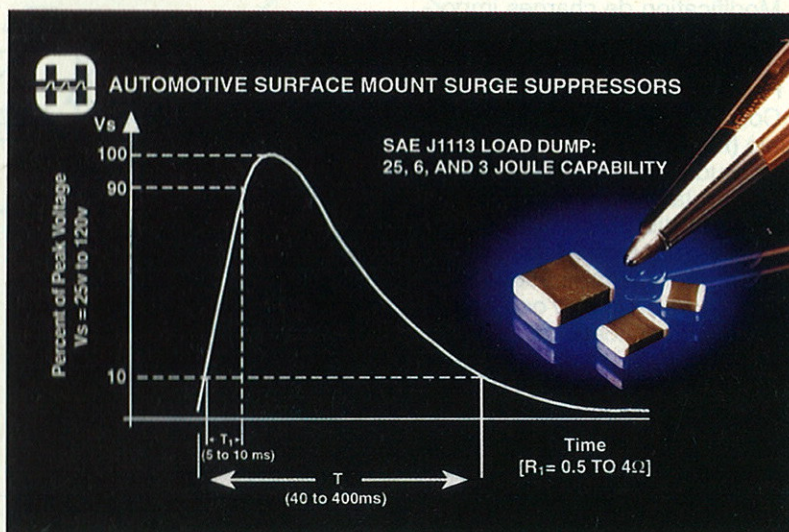
Alors, faites donc comme ces milliers de professionnels ou d'amateurs et rejoignez-nous vite à la page 97

Les parasurtenseurs : critères de choix

L'utilisation massive de semiconducteurs dans les systèmes électriques modernes a entraîné une prise de conscience de plus en plus importante de la fiabilité de l'équipement.

Ceci vient du fait que les semiconducteurs sont très susceptibles aux transitoires de tension qui sont présents dans tous les systèmes de distribution d'énergie électrique.

Initialement, l'emploi des semiconducteurs a donné cours à de nombreuses défaillances non expliquées. L'investigation de ces défaillances a révélé qu'elles sont provoquées par un nombre de conditions diverses de surtensions.



Les tensions transitoires proviennent d'une libération secondaire d'énergie provoquée par des perturbations atmosphériques (la foudre), de la commutation de charges inductives, des décharges électrostatiques ou électromagnétiques.

Les dégradations causées par ces transitoires dépendent de la fréquence de répétition, de la valeur de crête et de leur forme d'onde. Les surtensions peuvent soit causer des anomalies de fonctionnement, soit dégrader partiellement ou totalement le système.

La protection contre les transitoires peut s'obtenir en utilisant des composants spécialement conçus, lesquels soit limiteront l'amplitude du transitoire en utilisant une grande impédance en série ou détourneront celui-ci via une impédance parallèle de faible valeur.

L'emploi d'une protection contre les transitoires se devra d'être considérée dès le début de la conception du système. Dans de très nombreux cas il est encore nécessaire d'équiper des systèmes n'ayant pas reçu de protection initiale.

Ceci se paye cher au niveau de la maintenance, des pertes de temps, des pertes économiques.

De plus, il est parfois très difficile d'ajouter un composant dans un volume non prévu. Le composant sélectionné pour protéger le système devra être capable de dissiper l'énergie impulsionnelle du transitoire à une tension suffisamment basse de façon à ne pas affecter celui-ci.

DÉFINITION DU PROBLÈME ENVIRONNEMENT

Les surtensions transitoires sont parfois explicables mais aussi parfois apparaissent mystérieusement sur les câbles de réseaux de distributions électriques, de télécommunication ou de transmission. Elles proviennent d'un événement de durée limitée et non périodique, d'une manipulation ou perturbation extérieure temporaire.

En plus d'être la cause de défaillance prématurée des semiconducteurs, les surtensions transitoires provoquent la perte de contrôle des systèmes logiques à semiconducteurs, lesquels tiennent en considération les transitoires parasites comme des signaux de commande, ce qui peut porter atteinte à la sécurité de l'équipement.

De nombreuses études réalisées

ont permis de mettre en évidence que les causes principales des transitoires générés dans un système de distribution d'énergie sont les suivantes :

- Foudre
- Fermeture ou ouverture de commutateur de puissance élevée (**figure 1**)
- Propagation d'ondes à front raide au travers des transformateurs.
- Modification de charges importantes dans les systèmes adjacents.
- Fluctuation du réseau.
- Court-circuit, destruction de fusible (**figure 2**)

Des études et investigations menées en laboratoire sur les réseaux de distribution d'énergie électrique ont montré que l'amplitude d'un transitoire est proportionnelle à son taux d'occurrence, ainsi des transitoires de faible niveau se rencontreront plus souvent.

De nombreuses commissions, en particulier IEEE et ANSI, ont établi un document qui donne un aperçu pratique de l'environnement transitoire que l'on est à même de rencontrer dans un système de distribution d'énergie électrique ; ce document est appelé ANSI/IEEE standard CG2-42 et fut développé en 1980. Depuis lors ce document n'a cessé d'évoluer au fur et à mesure de l'accroissement des connaissances dans ce domaine.

Taux d'occurrence

Le taux d'occurrence des transitoires varie beaucoup et dépend de la nature des installations électriques. Le taux est aussi lié au niveau du transitoire. Les données en provenance de nombreuses sources ont montré que des surtensions transitoires de l'ordre de 1 kV sont relativement communes tandis que des transitoires de 3kV sont plus rares. Ces données ont servi à établir le tableau de la **figure 3** où l'on peut distinguer trois types d'exposition :

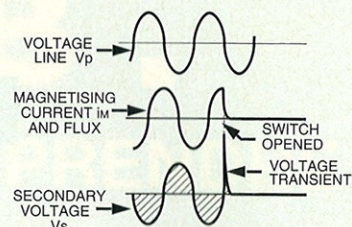
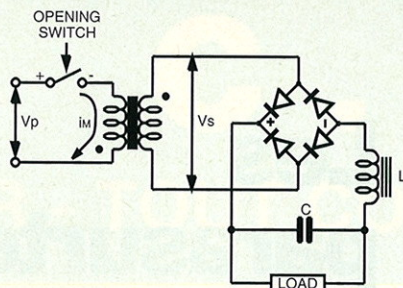


Figure 1: L'interruption du courant magnétisant provoque l'écroulement du flux magnétique dans la bobine, il en résulte une surtension transitoire dans l'enroulement secondaire du transformateur.

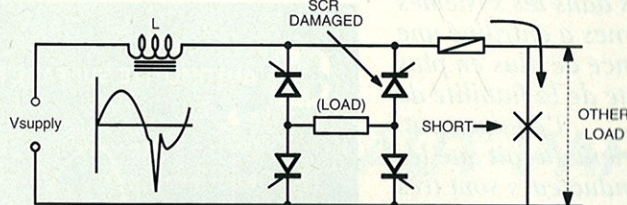


Figure 2 : Lorsque le fusible saute, il interrompt bien sûr le passage du courant de C.C mais la source de puissance inductive va créer une surtension transitoire ($L di/dt$) de grande énergie ($1/2 LI^2$) aux bornes de tous les composants en parallèle. L'interruption soudaine d'une charge importante aura le même effet..

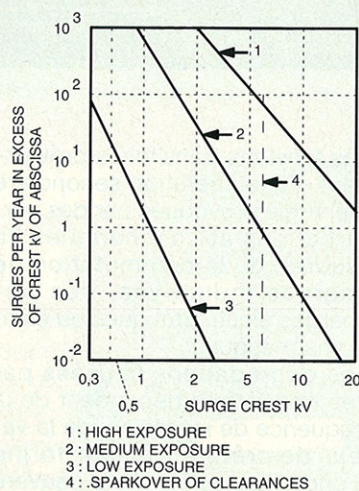


Figure 3 : Taux d'occurrence par an d'effets transitoires en fonction du niveau de tension sur un site non protégé.

- Une exposition faible qui correspond à une situation géographique liée à une faible activité de la foudre et des commutations de puissances sur la ligne de distri-

bution électrique. Le taux de dix décharges de 0,5 kV à 3 kV par an peut être atteint.

- Une exposition moyenne correspond à un lieu d'activité orageuse importante ... de 1 à 1000 décharges, de 1 kV à 6 kV par an.
- Une exposition forte plus rare, correspond à de très longues lignes de transmissions soumises à des réflexions de fin de ligne (ici en fonction de la caractéristique de l'installation, diélectrique du câblage, etc ...) il y a phénomène d'amorçage dans l'air ou claquage du diélectrique. Quelques décharges supérieures à 15kV sont possibles.

Représentation des formes d'ondes des transitoires

Le tableau 1 indique les surtensions et courants transitoires censés représenter l'environnement transitoire d'un système de distribution d'énergie électrique intérieur. Le seuil minimum lors du choix d'un élément de protection est qu'il devra supporter les conditions décrites dans la catégorie A.

Néanmoins, le seuil optimum pour un élément est qu'il devrait

CATEGORIE DE LOCATION (Figure 4)	FORME D'ONDE	MOYENNE EXPOSITION	ENERGIE (J)*
A → Câble de grande longueur > 10 m, prise de courant	0,5 μ s 100 kHz	6kV 200A	1,6
B → Câble d'alimentation Câblage départ boîtier Distribution < 10 m	1,2/50 μ s 8/20 μ s 0,5 μ s 400 kHz	6kV 3kA 6kV 500 A	80 4

Tableau 1 : * Energie absorbée par le supprimeur pour une tension d'écrêtage de 1000V (reseau 240V).

pouvoir survivre aux conditions décrites par la catégorie B. Des mesures sur site intérieur ont dévoilé que les transitoires rencontrés dans la catégorie A présentaient des ondes à front amorti d'une fréquence variant entre 5 kHz et 500 kHz.

La fréquence de 100 kHz étant la plus fréquente (figure 5).

Par contre, les ondes enregistrées dans la catégorie B sont soit oscillantes, soit unidirectionnelles.

Dans ce cas, la forme d'onde standard unidirectionnelle est représentée par une forme de tension de 1,2/50 μ sec et 8/20 μ sec pour l'onde de courant (figures 6a, 6b).

ELÉMENTS DE PROTECTION CONTRE LES TRANSITOIRES

Plusieurs types de supresseurs de transitoires sont disponibles sur le marché.

Le composant sélectionné devra être capable d'écrêter l'onde transitoire à un niveau suffisamment bas de façon à respecter la limite maximum à laquelle peut être soumis le système sans dégradations.

De plus, le supresseur devra aussi survivre à un nombre défini de transitoires susceptibles de représenter le pire des cas.

Lorsque l'on compare les différents types de supresseur, il faut tenir compte des caractéristiques principales du composant écrêteur idéal (figure 7), c'est-à-dire :

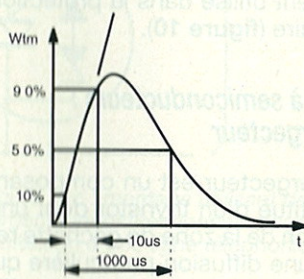


Figure 6a : 8/20 μ s onde de décharge de tension, circuit haute impédance.

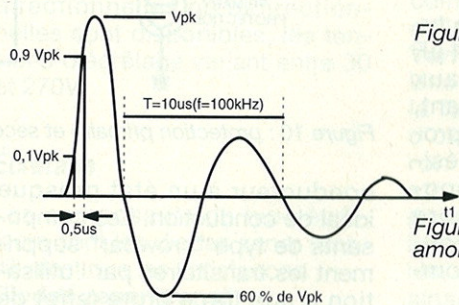


Figure 4 : Catégories de location.

Figure 5 : 0,5 μ sec/100 kHz - onde amortie.

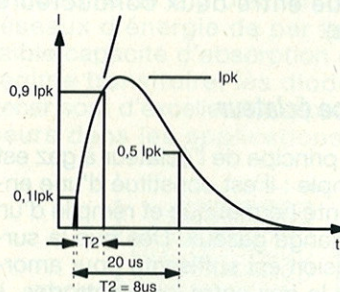


Figure 6b : Forme d'onde de décharge de courant.

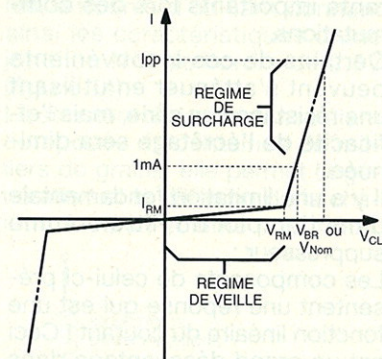


Figure 7 : Caractéristique I/V théorique d'un écrêteur.

Applications typiques des supresseurs de transitoires

Type de composant	Ligne de transmission	Telecom (primaire)	Telecom (secondaire)	Réseau de distribut. AC	Automobile et réseau continu
SURGECTEUR	*	*	*		*
VARISTANCE	*	*	*	*	*
DIODE À AVALANCHE	*		*		*
ECLATEUR À GAZ		*			

* Tension d'écrêtage proche de la tension de fonctionnement du système

* Courant de faite le plus petit possible en régime de veille

* Capable de supporter une très grande énergie

* Un temps de réponse le plus court possible

* Bon marché, disponible

* Une sélection de boîtiers et de montages

Les supresseurs se divisent en deux catégories suivant la méthode de suppression utilisée :

Atténuation ou diversion

Atténuation

L'atténuation s'accomplit soit à l'aide de filtres ou de transformateurs d'isolation en série avec le circuit à protéger.

Les filtres complètent souvent l'action d'autres composants tels que varistances ou éclateurs dans le cas d'une protection contre la foudre.

La **figure 8** montre quelques structures et atténuations associées.

Un composant d'atténuation typique est une capacité de $0,01 \mu\text{F}$ ou $0,001 \mu\text{F}$ connectée aux bornes de la ligne. Cependant, l'utilisation de capacité peut provoquer des résonances indésirables avec les autres composants du système, ou encore provoquer des appels de courants importants lors des commutations.

Certains de ces inconvénients peuvent s'atténuer en utilisant une résistance en série, mais l'efficacité de l'écrêtage sera diminuée.

Il y a une limitation fondamentale dans l'emploi du filtre comme supresseur :

Les composants de celui-ci présentent une réponse qui est une fonction linéaire du courant ! Ceci est un grand désavantage dans les situations où la source des transitoires est inconnue.

Une légère modification de l'impédance de source peut entraîner une augmentation disproportionnée de la tension d'écrêtage.

Diversion

La diversion peut s'obtenir par deux types de composants. Le type "crowbar" ou le type à écrêtage.

Soumis à une surtension, le type "crowbar" passe d'un état non

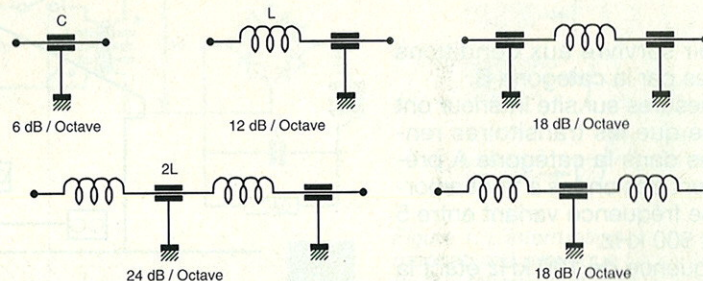


Figure 8 : Diagramme des structures et atténuations associées.

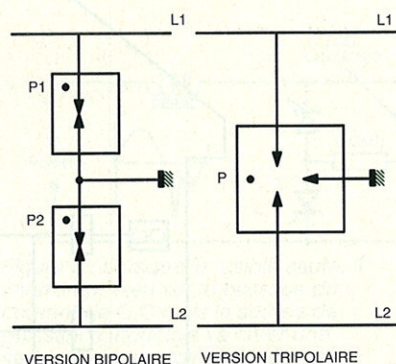


Figure 9 : Montage d'éclateur à gaz sur une ligne.

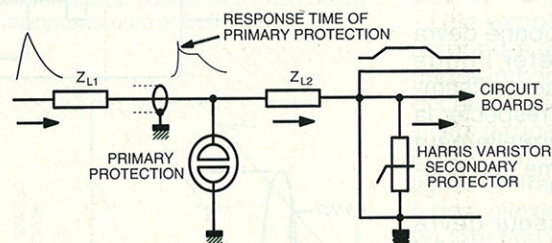


Figure 10 : protection primaire et secondaire.

conducteur à un état presque idéal de conduction. Les composants de type "crowbar" suppriment les transitoires par l'utilisation d'une force brute (effet de laisser tomber une barre métallique entre deux conducteurs nus).

Type éclateur

Le principe de l'éclateur à gaz est simple : il est constitué d'une enceinte hermétique et remplie d'un mélange gazeux. Dès que la surtension est suffisante pour amorcer le gaz entre les électrodes, il écoule l'énergie. Les modèles couramment utilisés couvrent une plage de tension variant entre 90 et 1000V. Une fois amorcés, ils sont capables de dissiper des énergies relativement importantes mais l'amorçage est parfois aléatoire et dépend des conditions appliquées. Le principal avantage est qu'il ne consomme aucune énergie en mode de veille. La **figure 9** montre le montage d'éclateur sur une ligne. Le retard significatif à l'enclenchement est souvent assez long

pour permettre une destruction de l'élément à protéger. Le seuil minimum de tension de $\pm 100\text{V}$ (ionisation) est également pénalisant. C'est un type d'écrêteur souvent utilisé dans la protection primaire (**figure 10**).

Type à semiconducteurs : le surgecteur

Le surgecteur est un composant constitué d'un thyristor dont une section de la zone de gachette reçoit une diffusion particulière qui agit comme une diode zener (**figure 11**).

Cette section assure une protection permanente comme le ferait une diode zener. Lors d'une surtension importante, le courant s'écoule de la région de zener vers la région de gachette du thyristor qui en quelques μs devient conducteur.

La tension aux bornes du thyristor tombe à quelques volts et cette voie à faible impédance écoule l'énergie en excès vers la masse. Par ce mécanisme, le surgecteur peut supporter des inten-

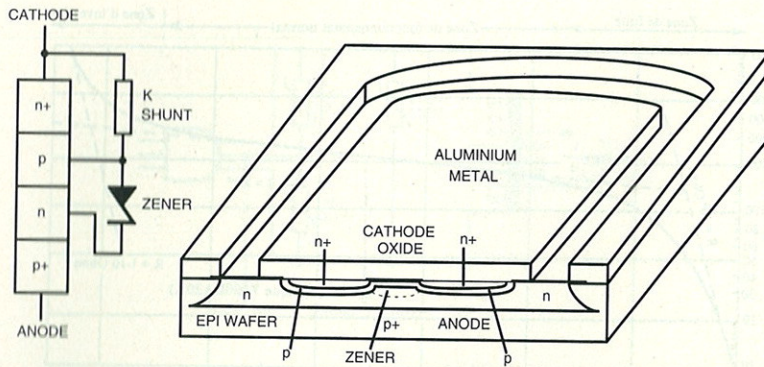


Figure 11a : structure verticale d'un surtenseur.

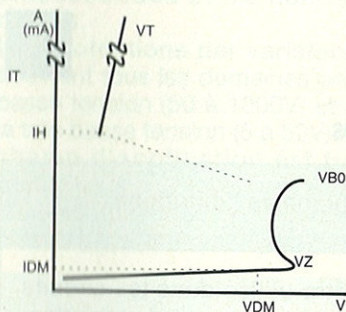


Figure 11b : caractéristique I/V d'un surtenseur.

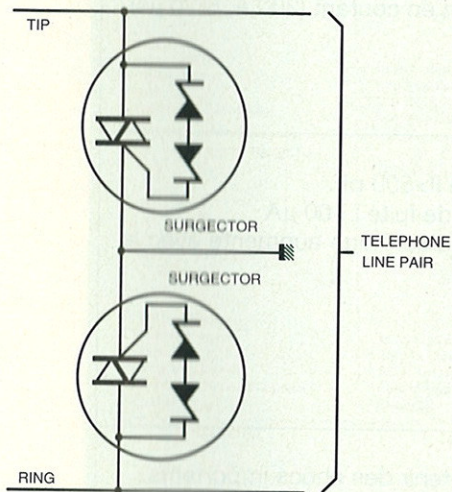


Figure 11c : montage utilisant deux surtenseurs bidirectionnels pour la protection d'une ligne téléphonique.

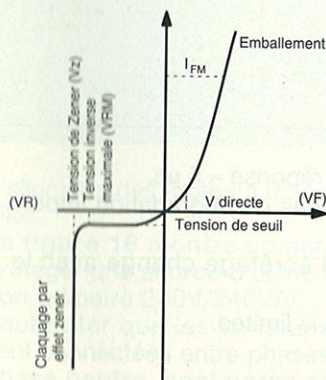


Figure 12 : courbe de zener.

sités de courant beaucoup plus importantes qu'une diode zener. Tant que le transitoire est présent, le thyristor reste à l'état passant et la tension aux bornes du circuit est faible, sa valeur précise dépendra du type d'impulsion et du type de surtenseur utilisé. Après disparition du transitoire, le courant décroît et lorsque sa valeur devient inférieure au courant de maintien du thyristor, celui-ci cesse automatiquement de conduire, le composant se retrouve à l'état initial, la section zener du surtenseur assurant toujours la protection permanente avec un courant de fuite inférieur à 100 nA. Des versions unidirectionnelles ou bidirectionnelles sont disponibles, les tensions d'écrêtage variant entre 30 et 270V.

Écrêtage

Les composants de type écrêteurs sont les diodes zener (transil) ainsi que les varistances.

Diodes zener/transil

Quoique rarement utilisées dans le domaine de la protection des réseaux d'énergie de par leur faible capacité d'absorption en régime transitoire, les diodes zener sont d'excellents supprimeurs dans les applications à

faible tension continue. La courbe caractéristique $I=f(V)$ (figure 12) présente un seuil d'écrêtage bien défini. La transil est une diode à avalanche conçue pour écrêter les surtensions et dissiper en régime transitoire (un répartiteur à haut pouvoir de dissipation thermique est soudé de part et d'autre de la pastille pour améliorer la propagation de la chaleur pendant les surcharges) (figure 13). La diode

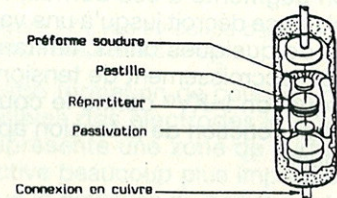


Figure 13 : structure d'une diode transil.

à avalanche possède une bonne tension d'écrêtage mais seulement pour une faible gamme de courant (1 décade). Elle est mieux adaptée pour la protection des composants se trouvant en "aval" de la source perturbatrice.

Varistances

Une varistance se présente sous la forme d'un disque composé d'oxydes métalliques, dont environ 90% d'oxyde de zinc. La structure du corps est faite de grains d'oxyde de zinc de granulométrie soigneusement contrôlés, entourés d'un liant donnant ainsi les caractéristiques d'une jonction N-P de l'ordre de 2,5V (figure 14).

La structure de la varistance étant composée de centaines de milliers de grains, elle permet la génération et la diffusion de la chaleur dans un volume important.

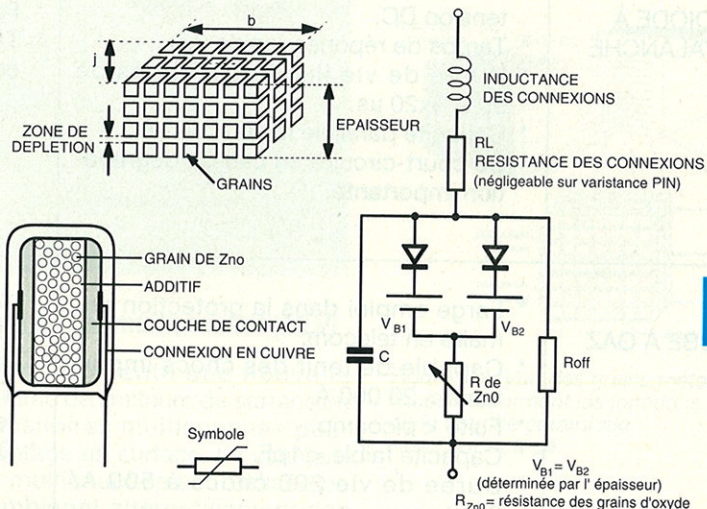
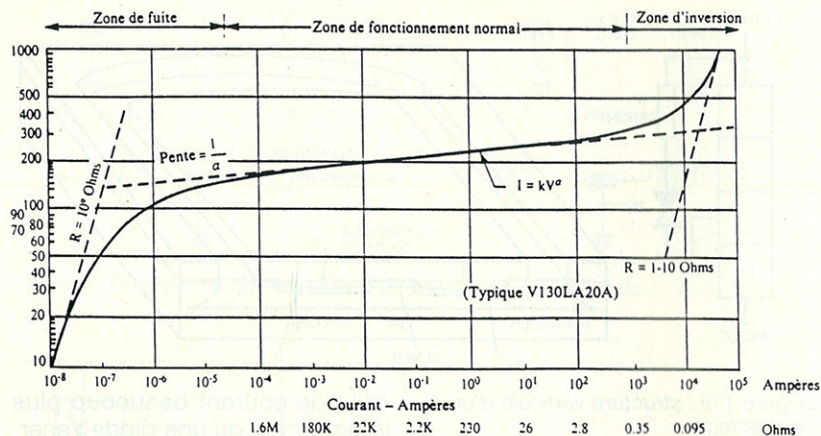


Figure 14 : Structure physique et circuit équivalent d'une varistance.

Ceci réduit les températures de pointe et permet à la varistance de supporter des densités d'énergie situées entre 100 et 300 J/cm³.

La figure 15 indique la caractéristique U/I d'une varistance. On peut voir que le composant ne conduit pratiquement pas quand la tension nominale de service permanente lui est appliquée. Les courants de fuite sont de l'ordre du μ A et la résistance équivalente de l'ordre du M Ω . Dès que la tension augmente à ses bornes, la résistance décroît jusqu'à une valeur de quelques ohms, limitant ainsi l'accroissement de tension. L'équation $I = KV^\alpha$ donne le courant en fonction de la tension appliquée.



K est une constante et α un exposant caractérisant le degré de non-linéarité à la tension nominale. Le temps de réponse est similaire à celui d'un semiconducteur,

Figure 15 : Caractéristique tension/courant d'une varistance.

Comparaisons des supresseurs de transitoires

Type de composant	Principaux avantages	Principales limitations
SURGECTEUR	* Idéal pour ligne de transmission et Te- lecom * Fuite < 50 nA * Faible capacité < 50 pF * Réponse < nanoseconde * Durée de vie illimitée 900 A/8x20 μs * Se court-circuite en cas de dégrada- tion importante.	* Ne peut être utilisé dans les circuits qui excèdent le courant de maintien. * Pas idéal pour protéger une ligne de distribution AC. * Limitation en courant (200 A, 8/20 μs).
MOV varistance	* Idéal pour la protection des réseaux de distribution AC. * Convient pour faible tension AC/DC. * Très rapide. * Composant pouvant encaisser jus- qu'à 70 000 A. * Se court-circuite en cas de dégrada- tion importante.	* Capacité $I > 500$ pF. * Courant de fuite : 100 μA * Tension d'écrêtage augmente avec le courant.
DIODE À AVALANCHE	* Idéal pour la protection logique ; faible tension DC. * Temps de réponse rapide (ns). * Durée de vie illimitée à chocs de 50 A/8x20 μs. * Capacité parallèle faible < 50 pF * Se court-circuite en cas de dégrada- tion importante.	* Ne peut tenir des chocs importants. * Fuite : 10 μA * Tension écrêtage augmente avec le courant.
TUBE À GAZ	* Large emploi dans la protection pri- maire en telecom. * Capable de tenir des chocs impor- tants > 20 000 A. * Fuite < picoamp. * Capacité faible < 1pF. * Durée de vie 200 chocs à 500 A/ 8x20 μsec.	* Temps de réponse ≈ 5 μs. * Ouvert en cas de dégradation impor- tante. * Tension d'écrêtage change avec le temps. * Durée de vie limitée.

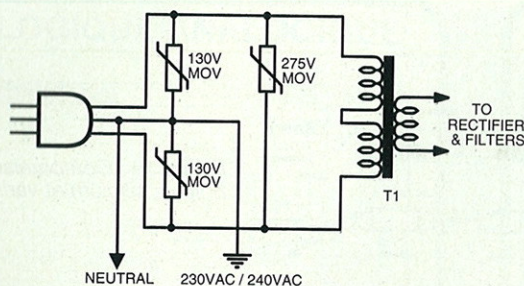


Figure 16 : Varistances utilisées pour une protection de réseau primaire 230/240V AC.

c'est-à-dire rapide et sans retard, de l'ordre de la nanoseconde, cependant en fonction du boîtier (longueur de connexion), sa rapidité d'action se situe entre 500 picosecondes et 10 nanosecondes. Les protections par varistance couvrent tous les domaines de la basse tension (50 à 1000V) et de la très basse tension (5 à 50V). Le champ d'application est très vaste : de la protection des lignes HT et MT (parafoudre) à la protection des systèmes d'injection et

du potentiel maximum se situera pendant le transitoire. Des organes tels que moteurs, relais, etc... peuvent aussi générer des surtensions internes au système. Il est de bon aloi de placer également une varistance à leurs bornes. Exemples de formes de varistances Harris Semiconducteurs les plus populaires :

GH Series Varistances pour report à plat * Reconnu UL * Grande fiabilité * Épargne surface circuit imprimé / poids * Augmente densité design	Series ZA * Boîtier radial * Faible tension * Qualifié UL * Approuvé CECC	Séries LA * Boîtier radial * Tension réseau * Qualifié UL * Qualifié CSA * Approuvé CECC
Séries BB,BA,DA,DB,HA * Pour haute énergie * Terminals rigides * Isolé * Faible inductance * Améliore isolation des bornes * Qualifié UL	Séries CS/CP Varistances pique pour connecteurs * Fournit protection dans le connecteur * Trois diamètres 16,20,22 * Durci aux radiations * Très compact * Soudable	Séries PA * Boîtier rigide * Distance isolation / amorçage * Connection rapide * Qualifié UL * Qualifié CSA
Séries RA * Faible profil * Spécifié à 125°C * Broches en ligne * Embase plane * Qualifié CSA * Qualifié UL	Séries MA * Boîtier axial * Insertion automatique	Séries NA,CA * Disque industriel * Contacts soudables * Bord passivé
	Séries haute fiabilité * Rencontre spec militaire * Durci aux radiations * CECC	Séries AS * Disques pour parafoudre

d'allumage des moteurs automobiles.

La figure 16 montre comment protéger une source d'alimentation primaire 230V/240VAC. On peut noter que les varistances sont connectées entre phases et phase neutre, ceci parce qu'il n'est pas toujours possible de prédire où le point de différence

Varistances multicouches (MLV)

Harris présente une nouvelle gamme de limiteurs de surtension transitoires multicouches pour montage en surface. La varistance multicouches est réalisée en combinant alternativement des plaques d'électrodes et des couches de céramique semicon-

ductrices, de façon à former un bloc. Chaque plaque d'électrodes internes est connectée alternativement aux deux terminaisons métalliques (figure 17).

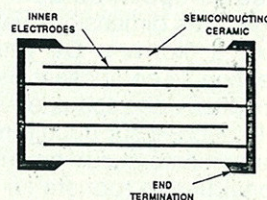


Figure 17 : Vue en coupe d'une varistance multicouches.

Cette formation de couches parallèles des électrodes internes représente une zone de surface active beaucoup plus importante que la petitesse du boîtier peut le suggérer. Cette augmentation de la surface active se traduit par une capacité de maîtrise plus importante de l'énergie de pointe. Un autre avantage de ce type de construction est que la tension d'avalanche du composant est dépendante de l'épaisseur du diélectrique entre les couches d'électrodes et non de l'épaisseur totale du composant. L'augmentation ou la diminution de l'épaisseur du diélectrique modifiera dans un sens ou dans l'autre la tension d'avalanche de l'écrêteur.

La capacité de maîtriser les énergies peut être augmentée considérablement en fonction de la dimension finale du bloc. En fait, cette capacité passe de 0,6 joule (forme d'onde de 10/1000_{sec}) pour un composant qui mesure 3,2 x 2 mm à 1,2 joule pour un composant qui mesure 3,2 x 2,5 mm.

La figure 18 montre une vue en

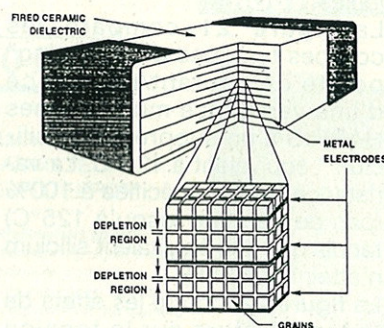


Figure 18 : Vue des grains métalliques qui forment les jonctions P.N. de la couche céramique semiconductrice.

coupe des grains d'oxide métalliques qui forment les jonctions

similaires PN décrites précédemment.

Boîtier :

La varistance multicouche est un composant de report à plat, de dimension beaucoup plus petite que les composants qu'il doit protéger. Les dimensions varient de 3x2 à 6x5mm. De par sa conception, le composant est bi-directionnel, donc son orientation pour la dépose sur circuit imprimé ne présente aucun problème. Sa construction robuste lui permet d'endurer les stress thermiques rencontrés lors de la soudure et de l'assemblage de ce type de composant. Il n'y a également aucun risque d'inflammabilité, ce qui n'est pas le cas des composants enrobés de plastique ou d'époxy.

A ce jour, les types de suppressors de transitoires pour montage de report à plat disponibles sont les boîtiers de type "gull-wing" et "j-bend", équipés de zeners. Electriquement équivalentes, les varistances multi-couches sont au moins 3 à 4 fois plus petites que les versions à semiconducteurs, la surface employée du circuit imprimé est par conséquent beaucoup plus petite (figure 19). Ceci est un des principaux avantages des varistances multicouches.

De plus les surfaces des zones nécessaires à la soudure du composant sont également plus petites (figure 20).

Il existe également une série spécifique de MLV (AUMLV) destinée à la protection des transitoires rencontrés dans l'automobile.

La gamme de tension actuelle s'échelonne entre 3,5V DC et 68V DC, les énergies transitoires maîtrisées entre 0,3 joules et 40 joules.

La figure 21 compare les courbes typiques de "derating" pointe de courant/puissance d'une varistance multicouche HARRIS à un supresseur "silicium" équivalent à 125°C. La varistance ML est spécifiée à 100% (pas de derating jusqu'à 125°C) tandis que son équivalent silicium n'atteint que 35%.

La figure 22 montre les effets de la température sur la tension d'avalanche d'une varistance ML.

La figure 23 montre la variation de la tension spécifiée à 1mA en fonction du nombre de chocs reçus (150A, 8/20 µsec).

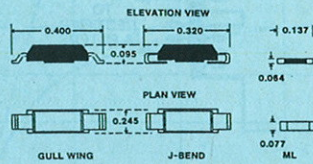
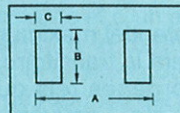


Figure 19 : Comparaison de taille des boîtiers silicium et varistances ML.



	DIMENSIONS		
	A	B	C
ML1206	0.203	0.103	0.065
Gull Wing	0.410	0.125	0.050
J-Bend	0.330	0.125	0.070

Figure 20 : Comparaison des surfaces de soudure sur le circuit imprimé entre boîtiers silicium et varistances ML.

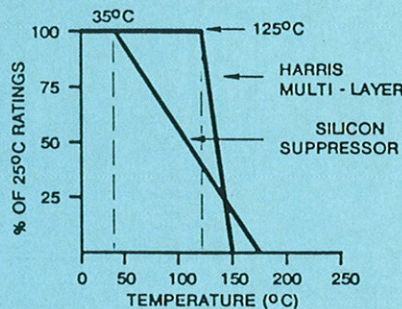


Figure 21.

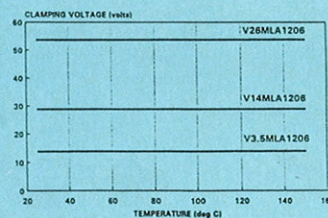


Figure 22.

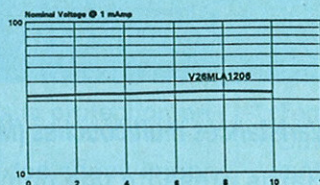


Figure 23.

La gamme 214 X de B & K

Est-il nécessaire d'expliquer les initiales B & K ? Tous ceux qui sont versés dans la métrologie des basses fréquences, qu'il s'agisse d'acoustique ou d'analyse de vibrations, auront instantanément compris qu'il était question de Brüel et Kjær, une entreprise danoise se consacrant entièrement à l'instrumentation et qui a fêté l'an dernier son cinquante-naire.

B & K, c'est un centre R & D et de production près de Copenhague, employant 1 200 personnes alors que 26 filiales établies dans le monde assurent la commercialisation, l'assistance aux utilisateurs et le SAV ; CA : 23 milliards de francs (1991). En France, la filiale créée en 1965 comporte à ce jour quatre-vingt personnes pour un CA de quelque 110 millions de francs ; B & K-France possède un établissement central à Menecy (Essonne), réunissant la moitié des effectifs, et huit agences régionales dont quatre assurément, outre Menecy, le SAV. Par ailleurs, B & K-France, en tant qu'organisme de formation, accueille plus de mille stagiaires chaque année, ce qui s'explique par le fait que plus de sept cents analyseurs en temps réel B & K sont en service dans notre pays (industries aéronautique et spatiale, automobile, des télécommunications, de la défense... Grands organismes nationaux - C.N.E.T., E.D.F., L.N.E., S.N.C.F... - et enseignement - Université, écoles d'ingénieurs, I.U.T., lycées techniques... - ainsi qu'organismes de contrôle et consultants) et qu'il convient d'apporter toutes aides théorique et pratique aux utilisateurs, en réactualisant leurs connaissances en leur faisant découvrir de nouveaux domaines d'applications dans le cadre de l'apparition d'appareils plus performants.

C'est aussi la raison de notre présence à Menecy aujourd'hui, journée consacrée à la présentation et à la démonstration de la famille d'analyseurs 214 X capables d'évaluer et de s'adapter aux demandes du marché et aux exigences de la Normalisation. Ce qui signifie qu'à partir d'un modèle de base choisi parmi une dizaine de configurations possibles (types 2140 à 2148), l'utilisa-

teur peut, par la suite, améliorer son système par des compléments «hardware» et «software» (par exemples, passage de 1 à 2 voies, option filtrage numérique, logiciels d'applications...). Ce caractère modulaire exceptionnel pour une gamme d'appareils portatifs (poids inférieur à 10 kg et autonomie supérieure à quatre heures sur batterie CdNi) et leurs prix très compétitifs se sont traduits par un excellent accueil des professionnels.

La gamme 214 X propose : de puissantes caractéristiques d'analyse de données, un filtrage numérique et/ou FFT (Fast Fourier Transform), une grande mémoire interne non volatile avec disque de stockage PC/MS-DOS, le transfert des données du PC vers la mémoire et vice-versa, liaison facile avec un ordinateur portatif pour traitement des données sur le site, analyse d'ordres (2145), acquisition et analyse des données sur le site.

Le module d'entrée, 1 ou 2 voies suivant le modèle, comporte : entrée(s) préamplificateur, en charge et directe, choix de filtres passe-haut (avec coupure à 0,3 Hz, 20 Hz et 100 Hz), filtre passe-bas à 1 kHz (sur l'entrée «en charge» uniquement), la pondération analogique A (ou non).

Du point de vue de l'analyse, les résultats suivants sont obtenus :

• **Analyse CPB** («Constant Percentage Bandwidth») : analyse multipasse 1/12, 1/24 d'octave jusqu'à 20 kHz (Tableau I) ; gamme dynamique de 80 dB ; en mode deux voies, fréquences temps réel

et d'analyse divisées par deux.

• **Analyse FFT** (Tableau II) En y regardant de plus près, l'analyse s'effectue en intégration linéaire de 1 ms à 24 h (CPB) et de 1 à 32767 moyennes (FFT) et en intégration exponentielle 1/512 s à 512 s (CPB) et de 1 à 16 384 moyennes (FFT) ; en mode multispectres, mode normal, «fenêtré», matrice et, pour le 2145, par intervalle ; retenue maximum/minimum avec en outre la retenue des valeurs crêtes (FFT), le mode exclusion de données, pour les 2143/44, et le mode «overload reject» (FFT).

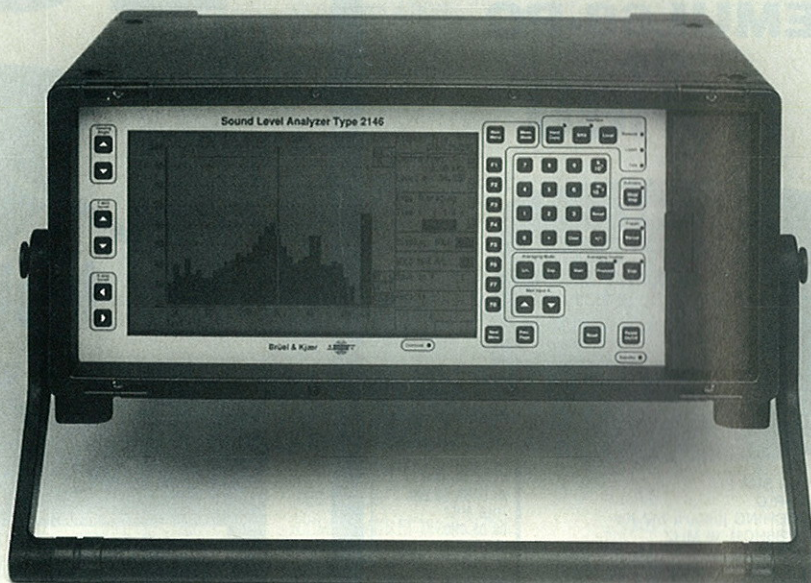
Le **stockage des données** s'effectue sur une mémoire interne non volatile pouvant, par exemple, stocker 2 850 spectres en 1/3 d'octave (pour le 2143) ou 110 spectres en FFT 400 lignes (pour les 2147/48). Ajoutons que ces valeurs peuvent être multipliées de 4 à 15 grâce à des options mémoire RAM et que le formatage de l'unité de disquettes est compatible

avec celle des B & K 2123/2133.

Toujours à propos de stockage des données, il est possible de totalement commander à distance et l'entrée/sortie de celles-ci via interfaces IEEE 488 et RS 232 C : les 214 X peuvent être connectés aux calculateurs scientifiques et aux PC via l'interface IEEE et aux ordinateurs portatifs et aux PC via l'interface 232 C. La copie sur papier est, de même, possible grâce à une sortie sur imprimante IBM, HP et Epson via ces mêmes interfaces.

Quant à l'**affichage des données**, il s'effectue sur écran LCD avec éclairage arrière : affichage des spectres ou des temps (FFT), des voies linéaires/prépondérées A ou post-pondérées A/B/C et D, double ou simple ou encore de la différence entre deux spectres.

Enfin, le **post-traitement** permet l'addition et la soustraction des données en mode linéaire ou logarithmique, simple et double inté-



L'analyseur de niveau sonore B & K 2146.

Analyse d'octave	1/1	1/3	1/12	1/24
Fréquence Temps réel	20 kHz	20 kHz	5 kHz	2,5 kHz

TABEAU I : ANALYSE CPB

Analyse FFT (lignes)	50	100	200	400	800
Fréquence Temps réel	25,6 kHz	25,6 kHz	25,6 kHz	25,6 kHz	25,6 kHz

TABEAU II : ANALYSE FFT (tableau valable en mono et bi-voies)

gration ou différenciation des données, addition et spectrales des pondérations spectrales A/B/C et D (ou définies par l'utilisateur) et, enfin, le calcul de la puissance acoustique.

Les domaines d'application de cette gamme 214 X sont multiples : analyse de bruit et de vibration, mesures de bruit d'environnement, essais d'acoustique du bâtiment et d'automobile ou encore mesures dans les véhicules en déplacement, contrôle qualité... En particulier, ces appareils permettent non seulement l'analyse spectrale des signaux stationnaires ou pseudo stationnaires, mais autorisent également pour certains d'entre eux (2147, 2148) la mise en œuvre de nouvelles techniques d'analyse temps-fréquence pour les signaux non stationnaires :

- **Transformée de Fourier à court terme** : on fractionne le signal à l'aide de fenêtres

temporelles translatées dans le temps $\Delta t \times \Delta F = 1$ (Δt durée du phénomène, Δf , bande passante) ; cette transformée a pour mérite sa simplicité mais sa résolution est faible.

- **Transformée en ondelettes** : on fractionne le signal à l'aide de fonctions d'analyse appelées « ondelettes » possédant des caractéristiques d'échelle de contractions-dilatations permettant une optimisation de la résolution temps-fréquence ($\Delta t \times \Delta F = 1/4 \pi \approx 0,08$, limite déterminée par la relation d'incertitude d'Heisenberg). La résolution en pourcentage de bande constant (1:N. octave) est optimisée*.

- **Distribution de Wigner-Ville** : c'est une transformée bilinéaire permettant la plus grande résolution temps-fréquence. Malheureusement, cette transformée est à l'origine d'artefacts d'énergie négative. Le gain en résolution est altéré par une perte

de lisibilité, d'où des difficultés d'interprétations sur signaux complexes dues aux interférences. Avec la distribution de Wigner-Ville à ΔF constant, la résolution n'est pas limitée par l'inégalité d'Heisenberg.

Autre extension abordée par B & K lors de ce séminaire, la place croissante prise par la mesure des intensités acoustiques plutôt que celle des pressions ; grâce à un nouveau type d'intensimètre (B & K 3 541) à capsule à double microphone, la mesure de la puissance acoustique devient extrêmement simple et logique (les lecteurs intéressés par le sujet pourront se reporter à la bibliographie, la place qui nous est impartie ne nous permettant pas de le développer ici).

Charles Pannell

Bibliographie

- Brüel et Kjaer : « Champs sonores. Plus de description.

Pourquoi, comment ? ». Premier Congrès Français d'Acoustique. Journal de Physique. Tome 52. Février 1990.

- Brüel et Kjaer : « Comment mesure l'intensité acoustique correctement ? » Supplément au journal de Physique III. Volume 2. Avril 1992.

**L'analyse par ondelettes, apparue au début des années 80, constitue une découverte aussi importante que l'analyse de Fourier et convient à l'étude des phénomènes des signaux transitoires, complétant ainsi la précédente, limitée en efficacité aux signaux stationnaires et pseudo stationnaires. Pour en savoir plus, consulter : Y. Meyer : « Les ondelettes : algorithmes et applications ». Armand Colin éditeur 1992 qui traite également de la distribution de Wigner-Ville.*

Hewlett-Packard-Scaib 20 ans de partenariat

Hewlett-Packard et Scaib ont signé un accord de distribution en 1972. Dans le cadre d'une réorganisation pan-européenne visant à standardiser les approches et les procédures de distribution, H.P.

confirme le rôle prépondérant du groupe Sonépar, à travers Scaib, pour la vente et la distribution de composants électroniques.

Scaib fait partie du groupe Sonépar Electronique International depuis 1978. Ce groupe est actuellement le second distributeur européen de composants électroniques. Scaib est l'un des pionniers des connexions E.D.I. ; il est dans ce domaine le distributeur pilote de H.P. en France.

Il dispose d'un traitement automatique des commandes et des factures, et une messagerie électronique a été mise en place entre H.P. et Scaib. La vente des composants H.P. représente 10% du chiffre d'affaires de Scaib, qui assure, par ailleurs, la distribution de nombreuses autres marques de composants actifs parmi lesquelles nous pouvons citer National semiconductor, Analog Devices, Motorola, Fujitsu, Samsung

semiconductor, Siemens, Cypres et Advanced micro devices. Scaib assure aussi la distribution des productions de Bourns, AMP, Kemet, AVX, Dupont, Souriau, Belden, Papst, Preci-Dip et CP Clare. Ces composants représentent un total de 15 000 références disponibles.

Nouveautés AOIP

Malgré une conjoncture que l'on ne peut pas qualifier de bonne sur l'année 1992, AOIP a su tirer son épingle du jeu et afficher une augmentation de 5 % du CA 92 par rapport à celui de 91. Ceci est particulièrement dû au fait qu'AOIP propose des solutions optimisées, avec une présence et des conseils sur le terrain, services toujours plus particulièrement appréciés en période difficile, surtout dans le domaine de la métrologie « sur mesure ». Cette société désormais mieux implantée dans les systèmes globaux que sur la production d'appareils spécialisés (domaine dans lequel elle excelle cependant, propose malgré tout certaines nouveautés marquantes répondant à des demandes fréquemment formulées. Nous distinguons notamment :

- L'OM 22, microhmètre : L'OM 22 est le premier microhmètre configuré selon le besoin de l'utilisateur : il a donc une simplicité d'emploi inégalée ! L'opérateur n'a qu'à sélectionner l'un des six programmes préétablis suivant ses propres spécifications pour se trouver dans la configuration qu'il souhaite. Il lui suffit ensuite de lancer la mesure.

Le microhmètre OM 22 mesure en quatre fils des résistances de 0,1 $\mu\Omega$ (résolution) à 20 $\mu\Omega$ avec une excellente précision : 0,03 %.

Ses nombreuses possibilités le rendent en particulier apte à la mesure :

- de résistances de câbles et de leur résistivité,
- de métallisation et de continuité de masse,
- de résistances de contact (connecteurs, interrupteurs, relais),
- de résistances selfiques (échauffement de moteurs et transformateurs).

L'OM 22 est programmable RS 232 et IEEE 488. Il fonctionne sur secteur et batterie.

- Une nouvelle série de thermomètres de poche, PN 65 : Les nouveaux thermomètres de la série PN 65 permettent non seulement de mesurer avec précision des températures par des sondes platine ou des thermocouples (sept types) entre - 250 et 1 750 °C, mais aussi de stocker 50 mesures (bloc-notes), de choisir deux seuils d'alar-

me, d'indiquer des valeurs maximales, minimales et moyenne et d'effectuer des mesures différentielles.

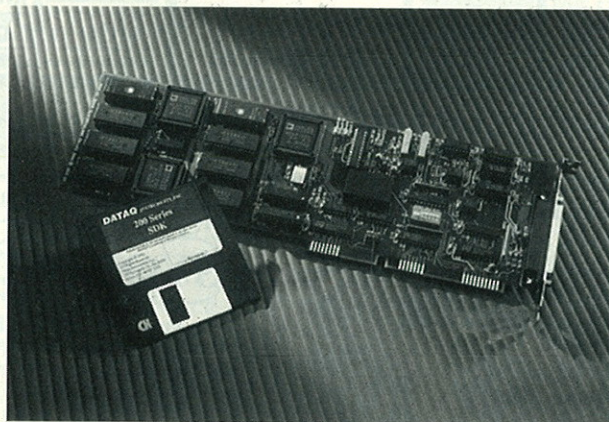
Les PN 65 sont présentés dans un boîtier ergonomique extrêmement robuste, avec éclairage de l'affichage. Les sondes sont clipsables sur l'appareil. La série comporte six modèles avec des prix tout à fait compétitifs.

AOIP mesures
BP 182 - 91006 Evry cedex
Tél. : (1) 69 36 50 50



Cartes d'acquisition de données sous windows

DATAQ, à travers son distributeur exclusif européen Keithley, commercialise la «Série 200», une ligne de quatre nouveaux produits d'acquisition de données, prévus pour simplifier la fonction d'acquisition tant sous environnement Windows™ que sous DOS. Ce nouveau produit comporte un processeur de signal numérique (DSP), étudié pour offrir une puissance exceptionnelle allée à une grande souplesse de programmation, le tout à un prix très compétitif.



La «Série 200» offre à l'utilisateur une collection de «premières» en matière d'acquisition de données :

- Performances meilleures que celles des cartes basées sur une logique aléatoire.
- La «Série 200» possède la puissance de calcul d'un ou plusieurs DSP programmables (12,5 MIPS) par rapport à un grand nombre de composants discrets utilisés

dans des systèmes plus anciens.

- Déclenchement analogique, pas seulement numérique, basé sur le niveau et la pente d'un canal analogique défini, y compris les fonctions de pré et post-déclenchement.

- Fonction de moyennage du signal incorporée : jusqu'à un total de 65536 moyennes par canal pour améliorer le rap-

port signal sur bruit.

- Fréquence d'échantillonnage programmable par canal : permet plusieurs taux d'échantillonnage par entrée ou sortie pour un élément donné.

- Entrées/sorties simultanées utilisant un DMA double voie : Fonctions communes à tous les modèles de la «Série 200» :

- Gammes étendues de mesure.
- Extrême souplesse de programmation.
- Séquences de scrutation en entrée et en sortie.
- Logiciel de commande gratuit.
- Fonctions de séquençement.
- Calibration numérique.

Keithley Instruments SARL
3, allée des Garays, B.P. 60
92121 Palaiseau Cedex
Tél. : (1) 60.11.51.55

LT1121-5 : régulateur 5 V très faible déchet

LINEAR TECHNOLOGY a introduit le LT1121-5, un régulateur micropuissance à faible perte doté d'une fonction de mise en veille. Le circuit fonctionne avec un courant de polarisation de 30 μ A tout en délivrant jusqu'à 150 μ A de courant de sortie pour une faible chute de tension de 0,4 V. Une broche de mise en état de veille est disponible avec la version huit broches, ce qui permet d'inhiber la sortie en cas de non utilisation.

Dans ce mode, le courant de polarisation chute à 16 μ A.

Le LT1121-5 est conçu pour fonctionner avec des condensateurs en sortie de 0,33 μ F, de dimensions plus faibles que ceux de 10 μ F et rend possible l'emploi de petits condensateurs céramique disponibles en boîtier pour le montage de surface, facilitant la fabrication.

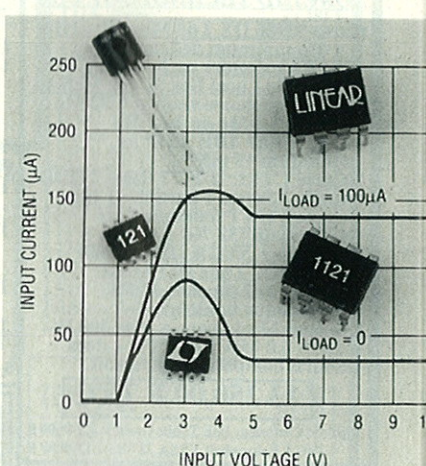
Le courant de polarisation du circuit est parfaitement contrôlé et n'augmente pas de manière significative lorsque le circuit fonctionne avec un différentiel entrée-sortie proche de la limite de la dérégulation, comme c'est le cas avec les régulateurs à faible chute de type PNP. Ceci accroît l'autonomie du système alimenté par batterie.

Le LT1121-5 est protégé en cas d'inversion de batterie. L'entrée peut être connectée à

une tension de 20 V sans endommager le circuit et générer un courant inverse important (1 mA). Le circuit est aussi protégé en cas de courant inversé en sortie ce qui le rend idéal dans les conditions d'alimentation sauvegardée quand la tension en sortie du régulateur est à un niveau élevé alors que l'entrée peut se trouver à la masse ou être négative.

Aucun courant ne circule de la sortie vers l'entrée, seulement 16 μ A circuleront de la sortie vers la masse.

Le LT1121-5 est disponible en boîtier TO-92, SOT 223 3 broches ou huit broches SOIC et DIP. Le boîtier SO8 présente la fonction de mise en état de veille. Bien que le circuit soit idéal pour les systèmes alimentés par batterie, il peut être utilisé dans bien d'autres applications de régulation faible courant.



LINEAR TECHNOLOGY est représentée en France par les sociétés AVNET COMPOSANTS et TEKELEC

Manuel de référence sur les mesures bas niveau

Le «Manuel Mesures Bas Niveau» Keithley s'adresse à la fois aux experts de la mesure et aux débutants en apportant des informations détaillées sur les techniques spécifiques pour effectuer les

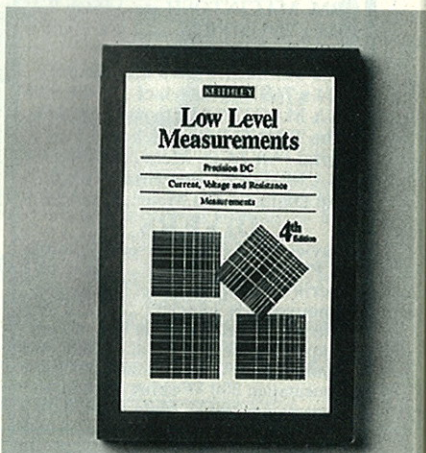
mesures les plus difficiles et les plus sensibles. Les informations d'initiation sont illustrées par des figures et des schémas.

Ce guide de référence arrive à sa quatrième édition. A l'origine, ce manuel a été réalisé par le fondateur de la Société, Joseph F. Keithley, l'ingénieur d'applications John Yeager (le premier employé de la Société, entré au début des années 50) et Robert Erdman, un autre cadre de Keithley qui a étudié certains des premiers électromètres produits par la Société. Au

cours des ans, plus de 100 000 exemplaires de ce guide ont été distribués aux ingénieurs.

Il inclut les techniques essentielles pour améliorer la précision des mesures, les sources d'erreur et la manière de les éviter.

Keithley Instruments SARL
3, allée des Garays, B.P. 60
91121 Palaiseau Cedex
Tél. : (1) 60.11.51.55



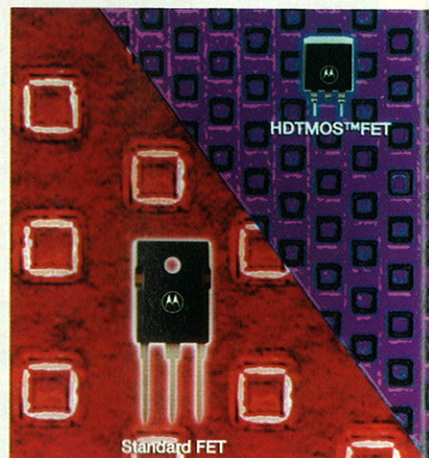
Mosfet de puissance «HCD» Motorola

Motorola introduit des nouveaux Mosfet de puissance dits «High Cell Density» (HCD) offrant la plus basse résistance passante actuelle pour ces types de produits. Disponibles respectivement en boîtier plastique TO220 et dans son équivalent en mon-

tage de surface D2PAK, les MTP75N05HD et MTB75N05HD sont des produits Canal N 7 mΩ, 75 A, 50 V, la valeur maximum Rds (on) étant garantie à 9,5 mΩ. Ces performances sont atteintes grâce à un procédé de fabrication MOS utilisé pour les microcontrôleurs Motorola type 68HC05/68HC11 ou les mémoires statiques RAM permettant d'atteindre des densités de cellules de 6 millions/inch² (1 million par cm²) tout en incluant des protections aux décharges électrostatiques ESD ou des tenues en avalanche UIS supérieures à 500 mJ. Les produits HCD sont plus

particulièrement destinés au remplacement de relais électromécaniques dans les applications automobiles telles que systèmes de freinage ou d'éclairage, le remplacement de produits en parallèle pour la commande de moteurs, la gestion de puissance dans les systèmes portables grâce à la plus faible RDSon possible pour un boîtier donné. Des versions 30 V ainsi que des canaux P seront également introduits dans les six prochains mois.

Motorola
2, rue Auguste-Comte
BP 39
92173 Vanves Cedex
Tél. : (1) 40 95 59 00

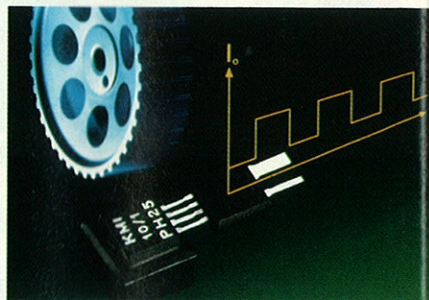


Détecteur de vitesse de rotation Philips

Le nouveau détecteur de vitesse de rotation KMI10/1 est le premier détecteur de vitesse sans contact entièrement intégré qui répond à toutes les exigences de l'industrie automobile. Précis dans ses mesures jusqu'à zéro tpm, il fonctionne à des espacements dent-capteur de 2,5 mm et des fréquences de denture pouvant aller jusqu'à 25 kHz. Il accepte pratiquement toutes les structures de roues dentées, et l'hystérésis de commutation incorporée réduit au minimum la sensibilité aux vibrations. Il est capable de fonctionner en continu jusqu'à des températures de 150° C avec des pointes de 190° C. Cette combinaison unique de caractéristiques prédestine le

KMI10/1 aux applications automobiles telles que l'ABS, l'ASC (contrôle de l'antidérapage) et les systèmes de gestion des moteurs, ainsi que les systèmes industriels de contrôle de vitesse. Avec sa tête de capteur de taille réduite et l'absence de composants externes, le KMI10/1 est suffisamment petit et solide pour trouver place dans les roulements à billes ou à rouleaux. Son amplitude constante, sa sortie d'impulsions de courant lui assurent un très haut degré de protection vis-à-vis des interférences électromagnétiques.

Philips Composants
4, rue du Port-aux-Vins
BP 317
92156 Suresnes Cedex



Limiteurs de tension en CMS, Harris

Harris présente une nouvelle gamme de limiteurs de surtension transitoire (TVS) multicouches pour montage en surface. Destinés principalement aux applications automobiles, ces nouveaux composants peuvent supporter une surtension de démarrage de 24,5 V pendant cinq minutes et une énergie transitoire pouvant atteindre 25 joules sur une surface de carte inférieure de moitié à celle des diodes Zener classiques. Ces nouveaux circuits assurent une protection contre les pointes de tension transitoires générées par les systèmes électriques intégrés dans les véhicules automobiles : pompes de climatisation, moteurs d'essuie-glace, moteurs de réglage des sièges et autoradios. En environnement automobile, les

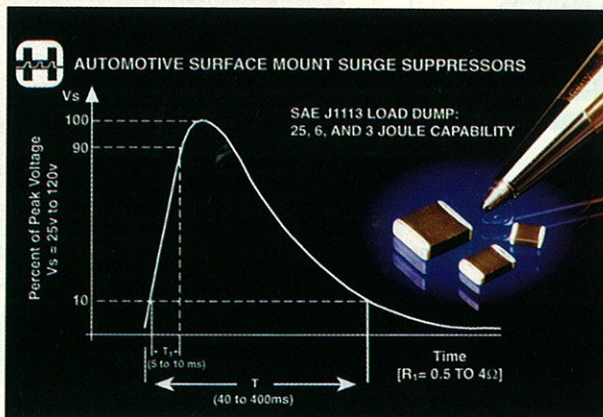
pointes de tension les plus importantes sont dues à l'effet de décharge sur l'alternateur provoqué en cas de déconnexion de la batterie lorsque celui-ci fonctionne. Référencés V18AUMLA210 (3 joules), V18AUMLA1812 (10 joules) et V18AUMLA2220 (25 joules), ces dispositifs permettent au concepteur de systèmes de choisir le composant le mieux adapté à son application en termes de puissance et ce, en fonction de son emplacement et de

l'importance des pointes transitoires potentielles. De plus, le conditionnement en boîtier CMS élimine l'inductance sur les sorties du boîtier, garantissant ainsi le meilleur comportement face à ces transitoires.

Harris et la protection contre les surtensions

Harris Semiconductor est généralement reconnu comme le tout premier fabricant de dispositifs de protection

contre les surtensions transitoires sur les marchés européen et américain en termes de volume et de chiffre d'affaires. La société fabrique la gamme la plus complète de dispositifs de protection, opérationnelle dans toute la plage de tension comprise entre 3,5 et 6000 V et disponible en toutes tailles, de la plus petite à la plus grande (de 3 x 1,5 mm aux disques de 60 mm de diamètre). Harris couvre également toutes les applications, depuis la protection logique contre les décharges électrostatiques à basse tension jusqu'aux appareils de protection contre la foudre des systèmes de distribution électrique à 280 kV. Différents types de boîtiers sont proposés : montage en surface, à sorties radiales ou axiales, à vis, disques parafoudre et broches de connecteur. Harris Semiconductor
2-4, avenue de l'Europe
78140 Vélizy
Tél. : (1) 34.65.40.83



Protection «Transil» contre les surtensions

Les équipements électriques ou électroniques peuvent être soumis de manière temporaire, aléatoire ou périodique à des tensions transitoires. Ces variations de tension doivent être prises en considération lors de la conception des sys-

tèmes électroniques afin de garantir les performances et la fiabilité des équipements soumis à des surcharges.

La gamme Transil de la société General Semiconductor Industries permet d'effectuer ces protections ; ces composants couvrent une plage de tensions nominales de 5 V à 220 V et sont présentés en boîtiers conventionnels axiaux de puissance.

RS Composants
Rue Henri-Becquerel
60031 Beauvais Cedex
Tél. : (16) 44.84.72.72
Fax : (16) 44.05.13.49



Capots et boîtiers CEM

MECAFI, Groupe P. Balloffet, spécialisé dans la tôlerie fine, l'usinage et le traitement de surface, présente ces nouvelles fabrications de boîtiers, capots et ceintures de protection pour blindages électromagnétiques des circuits imprimés.

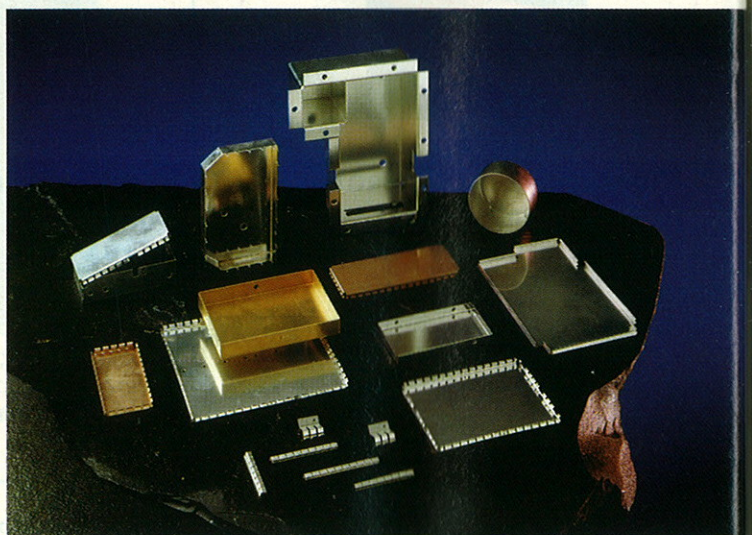
Ces gammes de produits permettent d'isoler les composants des perturbations électromagnétiques extérieures et conjointement d'éviter l'émission de perturbations par ces mêmes composants. L'originalité de ces boîtiers est

qu'ils peuvent être réalisés en 2 parties composées d'une ceinture et d'un couvercle amovible permettant l'accès au circuit.

Ces boîtiers peuvent être réalisés en aluminium, cuivre, laiton, fer étamé et disposer de picots pour ajuster leur positionnement sur le circuit avant soudage. Les traitements de surface réalisables sont : le cuivrage-étamage ou l'argentage (autres traitements sur demande).

A une gamme de boîtiers standard, MECAFI peut ajouter grâce à ses possibilités d'étude, la réalisation de produits spécifiques sur cahier des charges.

MECAFI
73, av. Gustave-Ferrié
BP 901 49309 Cholet
Tél. : 41 71 09 85 ou 87.



Une famille de CI linéaires 3 V chez TI

Texas Instruments présente une famille de circuits linéaires standard — des ampli-ops (amplificateurs opérationnels), des comparateurs et des régulateurs de tension — caractérisés et spécifiés pour fonctionner dans des systèmes 3 V.

Les dix composants constituant cette nouvelle famille ont été conçus pour être utilisés dans des équipements portables mono-tension et à alimentation par batterie, tels que des PC de poche et des ordinateurs portables, des radio-téléphones mobiles, des équipements de test ou des unités de disque portables. Ces circuits sont disponibles en boîtiers TSSOP (Thin Shrink Small Outline Package) de TI, répondant aux impératifs de gain d'espace des systèmes actuels.

La famille TLV comprend des ampli-ops mono, doubles et quadruples, des comparateurs doubles et quadruples, ainsi que le premier régulateur linéaire en 3,3 V du marché.

Ce régulateur de tension est conforme à la norme d'alimentation 3,3 V du JEDEC. Les ampli-ops et les comparateurs de la famille TLV de TI sont caractérisés pour opérer en trois volts, mais supportent des tensions aussi basses que deux volts.

Les ampli-ops et les comparateurs TLV sont fabriqués en technologie linCMOS™ de TI. Le régulateur de tension 3,3 TLV utilise la technologie bipolaire standard de TI pour les circuits linéaires. Les architectures doubles et quadruples des ampli-ops TLV sont, chacune, disponibles en trois versions de tension de polarisation : bas niveau (17 microampères par ampli-op) et haut niveau (1 mA par ampli-op). Les ampli-ops mono peuvent être programmés pour l'un ou l'autre de ces courants grâce à une broche externe.

Les circuits linéaires standard TLV sont proposés par TI, non seulement en boîtiers TSSOP, mais aussi en boîtiers DIP et SOIC. Les dix composants sont d'ores et déjà disponibles auprès de Texas Instruments.

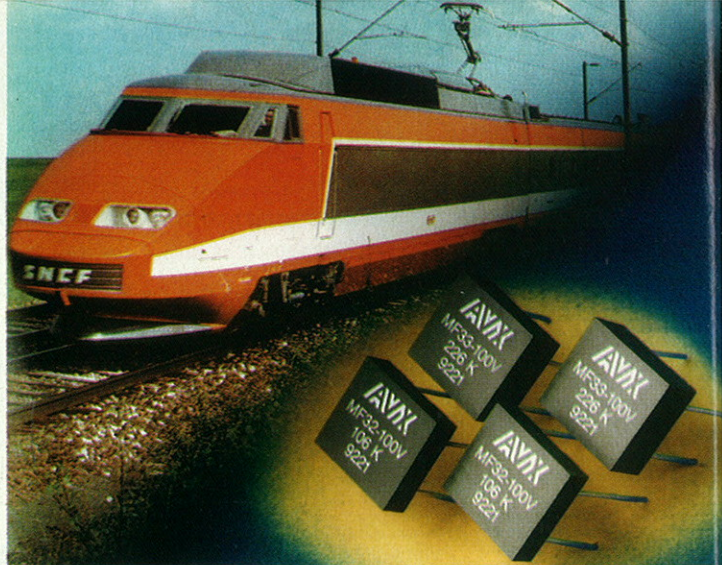
Texas Instruments
Centre d'Affaires et
Communications
B.P. 67
78141 Velizy-Villacoublay
Cedex
Tél. : 30.70.10.10



Condensateurs céramique pour alimentation à découpage, AVX

AVX introduit une nouvelle gamme de condensateurs céramique multicouches de forte capacité, la série MF30, spécialement conçue pour les filtres d'entrée et de sortie des convertisseurs résonants, convertisseurs continu/continu, amplificateurs de puissance et hacheurs.

Utilisant le diélectrique X7R, les nouveaux boîtiers pottés munis de quatre fils de sortie conviennent aux environnements difficiles. Les capacités s'étendent de 1 μ F à 100 μ F avec trois versions de tension : 50, 100 et 200 V continu. Des faibles valeurs de résistance et d'inductance série équivalentes (ESR et ESL) sont obtenues, des renseignements plus détaillés à ce sujet étant disponibles sur demande. Les températures de fonctionnement s'étendent de -55 °C à +125 °C.



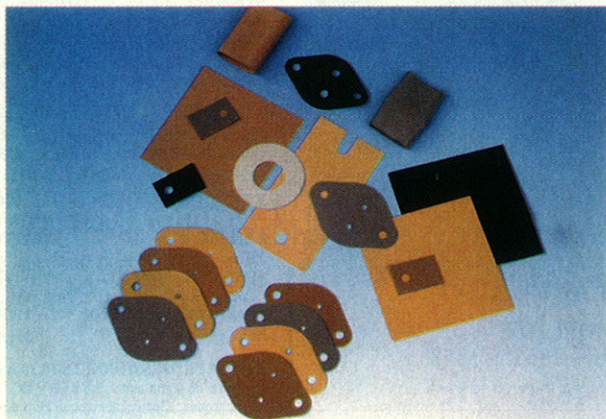
Ces nouveaux produits ont été conçus pour compléter la gamme de condensateurs multicouches de forte capacité existants CH/CV «Supa-cap» et pour étendre la palette de condensateurs utilisables

dans les différents types d'alimentations.

AVX France
6, avenue des Andes
Bât. 11 - B.P. 213
91941 Les Ulis Cedex
Tél. : (1) 69.28.65.66

Isolations électriques pour composants actifs

Un film utilisé en isolation électrique doit éviter tout risque de court-circuit entre la jonction d'un composant et la masse ou un autre potentiel d'un équipement électronique. La société Bergquist a



ainsi développé toute une gamme d'isolateurs combinant efficacité et simplicité. Ils sont disponibles dans différents matériaux et permettent une large gamme d'applications. En feuilles de 300 x 300 mm ou prédécoupées au format des boîtiers standard, ils trouveront leur place dans tous les équipements électroniques où l'isolation entre les composants actifs et le circuit est primordiale.

RS Composants
Rue Henri-Becquerel
60031 Beauvais Cedex
Tél. : (16) 44.84.72.72

Le RFV10N50BE : mosfet 500 V ultrarapide

Harris annonce la commercialisation du MOSFET de puissance à canal N le plus rapide de sa catégorie (10 A avec une tension de claquage de 500 V). Référencé RFV10N50BE, ce transistor affiche un courant de drain continu de 10 A avec un temps de descente typique de 5 ns, un temps de montée typique de 30 ns, une durée de mise en conduction maximale de 75 ns et de blocage maximale de 50 ns. Jusqu'à présent, le MOSFET le plus rapide dans la même catégorie (500 V/10 A) était le modèle IRFP450 avec un temps de descente de 40 ns.

Grâce à sa vitesse de commutation, le RFV10N50BE permet aux concepteurs de réali-

ser des alimentations à découpage fonctionnant à 100 kHz et au-delà avec de faibles pertes en commutation. Cette caractéristique facilite l'utilisation d'inductances et de condensateurs de plus petite taille, d'où une réduction des dimensions et du coût de l'alimentation.

Le RFV10N50BE est un dispositif monolithique comportant un MOSFET haute tension/fort courant, un MOSFET de commande, un terminal de Kelvin à source séparée et des diodes zener assurant la protection contre les décharges électrostatiques jusqu'à 2 kV (modèle corps humain).

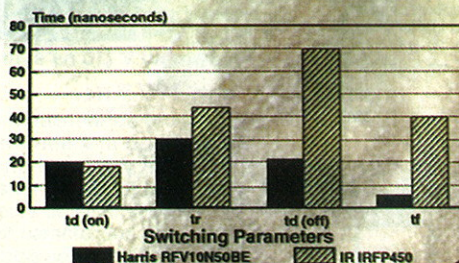
Outre une tension de claquage drain-source de 500 V minimum et une grande vitesse de commutation, le RFV10N50BE se distingue par les caractéristiques électriques suivantes : résistance RDS(on) maximale de 0,48 ohms ; charge de grille totale de 190 nC (typique) ; charge source-grille maximale de 22 nC ; charge drain grille maximale de 74 nC ; capacité d'entrée typique : 3800 pF ;

capacité de sortie typique : 290 pF ; caractéristiques typiques de transfert en inverse de 75 pF ; résistance thermique jonction-boîtier de 0,8 °C/W maximum ; résistance thermique maximale jonction-ambiante de 40 °C/W.

Le RFV10N50BE est disponible en boîtier plastique TO-247 à 5 contacts.

HARRIS
Semiconductor
2-4, avenue de l'Europe
78140 Vélizy - France
Tél. : (1) 34.65.40.83

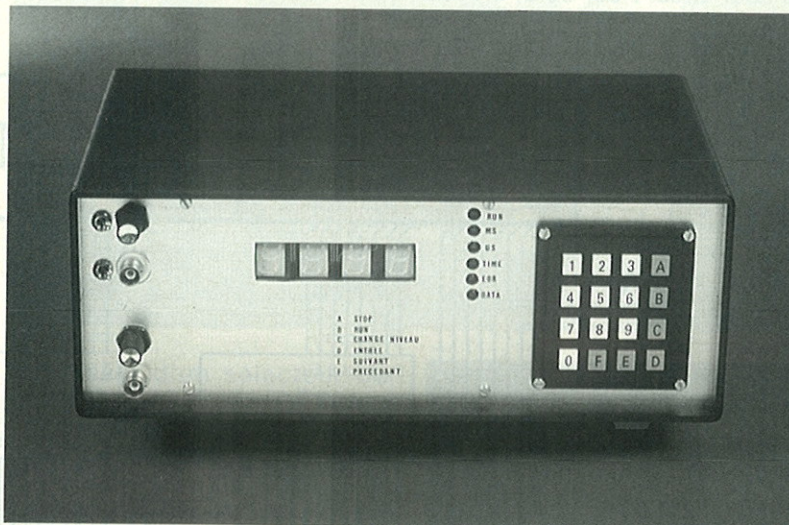
TYPICAL SWITCHING TIME COMPARISON
HARRIS RFV10N50BE VS. COMPETITION



Synthétiseur de signaux BF

L'expérimentation d'un asservissement nécessite souvent un générateur de formes d'onde complexes. Le générateur que nous vous proposons de réaliser ce mois-ci devrait convenir à bon nombre d'expériences.

Il s'agit d'un générateur numérique dont les échantillons de sortie sont codés sur 8 bits. 2048 échantillons peuvent être programmés, au rythme de 50 μ s ou multiple de 50 μ s (jusqu'à concurrence de 65535 x 50 μ s). Il s'agit donc d'un générateur audiofréquences mais qui est suffisant notamment pour étudier l'asservissement de n'importe quel moteur ou de n'importe quelle micro-mécanique.



Les caractéristiques du montage

- Échantillons codés numériquement sur 8 bits
- Valeur du pas numérique : 0,1 V (sélection en direct)
- Nombre maximum d'échantillons : 2048. Fin de cycle possible entre 1 et 2047.
- Temps entre chaque échantillon réglable par pas de 50 μ s (50 μ s à 3,27675 s)
- Mode bouclé pour générer un signal périodique ou mode simple passe
- Signal de synchronisation TTL
- Amplificateur de sortie avec ajout d'une composante continue
- Saisie par clavier ou via port série
- Messages sur afficheur numérique + port série
- Contrôle total possible par le port série
- Téléchargement des échan-

tillons depuis un fichier au format INTEL HEXA

- Utilitaires de conversion de fichiers au format INTEL HEXA.

LES SCHÉMAS

La **figure 1** dévoile le synoptique de l'ensemble. Le montage est architecturé autour d'un microcontrôleur de la famille INTEL : le 80C31. Ce microcontrôleur intègre tout ce qui est nécessaire pour notre application : les TIMERS, le port de communication série et quelques bits d'entrées/sorties pour gérer le clavier et l'afficheur.

Sur la base des interruptions générées par le TIMER 0, le microcontrôleur puisera dans la RAM les échantillons à transférer vers

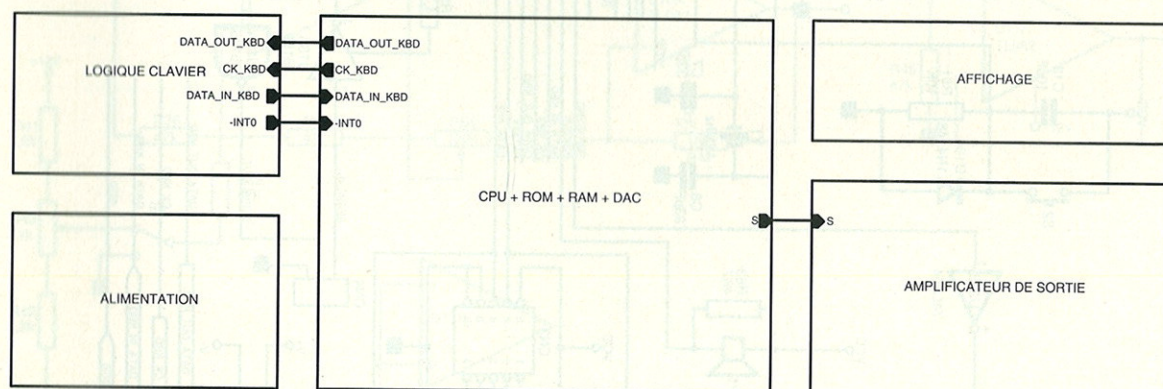


Figure 1

faudra modifier le programme du microcontrôleur. Mais dans ce cas vous serez obligé de figer dans la routine d'interruption le nombre d'échantillons qui se succéderont en sortie. Il vous faudra donc choisir entre performances accrues ou souplesse

La **figure 2** dévoile le cœur de notre montage. L'utilisation du 80C31 est on ne peut plus classique. Le latch U19 permet de maintenir le poids faible du bus d'adresse, lequel est mixé avec les données sur le port P0 au

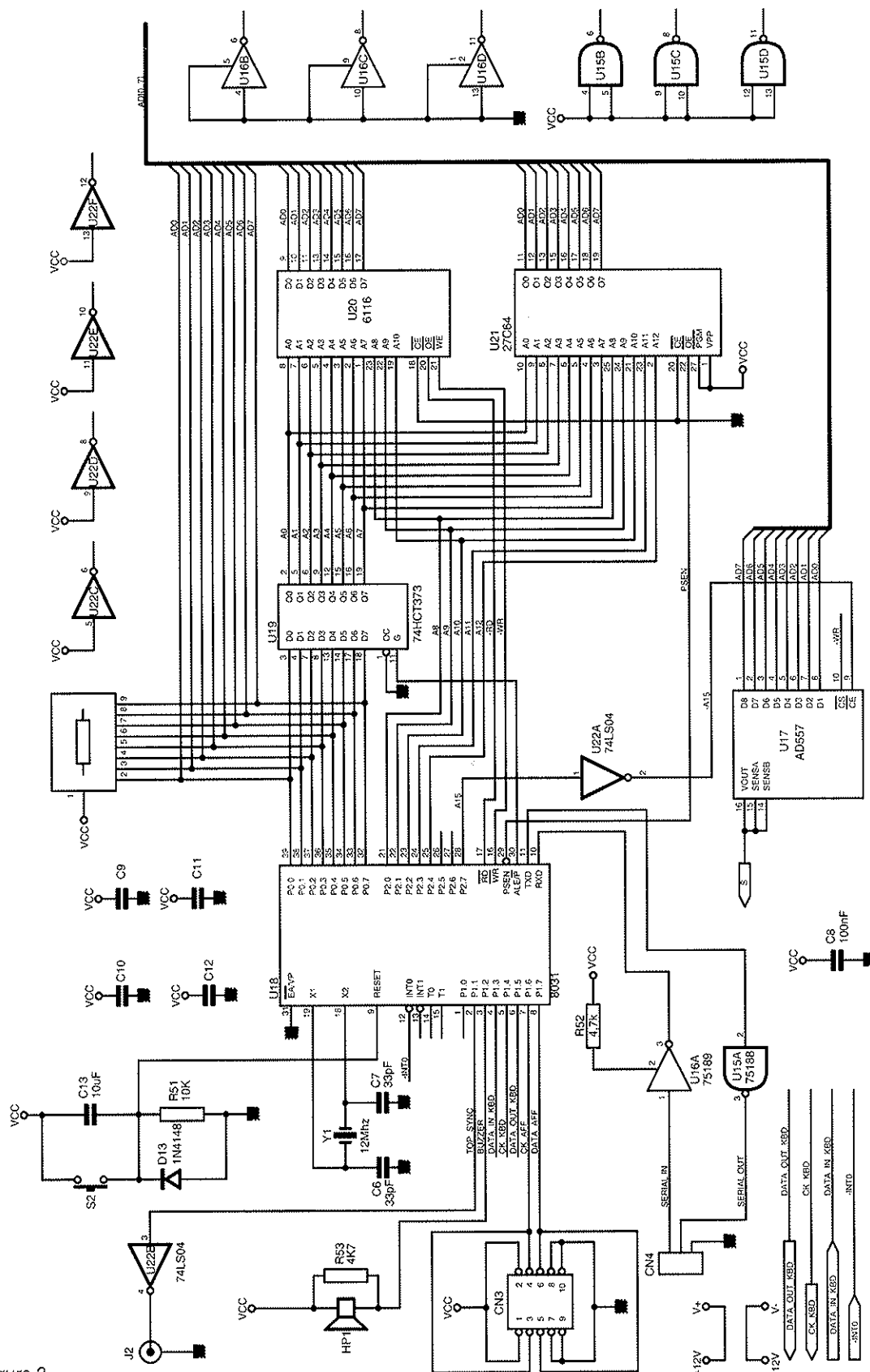


Figure 2

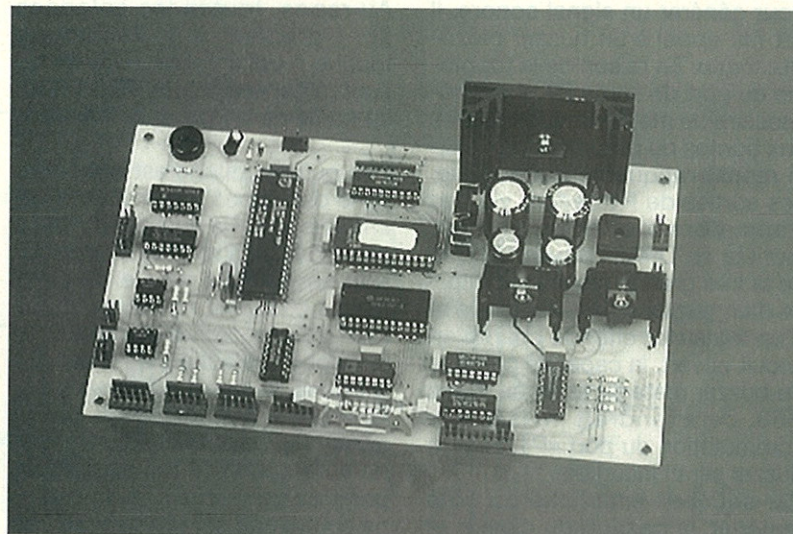
rythme du signal ALE. L'EPROM et la RAM sont accessibles pour les mêmes adresses. La discrimination du boîtier à adresser se fait par les signaux /RD et /PSEN directement fournis par le microcontrôleur. Dans notre cas, il n'est pas nécessaire d'ajouter d'autres boîtiers pour effectuer le décodage des adresses.

Le convertisseur numérique/analogique est un AD557. Il s'agit d'un circuit relativement simple d'emploi et pourtant relativement performant. Il est monté directement sur le bus des données du microcontrôleur. Le décodage des adresses est réalisé grâce à une simple porte inverseuse monté sur le signal A15 du bus des adresses. Le registre du DAC est donc accessible entre les adresses 8000 Hexa et FFFF-Hexa. Etant donné la place disponible dans l'espace mémoire du microcontrôleur, il n'est pas nécessaire de compliquer le décodage des adresses.

Dans cette configuration, le convertisseur fournit 0,1 V par pas sur sa sortie. C'est donc une valeur relativement simple à exploiter pour le calcul des échantillons à placer en RAM.

La sortie du convertisseur passe par un petit circuit d'amplification (figure 3) afin d'être utilisable pour le monde extérieur. Au passage le signal pourra être amplifié et doté d'une composante continue.

L'interrupteur S1 permet cependant de garder le signal tel qu'il est issu du DAC. Selon la position du potentiomètre R54, l'amplificateur opérationnel U11A travaille soit en atténuateur soit en amplificateur. Le réglage obtenu n'est pas linéaire, mais permet de

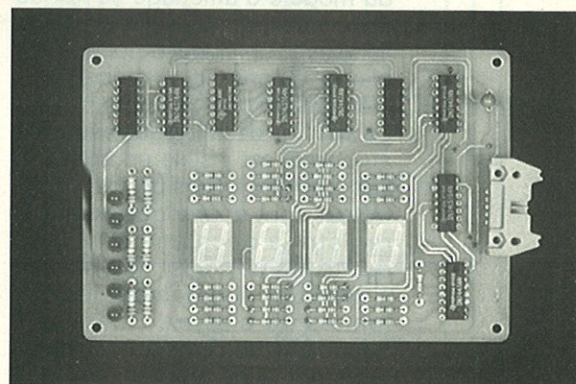


se passer d'un sélecteur de gamme.

Le circuit de remise à zéro n'appelle pas de commentaire tellement il s'agit d'un classique. L'adaptation des niveaux des signaux pour le port série est confiée à des circuits bien connus : MC1488 et MC1489.

Le top de synchronisation est issu directement du bit 1 du port P1 du microcontrôleur. La génération de ce signal est confiée à la routine d'interruption. A chaque nouveau cycle, le signal TOP_SYNC passe à 1. Le signal TOP_SYNC monte au niveau haut juste avant que le générateur ne se mette en marche, ou lors du dernier échantillon du cycle précédent. Le signal restera à 1 jusqu'à l'apparition du premier échantillon du cycle suivant.

En raison de la porte inverseuse sur le signal TOP_SYNC, c'est le front montant du signal de synchronisation qui indiquera le



début de cycle sur la sortie (comme l'indique le diagramme suivant).

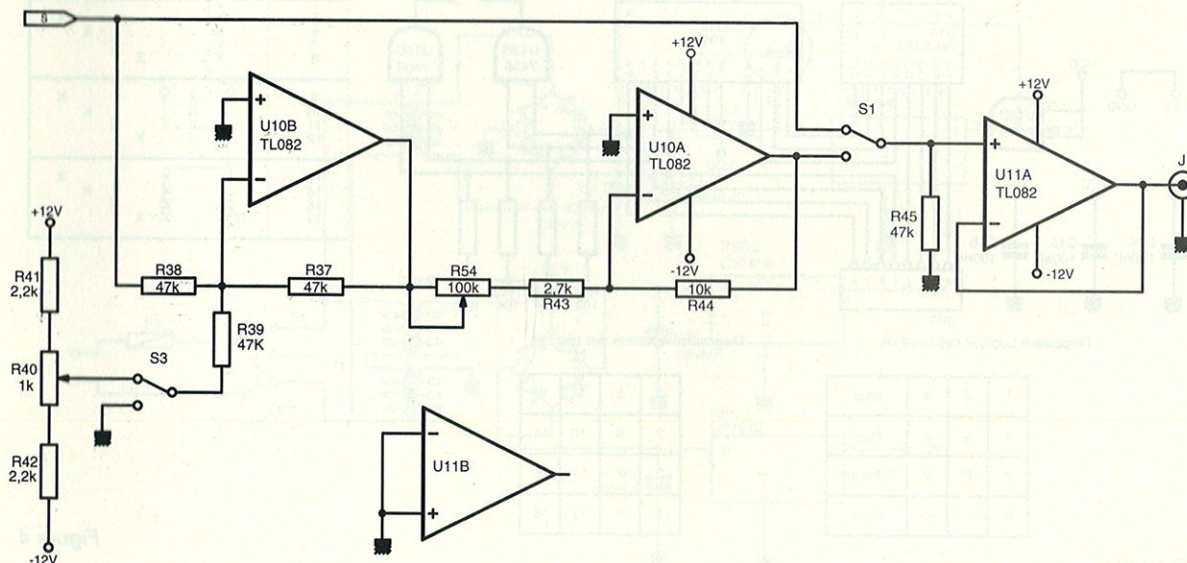
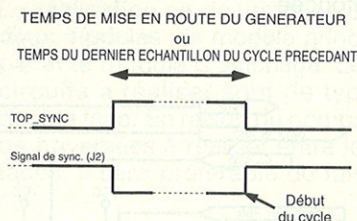


Figure 3

Pour générer un signal sonore, il est fait appel à un buzzer piézo-électrique. En raison de la topologie du port de sortie P1, il est nécessaire de mettre une résistance aux bornes du buzzer sinon celui-ci reste pratiquement inaudible. Les sorties de P1 se font via des transistors à effet de champ, montés en DRAIN ouvert. Du fait de la très grande résistance interne d'un buzzer piézo-électrique et d'un transistor effet de champ en circuit ouvert, la capacité parasite du buzzer resterait chargée. Sans R53, cela rendrait invisible la commutation du port «P1.1» et le buzzer serait inaudible. Par souci de simplicité du côté matériel, la gestion du clavier et du module d'affichage se fait au travers de signaux émis en mode série avec un signal d'horloge. Le clavier dispose d'un signal supplémentaire pour le retour. Le schéma de la logique associée au clavier est visible en **figure 4**. Les données issues du microcontrôleur sont engrangées dans le registre à décalage U14. Les quatre bits de poids faible servent à attaquer directement les colonnes du clavier. Quant aux quatre bits de poids fort, ils commandent le démultiplexeur U12 pour sélectionner la ligne qui est renvoyée vers le microcontrôleur. Les portes U13A et U13C permettent de générer un signal d'interruption dès qu'une touche est enfoncée.

Au repos, toutes les colonnes sont placées à 0. Si aucune touche n'est enfoncée, les lignes sont ramenées à 1 par R46 à R49. La sortie de U13A reste donc à 1.

Dès qu'une touche est enfoncée, l'une des lignes passe à 0 ce qui entraîne aussi la sortie de U13A à passer à 0. La routine d'interruption enverra de nouvelles données à U14 pour ne laisser, tour à tour, qu'une des colonnes à 0. Si la colonne sélectionnée n'est pas la bonne, le signal INTO reste à 1. La routine d'interruption passe donc à la colonne suivante jusqu'à ce que/INTO repasse à 0. A partir de ce moment-là, la colonne concernée est trouvée. En cas de signal fugitif, on ne trouvera pas la colonne à temps. La touche appuyée sera ignorée.

Une fois la colonne trouvée, il ne reste plus qu'à sélectionner tour à tour les lignes pour voir quelle est celle qui est à 0. La combinaison ligne/colonne indique la position naturelle de la touche enfoncée. Afin de tenir compte de la topologie du clavier, la valeur de la touche sera traitée par une routine de transposition avant d'être utilisée par la boucle principale du programme.

Lors de la mise à jour du contenu du registre U14, des états intermédiaires apparaissent sur ses sorties. Cela n'a pas d'incidence sur le fonctionnement du clavier puisque la routine d'interruption

ne lit les lignes du clavier qu'une fois le contenu du registre mis en place.

Le schéma du module d'affichage est reproduit en **figure 5**. Exactement comme pour le clavier, les données sont engrangées dans des registres à décalage. Trois registres (U1, U2 et U7) sont nécessaires pour contenir les données des quatre afficheurs 7 segments et des différentes LED de signalisation. Les sorties de U1 et U2 attaquent les décodeurs des afficheurs. U7, quant à lui, fournit les signaux nécessaires aux LED, signaux qui seront bufferisés par U8 et U9. Les deux bits de poids fort de U7 étaient disponibles à l'origine. Ils ont été mis à profit pour contrôler le point décimal des afficheurs en vue d'améliorer la lecture du temps entre chaque échantillon. Les étapes intermédiaires, lors du transfert des données vers le module afficheur, ne sont pas complètement transparentes dans cette configuration. Mais grâce à la rapidité du microcontrôleur pour effectuer le transfert, la perturbation de l'affichage est réellement insignifiante. Lors de la conception du module d'affichage, l'auteur a jugé que ce mode de fonctionnement était supportable et qu'il n'était pas nécessaire de compliquer le montage.

Enfin, pour en terminer avec les schémas, l'alimentation de l'ensemble est confiée à deux trans-

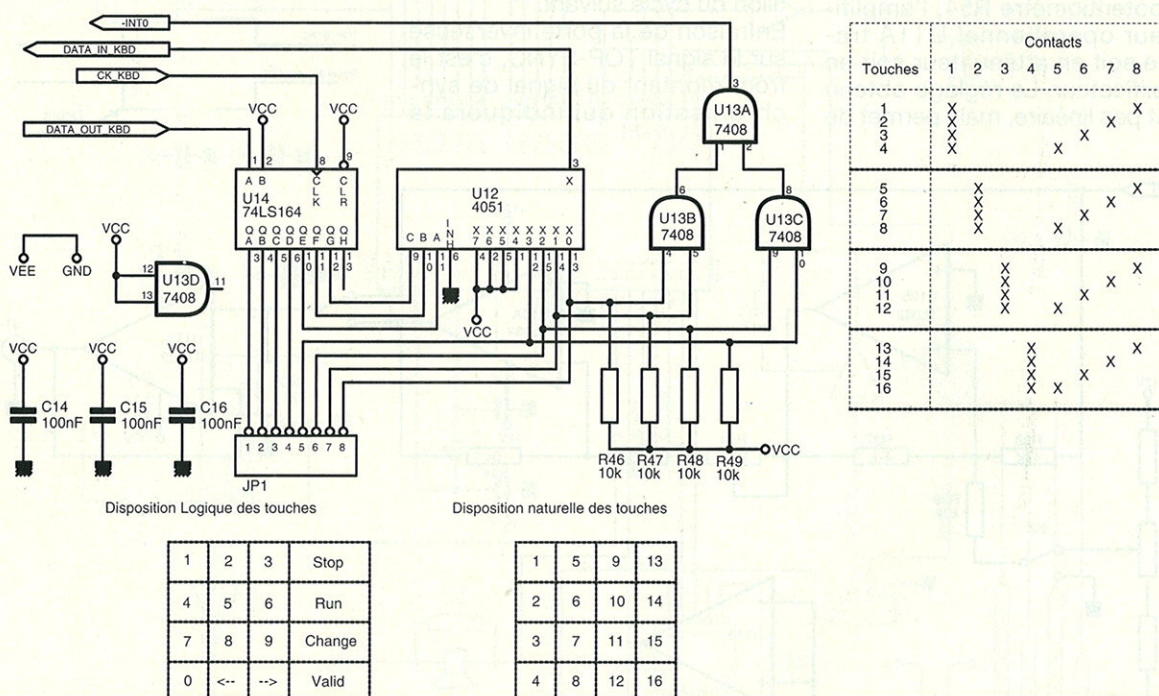


Figure 4

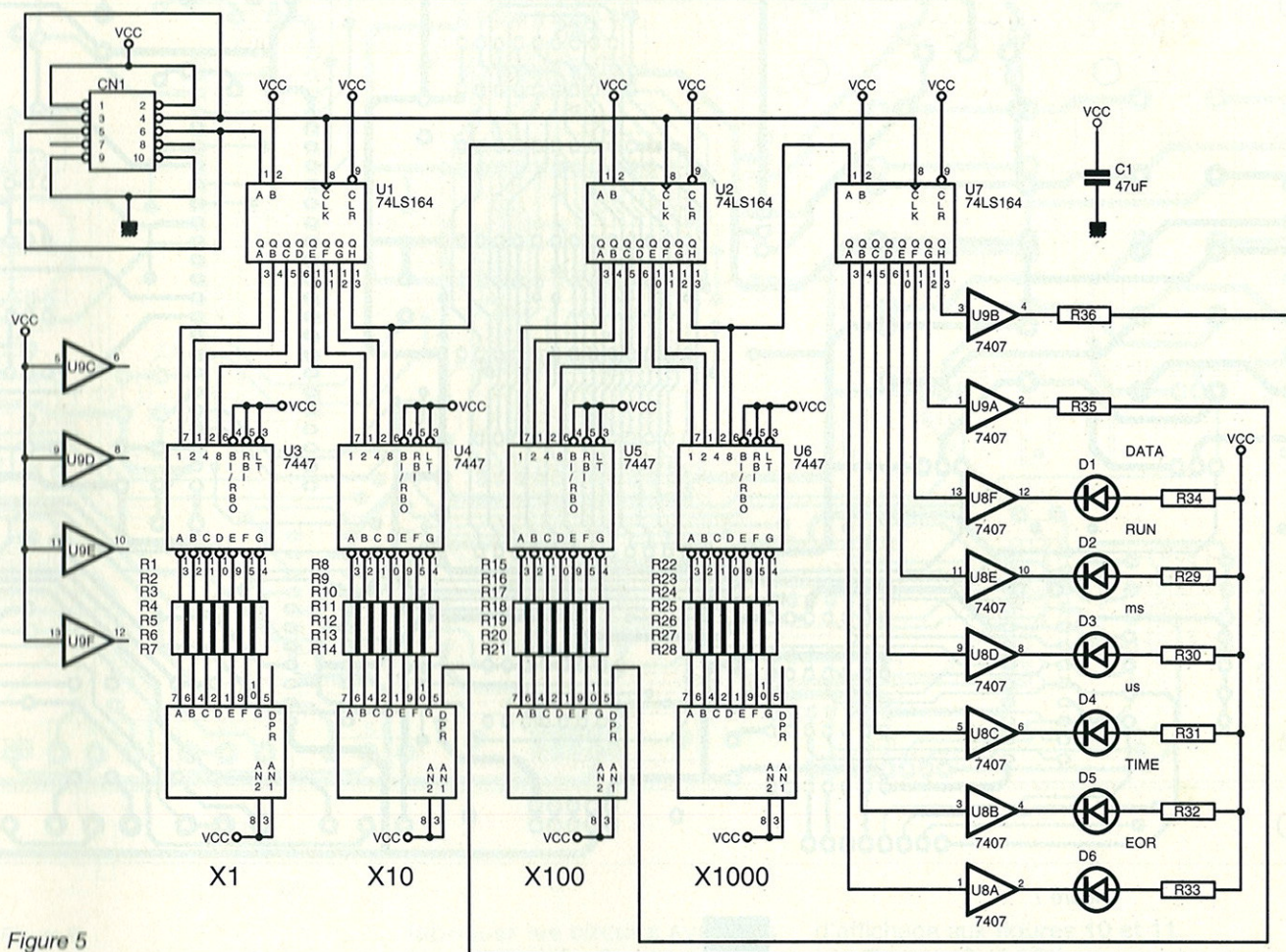


Figure 5

formateurs avec les ponts de diodes, les condensateurs et les régulateurs nécessaires. Notez qu'en raison de la présence du module d'affichage, le courant consommé sur le 5V dépasse le courant que peut fournir un simple LM7805. Q1 permet donc de soulager le régulateur et four-

nit la part la plus importante du courant de sortie. En raison de la puissance à dissiper, Q1 sera monté sur un dissipateur thermique de dimensions raisonnables.



LA RÉALISATION

La réalisation se décompose en deux modules : le module principal et le module d'affichage. Les circuits à réaliser sont de type double face. En raison du nombre de traversées à réaliser entre les faces, il sera préférable de faire

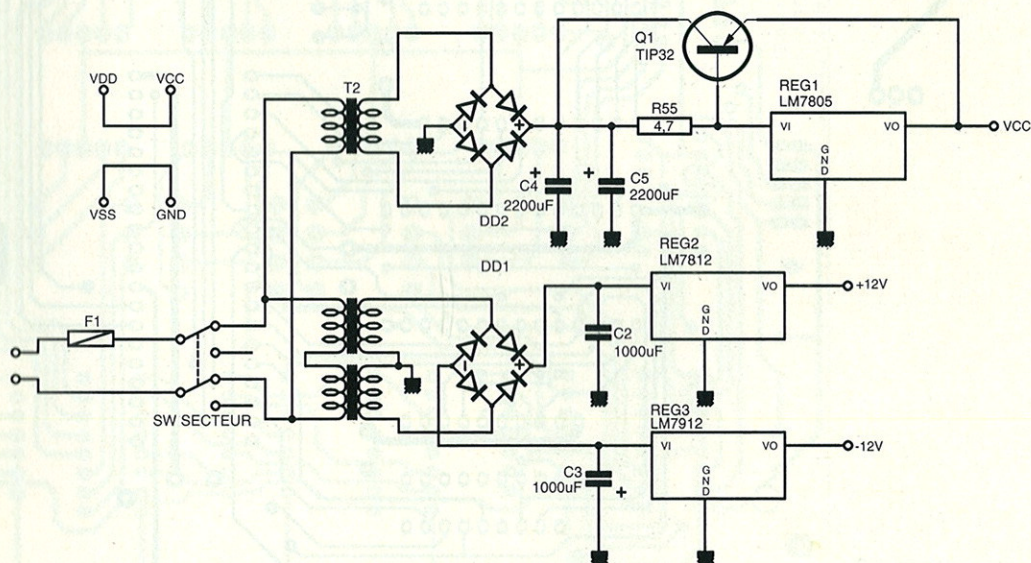


Figure 6

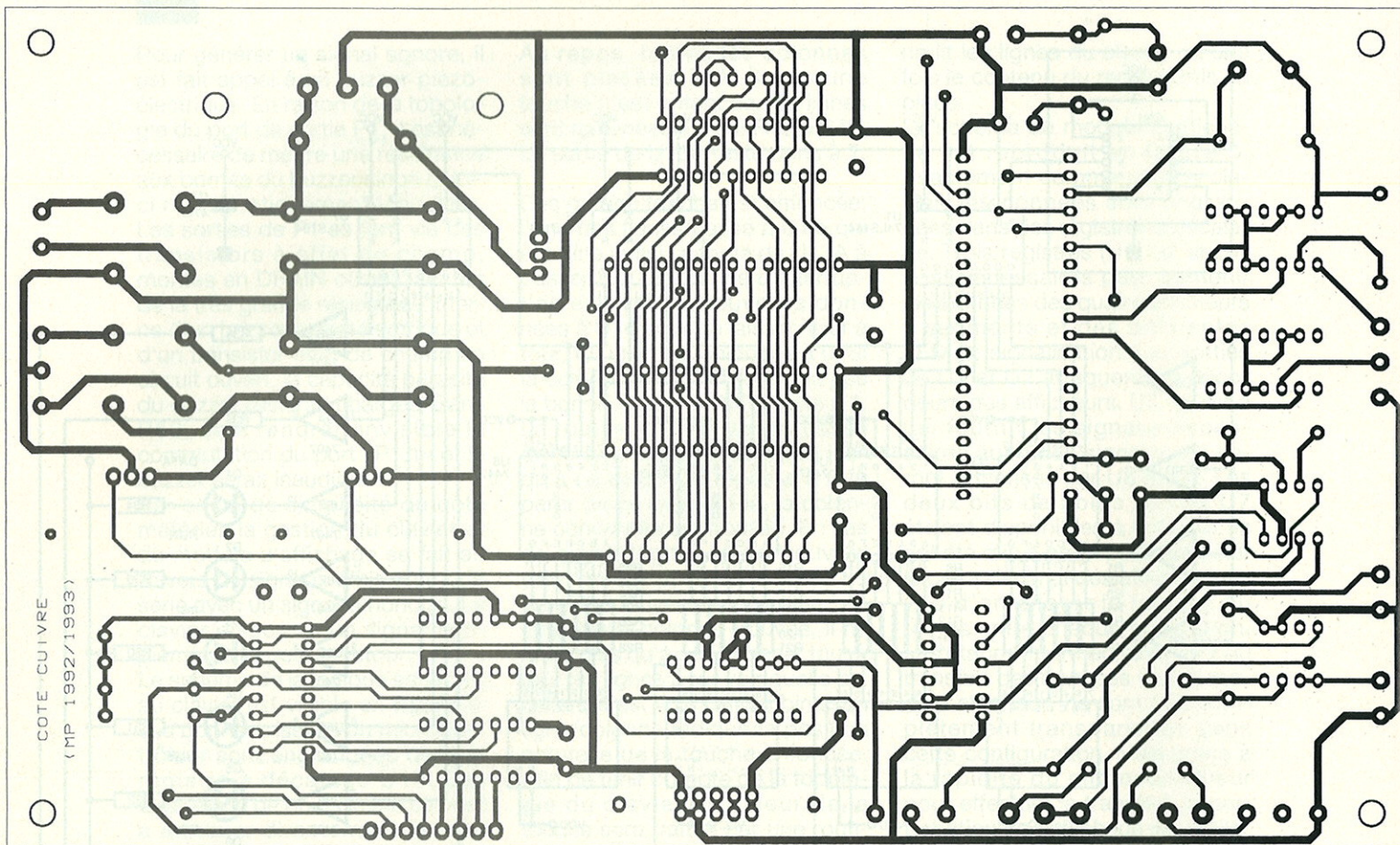


Figure 7

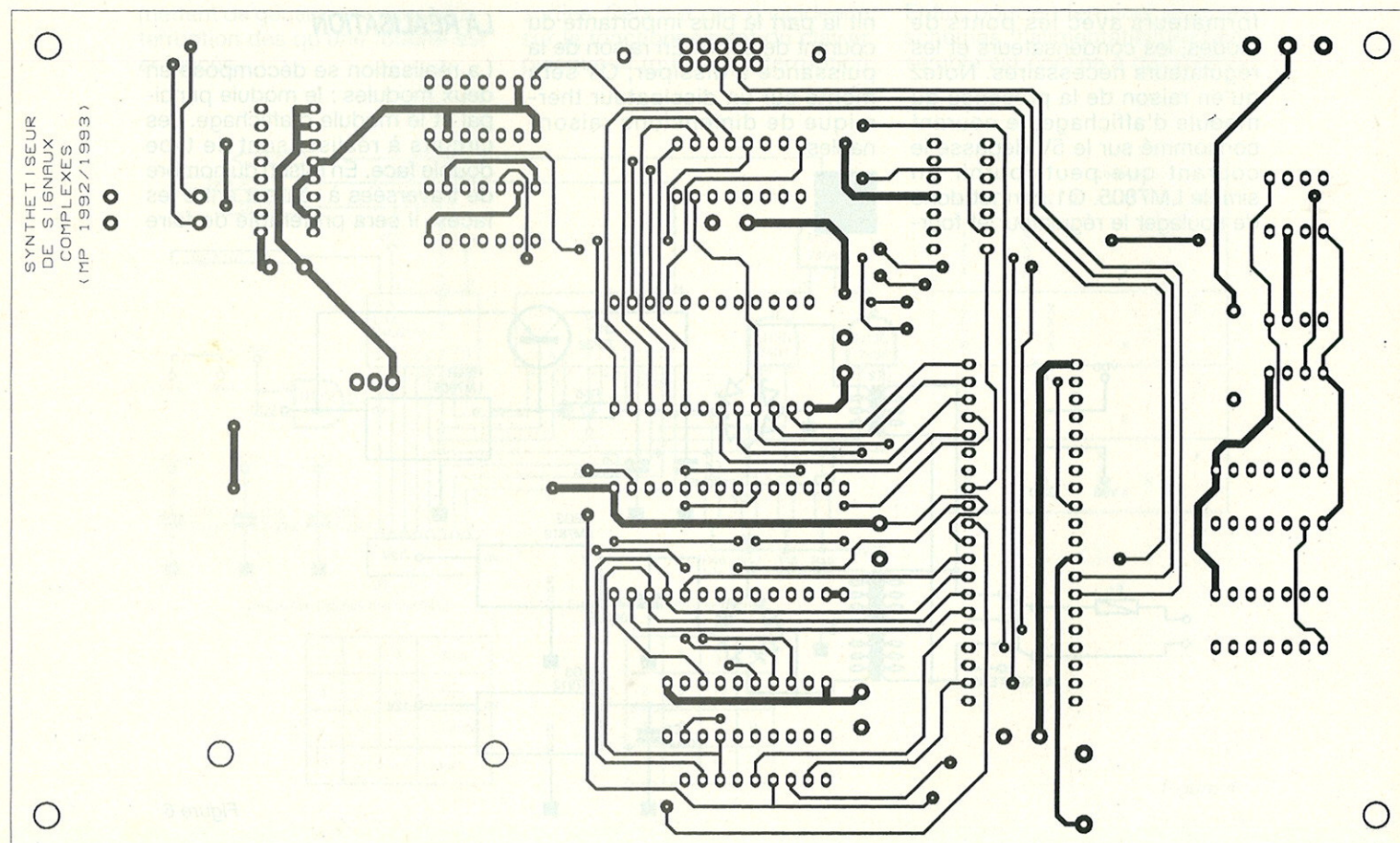


Figure 8

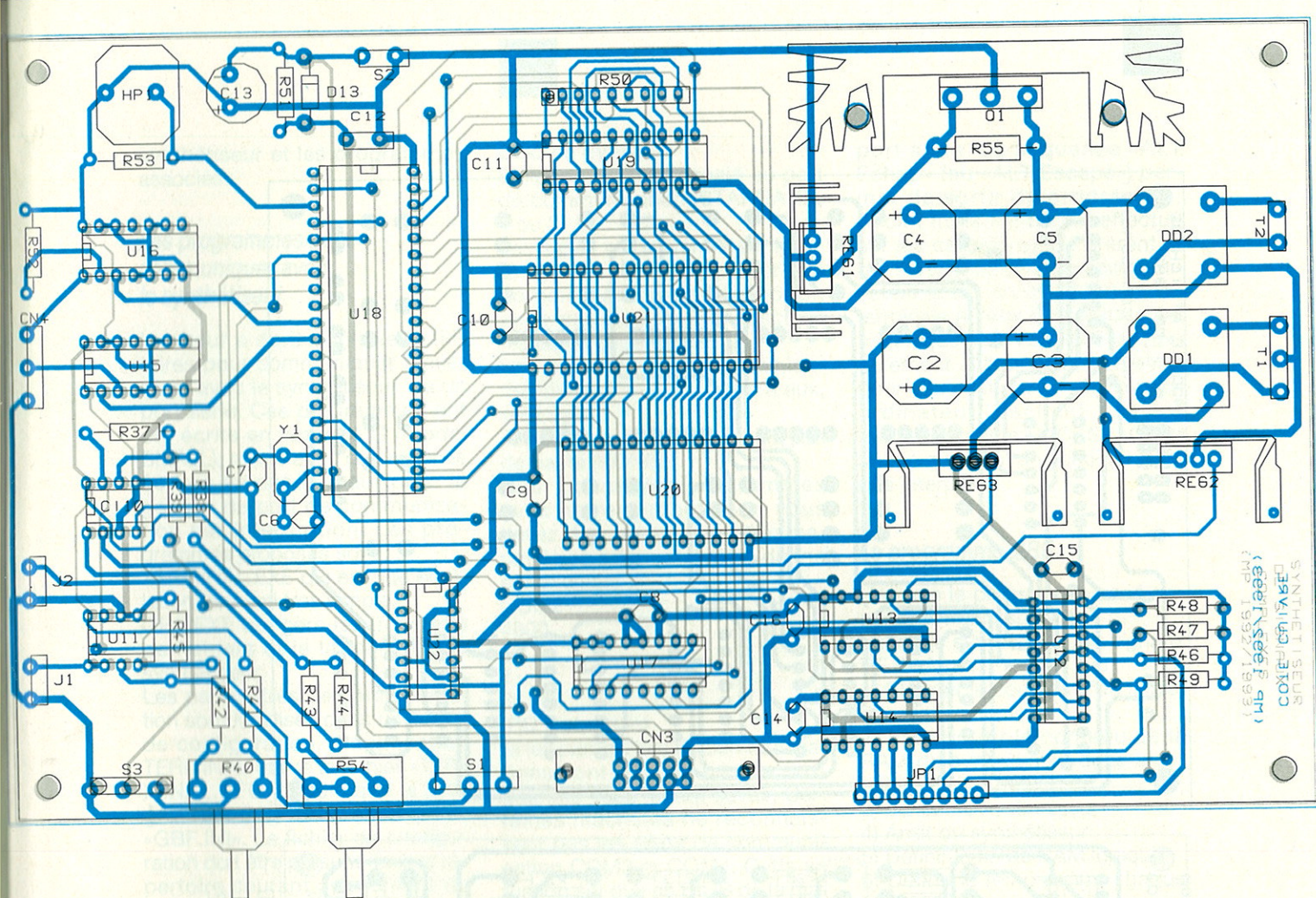


Figure 9

fabriquer les circuits avec des trous métallisés. Ce n'est cependant pas une absolue nécessité (nous avons bien réalisé les circuits du premier prototype sans). Les dessins des circuits du module de base sont reproduits aux figures 7 et 8 et ceux du module

d'affichage aux figures 10 et 11. Les figures 9 et 12 fournissent les détails pour implanter les composants. A l'origine, le circuit a été étudié pour raccorder un clavier souple. Pour adapter un autre type de clavier il faudra un peu croiser les

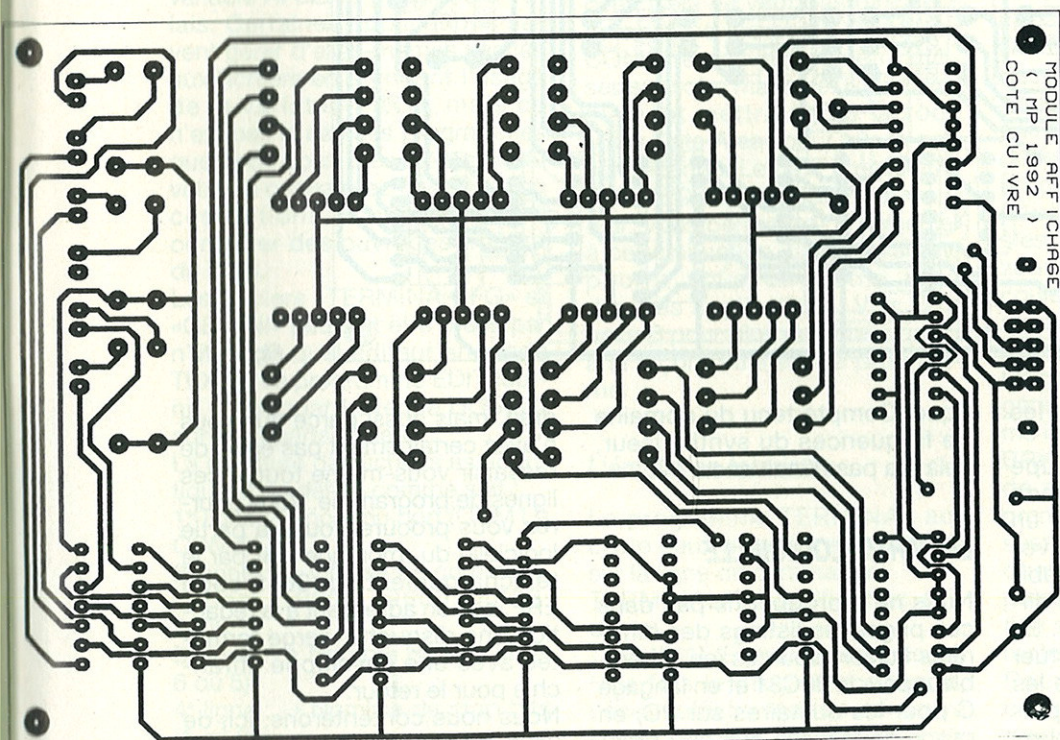


Figure 10

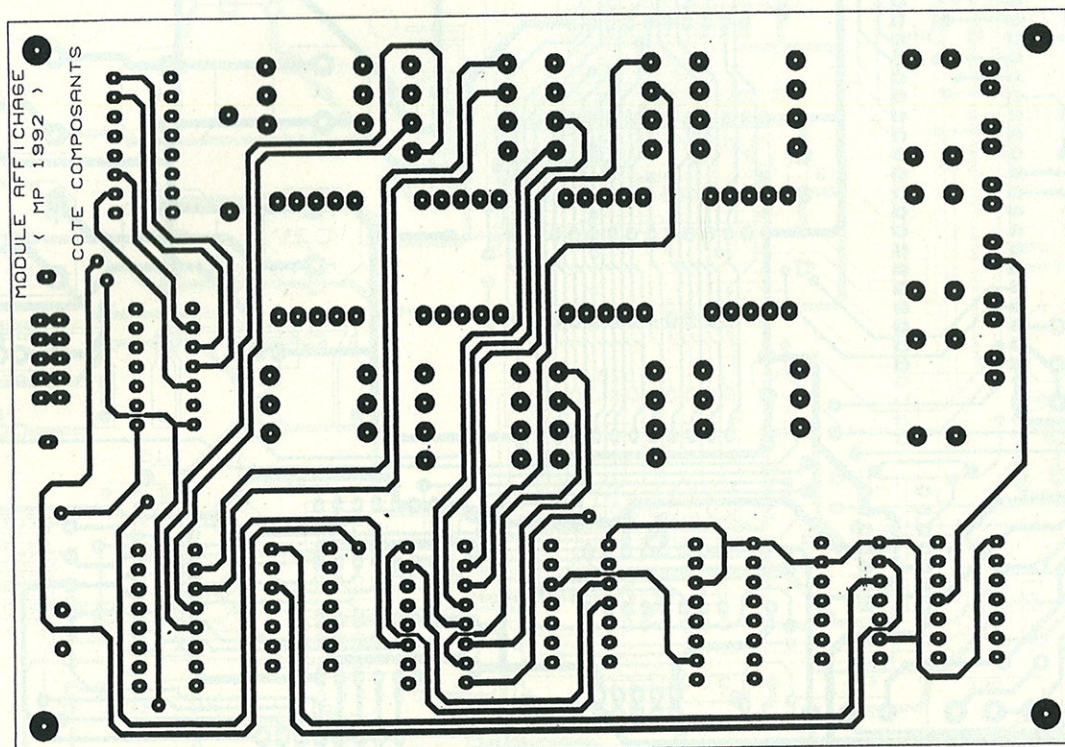


Figure 11

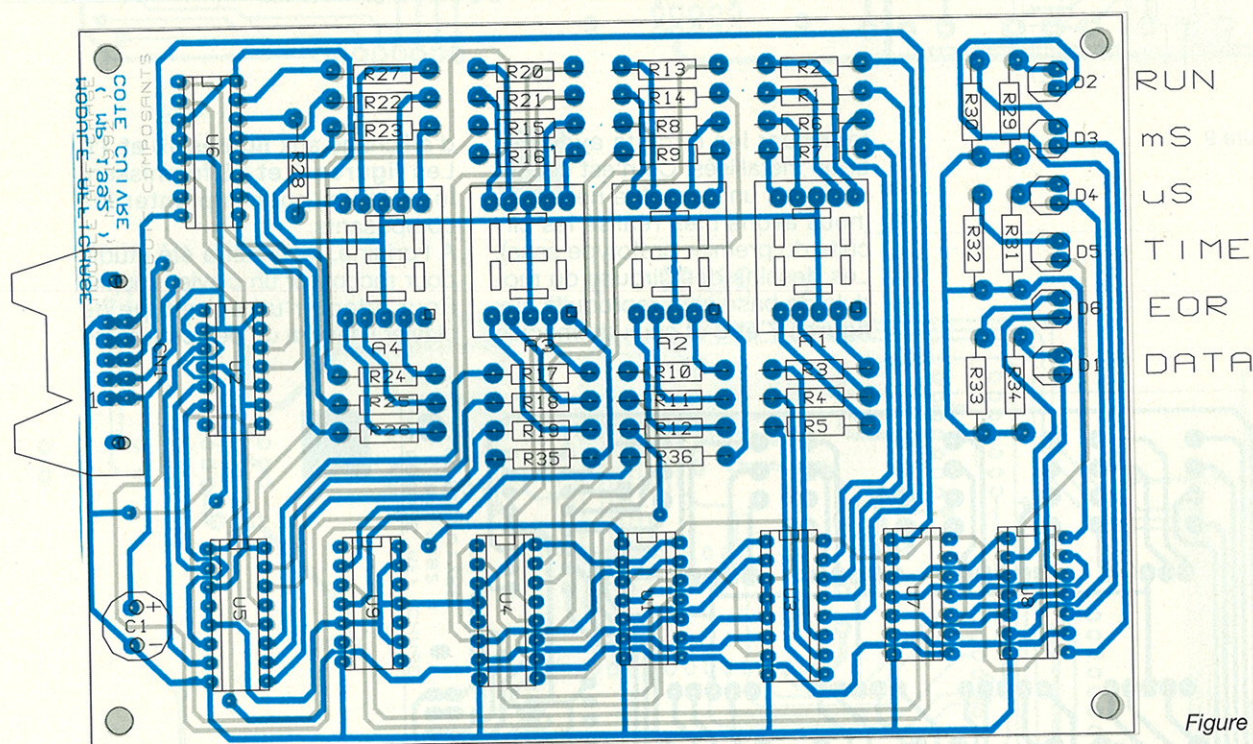


Figure 12

filles pour faire correspondre les lignes et les colonnes.

Le module d'affichage occupe pas mal de place sur la face avant. Il faudra donc prévoir un boîtier de dimensions relativement grandes pour faire cohabiter l'afficheur, le clavier et les différents éléments de réglage. En raison de la découpe à effectuer sur la face avant pour rendre les afficheurs visibles, il est plus prudent de choisir un boîtier en plas-

tique. Compte tenu du domaine de fréquences du synthétiseur, cela n'a pas d'incidence.

LA PARTIE LOGICIELLE

Nous ne reproduirons pas dans ces pages les listings des différents fichiers sources (en assembleur pour le 80C31 et en langage C pour les utilitaires sur PC) en raison de la place que cela pren-

dra, mais aussi parce que vous n'avez certainement pas envie de ressaisir vous-même toutes ces lignes de programme. Vous pourrez vous procurer toute la partie logicielle du montage soit par le téléchargement sur 3615 code ERP, soit en adressant à la rédaction une disquette vierge formattée avec une enveloppe affranchie pour le retour. Nous nous contenterons, ici, de vous indiquer comment utiliser le

synthétiseur et les programmes associés.

Les programmes pour communiquer avec le synthétiseur

L'auteur a écrit quelques utilitaires pour communiquer facilement avec le synthétiseur via un port série. Ces programmes ont été écrits en langage C (model SMALL), mixés avec des routines écrites en assembleur pour la gestion du port de communication par interruption. Les programmes proposés sont : **TERMINAL.EXE** qui est une émulation terminal très simple, **GBF.EXE** qui gère les transferts de fichiers et le lancement du synthétiseur.

Les paramètres de communication sont localisés dans un fichier de configuration. L'application **TERMINAL** utilise le fichier «**TERMINAL.CFG**» tandis que le programme **GBF** utilise le fichier «**GBF.INI**». Le fichier de configuration doit être présent dans le répertoire courant au moment du lancement du programme, ou bien être accessible dans l'un des répertoires précisés par la commande **APPEND** du DOS. La présence du répertoire voulu dans la variable **PATH** ne suffit pas ! En effet, la variable **PATH** n'est consultée par le DOS que pour l'appel d'un exécutable. Pour l'ouverture d'un fichier, c'est la variable **APPEND** qui prend le relais. Certaines applications savent gérer d'elles-mêmes l'accès aux fichiers en étendant l'usage de la variable **PATH**, mais ce n'est pas le cas des programmes que nous vous présentons ici. Si vous ne connaissez pas très bien ces notions, n'hésitez pas à consulter des ouvrages traitant du DOS.

Les fichiers «**TERMINAL.CFG**» et «**GBF.INI**» peuvent être créés par n'importe quel éditeur en mode TEXTE. Le programme **EDIT** fournit en standard avec le DOS 5.0 convient parfaitement.

La structure des fichiers est identique et se définit comme suit :

- 1^{re} ligne : → nom du port (COM1 à COM4)
- 2^e ligne : → Vitesse de communication (19200, 9600, 4800, 2400...)
- 3^e ligne : → Nombre de bits (8, 7, 6 ou 5)
- 4^e ligne : → Nombre de stop bits (1 ou 2)
- 5^e ligne : → parité utilisée (NONE,

ODD ou EVEN)

6^e ligne : → IRQ associé au port de communication (STANDARD, 4 ou 3)

Les lignes qui suivent étant ignorées, vous pouvez y placer des commentaires. La distinction entre majuscules et minuscules n'a pas d'importance.

Les paramètres de communication du synthétiseur, quant à eux, sont figés à :

4800 bauds, 8 bits, 1 stop bit, pas de parité (NONE).

Pour utiliser les programmes avec notre synthétiseur, vous devez donc créer les fichiers paramètres adéquats. Cela donne par exemple :

COM2

4800

8

1

NONE

IRQ = standard

Si les paramètres de communications sont incohérents, le programme vous le fera savoir. Certaines machines ne reconnaissent pas les ports de communication COM3 et COM4. Cette situation est due au BIOS de la machine qui n'est pas suffisamment récent. Les programmes présentés utilisent la zone de communication du BIOS appelée «Bios Data Area» pour trouver l'adresse de base des ports à utiliser. Dans ce cas, vous risquez d'obtenir le message «COMx non reconnu sur cette machine» si votre ordinateur n'est pas suffisamment récent. Cela ne veut pas dire pour autant que les ports COM3 ou COM4 ne peuvent pas être utilisés sur votre machine. Il faut simplement mettre à jour la zone «Bios Data Area» pour que le port soit reconnu. Le petit programme **FORCECOM**, proposé par l'auteur, vous permettra de remédier à cette situation. Ce programme pourra vous être utile pour d'autres applications. Voir l'annexe B pour plus de détails quant à la façon d'utiliser ce programme.

L'émulation terminale

Le programme **TERMINAL** accepte deux paramètres possibles sur la ligne de commande.

TERMINAL/? (signification évidente)

TERMINAL/E pour un écho local. Une fois le programme lancé, l'écran affiche tout ce qui arrive sur le port série. Tout ce que vous tapez au clavier est envoyé sur le

port série. La séquence «ALT Echap» (ou «ALT Escape») permet de sortir du programme. Aucun traitement n'est effectué sur les caractères qui entrent et qui sortent du port de communication. C'est donc une émulation terminale à l'état brut, mais c'est mieux que rien. Vous pouvez parfaitement utiliser cette émulation pour vous connecter sur un mini-ordinateur, sachant que les touches comme **BACKSPACE** et autres génèrent un écho qui n'est pas interprété.

Le programme GBF

Une fois le programme lancé apparaît le menu suivant :

Interface synthétiseur de signaux
BF (C) Morin Pascal 1993

- 1) Charger le contenu d'un fichier dans le synthétiseur
- 2) Enregistrer le contenu de la RAM du synthétiseur dans un fichier
- 3) Lancer le synthétiseur
- 4) Arrêt du synthétiseur
- 5) Définir la fin de RAM logique
- 6) Définir le temps entre chaque échantillon
- 7) Mode LOOP/ONEPASS
- 8) Lire les valeurs de EOR, TIME et LOOP
- 9) Effacer la RAM
- F) Sortir du programme

Les différentes options sont évidentes et le programme fournit tous les messages nécessaires à la compréhension des opérations. Après les options du menu apparaît la zone des messages. Cette zone affiche les messages de retour du synthétiseur. Le programme «**GBF.EXE**» n'effectue pas de contrôle sur les messages de retour. Il est donc utile de jeter un coup d'œil dans cette zone pour savoir si une commande s'est bien terminée. Notez que la zone des messages change de couleur pour indiquer que la communication est en cours avec le synthétiseur.

Le port de communication étant géré par interruption, le programme intercepte la séquence **CTRL-BRK** pour indiquer à l'utilisateur de sortir correctement du programme, sous peine de rendre le système instable (dès réception d'un caractère sur le port série puisque le gestionnaire interruption ne serait pas désinstallé correctement).

Pour l'option N°1, le fichier à charger dans la RAM du synthétiseur doit être au format **HEXA INTEL**. Le programme **GBF** trans-

met le contenu du fichier tel quel, sans effectuer de contrôle sur la validité du format. Si le contenu du fichier n'est pas correct, vous verrez défiler des messages d'erreurs dans la fenêtre des messages.

Lors de la saisie d'un nom de fichier, la fenêtre affichée est plus courte que la longueur de saisie possible. Le programme autorise la saisie d'un nom avec son répertoire (jusqu'à 127 caractères). Le contenu de la fenêtre défile en cours de saisie. Vous pouvez utiliser les flèches vers la gauche et vers la droite pour revenir sur le contenu de la zone de saisie. Pour effacer d'un coup le contenu de la zone de saisie, utilisez la touche ESC.

Les programmes pour convertir des fichiers au format HEXA INTEL

TTHX.EXE pour convertir un fichier texte ASCII en fichier HEXA INTEL

BINTOHEX.EXE pour convertir un fichier binaire en fichier HEXA INTEL

Le programme TTHX

Le programme s'appelle par la ligne de commande :

TTHX <fichier à convertir> [<fichier de destination>] [/ORG = xxxx]

Les paramètres entre crochets sont facultatifs. Si le nom du fichier de destination est omis de la ligne de commande, le programme prend le nom du fichier source et remplace son extension par «HEX».

Le paramètre ORG permet de décaler l'origine de l'adresse de départ (0 par défaut). Le nombre xxxx doit être en hexadécimal. Si les données à convertir dépassent l'adresse FFFFHexa, elles sont purement et simplement ignorées. Le programme indique toutefois un message d'erreur.

Le fichier à convertir contient la liste de toutes les valeurs qui formeront le fichier hexadécimal. Les valeurs peuvent être en ASCII décimal sur n'importe quelle longueur (par exemple : 00000001 ou aussi 1). Mais vous pouvez aussi préciser une valeur directement en hexadécimal en ajoutant le caractère H (ou h) devant. Les valeurs incohérentes seront remplacées par 0, sans message d'avertissement.

Les valeurs à convertir peuvent être séparées par le caractère «SPACE», le caractère «TAB» ou

encore par un retour à la ligne. N'importe quel éditeur de texte ASCII convient donc parfaitement pour créer le fichier source.

Voici l'exemple du contenu d'un fichier source avec toutes les possibilités évoquées :

```
001 02 3 4 5 6 7 8 9 H0A h0b 12 13 14 15
16 17 18 19 20 22
```

Le programme BINTOHEX

Le programme s'appelle par la ligne de commande :

BINTOHEX <fichier à convertir> [<fichier de destination>]

[/ORG=xxxx]

Les paramètres entre crochets sont facultatifs. Si le nom du fichier de destination est omis de la ligne de commande, le programme prend le nom du fichier source et remplace son extension par «HEX».

Le paramètre ORG permet de décaler l'origine de l'adresse de départ (0 par défaut). Le nombre xxxx doit être en hexadécimal. Si les données à convertir dépassent l'adresse FFFFHexa, elles sont purement et simplement ignorées. Le programme indique toutefois un message d'erreur.

Le fichier à convertir est traité dans son intégralité. Tous les caractères qui le composent seront transformés en hexadécimal. Le fichier à convertir pourra être issu d'une application que vous aurez créée pour calculer la valeur des échantillons. Le BASIC se prête d'ailleurs parfaitement bien à la réalisation d'une petite application pour calculer les points d'une courbe.

Les commandes reconnues par le synthétiseur (via émulation terminale)

Les commandes sont définies par une lettre unique, suivie d'un paramètre selon les cas.

1) La commande STOP : «S»

La commande STOP arrête le fonctionnement du synthétiseur pour passer en mode de commande.

2) La commande RUN : «R»

Cette commande lance le fonctionnement du synthétiseur. Dès que cette commande est prise en compte, seule la commande STOP sera reconnue. Pour accepter la commande RUN, la fin logique doit être définie (voir EOR).

3) La commande DOWNLOAD : «D»

Cette commande permet de lire le contenu de la RAM dans le format HEX INTEL. La commande peut être interrompue par l'envoi du caractère «Echap» (ESCAPE) ou en appuyant sur la touche STOP.

4) La commande TIME : «Txxxx»

Cette commande permet de préciser le temps entre échantillons (base 50 µs). Le nombre à indiquer doit être hexadécimal sinon le synthétiseur retourne un message d'erreur.

5) La commande EOR (fin de RAM) : «Exxxx»

Cette commande permet de définir la fin logique de la RAM, c'est-à-dire l'adresse du dernier échantillon à prendre en compte.

Tant que la fin logique de l'espace RAM à utiliser n'est pas défini, le synthétiseur refuse de démarrer.

6) La commande LOOP : «L»

Cette commande arme le mode LOOP. Dans ce mode, le synthétiseur repasse à l'adresse 0 une fois le dernier échantillon atteint. Le mode LOOP est le mode actif par défaut à la mise sous tension.

7) La commande ONEPASS : «O»

Cette commande annule le mode LOOP. Une fois la fin logique de RAM atteinte, le synthétiseur s'arrête et passe en mode de commande.

8) La commande CLEAR RAM : «C»

Cette commande efface le contenu de la RAM. Cette commande annule la définition de EOR. Il faudra donc redéfinir la fin logique de l'espace RAM pour lancer à nouveau le synthétiseur.

9) La commande INFO : «I»

Cette commande retourne la valeur de EOR et TIME.

10) La commande HELP : «?»

Cette commande rappelle brièvement la syntaxe des commandes.

11) Ecriture en RAM «:» (début de trame format HEX INTEL).

Pour écrire la valeur des échantillons en RAM il faut envoyer au synthétiseur une ligne au format HEXADECIMAL INTEL. La trame doit être envoyée dans son entier (avec CHECKSUM) sinon le synthétiseur retourne un message d'erreur, bien que les données soient transférées en RAM. Le format hexadécimal INTEL est rappelé en «Annexe A» dans cet article.

Comment utiliser le synthétiseur à partir du clavier

Remarque importante quant à l'utilisation du clavier lorsque le synthétiseur est en mode RUN :

Le clavier est géré par le micro-contrôleur à l'aide d'une routine d'interruption de même niveau que le TIMER 0. Ceci signifie que l'usage du clavier en mode RUN est bloquant pour le fonctionnement du synthétiseur. Dans ce mode, le clavier ne devrait être utilisé que pour la commande STOP. Dans le cas contraire, il faut savoir que le fonctionnement du synthétiseur ne se poursuivra que lorsque la touche clavier sera relâchée.

Vous pouvez changer cet état de choses en modifiant l'attribution du contenu du registre IP lors de la phase d'initialisation du micro-contrôleur. Il vous suffit de placer le bit correspondant au TIMER0 à

1. Ce niveau de priorité n'a pas été retenu par l'auteur car, dans ce cas, la commande STOP n'est pas prise en compte systématiquement, à moins de sauvegarder tous les registres utilisés par la routine du TIMER0. Dans ce cas, il faut augmenter la taille de la pile (au détriment de l'espace RAM interne disponible). Dans la version actuelle du synthétiseur l'agrandissement de la pile n'est pas une difficulté.

Après la mise sous tension ou après l'exécution de la commande STOP, le synthétiseur se place en mode d'attente. L'afficheur indique alors «0».

Pour modifier les différents paramètres de fonctionnement du générateur, il faut utiliser la touche «NIVEAU».

Voici l'ordre de progression pour chaque appui sur la touche niveau :

Action	variable modifiable	contenu de l'affichage	exemple affichage
	(attente de commande)	"_ 0"	
NIVEAU	pointeur espace RAM	contenu du pointeur en décimal	"2047"
NIVEAU	DATA à l'adresse du pointeur	valeur de la donnée en décimal	"255"
NIVEAU	EOR (fin logique espace RAM)	valeur de l'EOR en décimal	"1000"
NIVEAU	TIME (temps entre chaque échantillon)	poids faible de TIME en décimal	"4567"
NIVEAU	mode LOOP ou ONEPASS	affiche 1 pour LOOP affiche 0 pour ONEPASS	"_ 1" "_ 0"
NIVEAU	accès à la commande CLEAR RAM	"_ c"	
NIVEAU	accès à la commande DOWNLOAD	"_]]"	
NIVEAU	(retour au niveau 0)	"_ 0"	

avec la touche «ENTREE» on peut continuer de la modifier, tant qu'on n'a pas changé de niveau. Ceci est utile après un message d'erreur.

Il faut absolument enregistrer les modifications avant de changer de niveau. Les données présentes sur l'afficheur reflètent la saisie, mais par forcément le contenu de la variable. Si vous appuyez sur «NIVEAU» sans avoir appuyé sur «ENTREE», vous perdrez les modifications en cours. Le pointeur sur l'espace RAM est la prochaine adresse qui sera utilisée pour modifier les données, dès le niveau suivant.

Les données saisies au clavier sont introduites par la droite à l'afficheur et entraînent un décalage des autres données vers la gauche. Ceci permet d'effectuer les saisies clavier aussi naturellement que sur une calculatrice.

Une fois passé au niveau de modification des données, le pointeur est incrémenté par la touche «->» et décrétementé par la touche «<-». Chaque fois que le pointeur progresse, il est affiché pendant une demi-seconde avant d'afficher la donnée pointée.

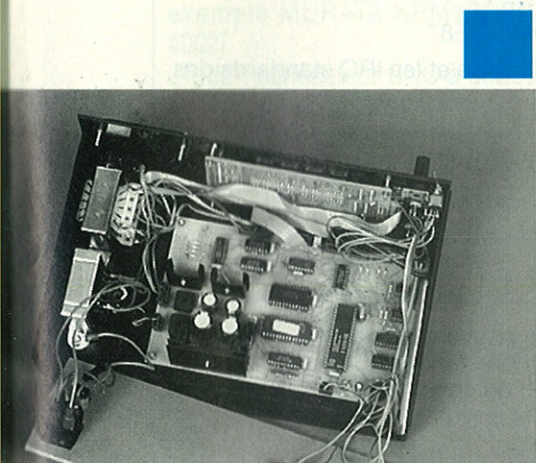
Le fait de valider le contenu d'une case mémoire par la touche «ENTREE» ne fait pas progresser le pointeur.

Si vous souhaitez modifier une case mémoire relativement distante de celle pointée actuellement, il sera plus simple de repasser par le niveau 0 pour aller modifier le pointeur.

Lors de la saisie du contenu de la variable TIME, la valeur à saisir s'exprime en μ s. La partie visible à l'affichage correspond au poids faible. Pour visualiser le poids fort, utilisez la touche «<-». L'afficheur maintiendra les 3 digits du poids fort pendant une demi-seconde. Vous pouvez répéter cette opération autant de fois que vous le souhaitez, tant que vous êtes dans le niveau de changement de la variable TIME.

La modification du mode LOOP ou ONEPASS est relativement simple. Appuyez sur 1 puis «ENTREE» pour activer le mode LOOP. Appuyez sur 0 puis «ENTREE» pour activer le mode ONEPASS.

Pour la commande CLEAR RAM, une fois le niveau atteint, l'afficheur contient «_c». Appuyez sur «ENTREE» pour que la commande soit prise en compte. Après exécution de la commande, le synthétiseur repasse au niveau 0 sans accéder à la commande



Quel que soit le niveau atteint, la touche «ENTREE» permet d'enregistrer la saisie clavier. Une vérification des limites est effectuée selon la nature du paramètre à saisir, et un message d'erreur est affiché si nécessaire. Un message d'erreur se compose d'un chiffre situé entre deux crochets, comme suit : «[01]». Un message clair est aussi envoyé sur le port série. La touche «ENTREE» ne fait pas progresser le niveau. Après avoir validé une donnée

DOWNLOAD. Pour accéder quand même à la commande DOWNLOAD (ce qui ne présente pas d'intérêt puisque le contenu de la RAM est à 0) il suffit de repasser par tous les niveaux sans valider CLEAR RAM.

La commande DOWNLOAD est la dernière commande accessible à partir du clavier. Une fois le niveau atteint l'afficheur contient «-]]. Appuyez sur «ENTREE» pour que la commande soit prise en compte. En cours d'exécution de la commande l'afficheur se transforme en «]]]]. L'exécution de la commande peut être interrompue par la touche STOP, ou par la réception du caractère ESCAPE (1BHexa) sur le port série. Une fois la commande exécutée le synthétiseur repasse de lui-même au niveau 0.

P. Morin

Rappelons que les différents logiciels (et dump) sont disponibles sur notre serveur 3615 ERP.

Affichage	Signification
[01]	Fin logique des échantillons non définie (EOR). Impossible de lancer le synthétiseur.
[02]	Dépasse l'adresse de fin de la RAM
[03]	Valeur 0 impossible pour la variable TIME
[04]	Fin des échantillons impossible en 0.
[05]	La valeur saisie dépasse 255 (limite 8 bits)
[06]	La valeur saisie dépasse 65535 (limite 16 bits)

Liste des codes d'erreurs pouvant être obtenus

ANNEXE A Détails du format HEXA INTEL

Le format Hexadécimal INTEL est un format Texte composé de trames définies comme suit (tous les champs sont en hexadécimal à l'exception du 1^{er}) :

[:] [xx] [xxxx] [xx] [xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx] [xx]

Le premier champ est toujours constitué du caractère ':'

Le deuxième champ est le nombre de données que contient la trame en hexadécimal (8 bits).

Le troisième champ est l'adresse de départ de la trame en hexadécimal (16 bits).

Le quatrième champ indique la nature de la trame : 00 pour une trame DATA, 01 pour une trame EOF (fin).

Le cinquième champ est l'ensemble des données.

Le sixième champ est la somme de contrôle calculée sur 8 bits. Elle tient compte des champs 2, 3 et 4. La somme de contrôle ajoutée aux champs 2 à 4 doit donner le résultat 0, sur 8 bits (ne pas tenir compte des retenues).

Par exemple pour placer en mémoire, à partir de l'adresse 10Hexa, la suite des nombres de 1 à 16 cela donne :

∴ 100010000102030405060708090A0B0C0D0E0F1058

: 00000001FF

Remarque : La dernière ligne indique que la fin de fichier est atteinte.

NOMENCLATURE

Résistances

R1 à R36 : 120 Ω 1/2 W.
R37, R38, R39, R45 : 47 kΩ 1/4 W.
R40 : 1 kΩ 1/4 W.
R41, R42 : 2,2 kΩ 1/4 W.
R43 : 2,7 kΩ 1/4 W.
R44, R46, R47, R48, R49, R51 : 10 kΩ 1/4 W.
R50 : Réseau résistif SIL (L9-15), 8 résistances 10 kΩ.
R52, R53 : 4,7 kΩ 1/2 W.
R54 : 100 kΩ 1/4 W.
R55 : 4,7 Ω 1/2 W.

Condensateurs

C1 : 47 µF/16 V radial
C2, C3 : 1000 µF/25 V radial
C4, C5 : 2200 µF/25 V radial
C6, C7 : 33pF
C8, C9, C10, C11, C12, C14, C15, C16 : 100 nF
C13 : 10 µF/16 V radial

ANNEXE B Utilisation du programme FORCECOM

La syntaxe du programme FORCECOM est relativement simple :

FORCECOM <N° du port> <Adresse de Base en Hexadécimal>

Par exemple, pour déclarer le port COM3 cela donne la ligne de commande suivante :

FORCECOM 3 3E8

A titre indicatif voici les adresses de base et les IRQ standards des ports COM1 à COM4 :

COM1	3F8	IRQ4
COM2	2F8	IRQ3
COM3	3E8	IRQ4
COM4	2E8	IRQ3

Certaines cartes de communication peuvent se placer à des adresses différentes avec des IRQ non standards, mais là, il faudra regarder dans la documentation du constructeur.

Semiconducteurs

D1, D2, D3, D4, D5, D6 : diodes LED rouges Ø5 mm.

D7 : 1N4148.

DD1, DD2 : pont de diodes BR32 ou équivalent.

Q1 : TIP32 + Dissipateur thermique 9°C/W (par exemple SHAFFNER WA 337-50,8)

Circuits intégrés

REG1 : LM7805.

REG2 : LM7812.

REG3 : LM7912.

U1, U2, U7, U14 : 74LS164.

U3, U4, U5, U6 : 7447.

U8, U9 : 7407.

U10, U11 : TL082.

U12 : 4051.

U13 : 7408.

U15 : 75188.

U16 : 75189.

U17 : AD557.

U18 : 80C31.

U19 : 74HCT373.

U20 : RAM 6116 (250ns).

U21 : 27C64.

U22 : 74LS04.

A1, A2, A3, A4 : TIL321 (ou HSDP-5501 mais avec des résistances 330 Ω)

Divers

CN1 : Connecteur 10 points, coudé, à souder sur CI (par exemple 3M 3662-5002J).

CN2, CN3 : Connecteur 10 points, droit, à souder sur CI (par exemple 3M 3662-6002J)

2 connecteurs 10 points à sertir, pour réaliser le câble vers module d'afficheur, (par exemple 3M 3473-6000).

F1 : fusible 0,5A (5 x 20 mm) + porte fusible à monter en façade.

HP1 : Buzzer Piézo-électrique (par exemple MURATA KPM13EPP-4002).

J1, J2 : connecteur BNC à souder et à monter en façade.

S1, S3 : Interrupteurs unipolaires.

S2 : Bouton poussoir.

SW SECTEUR : Interrupteur bipolaire (220 VAC) à monter en façade.

T1 : Transformateur 2X12V, 9VA.

T2 : Transformateur 9V, 9VA.

Y1 : Quartz 12 MHz.

1 boîtier, par exemple : TOLERIE PLASTIQUE REF : GA1.

1 clavier 16 touches, par exemple : LUCAS 627035-003.

NOUVEAU

Coffrets entièrement métalliques pratiques et design

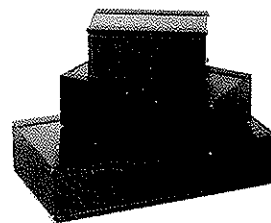
Série PR :

PR160 : 104 x 75 x 160

PR220 : 195 x 75 x 120

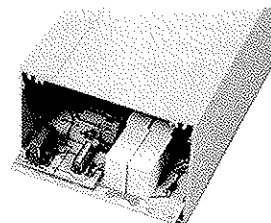
PR230 : 145 x 75 x 230

PR330 : 145 x 75 x 330



Autres dimensions sur demande

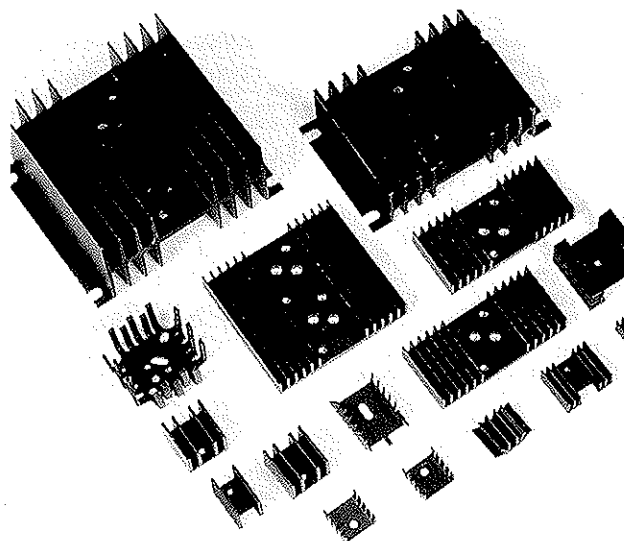
Positionnement du circuit par glissières



Deux couleurs au choix,
en standard - anodisé noir
en option - anodisé tricolore

Toujours
disponible :
**LES TRANSFORMATEURS
TORIQUES**

UNE GAMME COMPLÈTE DE DISSIPATEURS



POUR LE REFROIDISSEMENT DE VOS SEMI-CONDUCTEURS

Cochez les mentions qui vous intéressent

☐ Coffrets ☐ Dissipateurs ☐ Toriques



Bureaux : **30, rue Moxouris**
78150 LE CHESNAY
Fax : **33 (1) 39.54.48.90**

ERP 5/93

IDDM Documentation sur demande contre 3 timbres à 2,50 F