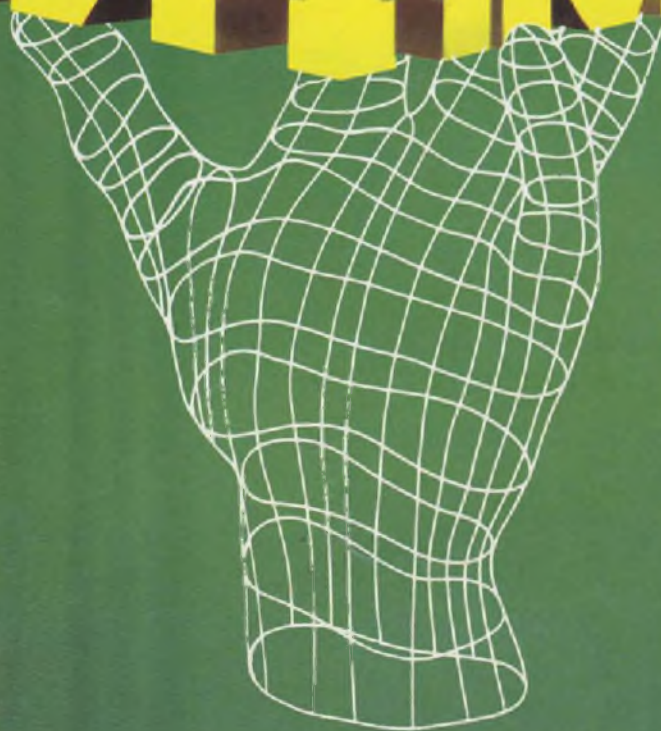


# HOBBYTRONIC



**NOUVEAU MENSUEL  
D'APPLICATIONS  
ELECTRONIQUES**

N°21 - NOVEMBRE 1992 - 15,00 F

DOMESTIQUE



ALIMENTATION



MODELISME



HOBBYTHEQUE

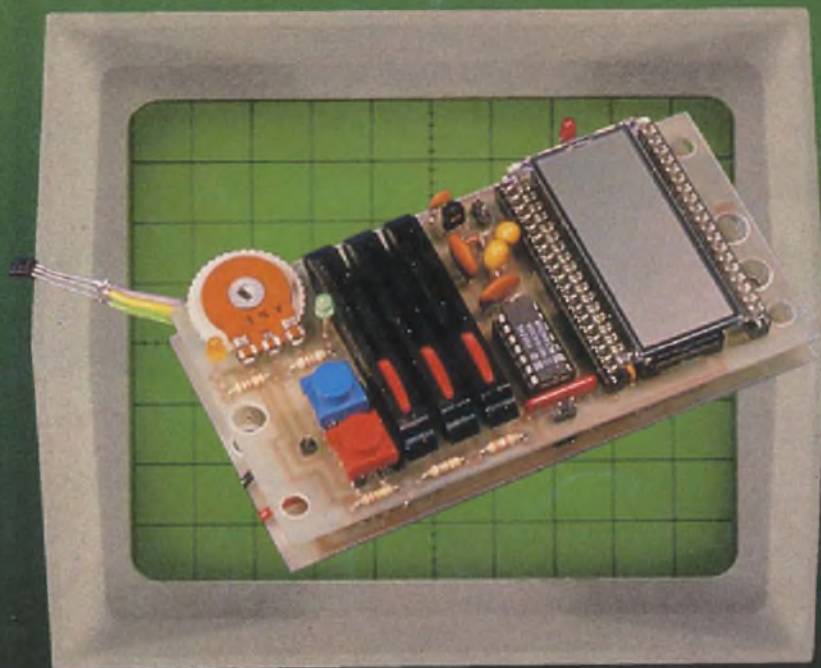


VIDEO

LUMIERES



EMISSION-RECEPTION



VOITURE-MOTO



MESURE

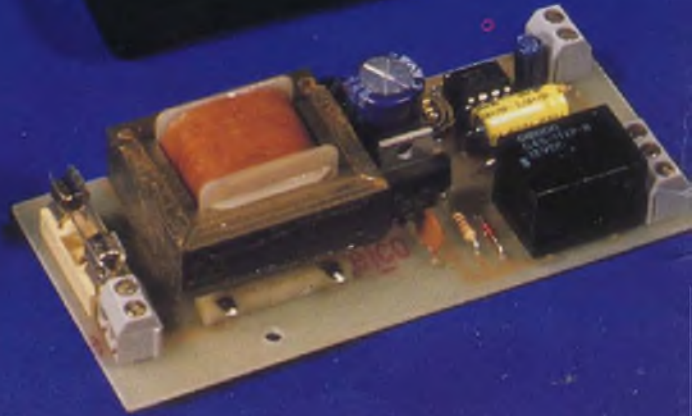
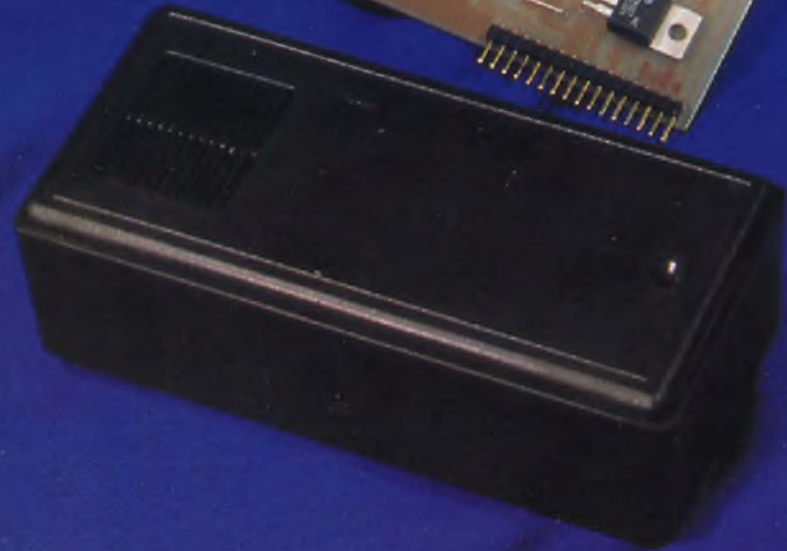
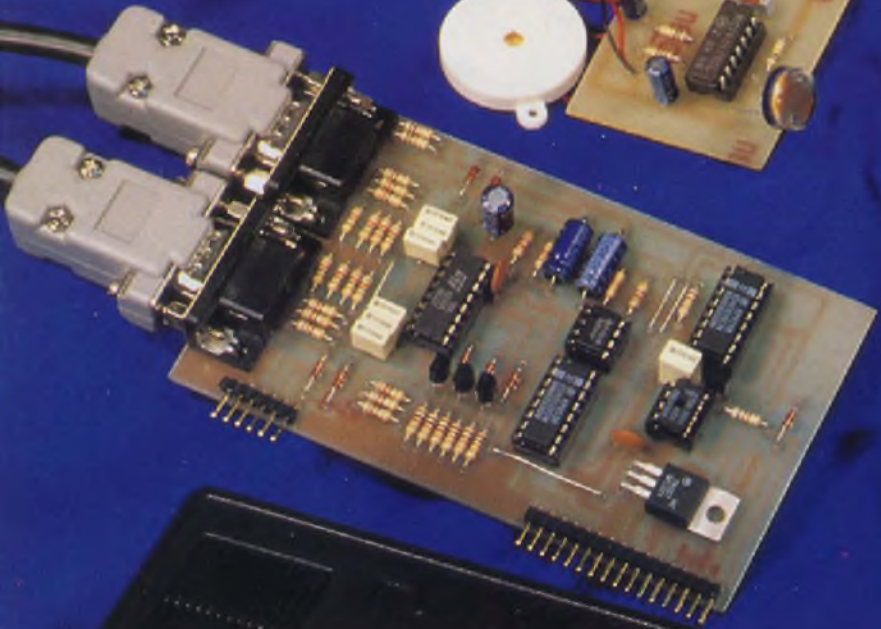
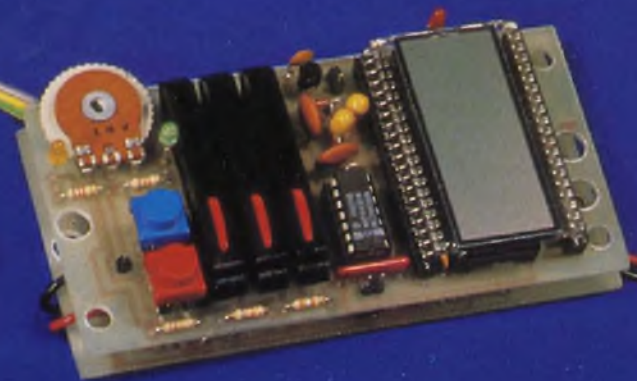
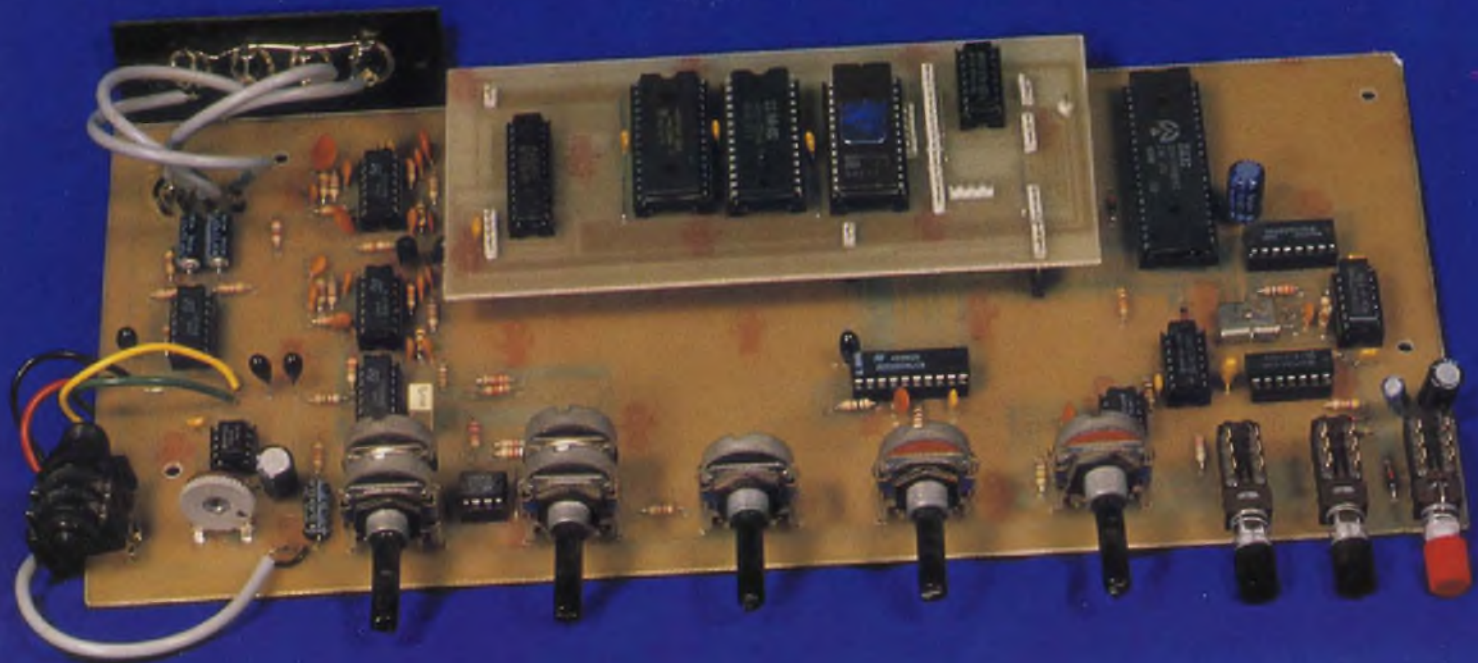


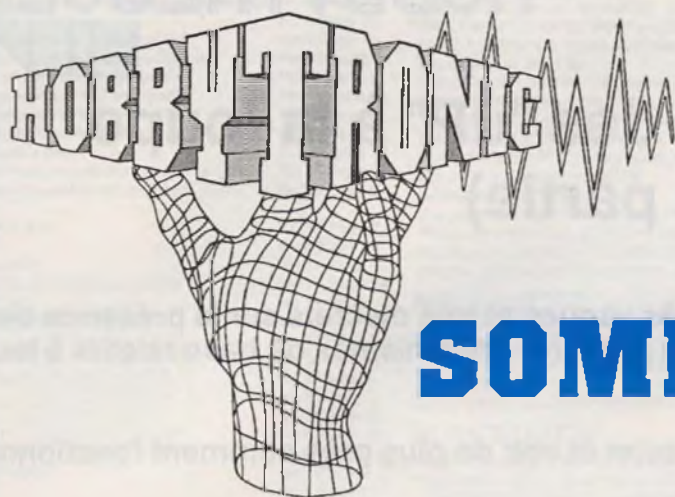
SONORISATION



M 4443 - 21 - 15,00 F







# SOMMAIRE

Initiation aux micro-processeurs:  
**Programmation des uP à la loupe (3 ème partie) . . . . . 2**

Commutation rapide de signaux RVB: trois circuits intégrés  
qui en font leur affaire:  
**Les TEA5114A, TEA5115 et TEA5116 . . . . . 12**

Pour tout savoir sur le bon équilibre de votre chaîne ou de  
votre sono :  
**Pour vos enceintes acoustiques : L'option kit . . . . . 19**

Truquage de voix: la solution du Chef:  
**Truqueur digital (1ère partie) . . . . . 34**

Commutateur péritel automatique multi-voies: 2 ordinateurs?  
c'est possible !  
**Une carte auxiliaire double RVB . . . . . 37**

Halte aux ouvertures de tiroir intempestives:  
**Une alarme de tiroir à buzzer . . . . . 42**

Préparez-vous un hiver chaud et douillet :  
**Deux thermostats télé-pilotés 3 consignes . . . . . 45**

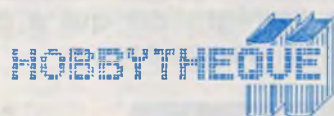
Complément indispensable de l'un des thermostat:  
**Télé-pilotage par détection d'intensité . . . . . 51**

En pages centrales détachables: Les circuits imprimés...

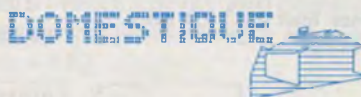
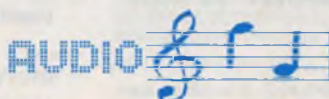
Sommaire permanent . . . . . 55

Pour vous abonner, rendez-vous en page . . . . . 56

## NOS FICHES TECHNIQUES



## NOS REALISATIONS PRATIQUES



# La programmation des "uP" à la loupe (3ème partie)

Si les deux premiers articles étaient restés très vagues et très discrets sur la présence des microprocesseurs, c'est qu'il fallait mettre en place les mécanismes de base relatifs à leur fonctionnement.

Ce mois-ci, nous allons entrer dans le vif du sujet et voir de plus près comment fonctionne réellement ce type de composants.

Ce n'est pas sorcier puisque leur structure repose uniquement sur les principes même de la logique. Il serait d'ailleurs possible de recréer un microprocesseur en partant uniquement de portes TTL ou CMOS. Je vous laisse cependant imaginer la taille d'une telle carte. C'est le miracle de l'intégration qui a permis la parution de ce genre de composants et la puissance qui en découle.

## Exercices

Voici une étape dans ces articles qui doit maintenant vous être familière. Mais avant de continuer, il est bon de signaler la présence de deux coquilles qui se sont glissées dans les énoncés et dans les réponses des exercices du mois précédent.

Pour les exercices 1 et 2, à la place de 00001000 = ??? (3ème question), il fallait lire 01000000 = ??? ce qui correspondait bien aux 64 et 40 qui étaient donnés dans les réponses. A la question imprimée, la réponse était 8 dans les deux cas (ce qui ne présentait pas beaucoup d'intérêt).

Pour l'exercice 3, certaines réponses se sont vues abrégées puisqu'elles ne comportaient plus que 7 bits au lieu des 8 nécessaires. Ainsi pour 175 la réponse était 1010111 alors qu'il fallait lire 10101111 et pour 252 la réponse était 1111100 alors qu'il fallait lire 11111100.

Ces quatre erreurs (indépendantes de notre volonté) mettent une fois de plus en évidence les difficultés qui sont liées à la représentation binaire. Cette parenthèse étant refermée, nous remercions les lecteurs qui n'ont pas hésité à nous communiquer ces bévues. Si la machine ne se trompe pas, c'est par contre l'homme qui a ses limites.

Passons maintenant aux choses sérieuses de ce mois-ci (en espérant que le même genre de "gag" ne se reproduise pas).

Pour tous les exercices qui suivent, les calculs seront effectués sur 8 bits.

Exercice 1: Addition de deux nombres binaires

$$\begin{aligned} 01011010 + 10010010 &= ??? \\ 10010110 + 00101010 &= ??? \\ 00001000 + 11001000 &= ??? \\ 11011100 + 11011100 &= ??? \end{aligned}$$

Exercice 2: Addition de deux nombres hexadécimaux

$$\begin{aligned} 45 + 3C &= ??? \\ 88 + 55 &= ??? \\ C0 + 63 &= ??? \\ 39 + BE &= ??? \end{aligned}$$

Exercice 3: Soustraction de deux nombres binaires

$$\begin{aligned} 01011010 - 10010010 &= ??? \\ 10010110 - 00101010 &= ??? \\ 00001000 - 11001000 &= ??? \\ 11011100 - 11011100 &= ??? \end{aligned}$$

Exercice 4: Soustraction de deux nombres hexadécimaux

$$\begin{aligned} 45 - 3C &= ??? \\ 88 - 55 &= ??? \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C0 - 63 &= ??? \\ 39 - BE &= ??? \end{aligned}$$

Exercice 5: Conversion d'un nombre hexadécimal en négatif signé, en complément à 1 et en complément à 2

$$\begin{aligned} 12 &= \text{????, ????}, \text{????} \\ 25 &= \text{????, ????}, \text{????} \\ 3A &= \text{????, ????}, \text{????} \\ 6C &= \text{????, ????}, \text{????} \end{aligned}$$

Exercice 6: Valeur négative d'un nombre hexadécimal

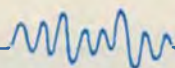
$$\begin{aligned} CA &= \text{????} \\ FE &= \text{????} \\ 85 &= \text{????} \\ 9C &= \text{????} \end{aligned}$$

Exercice 7: Fonctions logiques de deux nombres hexadécimaux (OU, ET, OU exclusif)

$$\begin{aligned} 45 \# 3C &= \text{???}, \text{???}, \text{???} \\ 88 \# 55 &= \text{???}, \text{???}, \text{???} \\ C0 \# 63 &= \text{???}, \text{???}, \text{???} \\ 39 \# BE &= \text{???}, \text{???}, \text{???} \end{aligned}$$

Réponses:

Exercice 1: 11101100 / 11000000 / 11010000 / 10111000 (\*)  
Exercice 2: 81 / DD / 23 (\*) / F7  
Exercice 3: 11001000 (\*) / 01101100 / 01000000 (\*) / 00000000  
Exercice 4: 09 / 33 / 5D / 7B (\*)  
Exercice 5: 92, ED, EE / A5, DA, DB / BA, C5, C6 / EC, 93, 94



Exercice 6 : -36 / - 02 / -7B / -64

Exercice 7 : 7D, 04, 79 / DD, 00, DD / E3,  
40, A3 / BF, 38, 87

(\*) : Les réponses suivies d'une étoile sont fausses car leur représentation sur 8 bits fait abstraction de la retenue qui se trouve positionnée à la fin de l'opération. Avec la retenue à 1, la réponse devient exacte.

Bravo! Si vous n'avez commis aucune erreur, vous êtes les champions du calcul mathématique sur microprocesseurs.

Certains d'entre-vous ont pu se demander pourquoi avoir fait appel aux notions de compléments à 1 et de compléments à 2. Il faut savoir que sur certains microprocesseurs la soustraction n'existe pas (Cas du 8048 par exemple). Pour effectuer cette opération, l'utilisation des compléments est dans ce cas bien pratique.

D'autres ont pu se demander pourquoi il n'a pas été fait mention de la multiplication et de la division. Ces deux types d'opérations sont propres à certains microprocesseurs et très rarement rencontrés sur des microprocesseurs 8 bits.

Pour résoudre tous ces types d'opérations, des exemples précis seront donnés plus tard ainsi que quelques astuces afin d'effectuer plus rapidement certains calculs.

Mais pour y arriver, il importe d'avoir compris comment fonctionne en interne, et avec le monde environnant, un microprocesseur ainsi que le déroulement de certaines instructions.

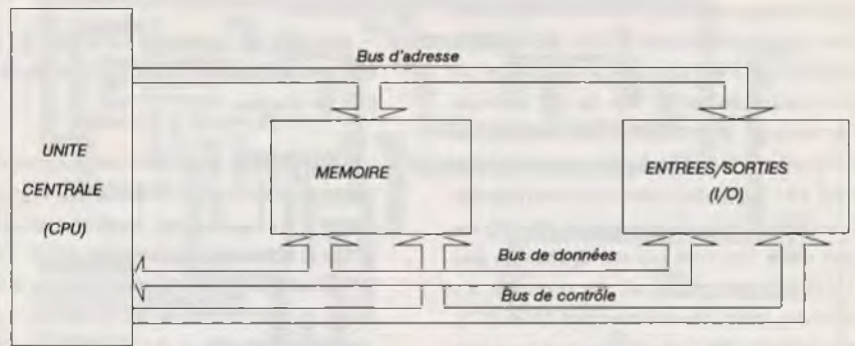
## Structure d'un microprocesseur

Avant d'aller plus loin, il est nécessaire de connaître la structure d'un ordinateur type.

Celle-ci est très simple et peut être représentée comme en haut de page.

Un ordinateur typique est constitué par:

- Une unité centrale (CPU ou Central Processor Unit)
- Une mémoire
- Des entrées / sorties (I / O ou Input/Output)



La mémoire sert comme emplacement pour stocker les instructions (informations qui gèrent l'activité de l'unité centrale) et les données (informations qui sont traitées ou calculées par l'unité centrale). L'ensemble des instructions stockées en mémoire s'appelle un programme. L'unité centrale lit chaque instruction dans la mémoire dans un ordre logique déterminé et l'utilise pour lancer un traitement. Si la séquence de programme est cohérente et logique, l'exécution du programme produira des résultats cohérents et utilisables.

La mémoire est aussi utilisée pour contenir les données traitées, tout comme les instructions qui orientent ces traitements. Le programme doit être organisé de telle sorte que l'unité centrale ne doit pas trouver une donnée quand elle espère voir une instruction (elle n'est pas capable de faire la différence entre les deux puisque ce sont des informations binaires uniquement. C'est le programmeur qui fixe le rôle de chaque information). La CPU doit pouvoir accéder rapidement à toutes les données stockées en mémoire. Mais il arrive souvent que la mémoire n'est pas suffisamment grande pour pouvoir contenir l'intégralité des informations utiles pour une application. Ce problème peut être résolu en équipant le système d'un ou de plusieurs ports d'entrée. L'unité centrale doit pouvoir accéder à ces ports d'entrée et lire les données qui y sont contenues. L'ajout de ces ports d'entrée permet au calculateur de recevoir des informations d'un équipement extérieur (comme un lecteur de disquette ou un clavier) à des vitesses élevées et en grande quantité.

Un ordinateur nécessite également des ports de sorties pour permettre à l'unité centrale de communiquer les résultats de ses calculs vers le monde extérieur (Ecrans, imprimantes, lecteurs de disquettes etc...) ou vers un autre système de traitement (ligne d'assemblage automatisée par exemple).

L'unité centrale unifie le système. Elle contrôle les fonctions réalisées par les autres composants. La CPU doit être capable de lire une instruction dans la mémoire, de décoder son contenu binaire et de l'exécuter. Elle doit aussi être capable d'accéder à la mémoire et aux ports d'entrée/sortie quand cela est nécessaire lors de l'exécution d'une instruction. De plus, l'unité centrale doit être capable de répondre à certains signaux de contrôle externes comme les interruptions ou les demandes de mise en attente.

Pour pouvoir réaliser toutes ces fonctions, il faut de l'ordre et de la méthode. Première chose, il a été question de mémoire qui contient un programme et des données ainsi que de ports d'entrée/sortie. Le programme est constitué d'une série d'instructions que l'unité centrale doit pouvoir retrouver de manière logique (et sans erreur de préférence). Cela veut donc dire que tout doit être rangé impeccablement ou plus exactement que chaque information doit être logée de manière précise. Au terme logé s'associe naturellement le terme habiter et qui dit habiter, dit nécessairement adresse. Pour pouvoir retrouver rapidement chaque information, il importe donc de disposer d'un bus d'adresse.

Ne sautez pas au plafond, j'ai parlé d'un bus et pas d'un autocar! Pas besoin d'avoir le permis D pour jouer avec les microprocesseurs. En informatique, un bus est constitué d'un ensemble de lignes électriques parallèles dont chacune se voit allouer une fonction (l'adressage par exemple dans le cas d'un bus d'adresse) et un poids binaire. Si à une information binaire de 8 bits étaient associés les bits b0 à b7, de la même manière, à une adresse de 8 bits seront associés les éléments A0 à A7. Au niveau du bus, à l'élément A0, correspondra la ligne A0, à l'élément A1 la ligne A1 etc, etc...

Ainsi avec un bus d'adresse de 8 bits, il sera possible d'accéder à 256 adresses



différentes ce qui est relativement peu. Sur des microprocesseurs 8 bits (6800, Z80, 8085, etc.), il n'est pas rare de rencontrer un bus d'adresse de 16 bits ce qui autorise l'adressage de 65536 cases mémoires différentes. Ce chiffre est plus couramment noté 64K pour des raisons de simplicité d'écritures. En informatique, le Kilo (K) est une unité courante qui ne représente pas 1000 comme on serait en droit de s'y attendre mais très exactement 1024 ( $2^{10}$ ). Il faut traiter des valeurs binaires avec des représentants binaires si on veut simplifier la représentation.

Comme l'adressage est géré uniquement par l'unité centrale, le sens de transit de l'adresse va uniquement de la CPU vers les mémoires et les entrées/sorties. Ce bus est donc un bus unidirectionnel.

Quand l'adresse a été sélectionnée, la donnée peut donc circuler soit de la CPU vers la mémoire, soit de la mémoire vers la CPU. Comme on peut s'en douter c'est le bus de donnée qui va remplir cette fonction. Deux cas peuvent se présenter. A la notion de lecture de donnée peut être associé un bus de lecture et à celle d'écriture un bus d'écriture. Ce concept se rencontre en particulier sur les mémoires dynamiques qui comportent un signal DI (Data In) et un signal DO (Data Out). Cependant, concevoir deux bus de données est relativement fastidieux, encombrant et gourmand en nombre de pattes. C'est pour cette raison qu'il est plutôt fait appel à un bus unique qui supporte les deux sens de transit des données. Ce type de bus est appelé bi-directionnel.

C'est la taille du bus de donnée qui va définir la capacité de traitement du microprocesseur. Ainsi un microprocesseur de 8 bits sera caractérisé par un bus de donnée de 8 bits généralement noté D0 à D7. Profitons de cette explication pour lever une erreur qui a souvent été commise. Le 8088 qui est le microprocesseur qui équipait les machines de type XT est un processeur 8 bits et non pas un processeur 16 bits comme voulaient bien l'indiquer bon nombre de vendeurs informatiques. L'architecture interne (qui est effectivement structurée sur 16 bits puisque inspirée par celle du 8086) ne doit en aucune manière influencer le concepteur de cartes à microprocesseurs. La capacité mémoire est définie par deux grandeurs:

- sa hauteur qui est le nombre d'adresses possibles, imposée par la taille du bus

d'adresse

- et sa largeur (grandeur de la donnée qui doit y être stockée) imposée par la taille du bus de donnée.

Même si le 8088 s'amuse en interne à reconstruire une information sur 16 bits, l'accès sur le monde extérieur s'opère grâce à 8 broches notées par INTEL D0 à D7. C'est bien d'un microprocesseur 8 bits qu'il s'agit comme le précise très clairement d'ailleurs INTEL dans sa Data Sheet. Comme quoi les exigences commerciales peuvent parfois fausser honteusement les données techniques!

Mais reprenons nos explications. Les processeurs du type 6800, Z80, etc. sont capables d'accéder directement à une mémoire de 64K octets. (16 lignes d'adresses, 8 lignes de données). Un 8088 est capable d'accéder à une mémoire de 1M octets (20 lignes d'adresses et 8 lignes de données). Deuxième unité couramment utilisée en informatique, le Méga (M) qui représente 1 048 576 ( $2^{20}$ ) valeurs possibles.

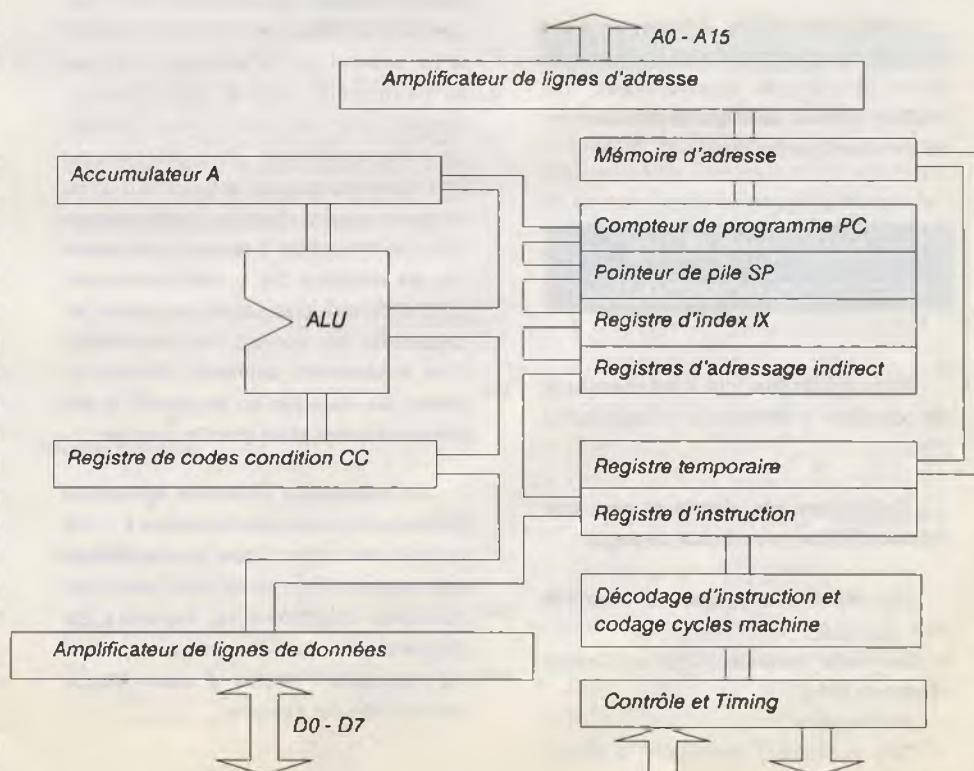
Dernière remarque sur le bus de donnée. Sur certaines mémoires statiques, les broches du bus de donnée sont notées IO0 à IO7 (In Out) afin de bien spécifier le caractère bi-directionnel de ces broches (par opposition de celles des mémoires dynamiques).

Pour terminer le tour du propriétaire, il reste un troisième bus qui est appelé bus de contrôle. Ce bus est composé de lignes indépendantes qui sont soit des entrées (pour passer une information à l'unité centrale) soit des sorties (pour que l'unité centrale indique ce qu'elle est en train de faire). Ce bus est propre à chaque microprocesseur.

Seules quelques lignes se retrouvent sur toutes les unités centrales. Comme ligne d'entrée, c'est la classique ligne d'interruption INT qui signale qu'un périphérique a une information importante à communiquer à la CPU. C'est aussi la ligne RESET qui permet à la CPU de bien s'initialiser. En ligne de sortie, c'est le signal de lecture/écriture qui indique dans quel sens se déplace la donnée qui se trouve sur le bus. C'est également le signal WAIT qui bloque le processus en cours. Cette ligne est pilotée par des périphériques qui sont trop lents pour pouvoir suivre le rythme de la CPU et qui viennent ainsi la bloquer le temps de transmettre l'information demandée.

## Architecture d'une unité centrale

Après avoir fait le tour de ce que l'on trouvait dehors, voyons maintenant ce que l'on trouve dedans.



Si dans le chapitre précédent, la structure était relativement simple, ici commencent les problèmes. En effet, la structure de chaque microprocesseur est unique ce qui rend telle unité centrale plus apte à remplir une tâche qu'une autre. Cependant, un bon nombre de points communs peuvent être relevés et c'est sur une unité centrale universelle que nous allons essayer d'apporter la lumière. Tout ce qui va être expliqué maintenant sera vrai pour tous les microprocesseurs les plus classiques.

Une unité centrale typique est constituée par l'interconnexion des unités fonctionnelles suivantes:

- Les registres
- L'unité Arithmétique et Logique (ALU)
- Les circuits de contrôle

Les registres sont des unités de stockage temporaire (mémoire) internes à l'unité centrale. Certains registres comme le compteur de programme ou le registre d'instruction ont des utilisations bien spécifiques (ils ne sont pas accessibles par le programmeur). Les autres registres comme l'accumulateur sont d'un usage plus général.

## L'accumulateur A

L'accumulateur contient une des variables (opérande) qui doit être manipulée par l'ALU. Une instruction typique d'addition dirige l'ALU pour effectuer l'addition entre le contenu d'un registre ou d'une mémoire avec le contenu de l'accumulateur. Le résultat est placé dans l'accumulateur. Un accumulateur est donc un registre qui est à la fois source (opérande) et destination (résultat).

Si dans la majorité des cas l'accumulateur est unique, certains processeurs en contiennent plusieurs (Le 6800 en possède 2 qui sont notés A et B et qui sont utilisables simultanément. Le Z80 en possède deux qui sont notés A et A' mais dont un seul est utilisable à la fois)

## Les registres d'usages généraux

Assez fréquemment, l'unité centrale comporte un certain nombre de registres d'usages généraux supplémentaires qui peuvent être utilisés pour stocker les opérandes ou les données intermédiaires. L'avantage de ces registres est d'éliminer l'échange de résultats intermédiaires entre la mémoire et l'accumulateur et ainsi d'améliorer la vitesse de traitement et le rendement. Tous ces échanges se passent

en interne (Les 8080, 8085 en comportent 6 qui sont notés B, C, D, E, H, L. Le Z80 en comporte 12 (B, B', C, C', D, D', H, H', L, L'. Seuls 6 sont accessibles simultanément)). Le 6800 n'en possède pas).

Ils peuvent aussi servir à d'autres fonctions et avoir alors un rôle particulier (Adressage indirect (HL), compteur de boucle (B), accumulateur spécifique, etc...).

## Le compteur de programme

Les instructions qui constituent le programme sont stockées dans la mémoire du système. L'unité centrale référence le contenu de la mémoire de manière à déterminer quelle action est à effectuer. Cela veut donc dire que le processeur doit savoir à quel endroit se trouve l'instruction suivante.

Chaque emplacement de la mémoire est numéroté, afin de le distinguer d'un autre emplacement mémoire. Le numéro qui identifie cet emplacement est appelé Adresse (Voir chapitre précédent).

Le processeur maintient à jour un compteur qui contient l'adresse de l'instruction suivante du programme. Ce registre est appelé **compteur de programme** (Program Counter PC). Le processeur met à jour ce compteur de programme en lui ajoutant "1" chaque fois qu'il va chercher une instruction. Ce compteur pointe ainsi toujours l'instruction suivante.

Le programmeur, en principe, stocke ses instructions à des adresses numériquement successives, si bien que les adresses les plus faibles contiennent les premières instructions et les adresses les plus élevées les dernières instructions. Le seul cas où le programmeur peut violer ce déroulement séquentiel, c'est lors d'une instruction de saut (Jump) vers une autre zone de la mémoire.

L'instruction de saut contient l'adresse de l'instruction qui doit suivre. Cette instruction suivante peut être n'importe où dans la mémoire du moment que ce saut programmé spécifie une adresse correcte. Lors de l'exécution de l'instruction de saut, le processeur remplace le contenu de son compteur de programme avec l'adresse invoquée par le saut. Ainsi la continuité logique du programme est maintenue.

Un type particulier de saut se produit quand le programme appelle (Call) un

sous-programme. Dans ce type de saut, le processeur doit revenir juste après le point d'appel à la fin de l'exécution du sous-programme. Par conséquent, il doit se rappeler du contenu du compteur de programme à l'instant où le saut se produit. Cela permettra au processeur de revenir dans le programme principal à la fin de l'exécution de la dernière instruction du sous-programme.

Un **sous-programme** est un programme à l'intérieur du programme principal. D'une manière générale, c'est un ensemble d'instructions qui doit être exécuté périodiquement au cours de l'exécution du programme principal. Des routines qui calculent le carré, le sinus ou le logarithme d'une variable sont des bons exemples de fonctions souvent écrites sous la forme de sous-programmes. D'autres exemples peuvent être des programmes spécialement écrits pour la gestion des entrées/sorties de données sur un périphérique particulier (affichage d'un caractère à l'écran par exemple).

Le processeur a une manière particulière d'accéder à un sous-programme, afin de garantir son retour au programme principal. Quand le processeur rencontre une instruction du type CALL, il incrémente le compteur de programme et place le contenu du compteur dans une zone réservée de la mémoire connue sous le nom de **pile**. La pile sauvegarde ainsi l'adresse de l'instruction qui doit être exécutée lors du retour du sous-programme. Le processeur charge alors le compteur de programme avec l'adresse de l'instruction pointée par l'instruction de CALL. La prochaine instruction qui sera chargée sera alors la première du sous-programme.

La dernière instruction d'un sous-programme est un **retour** (Return). Une telle instruction n'a pas besoin de spécifier une adresse. Quand le processeur rencontre cette instruction de retour, il remplace simplement le contenu courant du compteur de programme avec l'adresse qui se trouve au sommet de la pile. Cela entraîne pour le processeur de reprendre l'exécution du programme appelant au point suivant immédiatement l'instruction d'appel initial.

Les sous-programmes sont parfois imbriqués, si bien qu'un sous-programme peut en appeler un second, le second un troisième et ainsi de suite. Cela est parfaitement réalisable du moment que le processeur a suffisamment de place pour



sauvegarder les adresses de retour nécessaires. Le nombre maximum d'imbrications est alors déterminé par la taille de la pile elle-même. Si la pile n'a que trois emplacements pour sauvegarder les adresses de retour, alors seulement trois niveaux de sous-programmes peuvent être appelés (Dans le cas du 68705, ce niveau est limité à 15 (ou plus exactement à 31 octets avec les interruptions)).

## Le pointeur de pile

Il existe différentes méthodes de gestion de la pile sur les microprocesseurs. Certains ont la possibilité de stocker les adresses de retours en interne (cas du 68705). Dans ce cas, la gestion de la pile est complètement transparente et ne peut pas être contrôlée par le programme.

D'autres utilisent une zone de la mémoire externe et maintiennent simplement un registre **pointeur de pile** qui contient l'adresse de la dernière entrée utilisée (cas du 6800, du 8085, du Z80, etc...). Ce pointeur de pile (Stack Pointer) est plus généralement noté SP. Une pile externe permet virtuellement un nombre illimité de niveaux d'appels (limité uniquement par la taille de la mémoire installée). Sur ces types de microprocesseurs, la pile peut servir à autre chose que de contenir les adresses de retour de sous-programmes. Elle peut être utilisée comme élément de sauvegarde temporaire pour les différents registres du microprocesseur. L'écriture d'un registre dans la pile est similaire à l'écriture d'un registre en mémoire sauf que dans ce cas, il n'est pas besoin de préciser une adresse de stockage. C'est l'ordre dans lequel les différents éléments ont été placés dans cette pile qui va définir l'ordre de leur restitution.

Le plus grand soin doit alors être pris par le programmeur pour que cet ordre soit respecté à la lettre. Avec l'expérience, de plus grandes libertés peuvent être prises quand le mécanisme de fonctionnement de la pile est parfaitement assimilé. Le petit sous-programme qui suit va illustrer la puissance et aussi le danger de jouer avec la pile.

```
LD HL, MEM
CALL EXEMP

EXEMP: PUSH HL
LD HL, VAL
ADD HL, DE
LD B, H
LD C, L
RET
```

Ce petit sous-programme, écrit en langage Z80 est relativement simple. Dans le corps principal du programme, le registre HL est chargé avec la valeur MEM (LD HL, MEM). Le micro-processeur rencontre ensuite un appel à la routine EXEMP (CALL EXEMP). Comme cela a été expliqué dans le paragraphe précédent, le microprocesseur va sauvegarder l'adresse de retour dans la pile. Le pointeur de pile va être mis à jour pour définir l'adresse de sauvegarde de la prochaine variable. Le compteur de programme est chargé avec l'adresse de la routine appelée et celle-ci va pouvoir être exécutée. Elle sauvegarde le registre HL dans la pile (PUSH HL), elle charge le registre HL avec une valeur VAL (LD HL, VAL), effectue un calcul (ADD HL, DE) et des transferts de registres (LD B, H - LD C, L). Et enfin elle effectue un retour au programme principal ? (RET).

Voici l'exemple d'un programme digne du débutant (Plante assurée) ou du programmeur expérimenté (il y a un piège caché). Si la volonté du programmeur était de revenir effectivement au programme principal, il serait bien inspiré de surveiller de plus près les mouvements effectués sur la pile. Ce petit exemple illustre trois mouvements. Le premier: sauvegarde de l'adresse de retour. Le second: sauvegarde du registre et le troisième restitution de l'adresse de retour (avec le contenu du registre). La pile n'est pas équilibrée puisque l'adresse de retour réelle s'y trouve toujours présente. D'autre part, le retour ne se fera pas sur le programme principal, mais sur l'adresse définie par MEM. La suite, je vous la laisse deviner. Le microprocesseur exécutera bêtement ce qu'il trouvera en MEM (et si c'était la routine de formatage du disque dur! voyez le désastre). Heureusement, les plantes dues à la phase de mise au point d'un programme ne sont généralement pas si catastrophiques. Il y a toujours un RET qui traîne quelque part et qui ramène au point de départ. Il y a forcément de la casse au passage, mais cela se limite uniquement au programme (variables altérées par exemple).

Et pourtant, si vous désassemblez quelques programmes évolués (programmes écrits en basic compilé par exemple) vous ne manquerez pas de trouver des aberrations de ce style. Alors, cela veut-il dire que les compilateurs basic ne sont écrits que par des débutants?

Bien sur que non et la preuve, c'est que ces programmes compilés fonctionnent parfaitement. Où est le piège? Il n'y a pas

de piège. La seule différence est que la personne qui a écrit le programme voulait délibérément passer par la routine qui se trouve en MEM (routine qui ne manquera pas de posséder le RET qui va bien histoire de revenir enfin au programme principal). L'explication du programme devient effectivement juste si le point d'interrogation est remplacé par "après un passage par MEM". Il est fréquent (surtout avec les compilateurs) d'utiliser la pile comme zone de transit temporaire pour passer les variables dont une routine a besoin. Cela évite d'avoir à déclarer des pointeurs et surtout d'occuper inutilement la mémoire avec des variables intermédiaires.

Il est évident que cet exemple sorti de son contexte ne présente aucun intérêt (et c'est pour cette raison que les explications sur son but n'ont pas été plus développées). Il permet surtout de montrer une (parmi d'autres) des subtilités que permet l'utilisation de la pile. L'utilisation de cette pile parfaitement contrôlée permet une puissance de programmation extraordinaire. Cet exemple met aussi en évidence le danger que représente une mauvaise utilisation de la pile (cas d'une volonté de retour immédiat au programme principal).

Un troisième cas d'utilisation de la pile est invoqué par la présence des interruptions. Une interruption (logicielle ou matérielle) est une demande d'exécution d'un sous-programme particulier. La grosse différence qui existe par rapport à un appel normal (CALL) est que cette demande peut se produire à n'importe quel moment et est généralement sollicitée par un périphérique.

En raison du caractère asynchrone de cette demande par rapport à l'exécution du programme principal, il importe que le processeur soit capable de sauvegarder tous les registres qui risquent d'être détruits par l'exécution de cette routine d'interruption. Si c'est généralement le cas pour les accumulateurs et les registres d'usages généraux, il faut que ce se soit également le cas pour un registre qui n'a pas encore été abordé jusqu'à maintenant et qui est le registre d'état. C'est le registre qui contient par exemple la retenue (carry) dont il a tant été question dans l'article du mois précédent. Il est évident qu'en raison de l'importance que peut avoir cet indicateur (et les autres du registre d'état) que ce registre ne doit en aucun cas être détruit.





Or c'est celui qui risque le plus puisque l'exécution de chaque instruction vient le modifier. De deux choses l'une, soit que la prise en compte de l'interruption force la sauvegarde de ce registre en même temps que la sauvegarde de l'adresse de retour (cas du 6800, du 68705 et en général des processeurs qui possèdent peu de registres) soit que le programmeur a, à sa disposition, une commande qui le permet (cas du 8085, du Z80 ou plus généralement des processeurs qui ont beaucoup de registres). Pour les processeurs qui ne permettent pas de sauvegarder librement les registres, il faut soit interdire purement et simplement les interruptions (perte énorme de la puissance que proposent ces composants), soit réserver des registres qui ne seront utilisés que pour le traitement des interruptions (cas du 8048). Dans ce cas, un seul niveau d'interruption est possible.

Par contre, si le processeur dispose d'instructions qui permettent de sauver les registres dans la pile (ou si la sauvegarde est automatique), l'exécution d'interruptions multi-niveaux est alors possible (prise en compte et traitement d'une interruption alors qu'une autre interruption était déjà en cours). L'état du processeur (Registre de code condition) et par extension le contenu de tous les registres peuvent être sauvés dans la pile quand l'interruption est acceptée, et restitués quand celle-ci a été honorée. Cette capacité de sauvegarder l'état du processeur à n'importe quel moment est possible même si la routine de traitement d'interruption est à son tour interrompue. Deux cas sont à envisager. Le premier est à appliquer aux processeurs qui font une sauvegarde automatique des registres (cas du 6800). Là, il n'y a rien à s'occuper. L'instruction de fin de traitement d'interruption se chargera de restituer automatiquement les registres dans l'état qu'ils étaient avant la prise en compte de cette interruption. Le second cas est à porter au crédit des processeurs qui ne font pas de sauvegarde (sauf l'adresse de retour). La sauvegarde est alors à la charge du programme qui devra protéger les registres qui seront utilisés par la routine. A la fin de l'exécution de celle-ci, le programme devra se charger d'opérer la restitution de l'ensemble. Mais il importe que dans tous les cas, les mouvements dans la pile soient équilibrés (autant d'entrées que de sorties).

Si le mécanisme d'évolution du compteur de programme est identique sur tous les processeurs, celui du pointeur de

pile est par contre propre à chaque composant. Avant ou après la mise en pile, en montant ou en descendant, la mise à jour de ce pointeur de pile n'obéit à aucune règle bien précise. Et de toute façon, le plus important c'est de retrouver ses petits!

## Le registre d'instruction et le décodeur

Rappel: chaque calculateur a une longueur de mot qui est la caractéristique de la machine. La longueur de mot d'un ordinateur est généralement fixée par la taille de ses éléments internes de stockage et de ses passerelles d'interconnexion communément appelées Bus. Par exemple, un processeur dont les registres et les bus peuvent stocker et transférer des informations de 8 bits à une caractéristique de longueur de mot de 8 bits et est référencé comme processeur parallèle 8 bits. Un processeur parallèle 8 bits trouve généralement son rendement maximal quand il fonctionne avec des champs binaires de 8 bits. La mémoire associée à ce type de processeur est par conséquent organisée pour recevoir des mots de 8 bits à chaque emplacement de mémoire adressable. Les données et les instructions sont stockées en mémoire sous la forme de nombres de 8 bits ou multiples de 8 bits. Un champ de 8 bits est souvent appelé octet (byte).

Chaque opération que le processeur peut réaliser est identifiée par un octet unique connu comme un **code instruction** ou **code opération**. Il est fréquent même de l'appeler **OPCODE**. Un octet utilisé comme code opération permet de choisir entre 256 actions possibles, plus que nécessaire pour la plupart des processeurs.

Le processeur charge une instruction en deux temps distincts. D'abord, il transmet l'adresse de son compteur de programme sur la mémoire (par le bus d'adresse). Ensuite la mémoire retourne l'octet adressé vers la CPU (par le bus de donnée). L'unité centrale stocke cet octet d'instruction dans un registre appelé **registre d'instruction**, qui sert à diriger le fonctionnement du processeur pendant le reste de l'exécution de l'instruction.

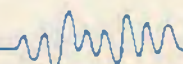
Le mécanisme suivant lequel le processeur convertit un code opération en une suite d'actions spécifiques nécessiterait plus d'explications qu'on ne peut en donner ici et ce n'est pas le but de cet article. Cependant le principe peut être résumé de la manière suivante: en

regardant de plus près la valeur des opcodes, on peut s'apercevoir qu'ils peuvent être classés sous la forme d'un tableau logique duquel ressort très nettement le type d'instruction (chargement, addition, soustraction, opération logique, etc...) et le type d'adressage (immédiat, direct, étendu, indexé, etc...). Dans le cas du 68705, le type d'instruction est donné par les quatre bits de poids faible (LDA = x6) et le type d'adressage par les 4 bits de poids fort (Immédiat = Ax). Ainsi un LDA IMM aura A6 comme opcode. Cette décomposition fait déjà apparaître l'opcode comme un élément qui, en fonction du contenu de ces différents bits, viendrait agir sur un immense aliguillage pour orienter la suite des événements (256 voies dans le cas d'un microprocesseur 8 bits (16 fois 16 voies dans le cas du 68705)). L'aiguillage est en fait constitué par le système de décodage d'instruction et le registre d'instruction se comporte comme la commande d'aiguillage. Les voies sont les lignes électriques qui aboutissent chacune à un constituant du coeur du microprocesseur (registre, accumulateur, pointeur, etc...)

Si tout ce principe interne pourrait rester transparent pour l'utilisateur, il n'en demeure pas moins qu'il influe directement sur l'évolution des opérations et surtout sur la durée d'exécution de chaque instruction.

Chaque voie représente en effet une série d'actions associées à l'exécution d'un code instruction particulier. Par exemple l'instruction ADD MEM doit effectuer l'addition du contenu de l'accumulateur avec le contenu de la variable pointée par MEM et placer le résultat dans l'accumulateur. Une fois l'opcode décodé, le système doit aller lire le contenu mémoire de MEM avant d'effectuer l'addition. Le déroulement d'une telle instruction est forcément différent de celle de CLRA qui va remplir de 0 l'accumulateur A.

Pour rendre l'évolution de chaque instruction possible, la voie sélectionnée doit être combinée avec des impulsions d'horloges judicieusement sélectionnées. Cela permet de créer les signaux électriques qui vont servir à synchroniser le lancement de chaque action spécifique. Ce second aspect de l'évolution de l'exécution d'une instruction est réalisé par le codage de cycles machine. Pour illustrer cela prenons comme exemple l'instruction STA MEM d'un 68705. Cette instruction



vient écrire le contenu de l'accumulateur à l'adresse définie par MEM. L'exécution de cette instruction s'effectue en trois ou quatre étapes. Etape numéro 1: lecture de l'opcode (accès extérieur en lecture) puis décodage de l'instruction (travail en interne). Etape numéro 2 et/ou numéro 3: lecture de la valeur de l'adresse MEM (1 ou 2 opérations de lecture à l'extérieur). La différence entre ces deux opérations est fonction de la position de l'adresse MEM. Si celle-ci se trouve dans les 256 premiers octets de la mémoire (MSB à 0), l'adresse peut être définie que par un seul octet. Si elle est située au delà, c'est nécessairement les deux octets d'adresse qui doivent être chargés. Dernière étape: écriture de l'accumulateur en mémoire (opération d'écriture vers l'extérieur). Chacune de ces opérations de lecture et d'écriture s'accompagnent en interne d'un signal d'adresse valide. De même quand la donnée est présente sur le bus, le microprocesseur se génère toujours en interne un signal de donnée valide. A chacune de ces opérations s'associe un signal de lecture ou un signal d'écriture. Les changements d'états de tous ces signaux (ainsi que d'autres qui ne sont pas donnés ici) doivent se produire à des instants bien précis par rapport au signal d'horloge de l'oscillateur.

Un code opération est souvent suffisant pour spécifier le type d'action particulière à réaliser (cas du CLRA par exemple). Il arrive cependant, que l'exécution d'une instruction nécessite plus d'informations, que les 8 bits initiaux.

Un exemple de ce type est quand l'instruction fait référence à un emplacement mémoire (cas de l'instruction ADD MEM). Le code opération de base (ADD) identifie l'action à réaliser mais ne permet pas de connaître l'adresse objet comme telle. Dans ce cas, une instruction sur deux ou trois octets est nécessaire. Les octets successifs d'instruction sont stockés sur les emplacements mémoire successifs du programme. Le décodage de l'instruction (ADD dans notre cas) oblige le processeur à exécuter les deux ou trois opérations de chargement supplémentaires (valeur de l'adresse MEM à aller consulter) afin d'obtenir l'instruction complète. Le premier octet (ADD) est placé dans le registre d'instruction et les octets suivants (MEM) sont placés dans des registres temporaires. Le processeur peut alors passer à la phase d'exécution. Une telle instruction est référencée comme une instruction à longueur variable. Dans le cas

de processeurs comme le Z80 ou le 8088 (pour rester sur les uP 8 bits), il arrive que l'instruction de base ne tienne pas sur les 8 bits initiaux. Il y aura dans ce cas autant de chargements d'octets supplémentaires que nécessaire pour obtenir l'instruction complète avant de lancer l'exécution.

## Les registres d'adressage

L'unité centrale peut utiliser un registre ou une paire de registres pour définir l'adresse d'un emplacement mémoire. Le contenu de ce type de registre est alors utilisé pour pouvoir accéder à la donnée. Si le registre d'adressage est programmable (c'est à dire s'il existe des instructions qui permettent au programmeur de modifier le contenu de ce registre) le programme peut "construire" une adresse dans le registre d'adressage avant d'exécuter une instruction de **référence mémoire** (c'est à dire une instruction qui lit une donnée en mémoire, qui écrit une donnée en mémoire ou qui agit sur une donnée stockée en mémoire).

Des exemples de ces types de registres sont les registres d'index et les registres d'adressage indirect. Il arrive fréquemment que les registres d'adressage indirect soient une combinaison de registres d'usage généraux (BC, DE, HL dans le cas du Z80 par exemple). L'utilisation de ces registres d'adressage est fréquente lors de manipulations de données qui se trouvent dans un tableau.

```
LD HL, MEM
LD D, 0
LD E, 5
ADD HL, DE
LD A, (HL)
```

Cet exemple de programme (en Z80) va lire la cinquième variable du tableau pointé par MEM. Cet exemple utilise un registre d'adressage indirect.

```
LD IX, MEM
LD A, (IX + 5)
```

Voici le même programme avec un registre d'index. Sur le premier exemple, c'est le programme qui "construit" l'adresse à atteindre. En remplaçant l'instruction LD E, 5 du premier exemple par LD E, A (A contenant le numéro de la donnée à charger dans la table), l'accès au tableau devient fonction du résultat d'un traitement précédent, et de ce fait variable.

Dans l'exemple du paragraphe précédent (ADD MEM), c'est le registre temporaire qui a joué le rôle de registre d'adressage (cas d'un registre qui ne peut pas être modifié par le programmeur).

En final c'est la mémoire d'adresse qui va recevoir la valeur de l'adresse à traiter et piloter le bus d'adresse.

## L'unité arithmétique et logique (ALU)

Tous les processeurs contiennent une unité arithmétique et logique qui est plus simplement désignée sous le nom d'ALU. L'ALU comme son nom l'indique est la portion de l'électronique de l'unité centrale qui réalise les opérations arithmétiques et logiques sur les données binaires.

L'ALU doit contenir un sommateur (Adder) qui est capable de combiner le contenu de deux registres en accord avec la logique de l'arithmétique binaire. Ce dispositif permet au processeur de réaliser des manipulations sur les données qu'il peut trouver en mémoire ou sur ses autres entrées.

Avec un sommateur de base (addition seule), un programmeur doit être capable d'écrire des routines qui soustrairont, multiplieront et diviseront donnant ainsi à la machine toutes les possibilités arithmétiques. Dans la pratique cependant, la plupart des ALUs fournissent d'autres fonctions intégrées incluant la soustraction, les opérations logiques booléennes et les fonctions de décalage.

L'ALU contient les **drapeaux** (flags) qui spécifient les conditions qui influent sur le déroulement des manipulations arithmétiques et logiques. Ces drapeaux comportent généralement la retenue (carry), le zéro, le signe et la parité. Il est possible alors de programmer des sauts qui sont conditionnellement dépendants de l'état d'un ou de plusieurs de ces drapeaux. Ainsi, par exemple, le programme peut être orienté par un saut sur une routine particulière si la retenue est positionnée à la suite d'une instruction d'addition.

## Le circuit de contrôle

Le circuit de contrôle est le constituant principal dans une unité centrale. A partir des signaux d'horloge d'entrée, il développe les séquences propres à chaque événement nécessaire pour la réalisation d'une tâche. Après qu'une instruction ait été saisie et décodée, les



circuits de contrôle délivrent les signaux appropriés (pour synchroniser la partie interne et externe de la CPU) pour lancer l'action désirée. Souvent, le circuit de contrôle doit être capable de répondre à des signaux extérieurs comme les interruptions ou les demandes d'attente. Une demande d'interruption imposera au circuit de contrôle de suspendre momentanément l'exécution du programme principal, de se brancher sur une routine spéciale afin de répondre au système qui engendre cette interruption, puis de revenir au programme principal. Une demande d'attente est souvent générée par une mémoire ou un périphérique qui travaille plus lentement que la CPU. Le circuit de contrôle doit mettre la CPU en veille jusqu'à ce que la mémoire ou le périphérique soit prêt pour recevoir ou pour envoyer la donnée.

## Fonctionnement du calculateur

Il y a certaines opérations qui sont classiques sur la plupart des calculateurs. La parfaite compréhension de ces opérations de base est nécessaire avant d'aborder les opérations spécifiques d'un calculateur particulier.

### Timing

Le fonctionnement de l'unité centrale est cyclique. Le processeur charge une instruction, réalise l'opération désirée, charge l'instruction suivante et ainsi de suite. Cette séquence ordonnée d'événements nécessite un timing précis. A partir de là, la CPU réclame une horloge qui fournira les références pour toutes les actions du processeur. La combinaison chargement et exécution est connue sous le nom de **cycle d'instruction**. La portion d'un cycle, identifiée par une activité parfaitement définie (chargement de l'opcode, lecture mémoire, etc...), est appelée **Etat**. Les intervalles entre chaque impulsion de l'oscillateur sont repérés comme **périodes d'horloges**.

En règle générale, une ou plusieurs périodes d'horloges sont nécessaires pour définir un état et plusieurs états pour définir un cycle.

### Saisie d'une instruction

Le premier état de tout cycle d'instruction sera le chargement de l'instruction. La CPU envoie un signal de

lecture (sur le bus de contrôle) et le contenu du compteur de programme vers la mémoire (sur le bus d'adresse). Cette dernière répond en retournant le code opération (sur le bus de donnée). Le premier octet de l'instruction est alors placé dans le registre d'instruction. Le compteur de programme est incrémenté afin de pointer l'octet suivant (instruction suivante ou suite de l'instruction) Si l'instruction est composée de plus d'un octet, des états supplémentaires sont nécessaires pour charger tous les octets de l'instruction. Quand l'instruction complète est présente dans l'unité centrale, le compteur de programme est incrémenté (en préparation du chargement de l'instruction suivante) et l'instruction est décodée. L'opération spécifiée dans l'instruction sera exécutée pendant les états restants du cycle d'instruction. Une instruction peut faire appel à la lecture ou l'écriture d'une mémoire ou d'une entrée/sortie et/ou une opération interne à l'unité centrale comme un transfert de registre à registre ou une opération arithmétique avec un registre.

Cet état de saisie d'une instruction est souvent appelé "Instruction opcode Fetch"

### Lecture d'une mémoire

Le chargement d'une instruction est déjà une opération particulière de lecture d'une mémoire qui porte l'instruction dans le registre d'Instruction de la CPU. L'instruction chargée peut alors faire appel à une donnée qui sera lue de la mémoire vers l'unité centrale. L'unité centrale envoie toujours le signal de lecture et génère l'adresse mémoire correspondante. La mémoire répond en retournant la donnée désirée. La donnée reçue est placée dans l'accumulateur ou dans un des registres d'usages généraux (à l'exception du registre d'instruction)

### Ecriture d'une mémoire

L'opération d'écriture sur une mémoire est similaire à la lecture à l'exception du sens de déplacement de la donnée. L'unité centrale génère un signal d'écriture, place l'adresse mémoire à écrire et envoie la donnée dans l'emplacement mémoire adressé.

### Réalisation

Avec la saisie d'une instruction, la lecture d'une mémoire et l'écriture d'une mémoire, les trois principaux états d'un cycle d'instruction ont été décrits. Ces trois

états se retrouvent d'ailleurs sur une instruction comme STA MEM (Etat 1: saisie de l'instruction STA, Etat 2: lecture mémoire de la valeur MEM, Etat 3: écriture de l'accumulateur à l'adresse mémoire MEM).

La manière de définir ces différents états est fonction du type de microprocesseur employé. Dans le cas du 6800 par exemple, un état est obtenu avec un seul cycle d'horloge. C'est l'état du signal d'horloge qui va définir la phase dans laquelle se trouve la CPU. Avec l'horloge à l'état bas, la CPU travaille en interne. Avec l'horloge à l'état haut, la CPU travaille avec l'extérieur (accès sur les mémoires).

Dans le cas du Z80 ou du 8085, la philosophie est complètement différente. Ce sont plusieurs cycles d'horloges qui sont nécessaires pour définir un état. Dans ce cas, c'est la position de chaque front qui va définir la phase dans laquelle se trouve la CPU. Ainsi, pour le Z80, une lecture d'instruction demandera 4 coups d'horloges (T1 à T4), une lecture ou une écriture mémoire 3 coups d'horloges.

Peut être vous demandez vous pourquoi s'appesantir si longtemps sur ce mécanisme? Tout simplement que cela va influencer sur la durée totale de chaque instruction. Si dans la majorité des cas, le but est de trouver une exécution la plus rapide d'une fonction (d'où un choix préférentiel de certaines instructions), dans d'autres cas, c'est volontairement une perte de temps qui va être réalisée (cas des boucles d'attente par exemple). La connaissance de la durée d'exécution est donc une chose primordiale. C'est pour cette raison que les constructeurs spécifient dans leurs tableaux d'instructions la durée, en cycles d'horloge, de chaque opcode. Il devient alors facile en connaissant la fréquence de cette horloge de connaître la durée d'exécution.

### Attente (synchronisation mémoire) – WAIT

Comme défini précédemment, le fonctionnement d'un microprocesseur est cadencé par une horloge maître. La période d'horloge détermine la durée d'exécution de toutes les tâches.

La vitesse du cycle d'exécution est cependant limitée par le temps d'accès mémoire (Accès time). Une fois que le processeur a envoyé l'adresse de lecture vers la mémoire, il ne peut pas continuer



tant que la mémoire n'a pas eu le temps de lui répondre. La plupart des mémoires sont capables de répondre beaucoup plus rapidement que la durée du cycle d'exécution ne le nécessite. Quelques unes cependant ne peuvent pas délivrer l'octet adressé dans le temps minimum imparti par le cycle d'horloge.

Par conséquent, le processeur doit contenir un dispositif de synchronisation qui permet à la mémoire de demander un état d'attente (Wait state). Quand la mémoire reçoit le signal de lecture ou d'écriture, elle place un signal de demande sur la ligne READY du processeur, imposant à la CPU de s'arrêter temporairement. Après que la mémoire ait eu le temps de répondre, elle libère la ligne READY et le cycle d'instruction peut continuer.

## Entrée/sortie

Les opérations d'entrées/sorties sont similaires aux opérations de lecture ou d'écriture mémoire à l'exception du fait que c'est un périphérique qui est adressé au lieu d'un emplacement mémoire. L'unité centrale fournit les signaux de contrôle d'entrée sortie appropriés, envoie l'adresse du périphérique et alors reçoit la donnée de l'entrée ou envoie la donnée vers la sortie.

Les données peuvent être entrées (sorties) de manière parallèle ou sérielle. Toutes les données qui transitent sur un calculateur digital sont représentées sous une forme binaire codée. Un mot de donnée binaire est constitué d'un groupe de bits, chaque bit étant un 1 ou un 0. L'I/O parallèle consiste à transférer tous les bits du mot en même temps avec un bit par ligne. L'I/O série consiste à transférer un seul bit à la fois sur une seule ligne. Naturellement, la transmission série est plus lente mais elle nécessite moins de développement matériel que la transmission parallèle.

Si, dans le cas des processeurs comme le Z80 ou le 8085, la notion d'adressage d'un périphérique est dissociée de celle de la mémoire (utilisation d'une ligne de décodage différente), dans le cas du 6800, le périphérique prend la place d'une case mémoire.

Dans le cas du Z80, la durée d'un état d'accès entrée/sortie est rallongé d'un cycle d'attente par rapport à un état d'accès mémoire. Ce cycle est systématiquement rajouté car un

périphérique est par principe plus lent qu'une mémoire en temps de réponse.

## Les interruptions

La présence des interruptions sur certaines unités centrales permet d'améliorer l'efficacité du processeur. Considérons le fait d'un calculateur qui traite un grand volume de données qui doivent être envoyées vers une imprimante. La CPU peut sortir la donnée en un simple cycle machine mais il en faut plusieurs à l'imprimante pour qu'elle puisse l'imprimer. La CPU peut rester en cycle d'attente pour que l'imprimante accepte une nouvelle donnée. Cependant, si l'unité centrale est équipée d'un dispositif d'interruptions, elle peut envoyer la donnée et retourner au traitement d'autres informations. Quand l'imprimante est prête à recevoir une nouvelle donnée, elle peut générer une interruption. Quand la CPU accepte cette interruption, elle abandonne l'exécution du programme principal pour se brancher automatiquement sur une routine qui enverra l'octet suivant vers l'imprimante. Après que l'octet ait été envoyé, l'unité centrale reprend l'exécution du programme principal. A noter que cela est, en principe, similaire à l'appel d'un sous-programme sauf que le saut est provoqué par un événement extérieur et non par le programme.

Des structures d'interruptions plus complexes sont possibles, dans lesquelles plusieurs systèmes peuvent attaquer le même processeur mais avec des niveaux de priorités différents. Ces processus sont des fonctions importantes pour libérer au maximum les possibilités du processeur dans les systèmes de grande capacité.

## Le maintien (Hold)

Une autre possibilité qui améliore les capacités d'un processeur est le maintien. Le principe du maintien permet les opérations en accès direct mémoire (DMA Direct Memory Acces).

Sur les opérations classiques d'entrées/sorties, le processeur contrôle lui même l'ensemble du transfert de données. Les informations qui doivent être placées dans la mémoire sont transférées du système d'entrée vers le processeur puis du processeur vers la mémoire. D'une manière similaire, les données en mémoire qui doivent aller vers une sortie transitent par le processeur.

Certains périphériques, cependant, sont capables de transférer les informations depuis ou vers la mémoire beaucoup plus rapidement que le processeur par lui même. Si une quantité importante de données doit être transférée avec un tel système, les capacités du dispositif seront grandement améliorées en laissant le système effectuer le transfert lui même. Le processeur doit suspendre temporairement ses opérations pendant un tel transfert afin d'éviter les conflits qui ne manqueraient pas de se présenter si le processeur et le périphérique essayaient d'accéder à la mémoire simultanément. C'est pour cette raison que la fonction de maintien est implémentée sur certains processeurs.

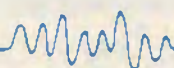
Un autre cas d'utilisation de la fonction HOLD est l'utilisation en multi-processeurs avec une mémoire commune. C'est à dire qu'une mémoire normalement utilisée par un microprocesseur peut occasionnellement être utilisée par un second. Il est évident que les deux CPU ne peuvent pas accéder simultanément sur cette mémoire. Pour supprimer les conflits, le second processeur active la fonction HOLD du premier afin d'accéder sans risque sur cette mémoire commune

## Conclusions

Nous voici arrivés au terme de cette troisième étape au coeur des microprocesseurs. Cet article est essentiellement orienté sur l'aspect matériel du composant afin de bien mettre en évidence les mécanismes qui influent sur le fonctionnement des unités centrales.

Même si ces explications nous éloignent un peu de l'aspect programmation de ces types de produits, elles n'en sont pas moins nécessaires afin de mieux appréhender le rôle qu'effectuera chaque instruction par la suite.

Que ce soit au travers de l'utilisation optimale des registres, de la mémoire nécessaire, ou des cycles machine, la qualité d'un programme se mesure avant tout sur sa taille la plus réduite et sa vitesse d'exécution la plus prompte possible. Il n'est pas besoin de disposer de 16M de mémoire et de processeurs tournant à 66MHz quand 64K octets de mémoire et un processeur à 8 MHz permettent de faire la même chose et à la même vitesse. De telles performances s'obtiennent en maîtrisant parfaitement les explications données ici.



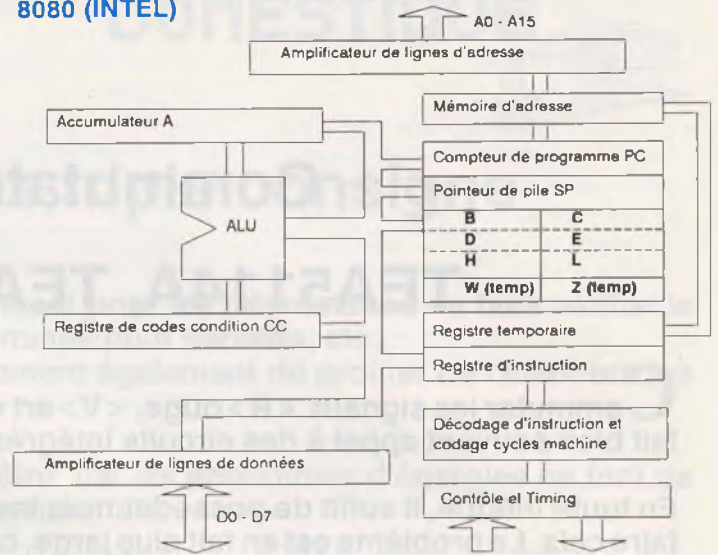
La prochaine étape touchera plus particulièrement le côté logiciel et les différents modes d'adressage qui sont les facettes complémentaires de ce qui a été présenté dans cet article.

E. DERET

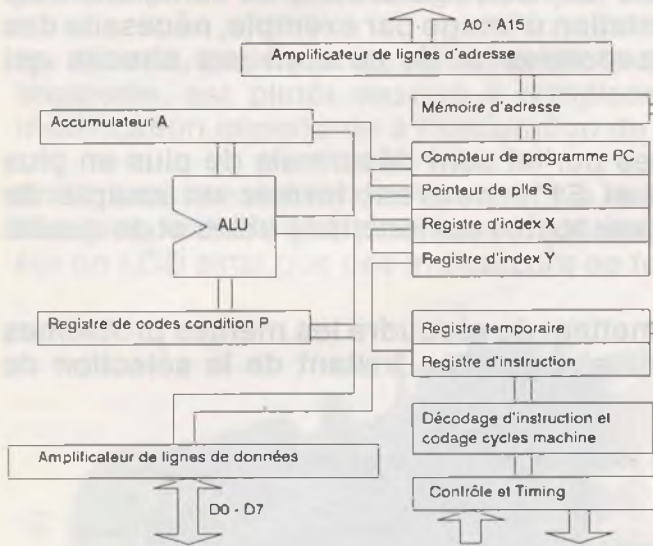
## Annexe

Afin de résumer toutes ces explications, voici un récapitulatif des structures des différents microprocesseurs 8 bits les plus classiques

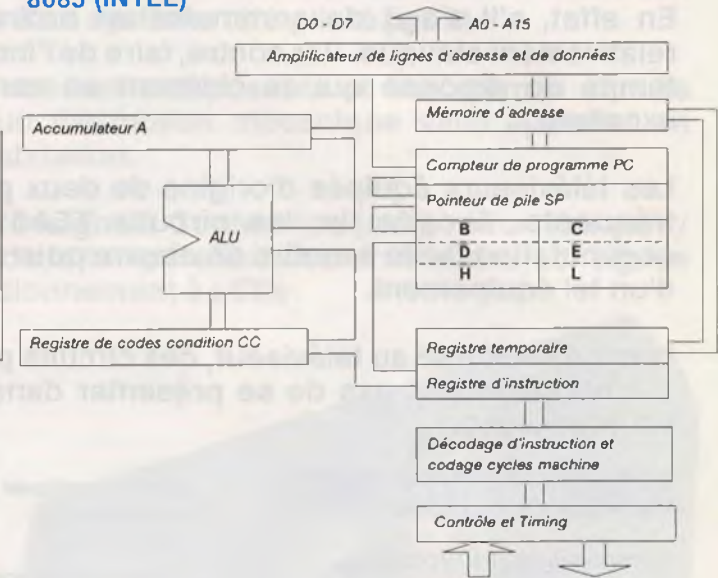
### 8080 (INTEL)



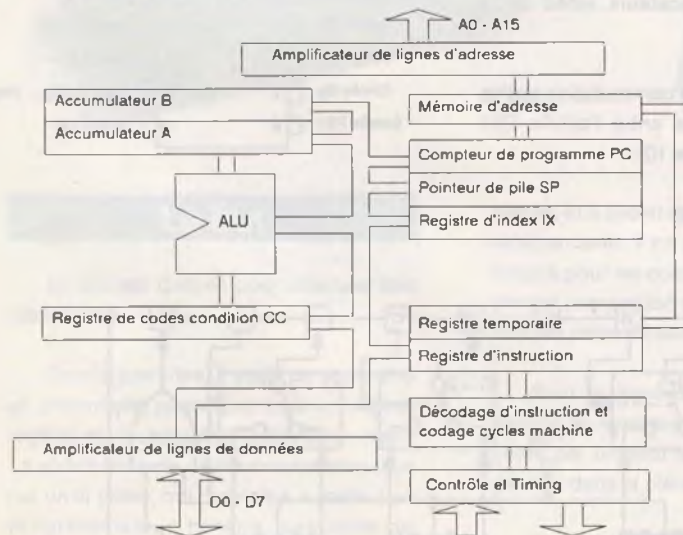
### 6500 (ROCKWELL)



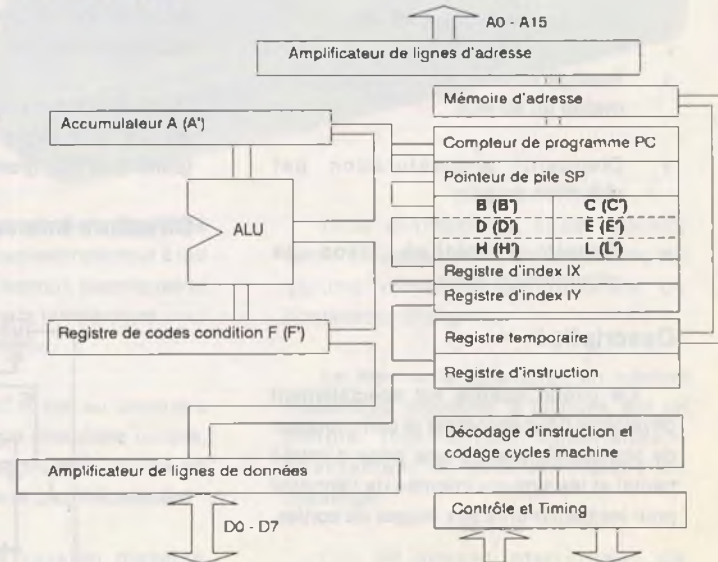
### 8085 (INTEL)



### 6800 (MOTOROLA)



### Z80 (ZILOG)



# Commutateurs R.V.B:

## TEA5114A, TEA5115, TEA5116

Commuter les signaux <R>ouge, <V>ert et <B>leu d'un téléviseur est une fonction qui fait bien souvent appel à des circuits intégrés spécialisés.

En toute théorie, il suffit de posséder trois inverseurs, par exemple du type MOS4053, pour faire cela. Le problème est en fait plus large, car ces inverseurs doivent posséder des temps d'établissement très courts.

En effet, s'il s'agit de commuter un ordinateur en fonctionnement, sa fonction reste relativement statique. Par contre, faire de l'incrustation d'image par exemple, nécessite des temps de réponse qui se chiffrent en nano-secondes et là, ce sont ces circuits qui excellent....

Les téléviseurs équipés d'origine de deux prises péritel sont désormais de plus en plus fréquents. A cette fin, les circuits TEA5115 et 5116 peuvent former un couple de commutation facile à mettre en oeuvre pour obtenir toutes les fonctions utiles et de qualité d'un tel équipement.

Loin de se limiter au téléviseur, ces circuits permettent de résoudre les mêmes problèmes qui ne manquent pas de se présenter dans toute réalisation traitant de la sélection de sources vidéo.

### TEA 5114 A

#### Caractéristiques typiques

- Bande passante: 25 MHz
- Réjection entre voies: 55 dB
- Protégé contre les court-circuits à la masse ou au plus
- Dispositif anti-saturation par réduction du gain
- Circuit spécialisé dans la commutation vidéo

#### Description

Ce circuit intégré est spécialement développé pour accomplir la commutation de signaux RVB entre une prise d'entrée péritel et les signaux internes de l'appareil pour les transmettre aux étages de sorties.

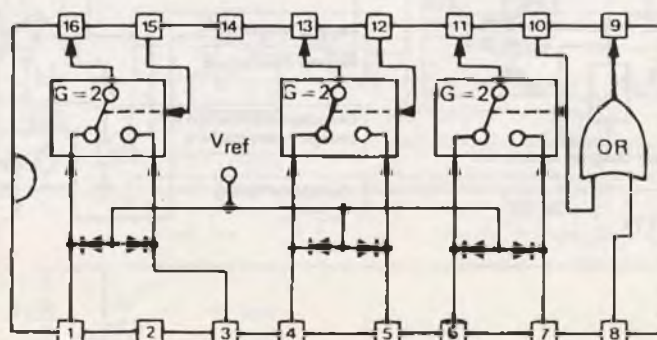
Le niveau du noir de toutes les entrées est aligné sur une même référence interne afin de ne pas avoir de différence de

potentiel appliquée aux sorties lors des commutations.

Un signal de sortie supérieur à 2 Volts entraîne une diminution progressive du gain de chaque voie jusqu'à 0 dB afin de protéger les amplificateurs vidéo de la saturation possible.

Enfin, la sortie de commutation rapide est un "OU" logique entre l'entrée FB1 (patte 8) et FB2 (patte 10).

#### Structure interne



#### Brochage

Entrée R1	1	16	Sortie R
GND	2	15	Entrée FB1
Entrée R2	3	14	VCC
Entrée G1	4	13	Sortie G
Entrée G2	5	12	Entrée FB2
Entrée B1	6	11	Sortie B
Entrée B2	7	10	Entrée FB2 + FB1
Entrée FB1	8	9	Sortie FB

## Caractéristiques absolues

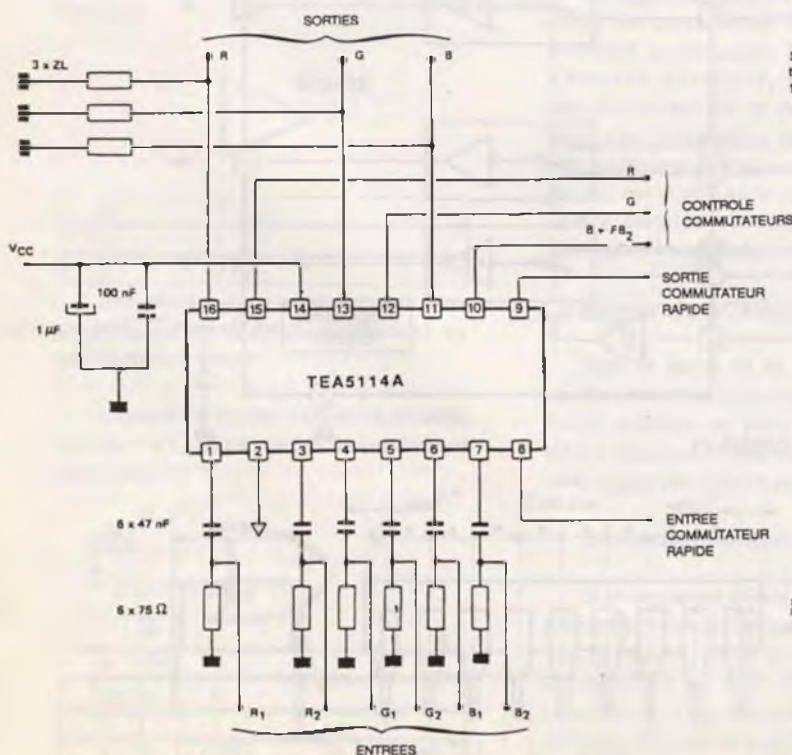
Symbole	Paramètre	Valeur	Unité
Vcc	Tension d'alimentation	18	V
Tj	Température de jonction	-40 à + 150	°C
Tstg	Température de stockage	-40 à + 150	°C
Zl	Charge minimum sur chacune des sorties		
	Vcc = 12 V	300	Ohms
	Vcc = 10 V	150	Ohms
Tamb	Température ambiante de fonctionnement	0 à + 70	°C
Rth	Résistance thermique jonction/ambiant	80	°C/Watt

## Caractéristiques de fonctionnement

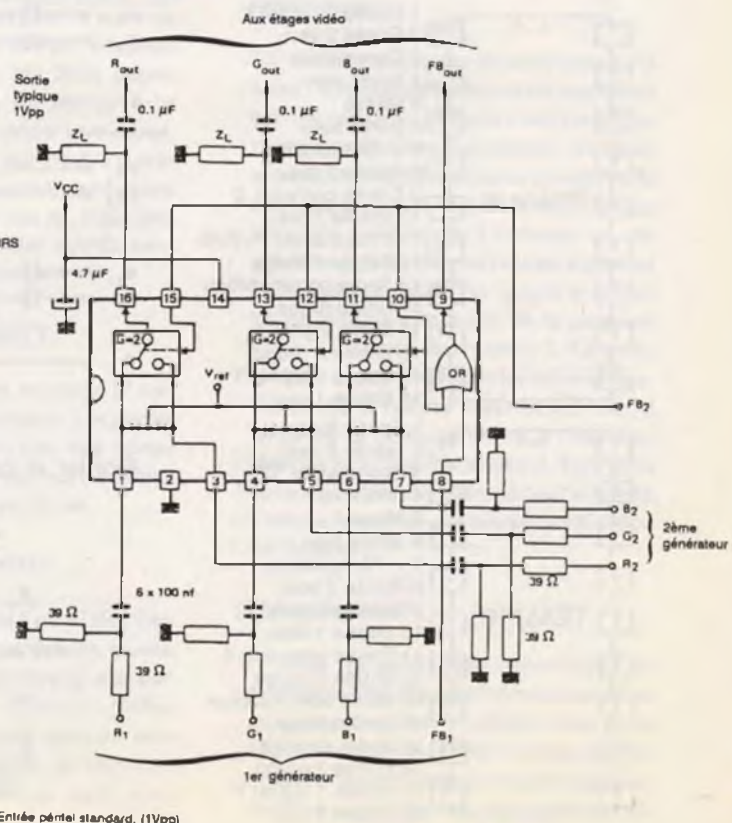
Ces caractéristiques sont données pour Tamb = 25°C, Vcc = 12V et Zl(RVB) = 300Ohms, ou Vcc = 10V et Zl(RVB) = 150Ohms (sauf indication contraire).

Symbole	Paramètre	Min.	Typ.	Max.	Unité
Vcc	Tension d'alimentation	9	12	13,2	V
Icc	Courant d'alimentation sans charge et Vcc = 12V	20	30	40	mA
Von	Tension de sortie niveau du noir pattes 11,13,16 signal carré 1kHz 1Vpp	1,8	2,5	2,9	V
Grvb	Gain de chaque canal (pattes 11,13,16) F = 1MHz, Vin = 0,5Vpp	5	5,5	6	dB
Brvb	Bande passante (-3dB) Vo = 1Vpp	20	25		MHz
Vcg	Tension de seuil de diminution du gain (-0,5 dB)	2			Vpp
Vr	Réjection vidéo entre deux canaux (Fin = 1Vpp sinus, Vo = 1Vpp)	50	55		dB
Zirvb	Impédance d'entrée pattes 1,3,4,5,6,7 Vo = 1Vpp	10			kOhms
Zorvb	Impédance de sortie pattes 11,13,16			15	Ohms
Tfb	Temps de montée et de descente de Fb (patte 9) pour 1V de tension d'entrée (pattes 8,10)		20		nS
Vihfb	Niveau d'entrée "1" de FB (commutation pattes 8,10,12,15)	1		4	V
Vilfb	Niveau d'entrée "0" de FB (commutation pattes 8,10,12,15)	0		0,4	V
Zifb	Impédance des pattes 8,10,12,15 de commutation	0,7	1	1,3	kOhms
Vohfb	Niveau de sortie "1" de FB (patte 9) (1V sur 8,10)	0,8	1	1,2	V
Volfb	Niveau de sortie "0" de FB (patte 9) (0V sur 8,10)			0,3	V
Zofb	Impédance de sortie commutation FB (OU patte 9, niveau 1)			30	Ohms
Tdfbrvb	Temps de délai entre la commutation et le basculement RVB		20		nS

### Circuit de test



### Schéma d'application



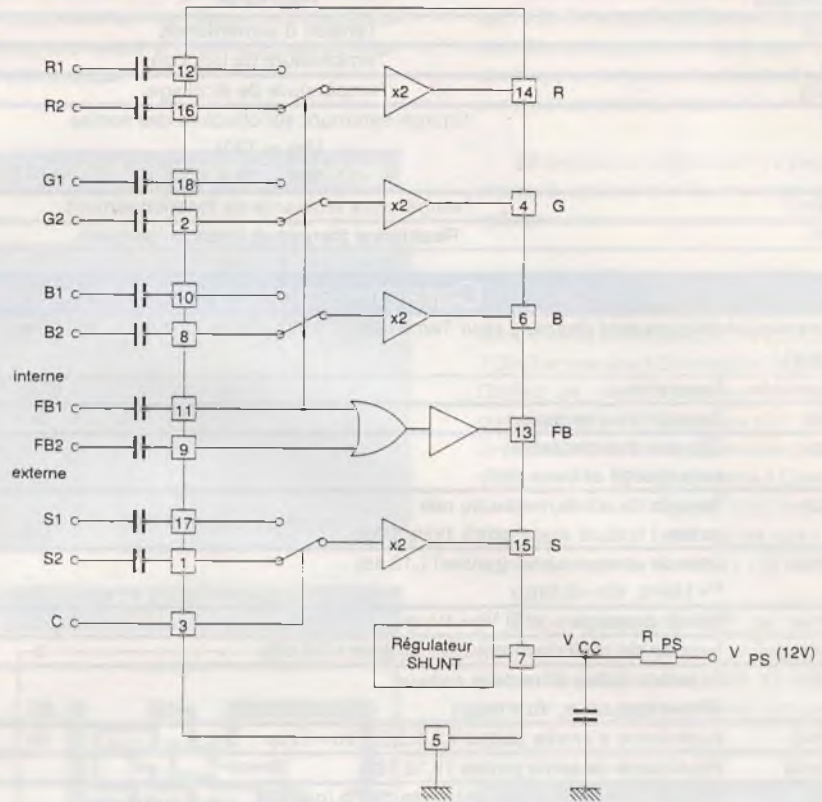
# TEA5115 et 5116

## Structure interne TEA 5115

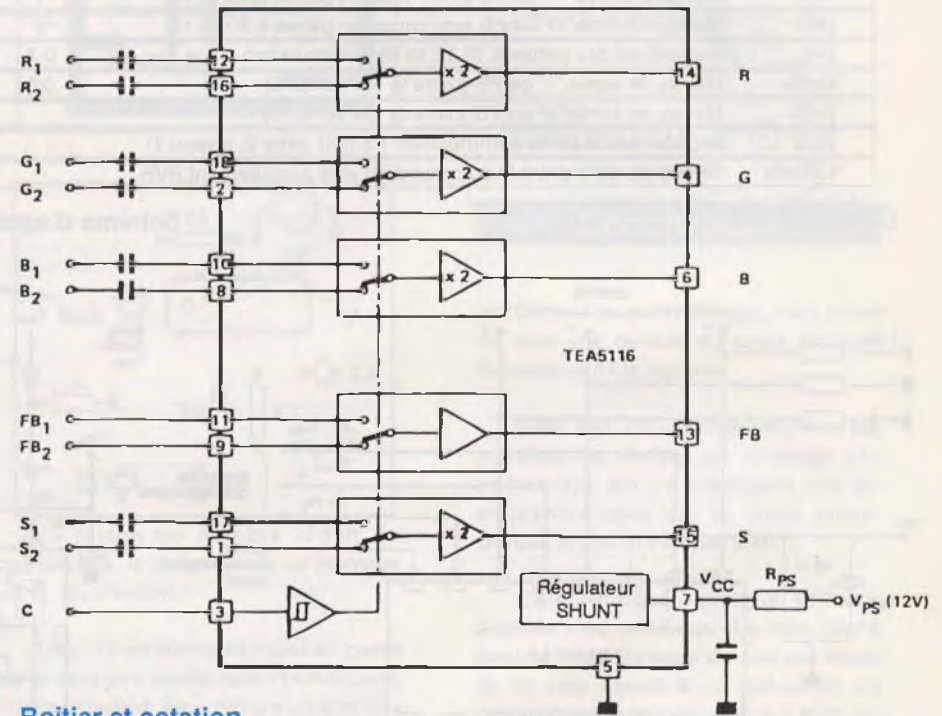
NDLR: Nous traiterons ces deux circuits simultanément dans la mesure où de nombreuses caractéristiques sont communes.

### Caractéristiques

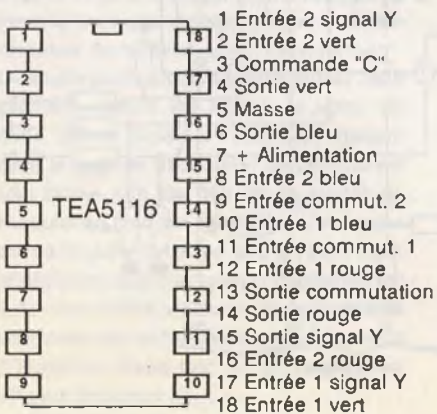
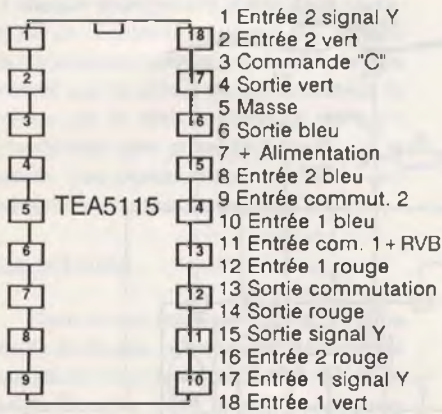
- 6 dB de gain sur chaque canal
- Les signaux RVB sont alignés sur une référence interne pour éviter les différences de tensions à la commutation
- Tous les niveaux d'entrées sont compatibles avec les normes NFC92250 et EN50049
- Bande passante de 30 MHz pour les signaux RVB
- Alimentation par régulateur SHUNT interne de 6,7V pour une limitation de la puissance dissipée et pour les faibles impédances de charge.
- Commutation indépendante du signal de synchronisation (TEA5115)
- Commutation simultanée de RVB et du signal FB (TEA5115)
- Commutation des cinq inverseurs par une seule patte de commande (TEA5116)



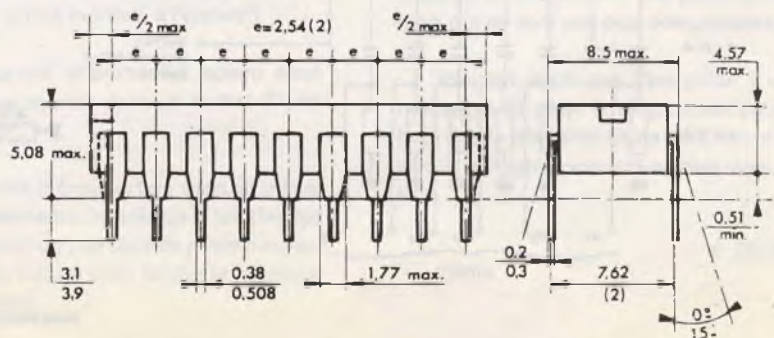
## Structure interne TEA5116



### Brochages



### Boitier et cotation





## Caractéristiques absolues (communes)

Symbole	Paramètre	Valeur	Unité
Icc	Courant d'alimentation (voir notes)	150	mA
Vin	Tension d'entrée (toutes entrées)	-0,5 à Vcc + 0,5	V
Tj	Température de jonction	-40 à + 150	°C
Tstg	Température de stockage	-40 à + 150	°C
amb	Température ambiante de fonctionnement	0 à + 70	°C
Rth	Résistance thermique jonction/ambiant	80	°C/Watt

Note: La charge minimum sur les sorties est de 300 Ohms si toutes les sorties sont chargées

## Caractéristiques détaillées (communes)

Tamb = +25°C, Icc = 120mA, résistance de charge de 150 Ohms (commutée séquentiellement), voir circuits de tests respectifs.

Symbole	Paramètre	Min.	Typ.	Max.	Unité
Vcc	Tension du régulateur SHUNT interne				
	Icc = 120 mA	6,3	6,7	7,2	V
	Icc = 90 mA ou 150 mA	6,2		7,3	V

### Commutateurs RVB

Vc	Tension de sortie continue (sans Vin) Tj = 25°C		0,9	1,25	V
	Tj de fonctionnement stabilisée		1,2		V
Vac	Dynamique maxi de sortie	2	4		Vpp
B	Bande passante (-3dB) Vin = 0,7Vpp	20	30		MHz
Av	Gain de chaque canal (Vin = 0,7Vpp, Fin = 1MHz)	5,5	6	6,5	dB
Adc	Différence de gain entre canaux		0,1	0,5	dB
	Dynamique d'entrée		0,7V +/- 3dB		
Zic	Impédance d'entrée (en continu)		10		kOhms
Zoc	Impédance de sortie dyn. (Vin = 0,7Vpp, F = 1MHz, RI = 300)		10		Ohms
	Réjection entre entrées R1/R2 ou V1/V2 ou B1/B2	45	55		dB
	Réjection entre sorties	40	55		dB
Tdc	Temps de délai entre entrées et sorties RVB		10		nS

### Données spécifiques TEA5115

Tsr1	Temps de réponse à la montée entre FB1 et les sorties RVB		60	110	nS
Tsf1	Temps de réponse à la descente entre FB1 et les sorties RVB		10	40	nS
Tsr2	Idem par commande de FB2 (montée)		10		nS
Tsf2	Idem par commande de FB2 (descente)		10		nS

### Commutation FB (patte 13)

Vil	Niveau "0" FB1 et FB2	-0,5		0,45	V
Vih	Niveau "1" FB2 (Externe)	1		Vcc + 0,5	V
Vih	Niveau "1" FB1 (Interne)	1,2		Vcc + 0,5	V
Vol	Niveau "0" de sortie			0,6	V
Voh	Niveau "1" de sortie (Tj = 25°C)	1,4	1,7	3,5	V
	" " à Tj stabilisé	1,5	1,9		V
	Courant d'entrée (sans charge)		15		uA
	Impédance dynamique de sortie (Rcharge = 300Ohms)		10		Ohms
Tfb1r	Temps de montée entre l'entrée FB1 et la sortie FB		120	160	nS
Tfb1f	Temps de descente entre l'entrée FB1 et la sortie FB		25	60	nS
Tfb2r	Temps de montée entre l'entrée FB2 et la sortie FB		70		nS
Tfb2f	Temps de descente entre l'entrée FB2 et la sortie FB		35		nS
Dtr	délai entre les sortie RVB et la sortie FB (montée)		50	100	nS
Dtf	idem (descente)		20	40	nS

### Commutateur Vidéo (ou synchro) patte 15

Vs	Tension de sortie continue (sans tension d'entrée) Tj = 25°C		0,9	1,25	V
	idem à Tj stabilisé		1,2		V
	Excursion de sortie maximum	2,6			Vpp
	Impédance d'entrée en continu		10		kOhms
	Impédance de sortie dynamique (Vin = 1Vpp, F = 1MHz)		10		Ohms
	Avec Rcharge = 300Ohms				
	Gain (Vin = 1Vpp, F = 1MHz)	5,5	6	6,5	dB
	Bande passante (-3dB)	15	20		MHz
	Excursion d'entrée		1V +/- 3dB		
Tcr	Temps de montée entre entrée C et sortie S (Pulse sur C = 3V)		30		nS
Tcf	Idem descente		10		nS
Tdc	Temps de délai entre entrée et sortie S (variation de 0,7Vpp)		10		nS

### Entrée de sélection C, patte 3 (données communes TEA5115, 5116)

Vil	Tension d'entrée niveau "0"	-0,5		1	V
Vih	Tension d'entrée niveau "1"	2		Vcc + 0,5	V
Iil	Courant d'entrée niveau "0" (Vil = 1V)	-0,6		-0,1	mA
Iih	Courant d'entrée niveau "1" (Vih = 3V)			0,5	mA



## Données spécifiques TEA5116

Symbole	Paramètre	Min.	Typ.	Max.	Unité
Tsr1	Temps de réponse (montée) entre C et sorties RVB (entrée sur RVB1)		45		nS
Tsf1	Temps de réponse (descente) entre C et sorties RVB (entrée sur RVB1)		25		nS
Tsr2	Idem mais avec signal d'entrée sur RVB2 (montée)		55		nS
Tsf2	Idem mais avec signal d'entrée sur RVB2 (descente)		25		nS

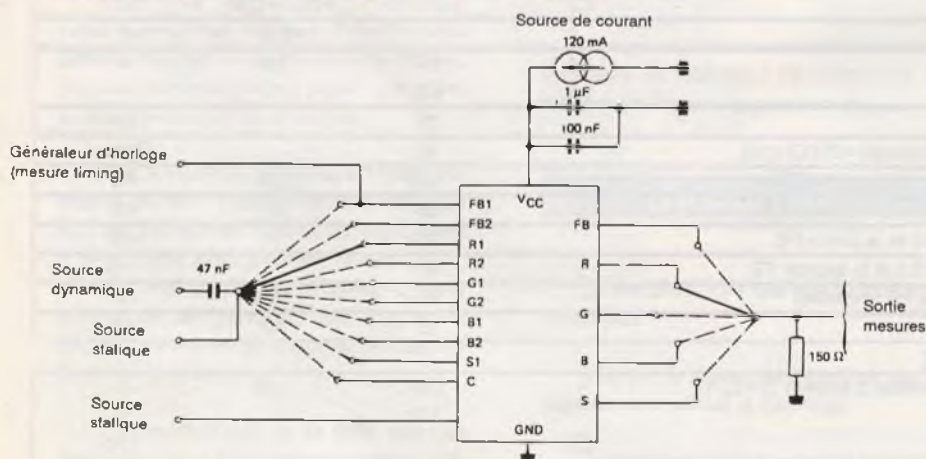
### Commutation FB (patte 13)

Vil	Niveau "0"	-0,5		0,4	V
Vih	Niveau "1"	1		Vcc + 0,5	V
Vol	Niveau "0" de sortie			0,6	V
Voh	Niveau "1" de sortie (Tj = 25°C)	1,4	1,7	3,5	V
	" " " à Tj stabilisé	1,5	1,9		V
	Impédance dynamique de sortie (Rcharge = 300Ohms)		10		Ohms
Tfb1r	Temps de montée entre l'entrée FB1 et la sortie FB		60	110	nS
Tfb1f	Temps de descente entre l'entrée FB1 et la sortie FB		40	60	nS
Tfb2r	Temps de montée entre l'entrée FB2 et la sortie FB		60		nS
Tfb2f	Temps de descente entre l'entrée FB2 et la sortie FB		40		nS
Tsfb1r	Temps de montée entre entrée C et sortie FB (signal d'entrée sur FB1)		75		nS
Tsfb1f	idem (descente)		50		nS
Tsfb2r	idem à la montée mais signal d'entrée sur FB2		85		nS
Tsfb2f	idem à la descente mais signal d'entrée sur FB2		50		nS

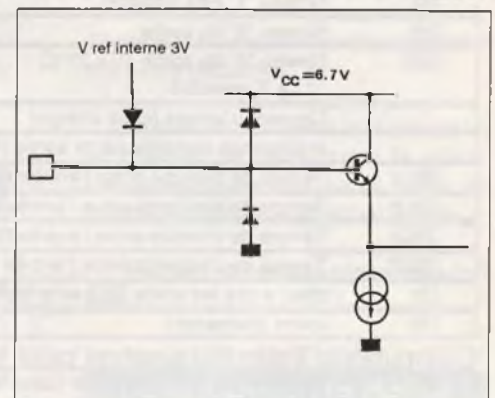
### Commutateur Vidéo (ou synchro) patte 15

Vs	Tension de sortie continue (sans tension d'entrée) Tj = 25°C		0,9	1,25	V
	idem à Tj stabilisé		1,2		V
	Excursion de sortie maximum	2,6			Vpp
	Impédance d'entrée en continu		10		kOhms
	Impédance de sortie dynamique (Vin = 1Vpp, F = 1MHz)		10		Ohms
	Avec Rcharge = 300Ohms				
	Gain (Vin = 1Vpp, F = 1MHz)	5,5	6	6,5	dB
	Bande passante (-3dB)	15	20		MHz
	Excursion d'entrée		1V +/- 3dB		
Tdc	Temps de délai entre entrée et sortie S (variation de 0.7Vpp)		10		nS
Tsr1	Temps de montée entre entrée C et sortie S (entrée sur S1)		45		nS
Tsf1	Idem descente		25		nS
Tsr2	Temps de montée entre entrée C et sortie S (entrée sur S2)		55		nS
Tsf2	Idem descente		25		nS

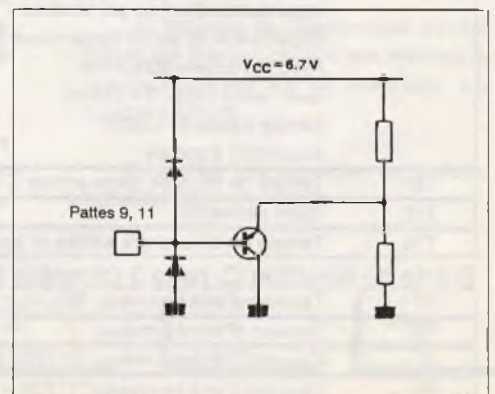
### Circuit de test (identique pour TEA5115 & TEA5116)



### Entrées R, G, B, (pattes 1, 2, 8, 10, 12, 16, 17, 18)

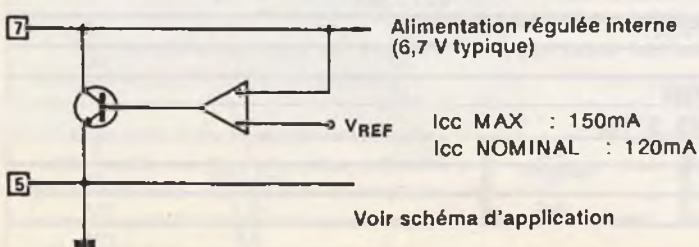


### Entrées FB (pattes 9, 11)

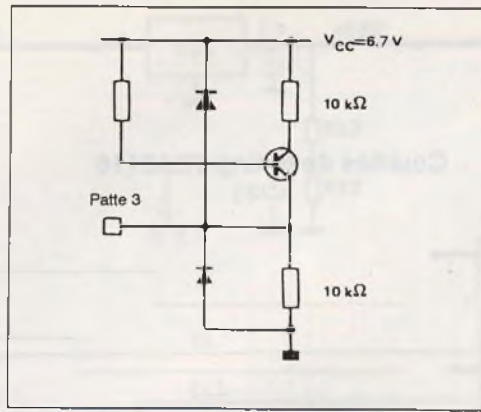


### Schémas équivalents des entrées sorties

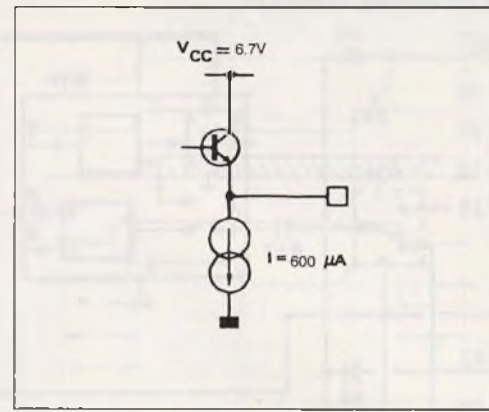
#### Courant d'alimentation (transistor shunt) (patte 7)



Entrée C patte 3



Toutes sorties (pattes 4, 6, 13, 14, 15)

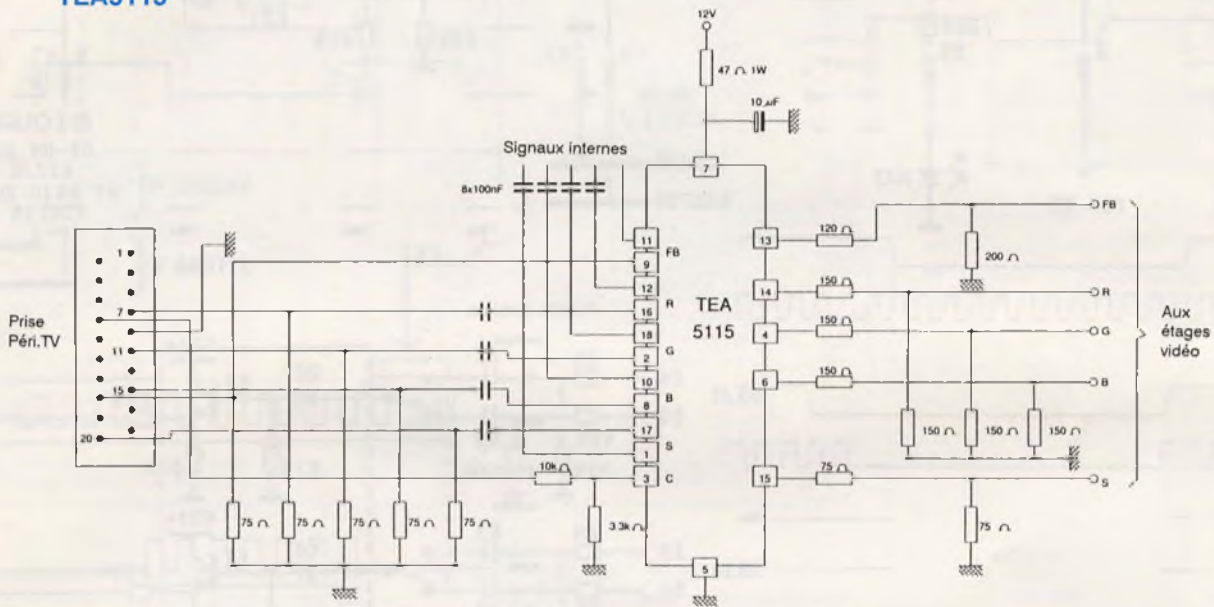


Schémas d'application typiques (Ci-dessous)

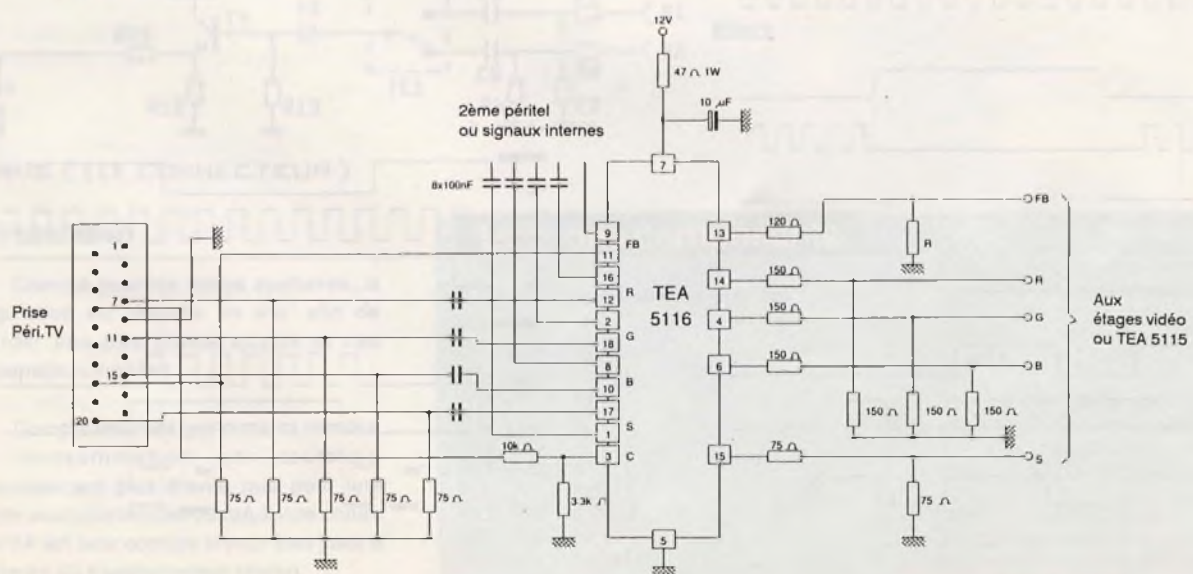
TEA5115/5116: Les résistances de charge données sont les valeurs minimum si toutes les sorties sont chargées. Dans le cas contraire, la charge minimum pour une sortie est de 150 Ohms tant que le courant d'alimentation reste inférieur à 150 mA.

TEA5116: La résistance R est égale à 300 Ohms pour une attaque de TEA5115 et 200 Ohms pour l'attaque d'un processeur vidéo.

TEA5115

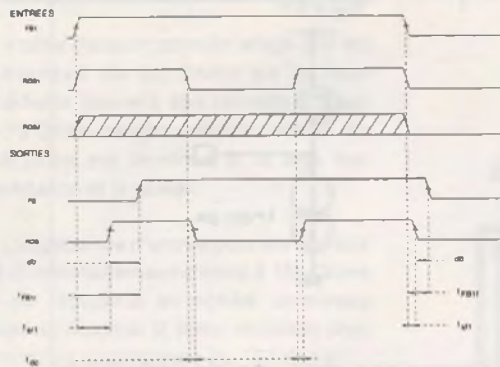


TEA5116

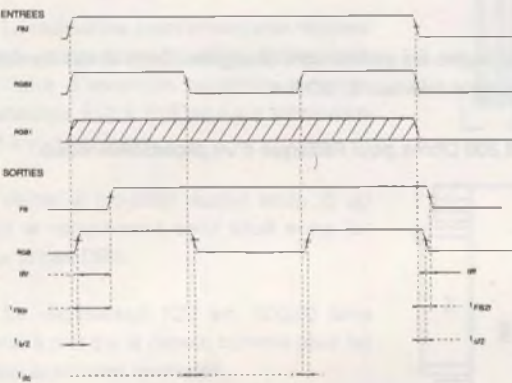


## Courbes de timing TEA5115

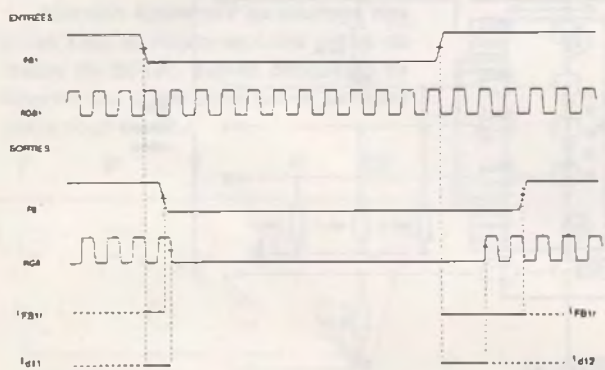
FB2 = 0



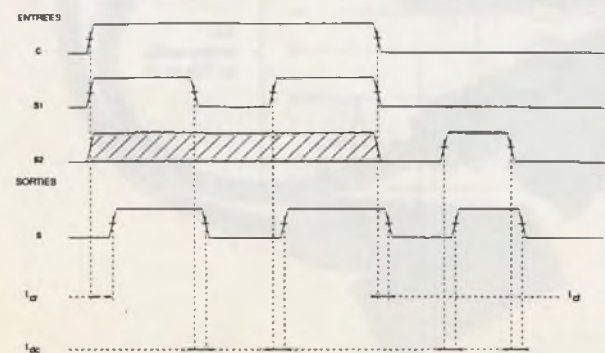
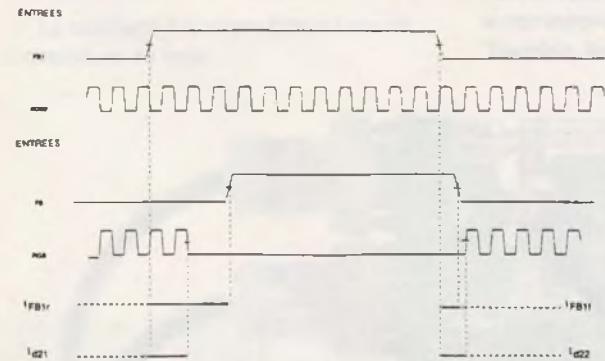
FB1 = 0



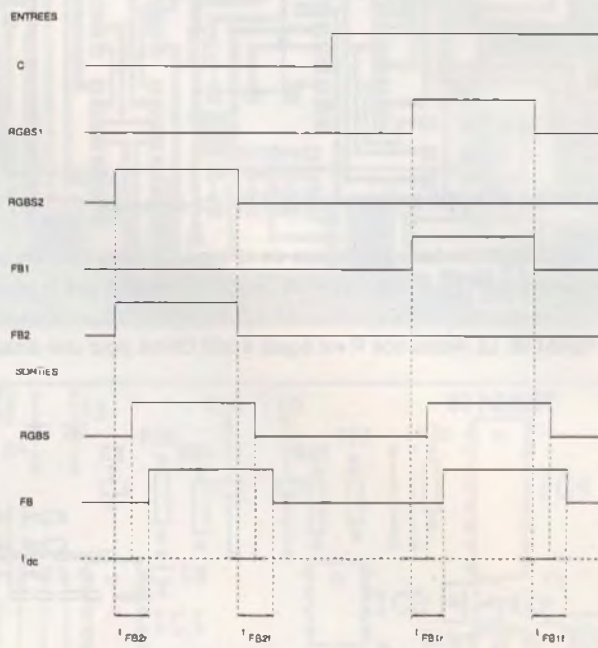
RGB2 = 0, FB2 = 0



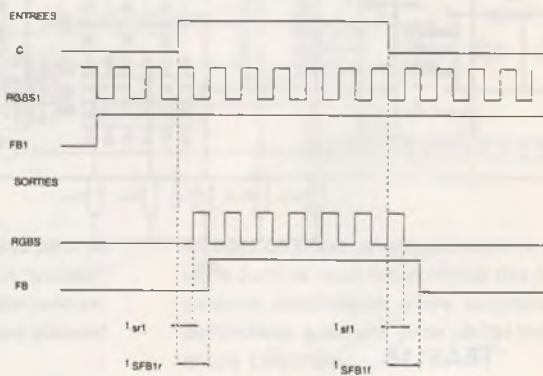
RGB1 = 0, FB2 = 0



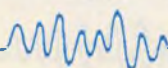
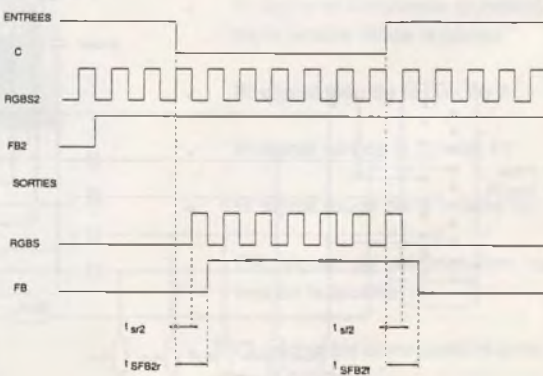
## Courbes de timing TEA5116



RGBS2 = 0, FB2 = 0



RGBS1 = 0, FB1 = 0





## POUR VOS ENCEINTES ACOUSTIQUES: L'OPTION KIT !

Dans notre numéro précédent, nous avons défini les paramètres du choix d'une bonne enceinte. Souvent le prix reste l'élément qui freine votre enthousiasme pour la qualité sélectionnée. L'enceinte "prête à servir" ayant les critères requis est hélas toujours trop chère. La qualité du montage fait toujours intervenir une valeur ajoutée justifiée par la main-d'oeuvre, et souvent amplifiée par la chaîne de distribution: la matière constitutive de la caisse n'est pas facile à stocker, lourde et par là même, chère à transporter.

Le KIT permet la construction à domicile du produit final, à partir de composants de base à moindre coût, et la finition que vous lui apporterez sera forcément la meilleure. Pour un prix très inférieur, vous devez bénéficier d'une qualité acoustique exceptionnelle: l'économie est souvent supérieure à 50 % et vous serez maître du résultat final. Et quel plaisir durant les étapes du montage !



Le coffret du KIT MTX 50 se distingue par une simplification du plan décalé de mise en phase du Tweeter qui est ici réalisé à angle droit et qui sera recouvert, pour éviter toute réflexion parasite, par le bloc de mousse acoustique adhésif livré avec ce kit.

Il n'est pas prévu de cache acoustique sur cette enceinte, pour ne pas dégrader la qualité de restitution du KIT MTX 50. Le Tweeter est protégé par sa grille. La membrane du Boomer est en plastique spécial et peut être nettoyée au chiffon.

### Rappels sur les haut-parleurs

Un peu de théorie nous permettra de comprendre comment concevoir son enceinte, ou tout du moins, d'appréhender comment sont conçus les KITS qui vous sont proposés "tous cousus".

Les hauts parleurs sont toujours fournis avec des données constructeurs nécessaires aux calculs d'optimisation des enceintes et aux choix des clients.

Nous en rappelons ici les définitions et les symboles les plus courants et les plus utiles:

- Vas: le volume équivalent à l'élasticité de la suspension.

- Qts: le coefficient de surtension totale du HP

- Fr: la fréquence de résonance

- Sd: la surface active de la membrane (ou cône)

- P: la puissance nominale du HP

- E: le niveau d'efficacité ou rendement (en dB)

- Z: l'impédance du HP



## La restitution du son

Un signal électrique vient exciter la bobine du HP placée dans un champ magnétique, provoquant son déplacement vibratoire. Celle-ci entraîne la membrane qui lui est solidaire, provoquant ainsi une vibration de l'air ambiant, et donc un son. Lorsque la membrane avance, il se produit à l'avant une compression de l'air, mais en même temps, il se crée à l'arrière une dépression équivalente et vice-versa.

## Le court-circuit acoustique

S'il y a possibilité de communication entre l'avant et l'arrière du haut-parleur, un déplacement d'air va se produire, visant à rétablir l'équilibre. Les vibrations arrières, en opposition de phase, viendront annihiler celles du cône avant. C'est le court-circuit acoustique.

Ce court-circuit ne peut se produire que si les molécules d'air comprimées à l'avant ont le temps de regagner la face arrière. La longueur d'onde du signal entre alors en ligne de compte. A 50 Hz, le son parcourt environ 1m70 durant un quart de période (déplacement avant de la membrane). Le chemin à parcourir est bien inférieur à cette valeur et à l'air libre, le court-circuit acoustique d'un haut-parleur est inévitable et sensible jusqu'à 1000 Hz. Au dessus de cette fréquence, ses effets sont pratiquement nuls.

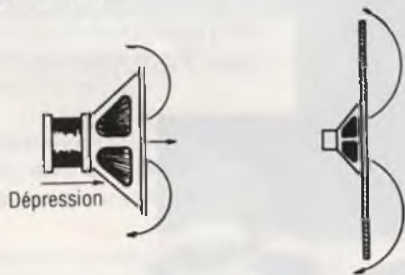


Fig. 1 — Cette figure montre comment se produit le court-circuit acoustique et comment un écran fixé sur le saladier du haut-parleur allonge le trajet de l'onde sonore, rejetant ainsi vers des fréquences plus basses les effets néfastes de ce court-circuit.

## Le baffle plan

Pour empêcher ce phénomène, il faut séparer l'espace avant de l'arrière du haut-parleur afin d'éviter toute communication: le mur infini avec une seule ouverture circulaire pour y placer le transducteur.

Mais sans aller jusque là, un écran plan dont la plus petite dimension ne serait pas inférieure au quart de la longueur d'onde de la fréquence la plus basse fait parfaitement l'affaire: un écran carré et rigide de 3m50 de côté, le haut-parleur au centre, protège du court-circuit au dessus de 50 Hz. Mais c'est un peu encombrant !

Pour en diminuer les dimensions, on peut replier cet écran: un coffret parallélépipédique, ouvert à l'arrière, ferait aussi bien son office. Mais dans les deux cas, l'énergie de l'onde arrière est perdue et le produit reste encombrant. On peut aller plus loin !

## La notion d'enceinte

### L'enceinte close

En fermant complètement la face arrière du coffret, on empêche, de fait, toute communication avant-arrière: on sacrifie l'onde arrière au profit de l'encombrement: c'est la conception de l'enceinte close.

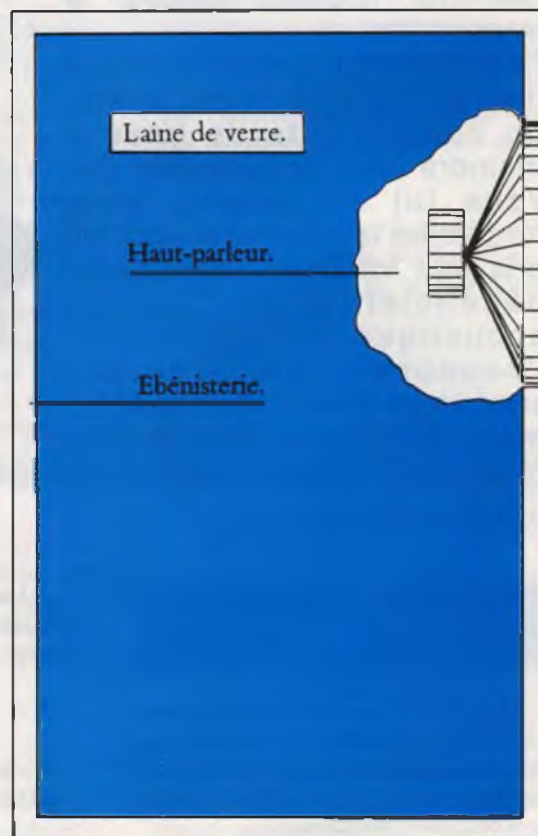
La forme, les dimensions et le remplissage du coffret influent sur la qualité du rendu. Il faut limiter au maximum les effets de l'onde arrière interne qui a tendance à s'opposer au déplacement du cône. A cet effet, il faut bourrer de matériaux absorbants pour freiner au maximum les déplacements d'air. Il est également souhaitable de donner une forme prismatique à l'enceinte, afin d'éviter

le parallélisme face avant/face arrière, ce qui limitera les effets de retour d'onde.

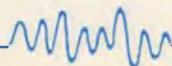
Plus on diminue le volume de ce type d'enceinte, plus on comprime l'air intérieur, créant un amortissement propre à atténuer les multiples résonances qui se manifesteraient autrement et la maîtresse de maison appréciera toujours cette discrétion de taille. Mais plus on descend en volume, plus on augmente la fréquence de résonance propre. Le volume idéal résulte donc d'un compromis, dont la méthode de calcul vous sera dévoilée plus loin.

Une enceinte de ce type doit, bien sur, être étanche et aussi rigide que possible.

Elle sacrifie l'onde arrière dont l'énergie se transforme en chaleur dans le matériau absorbant de bourrage.



Enceinte close.



## L'enceinte bass-reflex

En partant de l'idéal baffle plan, l'idée de récupérer un maximum de l'énergie arrière, pour augmenter le rendement global, a germé dans l'esprit de certains ingénieurs, pour donner naissance à la conception bass-reflex.

Par de judicieux calculs de volume intérieur et de dimensions d'événements, on remet en phase l'onde avant et retour, récupérant ainsi plus de 60 % de la puissance arrière. L'effet est maximum à la fréquence de résonance du HP, atténuant d'autant son effet néfaste. En effet, contrairement aux apparences (trompeuses, une fois de plus), l'air, dans l'événement, se déplace dans le même sens que la membrane: il entre quand le cône recule, augmentant la surpression interne et vice-versa. Il joue ainsi le rôle de frein à l'amplitude maximum, donc à la fréquence de résonance du haut-parleur. Il amplifie, par contre, les graves dans la plage pour laquelle il a été optimisé. L'ensemble se comporte comme le poids au bout du ressort que vient entraîner la main, par un mouvement alternatif (voir figure 2): pour un poids et un ressort donnés, il y a une plage de fréquence où le mouvement main-poids est en opposition de phase, et en inversant ainsi l'onde arrière, on la remet en phase avec l'onde avant. Vous aurez compris que le poids: c'est l'événement; le ressort: l'air du volume interne et la main: la face arrière du cône.

Les valeurs du volume intérieur et les dimensions de l'événement sont liées de façon critique: à un volume donné = un événement accordé !

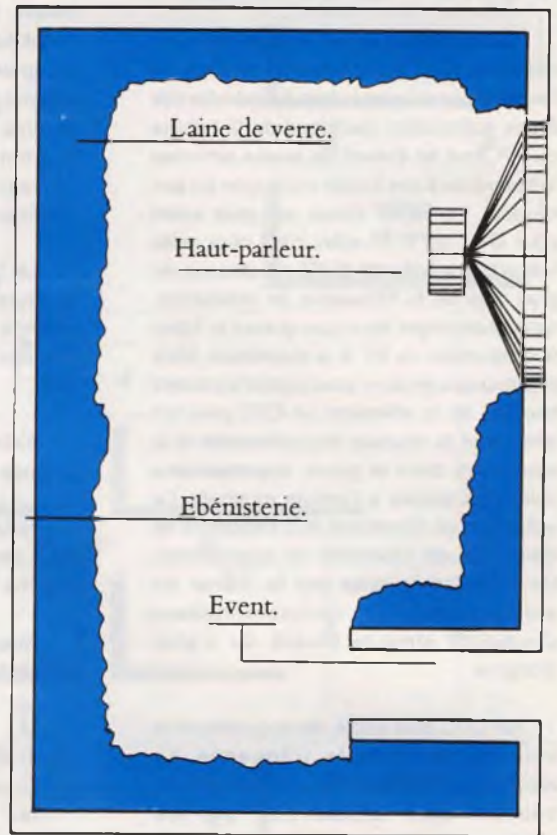
## La conception d'une enceinte

Pour résumer notre étude:

- Les haut-parleurs de graves (BOOMER) doivent être placés en enceinte aux dimensions optimisées pour exprimer leurs entières qualités.

- L'enceinte close a tendance à augmenter la fréquence de résonance du HP, tout en offrant la possibilité d'un volume restreint. Elle s'adapte bien aux HP de petits diamètres et de fréquence de résonance ( $F_r$ ) basse. Son rendement est pauvre car on perd l'énergie de l'onde arrière. Mais son faible volume en fait une enceinte passe-partout et économique, facile à mettre au point.

Elle favorise la réponse impulsionnelle.



Enceinte bass-reflex.

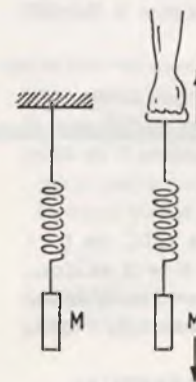


Fig. 2 — Si on communique, au système masse-ressort, un mouvement dont le rythme soit le même que celui de la vibration propre du système, il y a opposition de phase entre le déplacement de la masse et celui de la main.

- L'enceinte bass-reflex augmente le rendement global et atténue les effets de résonance. Elle est plus encombrante que l'enceinte close pour un même HP, mais offre plus de puissance acoustique. Elle revient légèrement plus chère, est plus délicate à calculer et à mettre au point.

Voyons concrètement comment l'on procède:



## L'optimisation du montage des HP graves en enceinte close

La courbe en figure 3, exprime pour différents QTC (coefficient de qualité), la faculté d'une enceinte close à répondre vite à une sollicitation électrique de la bobine du HP, tout en évitant les ondes amorties indésirables à une bonne restitution du son musical. La valeur idéale est celle ayant pour QTC: 0.71. En effet, c'est pour cette valeur que la linéarité (0 dB) est obtenue au plus près de la fréquence de résonance, sans encourager les hyper-graves et frôler la destruction du HP à la résonance. Mais il ne faut pas éliminer pour autant les autres courbes de la sélection: un QTC plus fort renforcera la réponse impulsionnelle et le rendement dans le grave, apportant une coloration sourde à l'écoute musicale. Le volume va en diminuant et la fréquence de résonance de l'enceinte en augmentant. Un QTC fort favorise par la même les sur-oscillations impulsionnelles, dégradant ainsi la pureté du signal d'origine.

Un QTC plus faible, en augmentant le volume, diminue la fréquence de résonance et atténue les extrêmes graves, souvent déjà "BOOSTEES" par les LOUDNESS ou autres égaliseurs.

Le cartouche indexé fourni les formules de calculs du volume minimum et optimum et la fréquence de résonance ainsi obtenue. On obtiendra également la fréquence de coupure de l'enceinte à -3dB.

EXEMPLE de calculs pour le BMH407 de chez AUDAX

Pour ce HP, le catalogue constructeur donne un VAS de 48 litres, un QT de 0,48 et une fréquence de résonance  $F_r$  de 48 Hz ( $\pm 7$ ).

Pour un choix de QTC de 0.71 optimum, on trouve  $A = 0$  et donc  $F_{-3dB} = F_b$ , ainsi que  $F_{ec} = .71 \times 48 / .48$  soit 71 Hz (fréquence de résonance du volume)

$$y = (71 \times 71) / (48 \times 48) - 1 = 1.19$$

$$V_{ab} = 48 / 1.19 = 40 \text{ litres}$$

soit en non amortie (sans bourrage)  $x = 1$  et  $V_b = 40,4$  litres

soit en amortie,  $x = 1.2$  et  $V_b = 40.4 / 1.2 = 33,7$  litres

## L'optimisation du montage des HP graves en bass-reflex

La courbe en figure 4, exprime pour différents S (coefficient de surtension), la faculté d'une enceinte bass-reflex à s'accorder avec le HP monté. La valeur

idéale pour S est de 5.7, pour les mêmes motifs que sur la courbe pour enceintes closes. Mais le choix d'un S fort inverse l'évolution du volume: plus S est élevé, plus les graves sont accentuées, mais plus le volume devient important et vice-versa. Et comme pour les enceintes closes, une augmentation de S favorise les sur-oscillations impulsionnelles au détriment de la pureté du signal.

Le cartouche indexé vous donne les formules de calculs du volume idéal accordé, des dimensions de l'évent et les fréquences de résonance et de coupure à -3dB.

EXEMPLE de calculs pour le BMH407 de chez AUDAX

Nous avons repris le même type de HP pour comparer les résultats sur les deux options.

Nous obtenons, pour S optimum de 5.7, un  $V_b$  de  $48 \times 5.7 \times .48 \times .48$  soit 63 litres.

la fréquence de résonance  $F_b = 0.39 \times 48 / .48 = 39$  Hz

les dimensions de l'évent: son diamètre sera compris entre 2/3 et 1/7 de 200 soit entre 133 mm et 30 mm. Un diamètre de 76 mm correspond à un standard de tube du commerce et donne une surface évent SP de  $45,3 \text{ mm}^2$ .

la compliance acoustique CAB sera donc de  $0.063 / 140000$

la masse acoustique MAB de  $1 / (4 \times 3.14 \times 3.14 \times 39 \times 39 \times \text{CAB})$ , soit 37

la longueur brute sera donc de  $37 \times 45,3 / 1.18$  soit 142 mm

La longueur pratique sera diminuée de  $0.82 \times 6.7$  soit de 5.5 mm

On obtient donc  $L' = 142 - 5.5 = 87$  mm (pour un évent affleurant en façade et libre à l'intérieur)

## Les médiums et tweeters

Ces haut-parleurs sont destinés à la restitution des sons en moyennes et hautes fréquences (au dessus de 1000 Hz) et ne connaissent pas les problèmes de court-circuits acoustiques. Les tweeters sont souvent livrés en coffret clos et n'influencent pas sur les cavités dans lesquelles ils sont montés. Certains médiums le sont aussi, mais la plupart, livrés comme les boomers (sans coffret), peuvent être tolérés dans la même cavité

que le HP grave: Il est souhaitable, sur les enceintes où ils sont présents, de les placer dans une cavité qui leur est propre (voir AUDAX MTX 100 ou 200). Elle peut être close, étant donné les fréquences et pressions mises en jeu ou même baffle plan.

La présence de ces types de haut-parleurs est nécessaire pour couvrir de façon uniforme l'ensemble du spectre sonore et détermine le nombre de voies d'une enceinte. Souvent un simple tweeter suffit: le grave couvrant de façon satisfaisante le spectre médium. Le (ou les) médium(s) vient(ent) encore améliorer la courbe de réponse et le rendement de l'enceinte.

La répartition de la puissance électrique vers les différents transducteurs ne doit pas se faire au hasard: elle doit être distribuée en fonction de la bande passante de chaque groupe de haut-parleurs, et avec, éventuellement, une atténuation volontaire, destinée à égaliser la courbe de réponse de l'ensemble et en conservant au système, une impédance donnée, compatible avec les amplificateurs disponibles sur le marché (en général 8 ohms). C'est le rôle des filtres.

## Le filtrage

Ce sujet a déjà été abordé dans les numéros 11 et suivants d'HOBBYTRONIC par notre éminent confrère E. DERET. Nous vous prions de vous y reporter pour ne pas faire redondance. Nous nous contenterons de rappeler les principes fondamentaux, sans oublier que les puissances à transmettre sont énormes.

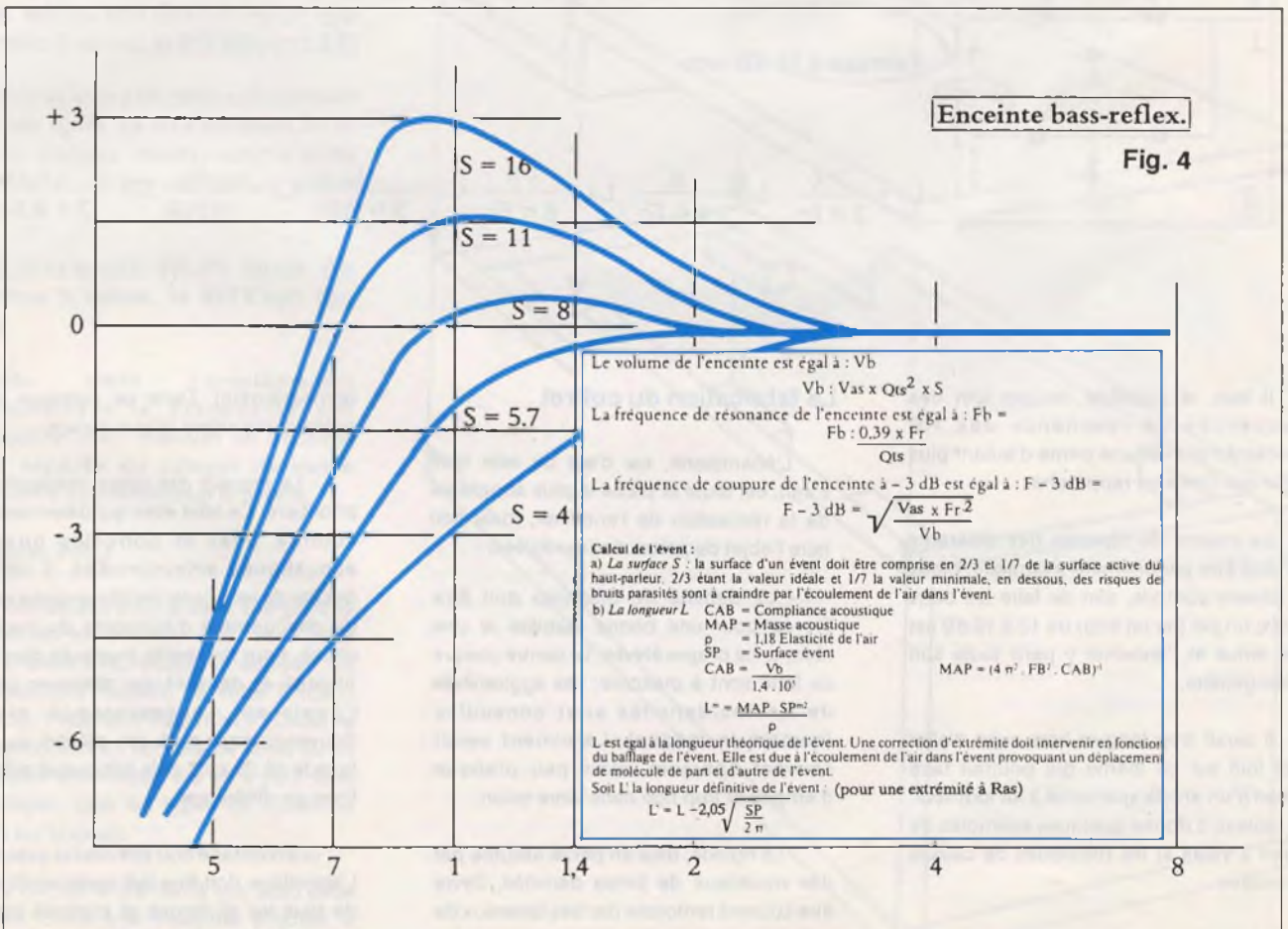
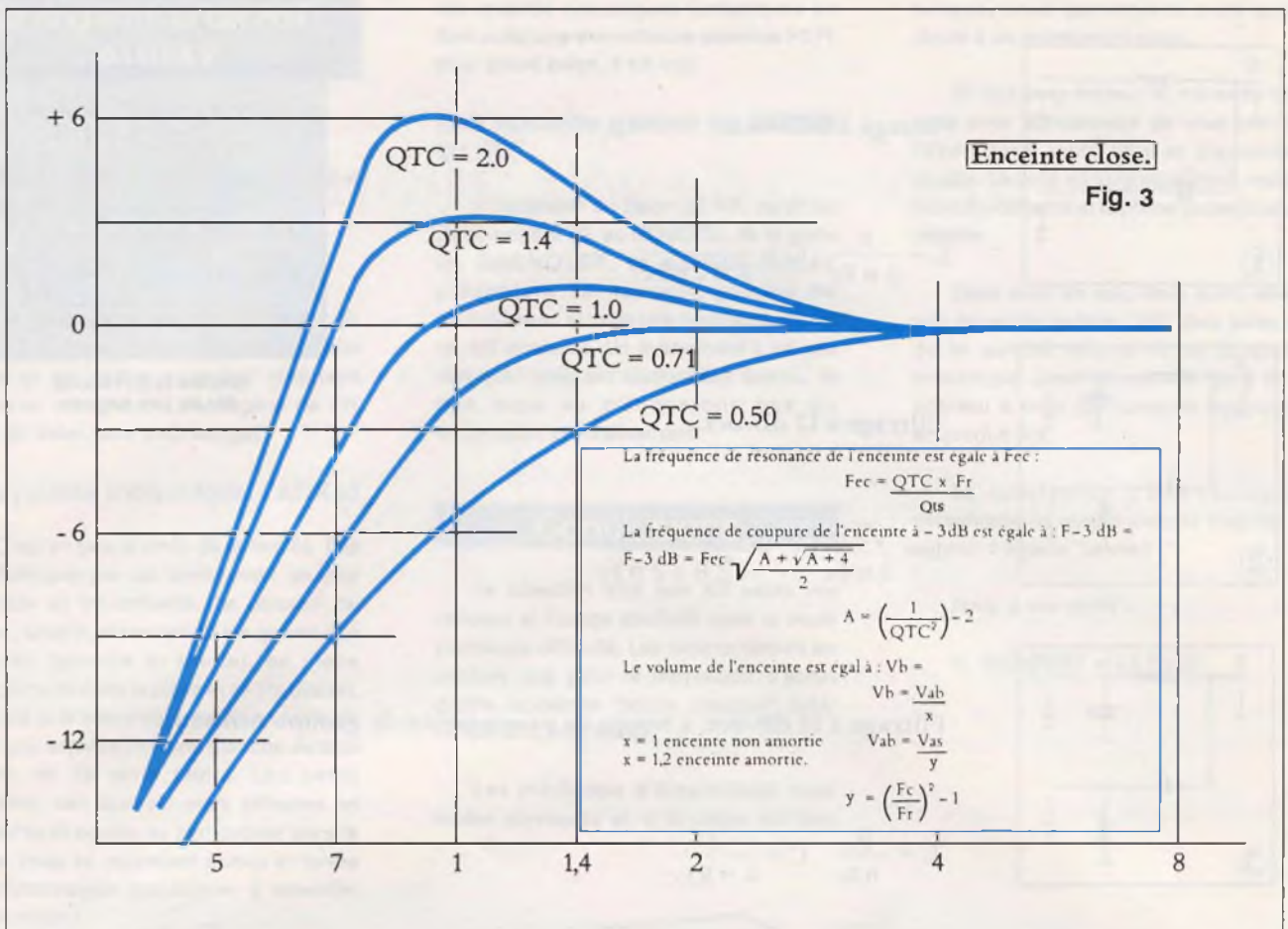
Les filtres répartiteurs de fréquences jouent un rôle extrêmement important dans une enceinte acoustique, autant que ceux des haut-parleurs et de l'ébénisterie. Ils servent à aiguiller les différentes fréquences vers les transducteurs appropriés, à linéariser les courbes de réponse, d'impédance et à minimiser les rotations de phase.

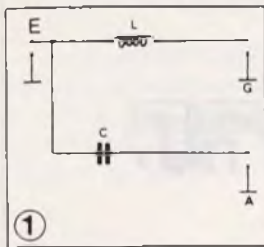
Les principales caractéristiques d'un filtre passif sont:

- le nombre de voies
- les fréquences de coupures
- l'impédance des charges
- l'ordre de chaque cellule qui détermine la pente d'atténuation correspondante
- la tenue en puissance



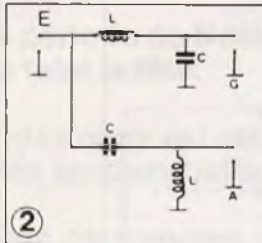






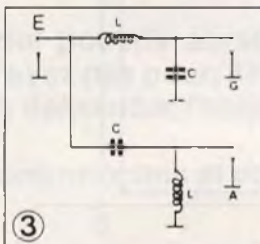
Filtrage à 6 dB/oct.

$$L = \frac{R}{2 \pi F_c} \quad C = \frac{1}{R \times 2 \pi F_c}$$



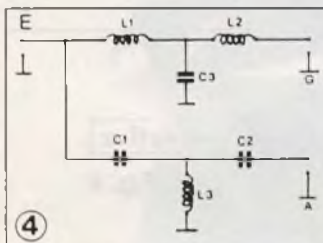
Filtrage à 12 dB/oct.

$$L = \frac{\sqrt{2} R}{2 \pi F_c} \quad C = \frac{1}{\sqrt{2} R \times 2 \pi F_c}$$



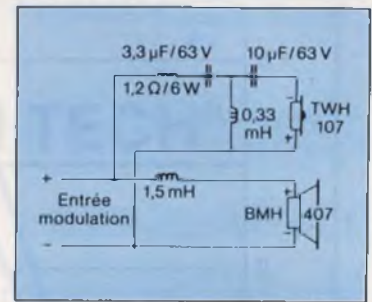
Filtrage à 12 dB/oct. à temps de propagation de groupe constant.

$$L = \frac{R}{\pi F_c} \quad C = \frac{1}{4 \pi R F_c}$$



Filtrage à 18 dB/oct.

$$L_1 = \frac{3 R}{2 \pi F_c} \quad L_2 = \frac{R}{4 \pi F_c} \quad L_3 = \frac{3 R}{8 \pi F_c} \quad C_1 = \frac{1}{3 \pi R F_c} \quad C_2 = \frac{1}{\pi F_c R} \quad C_3 = \frac{1}{3 \pi R F_c}$$



SCHEMA ELECTRIQUE  
DU FILTRE MKX 50

Fig. 5

Il faut, si possible, couper loin des fréquences de résonance des HP concernés et avec une pente d'autant plus raide que l'on s'en rapproche.

La courbe de réponse des différents HP doit être parfaitement examinée, creux et bosses compris, afin de faire les bons choix: un pic (ou un trou) de 10 à 15 dB est vite arrivé et l'enceinte y perd toute son homogénéité.

Il serait trop long et hors sujet d'aller trop loin sur ce thème qui pourrait faire l'objet d'un article spécialisé à lui tout seul. Le tableau 5 donne quelques exemples de filtres 2 voies et les méthodes de calculs associées.

### La fabrication du coffret

L'ébénisterie, car c'est de cela qu'il s'agit, est toute la partie la plus abordable de la réalisation de l'enceinte, mais doit faire l'objet de précautions précises:

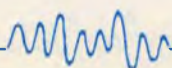
- La densité du matériau doit être élevée pour une bonne stabilité et une résonance propre élevée. Le contre-plaqué ou latté sont à proscrire. Les agglomérés de hautes-densités sont conseillés (comme la médite). Le ciment serait souvent optimum, mais peu pratique d'emploi et trop figé dans votre salon.

- La rigidité, déjà en partie assurée par des matériaux de fortes densités, devra être souvent renforcée par des tasseaux de bois si les surfaces libres à la vibration sont importantes (cas de vastes enceintes sans

compartiment). Dans ce domaine, deux précautions valent mieux qu'une.

- Le respect des cotes intérieures est prioritaire. Ce sont elles qui déterminent le volume final et donc les qualités acoustiques sélectionnées. Il ne faut oublier de recalculer les dimensions en cas de changement d'épaisseur du matériau utilisé. Pour les motifs invoqués plus haut (rigidité et densité), ne diminuez jamais l'épaisseur, augmentez-la plutôt. Souvenez-vous qu'1 cm d'écart sur une façade de 29 x 70, cela fait quand même 2 litres de différence.

- Le montage doit être réalisé avec soin. L'encollage doit être fait après vérification de tous les ajustages et pratiqué avec la méthode préconisée par la notice (type de colle à bois, serrage, clouage ou vissage



provisoire...). Les temps de séchage doivent être impérativement respectés : pas de précipitation, car vous pourriez le regretter très vite à la mise sous tension à forte puissance.

- L'amortissement intérieur doit être réalisé avec soin. C'est souvent lui le parent pauvre des enceintes finies. Il faut bourrer au maximum les enceintes closes en protégeant par une toile de tulle la face arrière des HP. Il faut couvrir soigneusement toutes les faces d'une enceinte bass-reflex d'une couche d'amortissement (de 5 à 10 cm suivant la taille de l'enceinte: suivre dans ce domaine les conseils du concepteur) en évitant les abords directs de l'évent.

Dans tous les cas, respectez les conseils du concepteur du KIT !

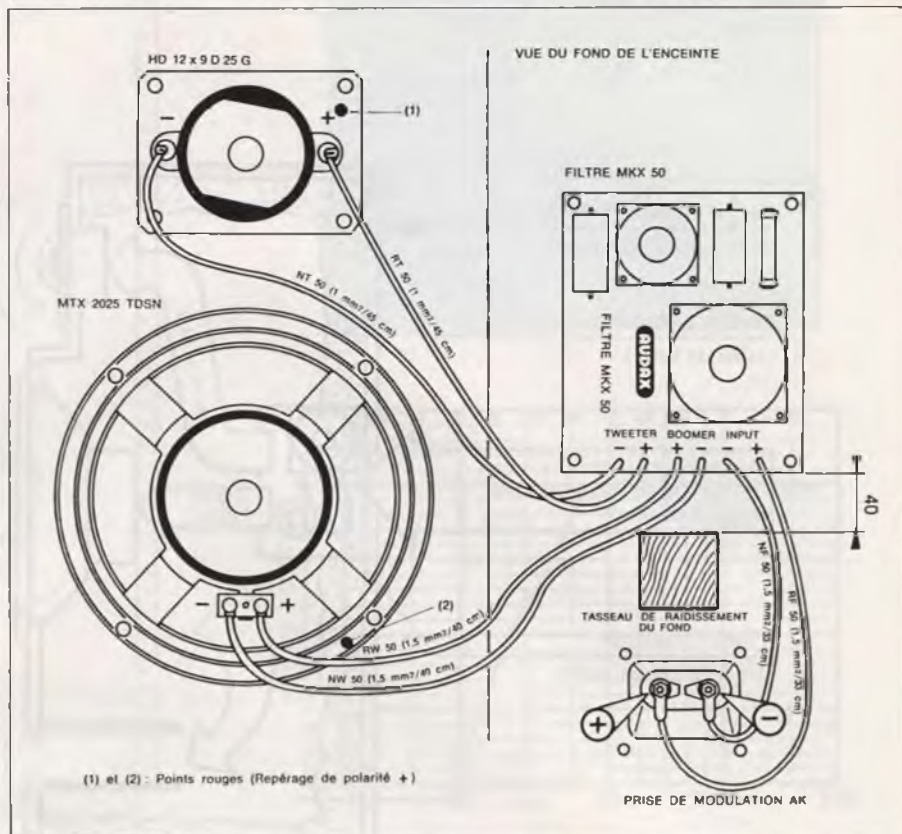
- La finition du produit sera d'autant plus aisée, rapide, et d'un bel effet que vous aurez parfaitement ajusté les faces lors du montage. Respectez scrupuleusement les étapes détaillées par la notice du concepteur. Elle contient, en général quelques exemples de finitions externes, ainsi que les moyens pratiques de réalisation.

## Le câblage des HP et leur installation

C'est la phase finale ! Il est d'autant plus difficile de céder à la tentation d'aller vite. Il faut pourtant encore y consacrer quelque attention.

- Il est nécessaire d'exécuter les raccords des bornes d'entrées vers le filtre, ainsi que du filtre vers le grave et le médium avec du câble de qualité, de forte section et de petite longueur pour éviter les pertes. Vous devez également ne pas lésiner sur la soudure aux points de raccordements et préférer les cosses pour raccorder les tweeters, souvent fragiles à la température élevée des fers à souder (vous risquez la coupure d'une liaison interne au HP).

- Vous devez être attentifs à respecter les "polarités" des haut-parleurs. En effet, il faut respecter la mise en phase de chacun d'entre eux. En général, le "+" est repéré (rouge), mais il se retrouve facilement avec une pile de 4v5 placée aux bornes: si la membrane avance, le + pile correspond au + HP, l'inverse dans le cas contraire. Les sorties du filtre sont également repérées et le bornier idem (rouge pour le +). Les inversions ne détruiront aucun des composants, mais le fonctionnement en opposition des HP ne serait pas de l'effet recherché, et entre deux enceintes en stéréo, le problème est identique.



- Vous fixerez solidement le filtre à l'endroit conseillé, car il subira de solides contraintes mécaniques et vibratoires.

- Les HP seront mis en place en terminant par le boomer, en assurant éventuellement par un joint souple (ou du RUBSON) une parfaite étanchéité.

## Application au KIT MTX 50 (Audax)

### Le cahier des charges

La firme AUDAX s'est fixé comme objectif de mettre à disposition du grand public, une enceinte aux performances HI-FI de 50 W (selon la norme DIN 45573-2), pour un encombrement et un prix accessible, et une fabrication aussi simple que possible. La sortie d'un haut-parleur révolutionnaire en membrane TPX sur suspension NORSOREX a permis de réaliser l'adéquation: légèreté-rigidité-amortissement. Ce BOOMER-MEDIUM en saladier moulé, équipé d'un aimant puissant, permet, vu sa courbe de réponse exceptionnelle, de se passer de médium, et de se limiter ainsi à une enceinte 2 voies.

Le choix de l'optimisation du volume en bass-reflex s'est imposé par la recherche d'un rendement élevé (au moins 90 dB).

### Choix des transducteurs

- le HP grave: BMH407 (anc MTX2025TDSN)



Nous en avons déjà parlé. Il a servi de base à nos exemples de calculs. Il fait partie de la nouvelle génération de HP à membrane spéciale. Il est à l'origine de la création de ce KIT.

- le tweeter: TWH104 (anc HD 12x9D25G)



# PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU KIT MTX 50

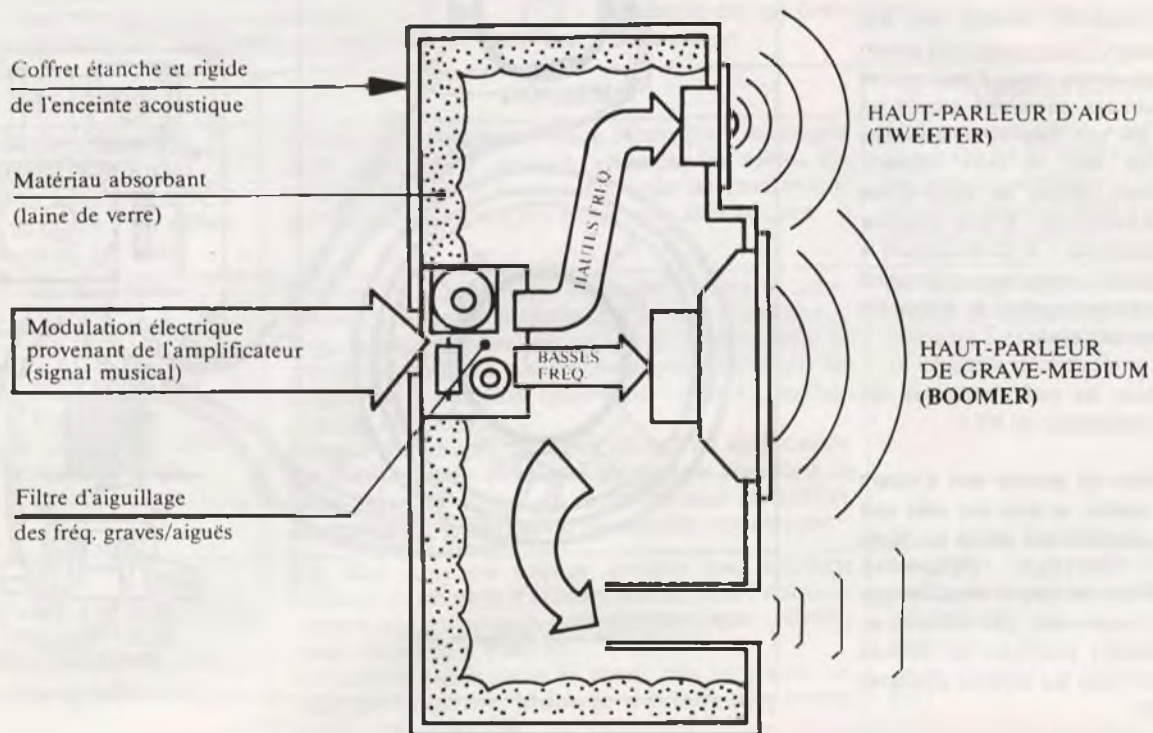


SCHÉMA DE PRINCIPE D'UNE ENCEINTE BASS-REFLEX A 2 VOIES

Il a fait la réputation d'AUDAX dans le domaine des dômes tissés. Il couvre parfaitement la gamme de 1000 Hz à 20000 Hz avec un rendement de 89 dB et une puissance admissible de 50 W (bien plus qu'il n'en faut ici). Sa membrane est protégée par une grille métallique. Il complète harmonieusement le spectre avec le BMH407.

## Calculs des paramètres

Nous avons choisi volontairement le même haut-parleur de graves dans nos exemples donnés plus haut, et nous avons trouvé, pour un S de 5.7, un volume de 63 litres et un évent de 76mm de diamètre sur 87 mm de longueur.

Les laboratoires de la firme AUDAX ont opté pour un S de 3.5, qui nous donne ici un volume de 39 litres et un évent accordé de 76 mm de diamètre pour une longueur de 170 mm. Ce choix est motivé par le souci d'éliminer toute sur-oscillation afin de profiter pleinement et sans déformation du son digital aux attaques raides et pures, sources d'impulsions fortes et bien rendues par ce HP exceptionnel, mais qui

requiert, vu sa conception, un amortissement artificiellement accentué. Voilà ce qui arrive lorsqu'une qualité devient encombrante à l'usage. Les bancs d'essai du produit ne tarissent pas d'éloge sur le résultat obtenu.

De fait, l'utilisation domestique dans un local d'écoute classique, moins absorbant qu'une chambre anéchoïde (ou qu'à ciel ouvert), viendra relever le niveau de grave à la résonance, sans créer d'effet "BOOMIES" désastreux à l'écoute.

Le tweeter associé, lui-même déjà clos, sera donc placé dans de même coffret, mais au-dessus.

Le filtrage est assuré à l'ordre 3 (18 dB par octave) sur le tweeter et à l'ordre 2 pour le grave (12 dB par octave) vers les 4500 Hz. La coupure basse est à l'ordre 3 (18 dB par octave) vers les 40 Hz. Ce type de filtre introduit une rotation de phase à la fréquence de raccordement de 135 degrés sur la voie aiguë et de - 135 degrés sur la voie grave: la phase électrique du tweeter est donc inversée et le temps de propagation de groupe rattrapé par un

décalage spatial du plan de fixation des haut-parleurs, le tweeter étant reculé de 50 mm par rapport au boomer-médium, grâce à un décrochement de l'ébénisterie.

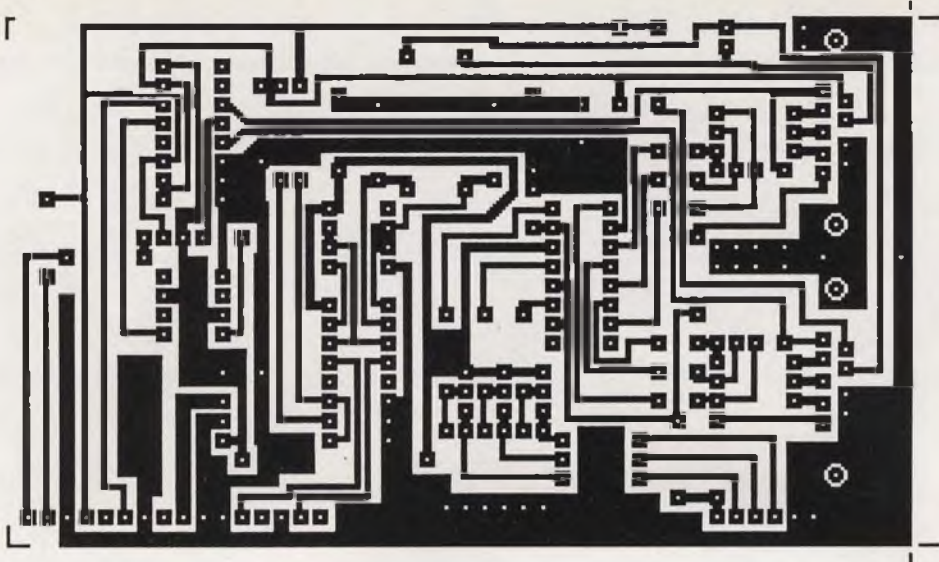
## La construction du KIT MTX 50

La notice fournie est complète et très bien rédigée. Elle vous guide pas à pas, depuis l'achat des panneaux d'aggloméré (fiche de débit) jusqu'aux conseils d'installation dans la pièce prévue, en passant par les finitions conseillées du coffret, le câblage du filtre et haut-parleurs et les tests préliminaires à la mise en service.

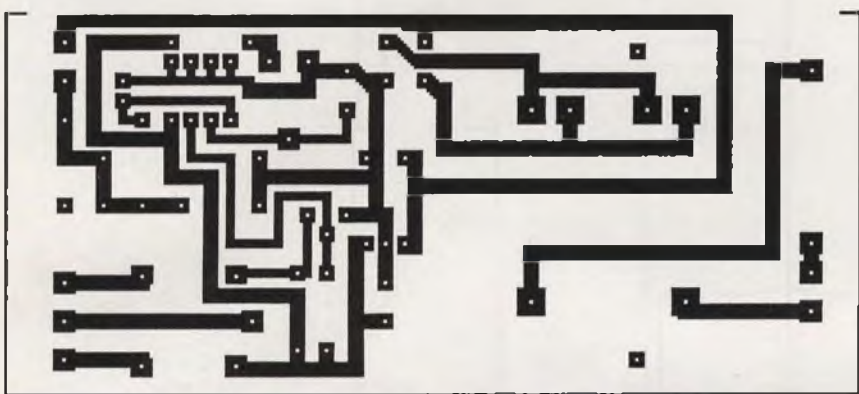
Une notice parfaite de 16 pages

L'outillage nécessaire à la réalisation d'un KIT d'enceinte est très courant (marteau, tournevis, pince coupante, fer à souder...). La seule réelle difficulté est le perçage de l'emplacement des HP et de l'évent, qui nécessitent l'emploi d'une scie sauteuse (que l'on peut louer?). C'est à votre portée !

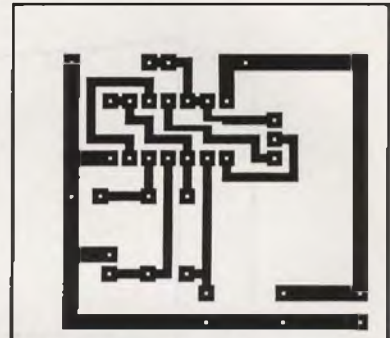




CARTE AUXILIAIRE  
DOUBLE RVB

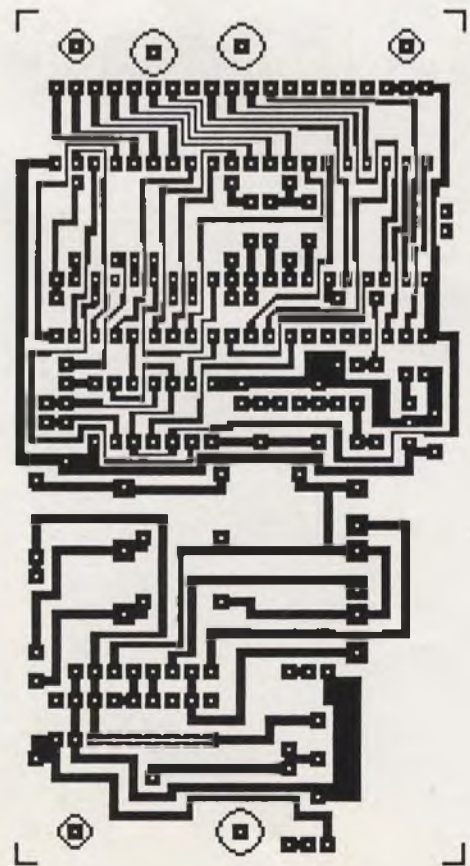


TELE-PILOTAGE PAR DETECTION D'INTENSITE

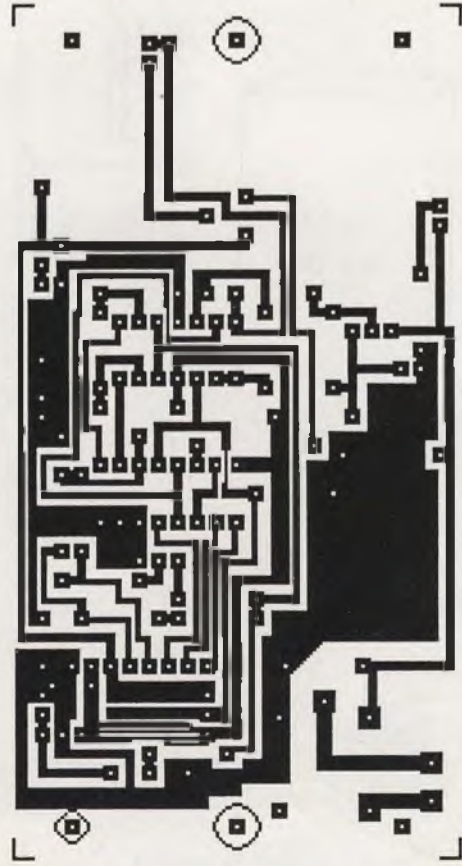


ALARME DE TIROIR

DEUX THERMOSTATS TRIPLE CONSIGNE

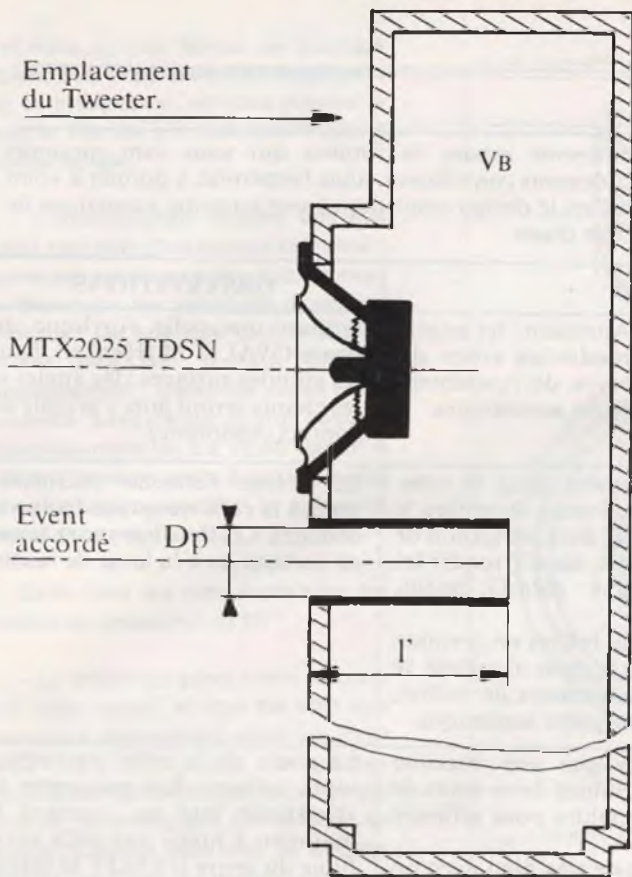


CARTE AFFICHAGE



CARTE PILOTAGE



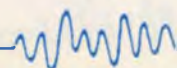
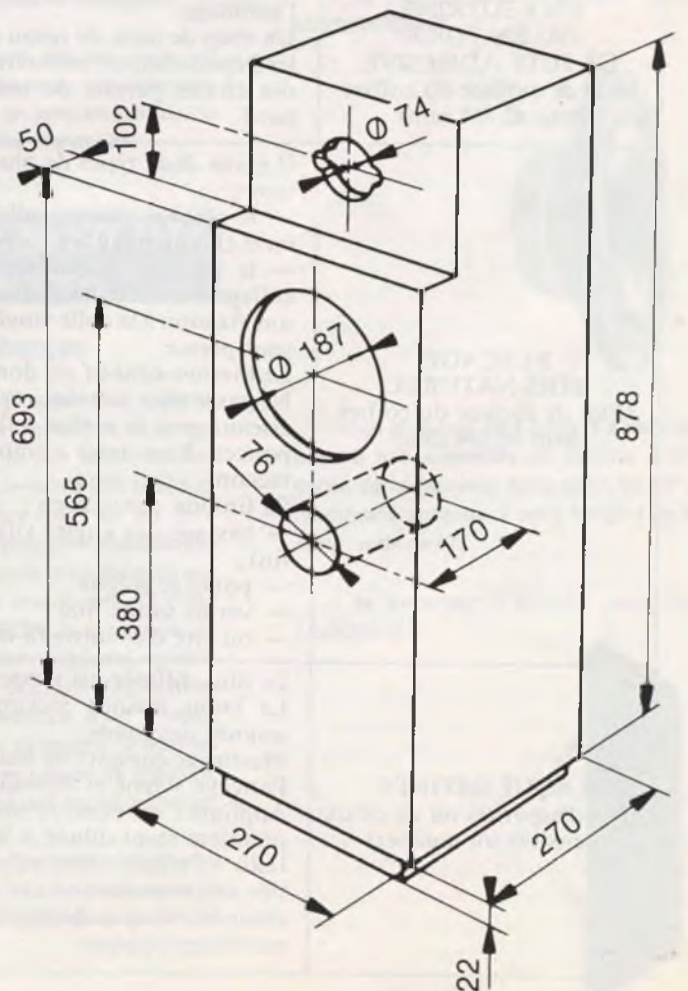


VUE EN COUPE DU COFFRET BASS-REFLEX DE CHARGE DU BOOMER

PARAMÈTRES DE L'ALIGNEMENT BASS-REFLEX DU MTX 2025 TDSN		
Volume net de l'enceinte	VB	39 L
Fréq. d'accord en Bass-Reflex	Fb	39 Hz
Dimensions utiles de l'évent	DP	76 mm
	l'	170 mm



CARACTÉRISTIQUE DE LA COUPURE GRAVE DU KIT MTX 50 (mesuré en chambre anéchoïque)



## Finition du coffret

Vous êtes maintenant en présence d'un coffret présentant toutes les garanties de rigidité et d'étanchéité nécessaires à un bon comportement acoustique.

Ne se voulant ni exhaustive ni limitative, la liste des

différents modes de finition qui vous sont proposés ci-dessous contribuera, nous l'espérons, à donner à votre coffret le design convenant à une enceinte acoustique de cette classe.

FINITION	CONSEILS	OBSERVATIONS
<b>HABILLAGE EN MOQUETTE OU TAPIS AIGUILLETÉ</b> (Etat de surface du coffret brut $\leq$ 1/2 mm)	Choisir une moquette mince. Attention : les angles étant difficiles à réaliser, arrondir les arêtes du coffret (R = 3 à 5 mm). Ce type de revêtement présente de très bonnes propriétés acoustiques.	Utiliser une colle vinylique du genre OVALIT M (Henkel), pour les grandes surfaces ; les angles et les chants seront faits à la colle de contact (néoprène).
<b>HABILLAGE EN FILM DE LIÈGE</b> Ep. : 3 mm (Etat de surface du coffret brut $\leq$ 1/2 mm)	On trouve maintenant facilement dans le commerce du liège en rouleau (ép. 3 mm). Attention le liège ne peut se plier à angle vif : d'où obligation de procéder panneau par panneau, ou d'arrondir les angles de la ceinture (panneaux : côté G. dessus, côté D. dessous) ; Plaquer les chants frontaux du coffret en premier. De même que la moquette ou le tapis aiguilleté, le liège présente, utilisé en recouvrement du coffret, d'excellentes propriétés d'absorption acoustique.	Le collage s'effectue exclusivement à la colle néoprène (colle de contact). Les découpes sont faites au couteau ou à la lame de rasoir.
<b>GAINAGE EN BUFFLON OU EN SKAI</b> (Etat de surface du coffret brut $\leq$ 1/4 mm)	Un skai noir ou orange évoque une enceinte « Disco » : on peut d'ailleurs utiliser des « coins de valise » et des poignées rétractables pour affirmer cette tendance « PRO ». Un coloris blanc cassé se marie très bien avec un intérieur moderne. Montage similaire aux revêtements auto-adhésifs.	Le choix de la colle est important : celle-ci doit permettre le glissement tout en assurant le maintien. Choisir une colle vinylique du genre OVALIT M (Henkel).
<b>HABILLAGE EN FILM PLASTIQUE AUTOCOLLANT, EN FEUTRINE OU EN TOILE DE JUTE ADHÉSIVE</b> (Etat de surface du coffret brut $\leq$ 1/4 mm)	Le bon dépoussiérage du coffret brut est important. Le fond sera recouvert en dernier. Les angles sont effectués avec recouvrement de l'habillage. Un coup de lame de rasoir en diagonale par-dessus les 2 épaisseurs du recouvrement, puis l'enlèvement des chutes permet de réaliser des joints bord à bord.	Film plastique autocollant du genre VENILIA adhésif. L'aspect final dépend du choix du veinage du bois imité, et de la tension du revêtement sur les arêtes autour de la façade.
<b>PLACAGE BOIS NATUREL</b> (Etat de surface du coffret brut $\leq$ 1/4 mm)	Il existe deux types de placage en 0.6 mm d'épaisseur : — le placage thermo-adhésif : on le rend adhésif en le chauffant au fer à repasser réglé sur « doux » ; — le placage traditionnel : il nécessite soit un collage à la colle néoprène (difficile à réussir), soit une fixation à la colle vinylique à bois, avec séchage sous presse. Le thermo-adhésif est donc le plus abordable. Ne pas le plier dans les angles, mais le découper aux ciseaux puis le mettre à fleur à l'aide d'une cale à poncer. Bien tenir compte du sens du bois au raccord. Sa finition consiste en : — cassage des angles vifs (au papier de verre fin) ; — ponçage soigné ; — vernis satiné mat ; — ou cire d'ébéniste (à la cire d'abeille).	Le placage « au thermo-adhésif » est un travail long mais facile si l'on utilise 2 fers à repasser (un chaud, l'autre froid) pour obtenir l'adhésion maximum du placage. 1° Ramollir la colle du placage au fer chaud. 2° Presser au fer froid jusqu'à la prise de la colle. Les essences de bois ne se plaquent pas toutes avec la même facilité. Par ordre de difficulté croissante : — acajou ; — chêne ; — teck ; — frêne ; — noyer d'Amérique.
<b>LAQUE SATINÉE</b> (Pas d'aspérités ou de creux sensible au toucher)	Le plus difficile est proposé en dernier lieu. La laque satinée réclame une préparation très soignée des fonds : Masticage complet de tous les chants d'aggloméré. Ponçage soigné et dépoussiérage à l'aspirateur. Appliquer un nombre minimum de 3 couches, la première étant diluée à 30 % au white-spirit (ou à l'eau s'il s'agit d'une peinture acrylique) ; poncer très soigneusement et, si nécessaire, après séchage complet, ne pas hésiter à répéter les opérations masticage-ponçage.	Choisir de préférence une laque glycérophthalique (l'aspect est plus agréable). La dernière couche peut être avantageusement appliquée à l'aide d'une brosse à vitrier (pinceau très plat dont les soies très douces ne laisseront pas de marques visibles).



## Une gamme de KIT: AUDAX

(Voir la photo de groupe en page 29 et 30, centrales.)

### La série ADX

De conception récente (AuDaX), les ADX 20 et 30 sont deux enceintes de petite taille et de faible coût qui viennent démarrer une gamme homogène de KIT HI-FI de salon pour petit budget.

### Un système triphonique: l'ADX40

C'est un peu la perle de la famille. Elle se distingue par sa conception un peu spéciale et inhabituelle. Le caisson de basse, unique, rassemblant les graves des 2 voies (gauche et droite), se place n'importe où dans la pièce et se fait discret, déguisé si le cœur vous en dit en table de salon par adjonction d'une planche de bois noble, ou de verre teinté. Les petits satellites, très discrets mais efficaces en médiums et aiguës, se font oublier dans le décor, mais se rappellent à vous en terme de performance acoustique: à entendre absolument !

### Une enceinte HI-FI haut de gamme 2 voies: le MTX50 (ou 55)

Nous venons d'en parler suffisamment dans nos lignes. Le MTX 55 diffère du 50 par un nouveau tweeter rond à dôme chaînette et un look de haut de coffret rénové.

### Une enceinte HI-FI haut de gamme 3 voies: le MTX100 (ou 200)

Elle vient compléter luxueusement la précédente par l'adjonction d'un médium en enceinte close séparée du caisson de basse incorporant du même coup le tweeter.

### La série PRO

Trouvant son origine dans une gamme d'enceintes en produits finis, allemande (de la firme PRORAUM) et équipée de haut-parleurs AUDAX, la suite PRO21, PRO120, PRO218, PRO317 et PRO438 va crescendo tant en nombre de voies qu'en puissance admissible. Il y en a pour tous les usages, tous les types de locaux et toutes les bourses.

La PRO3814 n'a rien à voir avec cette origine. C'est une enceinte étudiée à l'origine pour une destination SONO de 200 W. Elle y remplit bien son rôle, mais

ses qualités acoustiques fantastiques en font aussi une merveilleuse enceinte HI-FI, pour grand salon, il est vrai.

### Une nouvelle gamme au SALON du KIT

A l'occasion du Salon du KIT, du 21 au 23 novembre 92, au NOVOTEL de la porte de BAGNOLET, la société AUDAX présentera sa nouvelle gamme de haut-parleurs et toute une nouvelle gamme de KIT associée. Un événement à ne pas manquer pour les audiophiles avertis, et que nous ne manquerons pas de commenter prochainement.

## Conclusions

La sélection d'un bon KIT selon vos moyens et l'usage souhaité reste la seule et délicate difficulté. Les critères restent les mêmes que pour la motivation d'achat d'une enceinte "toute cousue" (voir HOBBYTRONIC no 20).

Les méthodes d'assemblage sont toutes identiques et, si la notice est bien

conçue, vous parviendrez sans aucun doute à un excellent résultat.

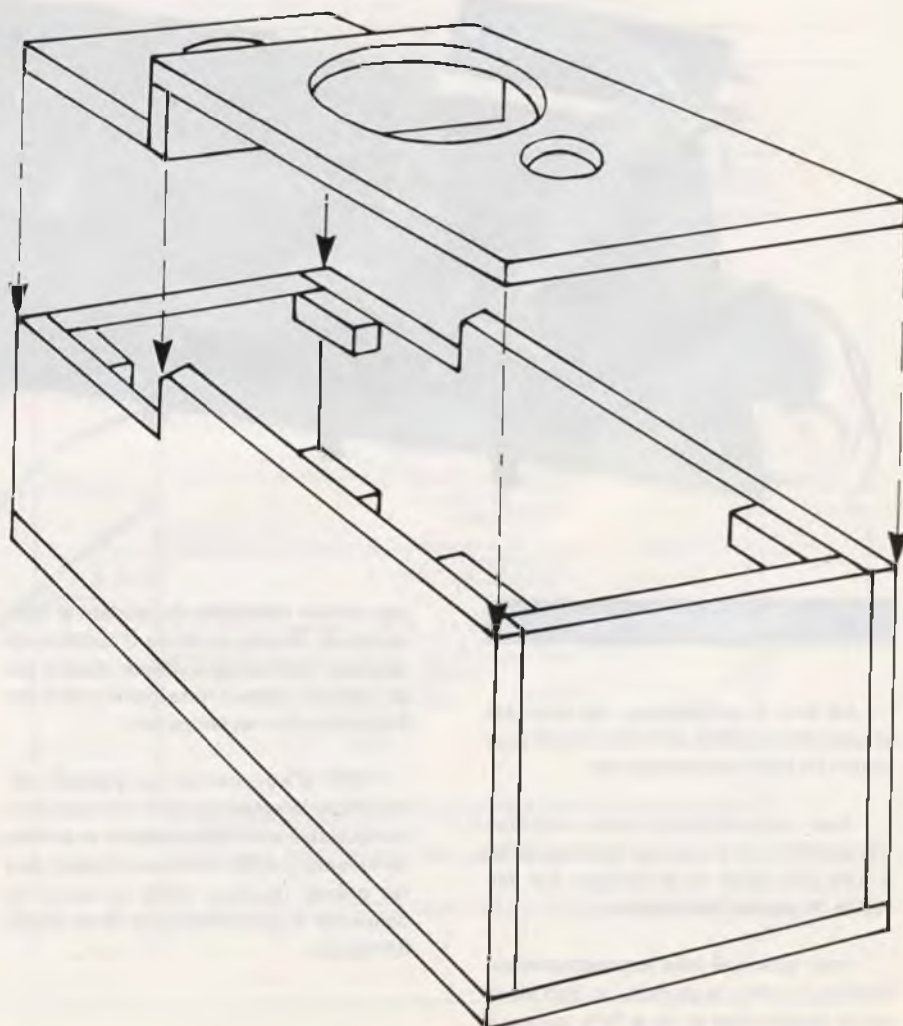
Si vous avez horreur du travail du bois, vous avez la ressource de vous procurer l'ébénisterie toute faite et d'excellente qualité. Le coût en sera plus élevé, mais le fini irréprochable et la phase finale plus vite atteinte.

Dans tous les cas, vous aurez réalisé une enceinte parfaite dont vous serez sûr de la qualité interne et de la qualité acoustique, pour un prix de 20 à 60 % inférieur à celui de l'enceinte équivalente en produit fini.

La satisfaction d'une réalisation personnelle de qualité viendra s'ajouter au confort d'écoute. "Le pied !"

Alors, à vos outils !

G. STENFORT et LE FUTE





# Un truqueur de voix "HIGH TECH" (1ère partie)

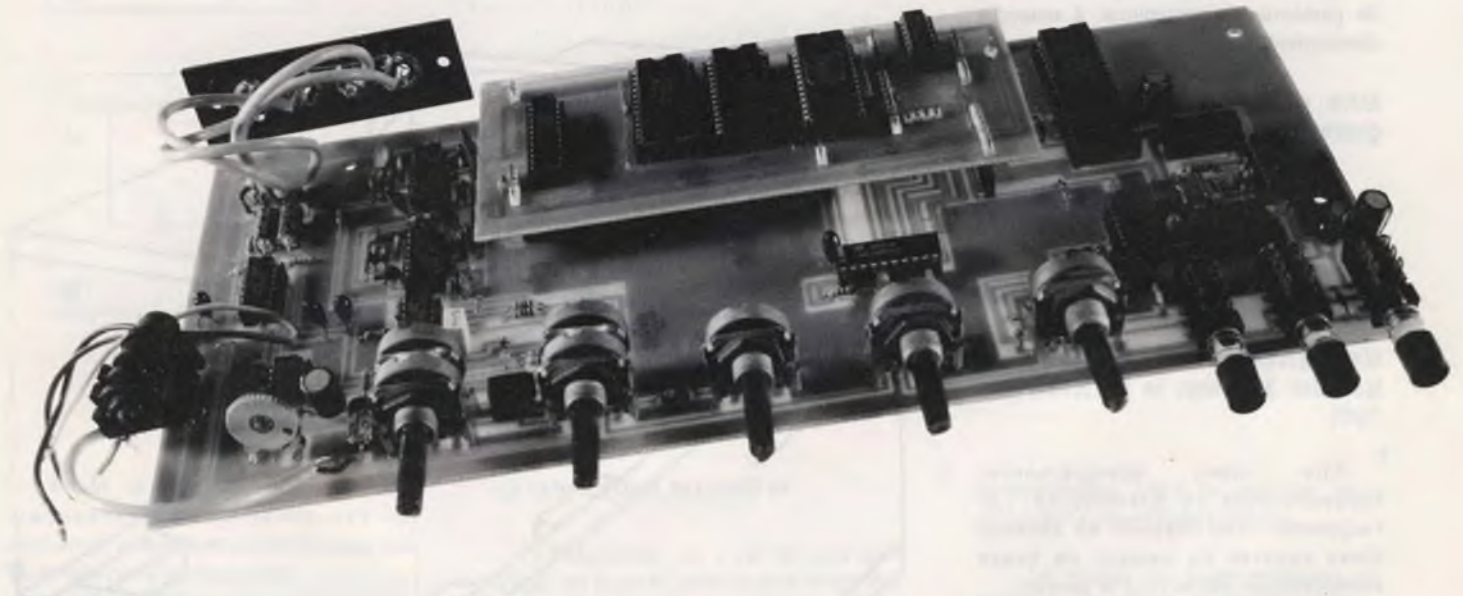
La période de Noël et de la Saint Sylvestre va bientôt approcher et c'est toujours l'occasion de faire la fête.

L'idée nous est venue de vous faire découvrir (et réaliser) un montage qui sort vraiment de "des sentiers battus" tant les effets obtenus sont extraordinaires.

Avec ce truqueur de voix pompeusement classé "high tech" (et il le mérite), ce sont de nouveaux effets qui sont enfin à votre portée.

Pour pouvoir aboutir à ce résultat, nous n'avons pas hésité à faire appel à l'informatique. N'ayez pas peur, il n'est nullement question d'inclure un ordinateur ici, mais tout simplement de demander l'assistance d'un microprocesseur.

Commençons si vous le voulez bien par survoler les possibilités de ce truqueur.



## Présentation

Le but d'un truqueur de voix est d'apporter des effets sur celle-ci sans pour autant en détruire l'intelligibilité.

Avec celui-ci, c'est avant tout une transposition de la voix qui est reproduite. Il n'est pas facile de d'expliquer sur une feuille de papier l'effet obtenu.

Pour avoir une idée approximative du résultat, il suffit de prendre un bon vieux vinyle des familles et de le faire tourner à

une vitesse différente. Cependant si dans le cas du disque, la durée d'audition est devenue fonction de la vitesse, dans le cas du truqueur, celle-ci reste inchangée grâce à un traitement en temps réel.

Afin d'augmenter la palette de truquage, la valeur de cette transposition est ajustable entre deux octaves et demies vers les aigus et de une octave et demi vers les graves (toujours dans un souci de conserver la compréhension de la parole introduite).

Afin d'augmenter les effets reproduits, un mixage réglable entre le son initial et le son truqué peut être réalisé.

Pourquoi s'arrêter en si bon chemin? Un retard réglable peut être apporté entre le signal initial et le signal déformé.

Introduire ainsi un retard fait surnoisement penser à une réverbération ou un écho. Qu'à cela ne tienne. Ajoutons la possibilité de réinjecter le signal truqué sur l'entrée du truqueur (principe de l'écho par définition) et de jouer sur son amplitude. Truquer un écho truqué,



"bonjour les effets" (là c'est carrément impossible à décrire).

Et pour finir, saturons la réinjection, et c'est une boîte à bruits aux résultats des plus inattendus qui est obtenue (effets de spirales sonores).

Que dire de plus. Ah oui. Ce système dispose d'une touche HOLD qui une fois qu'elle est activée répète indéfiniment la fraction de la phrase (parole ou musique) qui venait d'être prononcée et ce avec les effets réglés.

Signalons enfin qu'accessoirement, il peut être utilisé comme une simple chambre d'écho ou de réverbération. Ce mode de fonctionnement peut être utilisé comme unité de retard seule en adaptant les réglages (pas de réinjection et reproduction du signal truqué seul). Imaginez la tête des personnes qui parlent dans le micro et qui se réentendent dans le haut parleur avec deux ou trois secondes de décalage. Ca se termine invariablement par un bafouillage de l'interlocuteur qui ne sait plus tellement où il en est.

Je vous laisse deviner en jouant sur tous ces paramètres les effets qui peuvent être obtenus. Mais plutôt que de les imaginer, pourquoi ne pas les réaliser?

Alors suivez-moi de ce pas pour essayer d'inventer ce produit extraordinaire.

## Synoptique

Afin de pouvoir évoluer plus librement sur la conception de ce montage, commençons par jeter sur le papier la structure d'un tel système.

Cette réalisation peut se découper en deux parties distinctes.

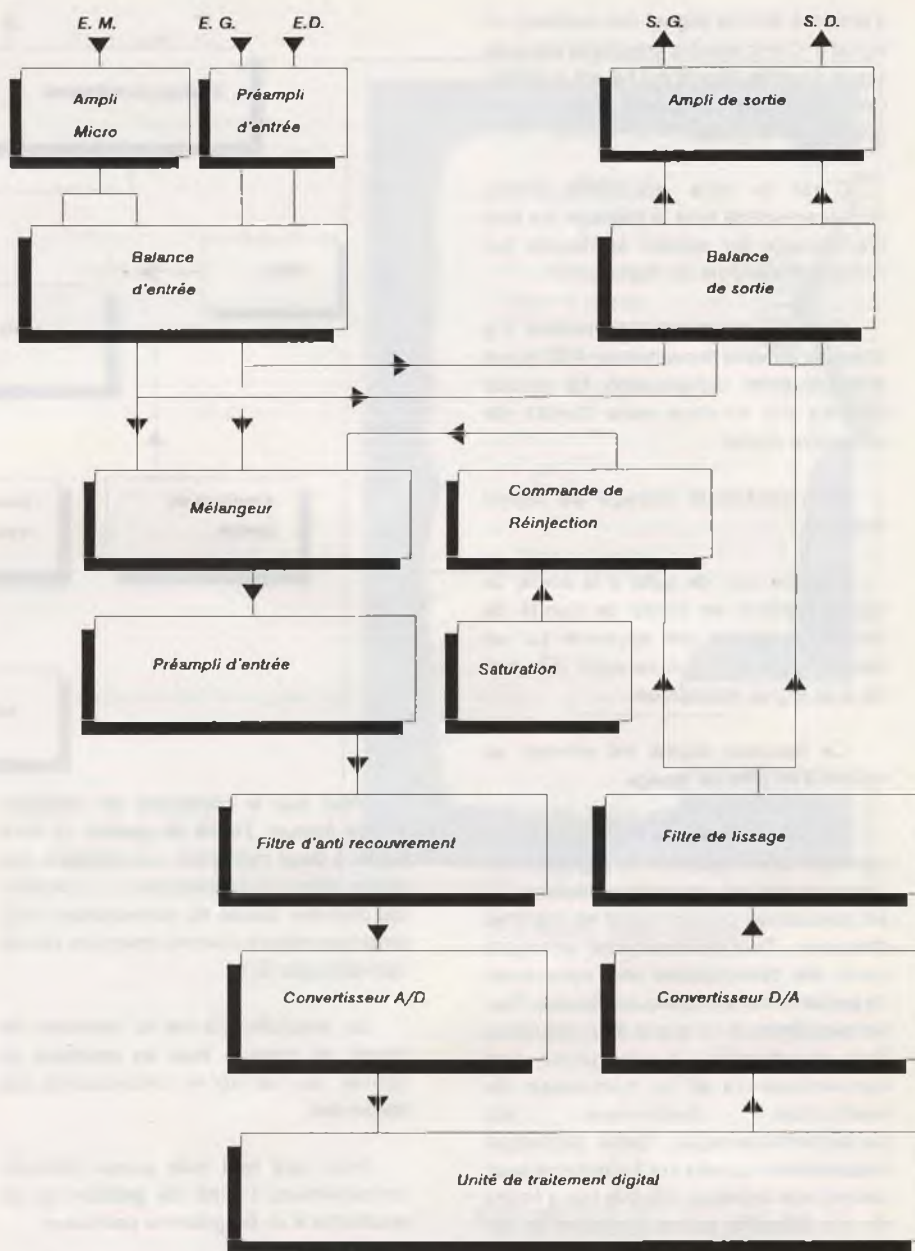
La première est la partie digitale qui est détaillée sur la page suivante et qui est appelée "unité de traitement digital".

La seconde qui est la partie analogique et qui est détaillée ci-contre.

### La partie analogique

En partant de la présentation qui a été faite de ce produit, le synoptique de la partie analogique coule de source.

Il dispose de deux types d'entrées. La première est du type ligne stéréo (entrée à 0 dB). Elle est suivie d'un préamplificateur qui joue le rôle d'adaptation d'entrée pour l'électronique du montage.



La seconde est du type micro et comporte un amplificateur très faible bruit afin d'aligner les niveaux sur ceux de l'entrée ligne.

Vient ensuite une balance qui permet de faire un mixage progressif entre ces deux entrées.

Le signal résultant est appliquée sur un nouveau préamplificateur qui attaque la balance et permettra le mixage entre le signal source et le signal truqué.

La sortie de cette balance attaque les amplificateurs de sortie qui délivrent un signal à 0 dB (niveau ligne). Tout le traitement de cette partie s'opère en stéréo.

Attaquons maintenant la partie truquée à proprement parler.

Le signal stéréo précédemment constitué est appliqué sur l'entrée d'un

mélangeur qui reçoit également une partie du signal truqué pour l'effet de réinjection.

Ce mélangeur attaque un préamplificateur qui va commander un filtre d'anti recouvrement.

La réalisation du truquage est obtenue de manière digitale et suppose donc d'effectuer à un moment ou un autre une digitalisation. Bon nombre de personnes se sont penchées sur cette méthode de conversion et il en est ressorti des règles bien précises. L'une d'entre elles stipule expressément que la fréquence maximum admise sur l'entrée du système de digitalisation ne doit pas dépasser une demie fois la fréquence d'échantillonnage. En effet pour toutes les fréquences comprises entre cette borne supérieure et la fréquence d'échantillonnage, apparaît un signal dont la fréquence est égale à la différence entre celle d'échantillonnage et celle d'entrée. Ainsi avec une fréquence d'échantillonnage à 40 KHz et un signal



d'entrée à 30 kHz (signal non audible), un signal à 10 kHz viendra prendre la place du signal d'entrée (signal qui lui, est audible). Ce phénomène est appelé recouvrement (aliasing en anglais).

C'est le rôle du filtre d'anti-recouvrement de faire le ménage sur tous les signaux qui seront appliqués sur l'entrée du système de digitalisation.

Comme on peut maintenant s'y attendre, arrive le convertisseur A/D qui va effectuer cette digitalisation. Le résultat obtenu est envoyé vers l'unité de traitement digital.

Ici s'achève le voyage du signal d'entrée.

Passons tout de suite à la sortie. Le signal modifié en sortie de l'unité de traitement digital est appliqué sur un convertisseur D/A, qui va donc redonner vie à un signal analogique.

Ce nouveau signal est envoyé au travers d'un filtre de lissage.

Ce type de filtre est lui aussi une partie inhérente à tout système de digitalisation. Le signal restitué par le convertisseur D/A est caractérisé par un signal en marches d'escalier. Tout comme pour un signal carré, ces déformations sont synonymes de présences d'harmoniques élevées. Pour les supprimer, il n'y a que deux solutions. Soit augmenter la résolution des convertisseurs et la fréquence de restitution (technique du sur-échantillonnage). Cette technique fréquemment utilisée sur les lecteurs laser devient vite onéreuse dès que l'on s'écarte de son utilisation initiale (imposée par les CD). Peut être que l'avènement du DAT permettra d'élargir l'utilisation de cette technique et ainsi la rendre plus abordable.

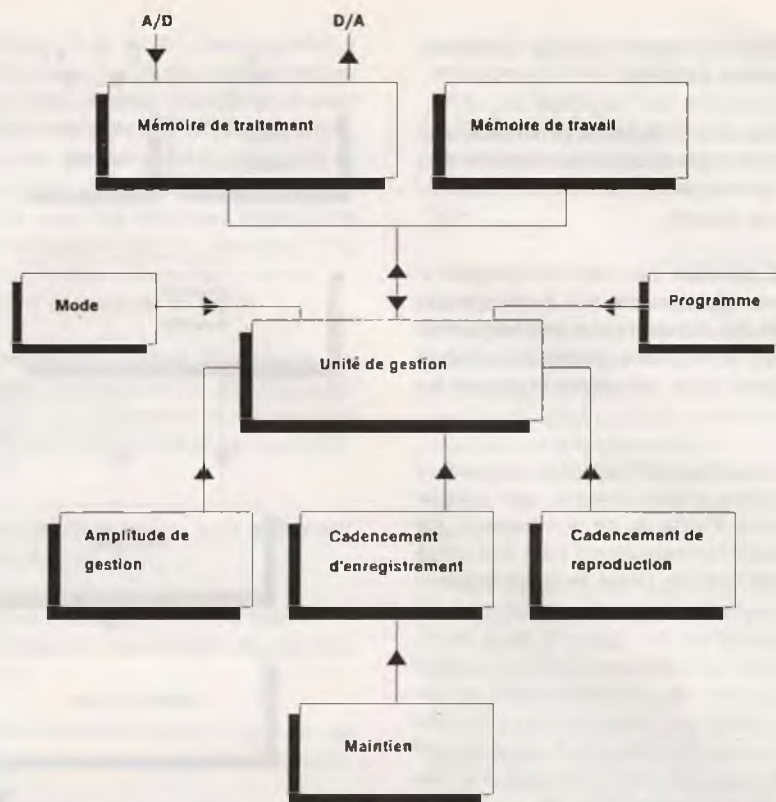
L'autre solution reste l'utilisation du traditionnel filtre analogique qui va se charger de lisser le signal de sortie. C'est cette solution qui a été retenue ici.

Pour terminer, le signal résultant est envoyé vers la balance de sortie. Il attaque également l'étage de réinjection dont il a été question sur le chemin aller.

La commande de saturation vient piloter cet étage de réinjection pour que celle-ci soit maximum.

## La partie digitale

La représentation de cette partie est un peu plus complexe car beaucoup plus abstraite. Pratiquement tout repose sur l'unité de gestion qui va se charger d'orchestrer le fonctionnement de l'ensemble.



Pour que le processus de truage puisse évoluer, l'unité de gestion va faire appel à deux mémoires. La première, qui est la mémoire de traitement, va contenir les données issues du convertisseur A/D ainsi que celles qui seront envoyées vers le convertisseur D/A.

La seconde, qui est la mémoire de travail, va contenir tous les pointeurs et toutes les variables nécessaires au traitement.

Pour que tout cela puisse évoluer correctement, l'unité de gestion va se soumettre à un programme particulier.

Le reste du montage est constitué de consignes qui vont venir influencer sur l'évolution du truage.

La première de ces consignes est le mode. Ce mode va en fait définir le type de travail qui devra être réalisé par l'unité de gestion. Dans un cas, elle devra exécuter les fonctions de truage qui ont été décrites jusqu'ici. Dans l'autre cas, elle devra se configurer automatiquement pour ne fonctionner qu'en chambre d'écho et de réverbération.

L'amplitude de gestion va, elle, commander le retard qui devra être apporté entre le moment de la saisie de la donnée et l'instant où elle devra être reproduite. C'est grâce à elle que peuvent être obtenus bon nombre d'effets particuliers en ajustant la valeur de ce retard.

Le cadencement d'enregistrement va commander l'instant où une donnée devra être placée dans la mémoire de traitement.

La commande de maintien permet d'inhiber cette mémorisation. La reproduction ne traitera alors que ce qui a déjà été acquis d'où le phénomène de répétition. L'effet obtenu est alors fonction de l'amplitude de gestion.

Le cadencement de reproduction va commander l'instant où une donnée devra être reproduite. C'est la différence entre ces deux commandes qui va définir la valeur de la transposition.

Le programme de l'unité de gestion doit être conçu de manière à prendre en compte toutes ces consignes et d'adapter les effets à reproduire en conséquence.

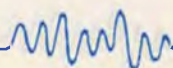
## Conclusions

Nous voici déjà arrivés au terme de cette première partie. Cette présentation peut vous paraître succincte, mais comme dit le proverbe "il faut garder le meilleur pour la fin".

Vous trouverez donc la suite de ce montage (description des schémas, réalisation, principe d'obtention des différents effets, utilisation, etc..) dans le numéro du mois prochain. Ne manquez donc pas le rendez-vous.

D'ici là, vous pouvez déjà commencer à rêver de tous les effets que vous pourrez produire avec.

E. DERET



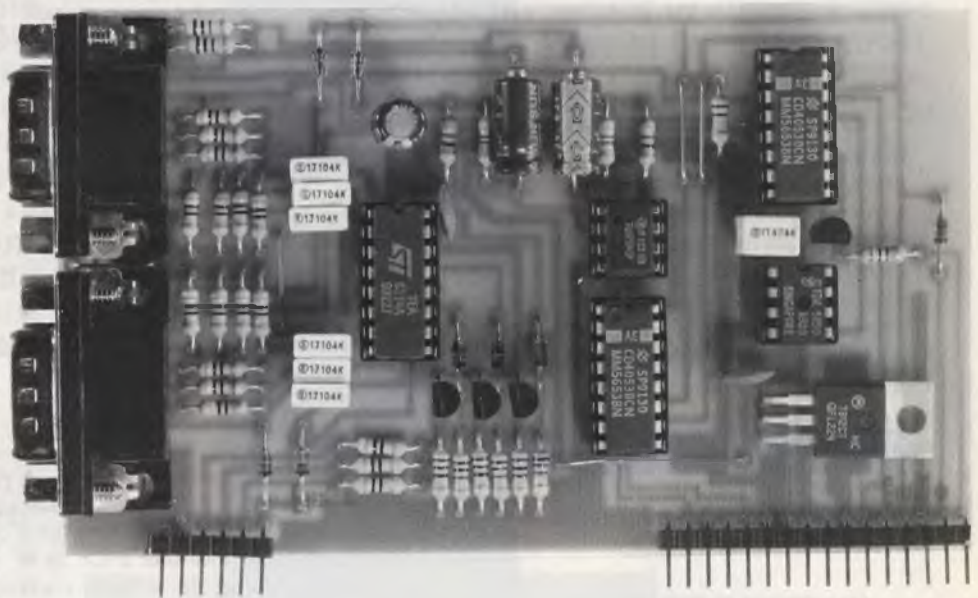
## Commutateur péritel multi-voies automatique II : "Le retour..."

Ce n'est pas très ancien, c'est un montage qui date du numéro de Septembre dernier et pourtant, il faut déjà en reparler.

En effet, l'abondance de courrier et des "coups de fils" nous incitent à améliorer cette réalisation.

Dans le montage que nous avons décrit, et dans le but de combler une lacune que possèdent de nombreux commutateurs, nous avons prévu une des entrées compatible RVB pour pouvoir y connecter un ordinateur ou un jeu.

Pensant notamment à l'emploi d'ordinateurs dépassés par le progrès technique pour en faire une gestion de cassettes vidéo, nous avons estimé (surement à tort) qu'une seule entrée de ce type suffisait....



A en croire 80 % des courriers reçus: **NON**, cela ne suffit pas!

Ne renonçant pas face à l'adversité, nous allons donc vous proposer cette fois une carte spécifique RVB, n'entraînant par ailleurs aucune modification du montage vu initialement et conservant tous les avantages de la gestion de priorité que nous avons développée.

### Problème...

En fait, pourquoi ne peut-on installer qu'une seule carte compatible RVB? La réponse est simple, c'est que sur la carte mère, aucune gestion de conflit n'existe pour les signaux RVB ni pour la commutation rapide.

En effet, même si toutes les cartes auxiliaires possèdent le câblage permettant de faire arriver ces différentes informations sur la carte mère, seul le premier "SLOT" récupère ces informations pour les faire parvenir à la carte "TV".

De nombreux courriers faisaient la proposition de prolonger les pistes de la

carte mère jusqu'au second "SLOT" voire le troisième: Hélas non, ce n'est pas possible.

Procéder ainsi revient en effet à mettre ces signaux particuliers (et émanant des différentes sources) directement en parallèle. Le commutateur péritel: cela ne le gênerait pas, dans la mesure où aucune électronique ne gère ces signaux. Par contre, pour les périphériques: pas génial.

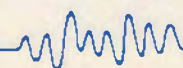
Si certains peuvent très bien accepter de recevoir des signaux venant du petit copain lorsqu'ils sont hors tension, en faire l'essai demeurera toujours une opération osée et au résultat incertain. Tout dépend en fait de leur conception interne et là, les schémas sont tellement rarement fournis....

### Solution...

Ben des solutions.... y'en a pas trente six: Il faut gérer la priorité et la commutation des signaux des différentes sources RVB!

Pensant également à ceux qui ont entamé cette réalisation et qui lisent cet article alors que les dernières soudures viennent d'être achevées (rageant non?), nous n'avons pas voulu apporter de modification au projet initial.

Pour cela, c'est une carte auxiliaire spécifique, à placer dans le premier "SLOT", qui gèrera en interne le conflit potentiel entre deux sources RVB. La carte gèrera également en interne une priorité



entre ces deux sources et ne fournira d'une façon transparente que le résultat de sa décision à la carte mère.

Si vous vous rappelez le fonctionnement du montage, la première carte auxiliaire est prioritaire sur la seconde, la seconde sur la troisième et ainsi de suite.

Même fonctionnement avec ce module: Si l'une des deux entrées RVB est activée (ou les deux) cela rend cette carte prioritaire sur les suivantes.

Sur la carte par elle-même, deux entrées, que nous appellerons RVB1 et RVB2, sont disponibles. S'il existe un signal sur RVB1 ou RVB2 il est automatiquement sélectionné, si les deux sont présents simultanément, c'est RVB1 qui est prioritaire et qui est retransmis au téléviseur.

Ce montage nous a également posé des problèmes au niveau des prises. En effet, en voulant conserver les espacements mécaniques et les possibilités de montages prévus, l'emploi de deux prises péritel sur le même circuit était impossible. Nous avons donc fait appel à des DB9, ce que montre la photographie de la page précédente.

## Schéma de détail

Attaquons de suite le vif du sujet avec le schéma ci-contre.

On y retrouve en haut à droite les deux prises DB9, dont le nombre de contacts disponibles sera juste suffisant.

La prise RVB1 (en haut) est celle qui est prioritaire sur la 2. Tout le secret du montage repose sur des sélections par inverseurs entre RVB1 et RVB2. Au repos (aucune entrée activée) ou si seule RVB2 fonctionne, les commutateurs sélectionnent d'office cette prise.

Si RVB1 reçoit des informations de fonctionnement (commutation lente et/ou commutation rapide présente(s)), les inverseurs basculent vers RVB1, négligeant ce qui peut se passer sur RVB2: rudimentaire (pour l'instant...).

La commutation rapide se charge de commuter les inverseurs des signaux R, V et B, tandis que la commutation lente active l'inversion de Y (luminance) et du son.

Premier avantage: ces prises peuvent également recevoir et piloter de simples signaux composites tels que ceux venant

d'un simple magnétoscope mais attention: le son est traité en monophonique (son toutefois reporté sur les deux voies) et les signaux "retour" ne sont pas transmis (ceux permettant d'enregistrer par exemple ce que reçoit le téléviseur).

Second avantage: dans certaines applications d'incrustation, il est possible de visualiser les signaux RVB d'une voie en ayant le son et la synchronisation de l'autre voie. Il faut évidemment pour cela que les deux sources soient synchrones en base de temps.

## Commutation lente

Les commutations lentes CL1 et CL2 sont transmises à un "OU" à diodes D3 et D4. Ce "OU" attaque le BUS CL (broche 21) afin de mettre le montage sous tension, attaque le bus de priorité en broche 19, et attaque enfin T1 pour signaler l'occupation de la carte.

Cette carte ne possède pas d'entrée de bus de priorité dans la mesure où elle doit obligatoirement être montée en première position.

La commutation lente de la voie 1 est utilisée également par ailleurs sur la carte.

## Luminance

C'est la partie de schéma située en haut à droite et bâtie autour de IC5.

La sélection du bon signal Y se fait à l'aide d'un premier inverseur d'IC4. Si la commutation lente de la voie 1 est présente, c'est elle qui est sélectionnée. Dans le cas contraire, R31 garantit l'état bas et ainsi le passage de RVB2.

C10 isole l'entrée de IC5, TDA5850, traitant la vidéo dans les mêmes conditions que sur les cartes auxiliaires que nous avons vues il y a deux mois. La partie retour de ce circuit n'est toutefois pas utilisée puisque nous avons ici des entrées exclusivement "esclaves".

Le second inverseur d'IC4 permet d'appliquer le signal vidéo sélectionné sur le bus de la carte mère, si au moins une des deux entrées est activée. Cet inverseur est donc piloté par le OU à diode vu plus haut.

## Audio

Le signal audio subit exactement le même traitement. R22 à R25, ainsi que C11 et 12, permettent de faire fonctionner correctement un amplificateur opérationnel à  $V_{cc}/2$ , après avoir fait la sélection entre les canaux par IC3.

Seule différence, la sortie de cet amplificateur est appliquée simultanément aux deux bus audio par les deux derniers inverseurs d'IC3.

Le traitement SON est donc monophonique mais diffusé sur les deux canaux. On retrouve CL et CL1 dans les jeux de commutations, tout comme pour le traitement de Y.

## Commutation rapide

Un OU à diode identique est créé sur la commutation rapide (D1 et D2 sur CR1 et CR2). Le résultat de ce OU sert à piloter l'entrée correspondante de la péritel du téléviseur (broche 16) si au moins une des deux entrées est activée. CR1 est utilisée par ailleurs pour les commutations internes à la carte que nous allons voir de suite.

## R.V.B.

C'est cette partie du schéma que l'on retrouve en bas.

C'est IC1 qui est chargé de commuter ces trois informations: Rouge, Verte et Bleue. Le pilotage se fait par CR1 que nous venons de décrire.

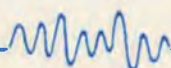
Nous aurions pu faire appel à trois TDA5850 pour cette gestion. Il nous a paru toutefois beaucoup plus économique de faire appel à un circuit spécialisé pour cela. Ce circuit spécialisé se justifie d'autant plus que la commutation rapide (comme son nom l'indique) peut évoluer rapidement et que les temps de commutation doivent être très courts.

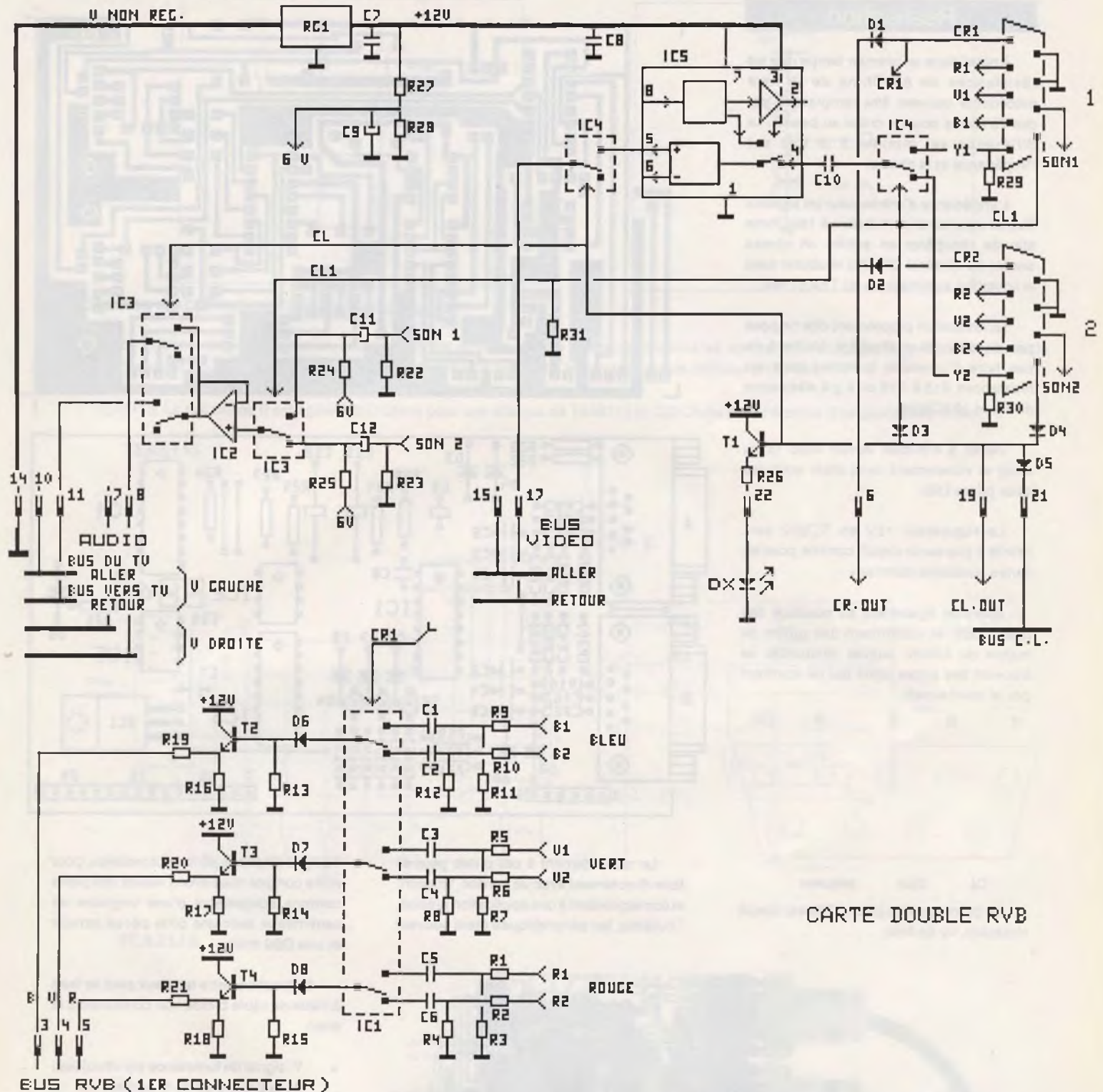
Il s'agira donc d'un TEA5114A, dont les inverseurs sont pilotés directement par le niveau 0 à 3 Volts de la commutation rapide.

Ce circuit procède également en interne à un alignement en tension sur une référence interne ce qui évite les écarts importants de lumière à l'écran lors des commutations. Cette caractéristique interne oblige toutefois à isoler les entrées en continu par C1 à C6.

Sur les sorties, la diode, le transistor et les résistances séries de chaque voie permettent d'adapter le signal disponible aussi bien en niveau (1 Volt) qu'en impédance (75 Ohms).

A noter que ce circuit intégré possède également un gain interne de 2, gain qui se réduit lorsque l'amplitude des signaux devient excessive. Cette aptitude permet d'éviter de "lessiver" un tube TV par des signaux trop intenses et prolongés d'un ordinateur "hors normes"....





CARTE DOUBLE RVB

**Alimentation**

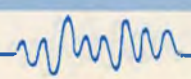
Comme pour les cartes auxiliaires, la régulation est réalisée "in situ" afin de garder une très bonne qualité et des dissipations limitées.

Compte tenu des composants montés, la consommation est toutefois sensiblement plus élevée que pour une carte auxiliaire simple: 75 mA à vide contre 50 mA (en tenir compte si vous êtes juste à la limite du transformateur choisi).

**Liste des composants**

- Toutes les résistances sont des 1/4 de Watt, 5%.
- R1 à R12 82 Ω
  - R13 à R15 10 kΩ
  - R16 à R18 1 kΩ
  - R19 à R21 82 Ω
  - R22, R23 10 kΩ
  - R24, R25 47 kΩ
  - R26 820 Ω
  - R27, R28 4,7 kΩ
  - R29, R30 82 Ω
  - R31 100 kΩ
- C1 à C6 0,1 uF polyester pas de 5,08

- C7, C8 0,1 uF céramique
  - C9 100 uF 25V chimique radial
  - C10 0,47 uF polyester pas de 5,08
  - C11, C12 1 uF 63V chimique axial
  - D1 à D8 1 N 4148
  - T1 à T4 BC 547B
  - IC1 TEA 5114A + sup. 16 broches
  - IC2 TL 072 + sup. 8 broches
  - IC3, IC4 MOS 4053 + sup. 16 broches
  - IC5 TDA 5850 + sup. 8 broches
  - RG1 7812 TO 220
- 2 DB9 mâles pour C. Imprimé  
22 broches coudées ou droites suivant le type de carte mère.



## Réalisation

A noter dans un premier temps que les résistances de 82 Ohms de la liste précédente peuvent être remplacées par des 75 Ohms couche métal au besoin. La différence est minime à la fois sur l'impédance et le niveau.

L'impédance d'entrée pour les signaux RVB et volontairement choisie à 150 Ohms afin de récupérer en entrée un niveau double du nominal (2 Volts) et utiliser ainsi la limitation automatique du TEA 5114A.

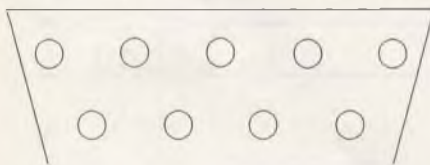
La réalisation proprement dite ne pose pas de difficulté particulière. Veiller à ne pas faire d'inversion toutefois dans les résistances R13 à R18 où il y a alternance de 1 k et 10 kOhms.

Veiller à n'oublier aucun strap (5 au total) et notamment celui situé entre les deux prises DB9.

Le régulateur 12V en TO220 sera monté à plat sur le circuit, comme pour les cartes auxiliaires normales.

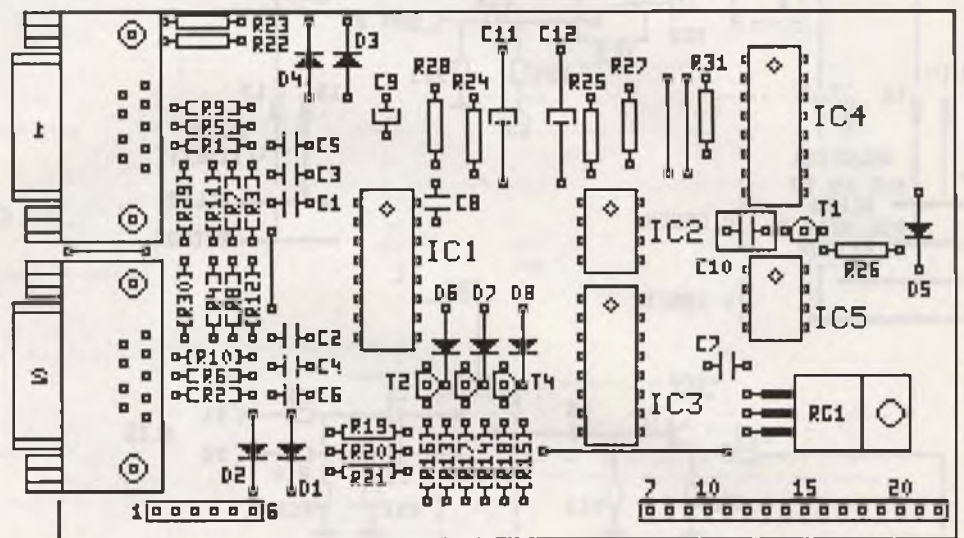
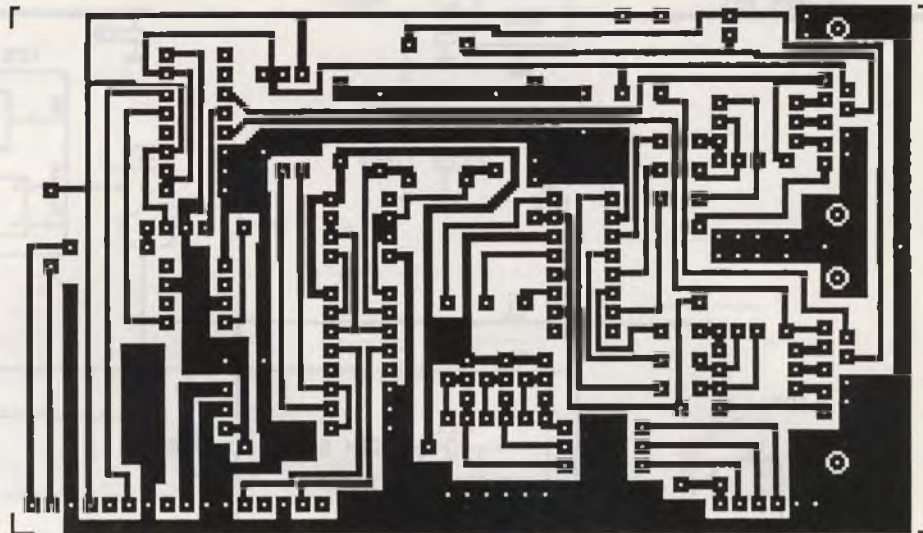
Attention également au soudage des prises DB9, et notamment des griffes de masse du boîtier, auprès desquelles se trouvent des pistes utiles qui ne souffrent pas le court-circuit.

Y B V R CR



CL Son Masses

Le brochage des prises DB9 est donné ci-dessus, vu de face.

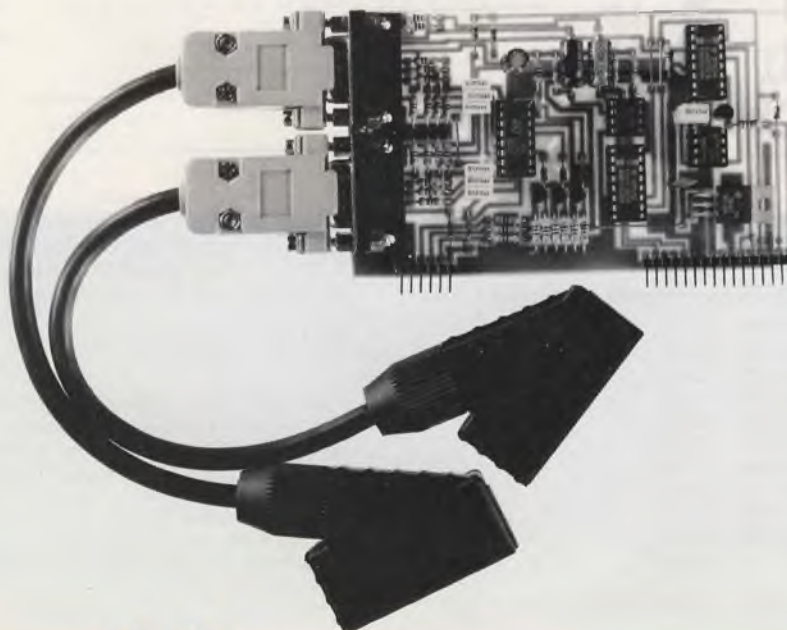


Le raccordement à ces prises peut se faire directement avec un cordon "maison" et correspondant à une application précise. Toutefois, les périphériques étant souvent

équipés de prises péritel normalisées, pour notre compte nous avons réalisé des petits cordons adaptateurs d'une vingtaine de centimètres avec une prise péritel femelle et une DB9 mâle.

La jonction entre les deux peut se faire à l'aide de câble blindé huit conducteurs et avec:

- Y: signal de luminance (synchro) issu de la broche 20 de la péritel
- B: signal bleu de la broche 7
- V: signal vert de la broche 11
- R: signal rouge de la broche 15
- CR: signal de commutation rapide issu de la broche 16
- CL: signal de commutation lente issu de la broche 8
- Son: signal audio issu de la broche 6 (mono) ou 6+2 avec addition par

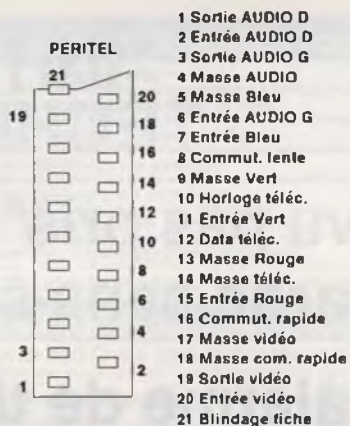


deux résistances de 3,3k (montées dans la péritel femelle) si la source RVB est stéréophonique.

Enfin, les deux dernières broches correspondent à deux masses: le huitième fil du câble blindé relié à la broche 17 (masse vidéo) et la tresse du blindé reliée à la broche 18 (masse commutation rapide).

Les numéros de broches donnés forment un cordon droit permettant d'utiliser directement aussi bien la péritel mâle d'un périphérique équipé de son cordon d'origine qu'un cordon mâle/mâle croisé pour un périphérique équipé d'une prise châssis femelle.

Si vous utilisez un tel cordon croisé, ne pas oublier qu'il doit être câblé en total (les 21 broches) aussi bien pour les liaisons périphérique/commutateur que pour la liaison commutateur/téléviseur.



Bien d'autres questions nous ont été posées concernant le commutateur péritel. Dans la majorité des cas il s'agit d'applications spécifiques ou de problèmes d'inter-connexions particuliers. Des réponses seront apportées individuellement à ces courriers.

Peut-être que des demandes d'intérêt général et abondantes justifieront que l'on revienne une fois encore sur ce montage, qui sait?

N'oublions pas toutefois que le montage décrit il y a deux mois est un montage automatique et souple d'emploi destiné à couvrir 80% des utilisations les plus courantes.

Car on peut vouloir plus, beaucoup plus même d'un montage sélecteur.

Il s'agit d'un sélecteur automatique de N sources vers le téléviseur, avec possibilité de duplication de cassette, etc...

Nous aurons sans doute l'occasion de revenir sur un montage plus sophistiqué encore, dont la vocation sera de faire des tâches de commutation multiples et simultanées, mais cela est une autre histoire...

J.TAILLIEZ

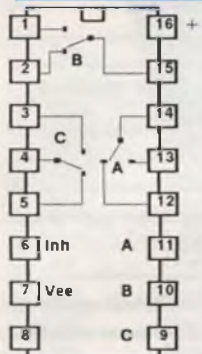
## Conclusions

Voilà, la sélection entre deux sources RVB, le tout sans conflit est maintenant possible.

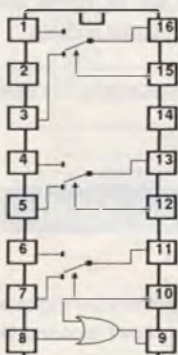
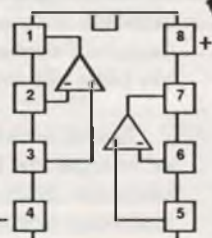
Voilà également ce qu'on peut appeler "un montage évolutif" tel que nous avons décidé qu'il soit d'ailleurs, puisque cette nouvelle réalisation ne touche en rien le montage initial.

Le petit "plus" qu'offre cette carte additionnelle devrait décider ceux qui hésitaient à se lancer dans la réalisation à cause de cette lacune.

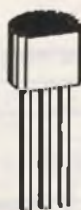
## Brochages



TL 072

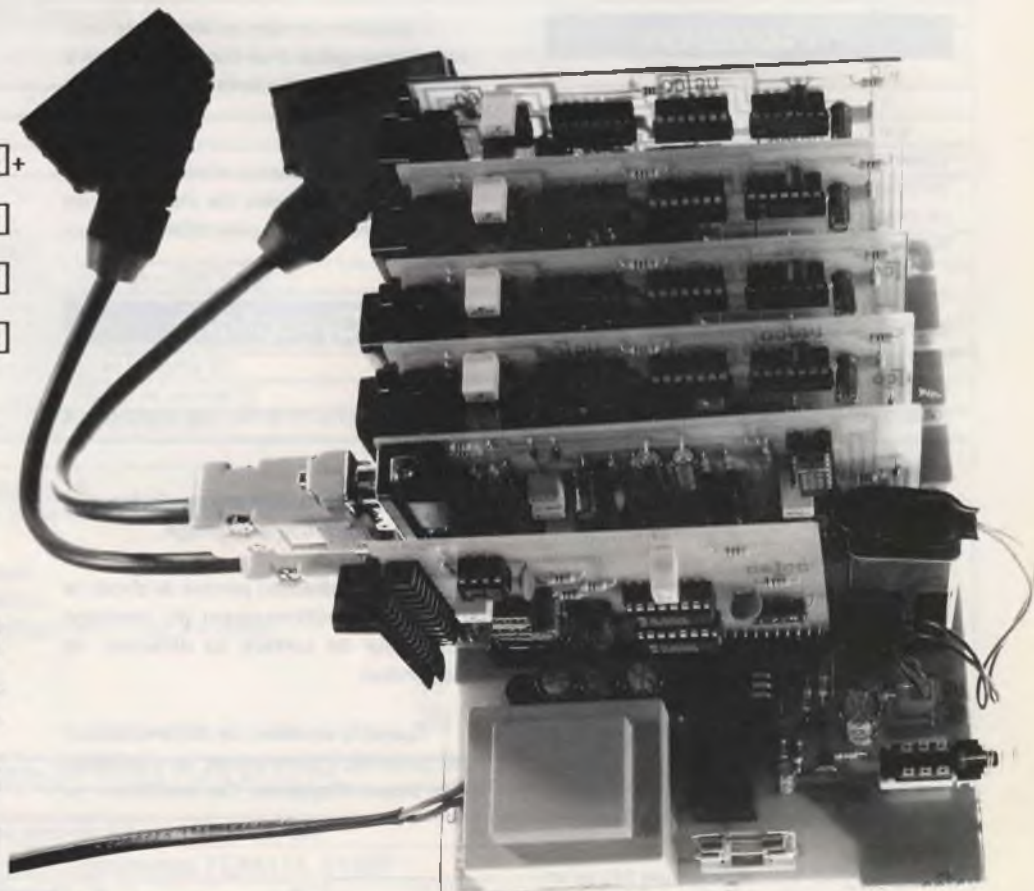


TEA 5114A



BC 547B

BC 547B





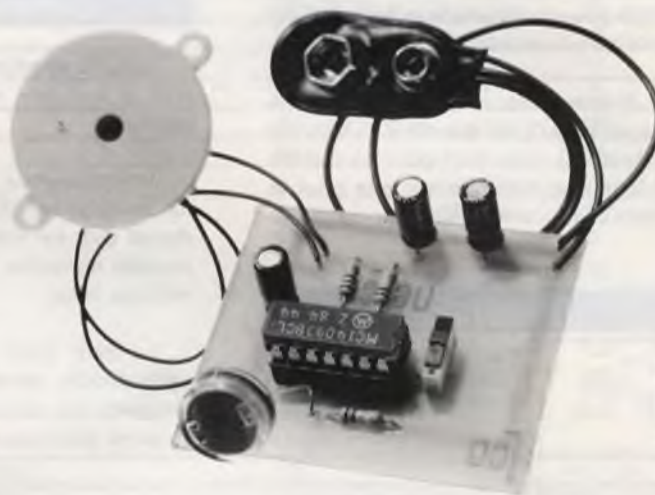


## Un anti "pas vu pas pris" ou comment monter la garde sans se faire voir (une alarme de tiroir).

Sous se titre pompeux, se cache un montage d'une extrême simplicité et d'une efficacité à toute épreuve.

C'est d'ailleurs souvent les montages les plus simples qui sont les plus performants.

Grâce à cette petite réalisation, il est possible de disposer d'une alarme qui permet de prévenir de l'ouverture d'un tiroir. Gadget me direz vous! Pas tant que ça. Lisez cet article et vous verrez qu'avec rien, on peut faire beaucoup de choses.



### Présentation

Voici le style de montage passe-partout qui n'a pas d'applications particulières tant il peut remplir de tâches. Un point commun revient cependant, c'est le rôle d'indicateur ou d'alarme.

L'utilisation qui en est faite ici est une alarme de tiroir à cause du côté magique qu'il peut présenter (pas de câblage). Mais il peut, sans pratiquement rien changer, devenir une alarme de congélateur, une alarme de réfrigérateur, une alarme de niveau, une alarme de coupure, une alarme de fermeture, etc, etc.

Il est évident que, vu sa taille, son rôle se bornera plus à un rôle d'indication qu'à un rôle de surveillance pure.

Son gros avantage est de pouvoir recevoir une multitude de capteurs sans n'avoir rien à changer à son principe.

Son deuxième avantage est d'utiliser un nombre très réduit de composants.

Enfin pour finir, sa structure fait qu'en mode repos, sa consommation est des plus infimes (à peine quelques micro-ampères) d'où une alimentation par une simple pile.

L'utilisation en tant qu'alarme de tiroir est obtenue grâce à un capteur sensible à la lumière (quel est l'intérêt d'ouvrir un tiroir dans le noir?).

Mais en basculant un simple inverseur, il devient un indicateur de disparition de lumière (détecteur de pénombre).

### Synoptique

Là non plus, il ne faut pas s'attendre à l'opulence.

L'étage de détection constitué par le capteur vient piloter le montage.

La partie sélection permet de choisir le mode de fonctionnement du montage (détecteur de lumière ou détecteur de pénombre).

Quand la condition de déclenchement est obtenue, il vient valider un oscillateur très basse fréquence. Cet oscillateur va

servir à produire un intervalle d'alarme suivi d'un intervalle de silence.

Vient ensuite un oscillateur rapide qui va délivrer le signal d'alarme par lui-même. Ce signal d'alarme est modulé par le signal très basse fréquence.

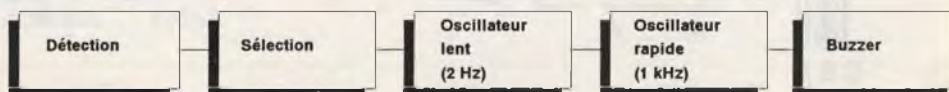
En final, nous trouvons le buzzer qui va se charger de transformer le signal électrique disponible sur la sortie de l'oscillateur rapide en un signal audible.

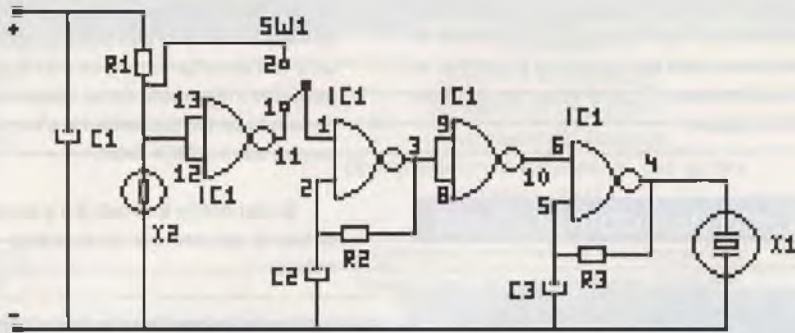
Vraiment rien de bien sorcier dans tout cela.

### Le schéma de détail

Les habitués de l'électronique digitale auront du premier coup d'oeil reconnu le fonctionnement de ce montage, oh combien simple.

Si ce n'est pas votre cas, nous allons l'aborder dans son détail.





Premier point qui saute tout de suite au visage c'est qu'il est constitué uniquement de portes NAND.

Quoi que c'est t'y que c'te bête?

L'électronique digitale est essentiellement constituée de portes qui remplissent des rôles logiques. La porte NAND (NON-ET en français) en est une particulière.

Dans le monde de la logique, un signal est soit à l'état bas, soit à l'état haut. Il est d'usage de noter "0" le signal qui est identique à la masse de l'alimentation (état bas) et "1" le signal qui est égal au plus de l'alimentation (état haut). Ce qui se passe entre les deux est royalement ignoré (et pourtant! (voir la suite des explications)).

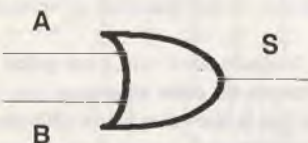
La première porte qu'il est fréquent de rencontrer est l'inverseur. Comme son nom l'indique, son rôle est d'inverser sur sa sortie le signal qui se trouve sur son entrée. Ainsi, à un "0" sur l'entrée correspondra un "1" sur sa sortie et réciproquement. C'est la porte la plus simple qui puisse exister. Un simple transistor peut remplir cette fonction.



E	S
0	1
1	0

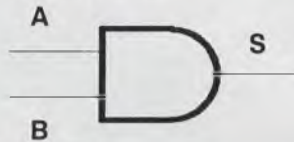
Les autres portes deviennent plus complexes puisqu'elles possèdent au moins deux entrées.

La porte OR (OU en français) a sa sortie à l'état 1 si l'une OU l'autre de ses entrées est à l'état 1.



A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

La porte AND (ET en français) a sa sortie à l'état 1 si l'une ET l'autre de ses entrées sont à l'état 1.



A	B	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

La porte NAND (qui nous intéresse plus particulièrement) est constituée d'une porte ET suivie d'une porte inverseuse.



A	B	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

En regardant de plus près la table de vérité de cette porte NAND, on peut constater qu'en reliant les deux pattes d'entrées ensemble, on retrouve le fonctionnement de la porte inverseuse. Voici une constatation qui peut s'avérer bien pratique pour économiser des boîtiers (ce qui est d'ailleurs le cas ici. Deux des quatre cellules du boîtier NAND sont utilisées en inverseur).

### Le trigger de SCHMITT

Voici le secret de ce montage et son nombre réduit de composants. Les portes NAND utilisées ne sont pas des portes NAND classiques mais des portes NAND avec trigger de Schmitt en entrée.

Encore des incongruités?

Si un signal est à l'état 1 ou à l'état 0 en prenant le niveau des alimentations, tout ce qui se trouve entre les deux est par conséquent un état indéfini. Cette constatation n'est vrai que dans un seul cas: pour la sortie de la porte. La définition de l'état du signal est toute autre pour

l'entrée de cette porte. Il est convenu de définir une valeur qui est appelée seuil de basculement. Dans le cas des portes en technologie MOS, ce seuil de basculement se trouve situé sensiblement à mi-chemin entre la masse et l'alimentation. Un état 1 est défini quand la tension d'entrée se trouve au dessus du seuil de basculement et un état 0 quand cette tension est en dessous de ce seuil.

Et que ce passe-t-il si la tension d'entrée est égale au seuil de basculement?

C'est la panade, car cette tension se trouve à la fois à l'état haut et à la fois à l'état bas. La cellule ne sait plus du tout où elle en est et cela devient un oscillateur très haute fréquence (plusieurs MHz) difficilement exploitable.

Il faut donc trouver un dispositif qui empêche ce phénomène. C'est le trigger de Schmitt qui va remplir ce rôle. Le principe en est très simple. Au lieu de disposer d'un seul seuil de basculement, il suffit d'en disposer de deux. Un qui servira au passage de l'état 0 à l'état 1 (front montant) et un qui servira au passage de l'état 1 à l'état 0 (front descendant). Le premier est situé à un niveau supérieur au second. L'écart qui existe entre ces deux seuils est appelé hystérésis. Si pour une raison ou pour une autre, la tension d'entrée arrive et se stabilise sur le premier seuil, la sortie bascule et c'est le second seuil qui devient actif. La tension d'entrée a alors largement changée d'état.

### Inhibition

Revenons à la table de vérité de la porte NAND. Une des particularités de cette porte est de pouvoir travailler en inverseur (facilement obtenu en reliant les deux entrées ensemble). Une autre possibilité de cette porte est de travailler en inverseur avec une commande d'inhibition (ou de validation). Considérons l'entrée A comme commande de validation. Si cette entrée se trouve à l'état 1, la sortie de la porte est égale à l'inverse de l'entrée B. La porte NAND travaille bien comme un inverseur. Par contre si l'entrée A est à l'état bas, la sortie de la porte se trouve à l'état haut quelque soit l'état de l'entrée B. Il y a dans ce cas inhibition du rôle joué par l'entrée B. L'entrée A est bien une entrée de validation de l'inverseur.

### L'oscillateur

Fort de toutes ces explications, le fonctionnement de l'oscillateur devient des plus simples. Il est constitué d'une porte NAND à trigger de Schmitt utilisée comme inverseur avec inhibition. A cela s'ajoute un condensateur placé sur l'entrée de



l'inverseur et une résistance placée entre l'entrée et la sortie de l'inverseur. Quand la commande d'inhibition est à l'état bas, la sortie de l'inverseur se trouve à l'état haut (tension d'alimentation). Cela va provoquer une charge complète du condensateur par la résistance. L'entrée de l'inverseur va se trouver également à l'état haut, mais la commande d'inhibition fera que cette entrée n'aura aucune influence sur la sortie.

Quand la commande d'inhibition va passer à l'état haut, cela va libérer le fonctionnement de l'inverseur. L'entrée de l'inverseur se trouvant à l'état haut va aussitôt faire basculer la sortie à l'état bas, ce qui aura pour conséquence de décharger le condensateur par l'intermédiaire de la résistance. Le condensateur va se décharger jusqu'à ce qu'il atteigne le seuil bas de basculement. A cet instant la sortie bascule et passe à l'état haut. Le nouveau seuil de basculement est maintenant le seuil haut. Comme la sortie est à l'état haut, le condensateur va de nouveau se charger au travers de la résistance. Une fois qu'il a atteint le seuil haut, la sortie bascule à l'état bas et le condensateur se décharge au travers de la résistance. Quand il a atteint le seuil bas, la sortie bascule à l'état haut. Le condensateur se charge. Quand il a atteint le seuil haut, la sortie bascule à l'état bas. Le condensateur se décharge. Quand il a atteint le .... Vite! branchez l'inhibition, je n'arrive plus à suivre. OUF!

Vous l'avez compris! Le condensateur ne fait que de se charger et de se décharger à chaque changement d'état de la sortie. C'est un oscillateur carré qui sera obtenu sur la sortie de l'inverseur et la période sera définie par la valeur du condensateur, la valeur de la résistance et la taille de l'hystérésis que possède l'entrée de la porte. Les constructeurs donnent une période approximative de 0,8RC.

### Le schéma

Tout ayant été expliqué, le schéma coule de source. La cellule de détection est constituée d'une résistance R1 et d'une LDR X2. Une LDR (Light Decreasing Resistor) est une résistance dont la valeur diminue fortement avec l'éclaircissement. Quand le seuil bas du trigger d'entrée de la première cellule est atteint, la sortie de cette cellule passe à l'état haut libérant ainsi le premier oscillateur. Sa période est très faible afin de délivrer le signal de modulation (fixé par R2 et C2). L'inverseur suivant est là pour jouer son rôle d'inhibition quand le premier oscillateur est à son tour inhibé. Vient ensuite le deuxième oscillateur qui lui fonctionne à la fréquence d'audition (fixée par R3 et C3) et qui attaque le buzzer X1.

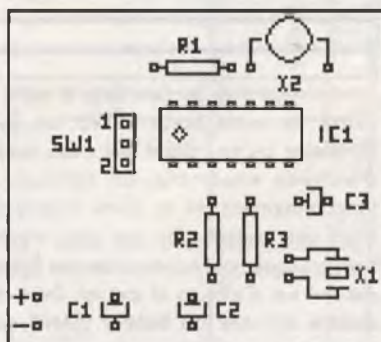
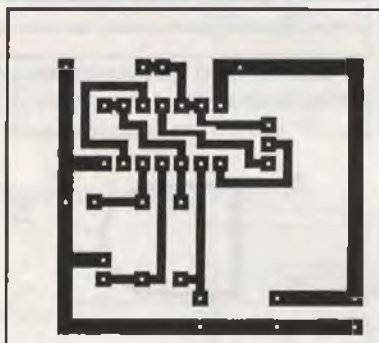
Pour terminer, signalons la présence de l'inverseur SW1 qui permet d'inverser le fonctionnement de l'étage de détection et le condensateur C1 dont le but est de filtrer l'alimentation.

## Liste des composants

Toutes les résistances sont des 1/4 de watt 5%.

R1-R2	100kΩ (Marron, noir, jaune)
R3	1kΩ (Marron, noir, rouge)
C1-C2	10μF 25V radial
C3	1 μF 63V radial
X1	Buzzer
X2	LDR
IC1	MOS 4093 avec support

## Réalisation



En raison du nombre réduit de composants, la réalisation de ce montage est un jeu d'enfant.

Toujours les éternelles mises en garde sur le sens des condensateurs chimiques, du circuit intégré, etc... (Vous n'en avez pas marre? Si, mais voilà, c'est qu'il y en a toujours qui les montent à l'envers!).

Le circuit imprimé est conçu pour pouvoir se monter dans un coffret C1 de chez MMP.

Il faudra prévoir un trou dans ce boîtier afin de permettre l'arrivée de la lumière sur la LDR, ainsi qu'une série de petits trous au niveau du buzzer pour rendre le montage plus audible..

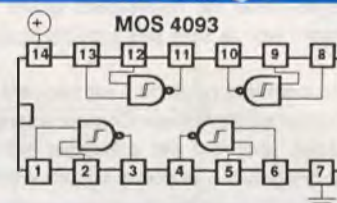
Un interrupteur marche/arrêt pourra être ajouté sur le circuit d'alimentation. Dès qu'il voit de la lumière, il se met à piailler. Il peut être intéressant de lui couper le sifflet de temps en temps surtout si c'est vous qui ouvrez sans arrêt le tiroir.

En dehors de tout cela il n'y a pas grand chose à ajouter sur le montage par lui même.

Après la lumière, la température. Ce montage peut devenir une alarme de réfrigérateur en remplaçant la LDR par une TDR (Température Diminution Résistance). OUAH! Je viens d'inventer un nouveau composant! Non? Vous êtes sûr? Ah! vous avez peut être raison. Ca existe déjà et ça s'appelle une CTN (résistance à Coefficient de Température Négatif). Pas de chance. C'est pas encore cette année que j'aurais le premier prix au concours LEPINE.

En remplaçant la LDR par un simple interrupteur, c'est encore un autre type de dispositif qui peut être créé. Et des idées comme ça on peut en trouver à la pelle.

## Brochage



## Conclusions

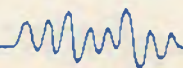
Grâce à ce petit montage, vous venez de faire une ballade au coeur du pays merveilleux de la logique.

Avec très peu de choses, il a été possible de réaliser un montage très intéressant qui ne manquera pas de surprendre ceux qui se feront piéger (surtout si vous n'êtes pas loin).

L'électronique, quelque soit son ampleur n'est jamais qu'une mise bout à bout de fonctions aussi simples que celles là. Et cela abouti à un téléviseur, un magnétoscope etc. etc... (il y a bien sûr d'autres fonctions que celle présentée ici mais qui ne sont pas plus compliquées).

Toujours est-il que c'est grâce à des montages de cette envergure mis bout à bout que la télévision haute définition aura trouvé le chemin pour arriver chez vous un jour.

E. DERET





## Deux thermostats triple consigne

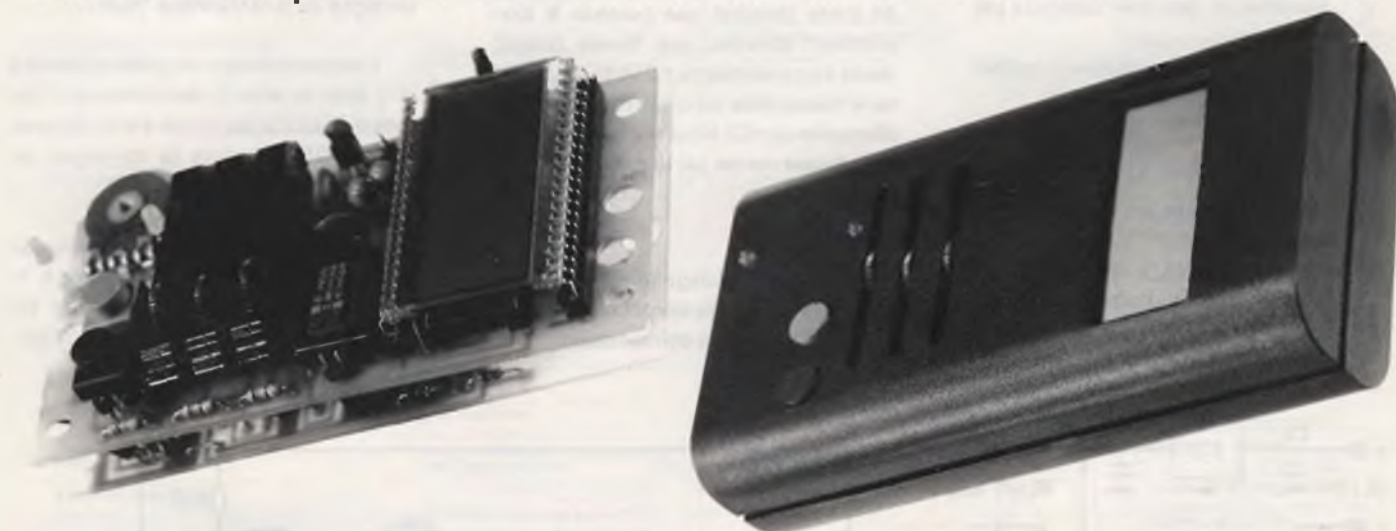
**H**élas, les frimas approchent. C'est le moment pour les retardataires de faire vérifier la chaudière, de penser au nettoyage de la cheminée pour certains, etc... Peut-être, et même sans doute, est-ce le moment également de profiter de l'électronique pour apporter plus de confort.

C'est d'ailleurs plus "sans doute" que "peut-être" car les économies d'énergies ne font de mal à personne et encore moins à votre porte-monnaie.

Les deux montages que nous allons décrire sont à la fois très différents tout en étant très proches. Je m'explique: le premier est destiné à s'intégrer dans un contexte d'habitation pré-équipé au niveau câblage puisqu'il s'agit d'un système télé-piloté par fil.

Le second, bien que constitué à 95 % des mêmes composants et des mêmes circuits imprimés, est plutôt destiné à remplacer un thermostat mécanique sans apporter de modification importante à l'installation de l'habitation.

Enfin, tous deux sont des systèmes à trois consignes: Confort (ou jour), réduit (ou nuit / absence) et hors-gel, possèdent l'affichage de la température courante et des consignes sur un LCD ainsi que des indicateurs de fonctionnement à LEDs.



### Le but

Le but est distinct pour chacune des réalisations.

Pour la première, il s'agit de construire un thermostat possédant trois consignes réglées et visualisables indépendamment. La commande de ce thermostat sera faite par un fil pilote, qui permettra à partir d'un programmeur horaire classique de passer au mode voulu aux horaires voulus.

Ce premier type de montage est destiné plutôt à équiper chacune des

pièces, et à piloter des points de chauffage indépendants. Il est par exemple tout à fait adapté pour les convecteurs électriques et permet une gestion de la température pour chaque pièce d'habitation.

Pour le second, il est au contraire destiné au système de chaudière unique, piloté par un seul thermostat, localisé en général dans la pièce la plus fréquentée.

Cette seconde version dispose également d'un système à trois consignes, mais est démunie de fil pilote. Les trois consignes sont pré-réglables mais la gestion en reste manuelle.

Gros avantage de cette seconde version, c'est que son installation n'impose qu'une modification mineure de l'installation d'origine.

Le thermostat d'origine, en général mécanique (système à bilame), est un simple interrupteur commandant directement la mise en marche du chauffage.

Qui dit simple interrupteur, dit également liaison par uniquement deux fils.



Le but de ce montage sera d'être à la fois alimenté et informateur, uniquement par ce câblage restreint.

Pour cela, le principe retenu est de faire augmenter la consommation en courant sur l'alimentation lorsque le chauffage doit se mettre en marche. A proximité de la chaudière se trouvera le détecteur de consommation, dont le rôle sera d'alimenter le thermostat en basse tension et de détecter l'éventuelle augmentation d'alimentation pour faire "coller" un relais.

Enfin, tous deux possèdent un "look" qui s'intégrera bien dans les différents intérieurs grâce à un coffret soigné.

## Caractéristiques

Leurs caractéristiques sont:

- Alimentation: 15 à 20 Volts continus
- Consommation au repos: 12 à 23 mA
- Affichage 3 digits 1/2 (voir article sur l'afficheur de tableau à ICL7106 dans le numéro du mois dernier)
- Consigne confort: 0 à 29 °C
- Consigne nuit: 0 à 17 °C
- Hors-gel: 0 à 9,5 °C
- Visualisation des trois consignes par poussoirs.
- Hystérésis d'enclenchement réglable de 0,2 à plus de 2 °C

## Version pilotée

- Consommation en mode activé (relais): 50 à 55 mA
- Tension de pilotage: 0 à 12 Volts: 0 à 4V: nuit, 4 à 8V: hors-gel, 8 à 12V: confort
- courant de pilotage < 0,5 mA

## Version autonome

- Consommation en mode activé: 54 mA
- Gestion du pilotage par montage détecteur éloigné (liaison 2 fils).

## Schéma de détail

Malgré tout ce que nous avons pu dire précédemment, nous resterons obstinément sur un schéma simple pour ces deux réalisations.

Nous décrirons dans un premier temps la version pilotée, puis les différences à l'aide d'un second schéma de la version autonome.

Le schéma de la partie affichage n'est pas reporté ici afin de ne pas surcharger et de rendre la compréhension plus facile.

## Alimentation

Elle est très simple et fait appel à un simple régulateur (RG1) en version TO92 compte tenu de la faible consommation.

Nous allons profiter ici des avantages du mode commun que possède le bloc afficheur. En effet, une "fausse masse" située à un potentiel de 1,2 Volts au dessus de la masse réelle est créée par D4 et D5 et découplée par C3. Nous verrons l'utilité de cette fausse masse par la suite.

## Pilote

L'entrée de pilotage, 0 à 12 Volts, est appliquée sur R1. Elle vient commander les entrées plus de deux comparateurs.

Chacune des entrées moins est connectée à une référence de tension créée par un réseau diviseur monté entre plus et moins d'alimentation.

Les trois résistances égales permettent d'obtenir un basculement à 4 Volts pour la porte du bas et à 8 Volts pour l'autre. La tension de pilotage d'entrée est donc convertie en états binaires sur 2 bits, disponibles en sortie des portes.

## Consignes

Ces états 0 et 1 sont juste ce qu'il nous faut pour commuter des portes MOS du type 4053.

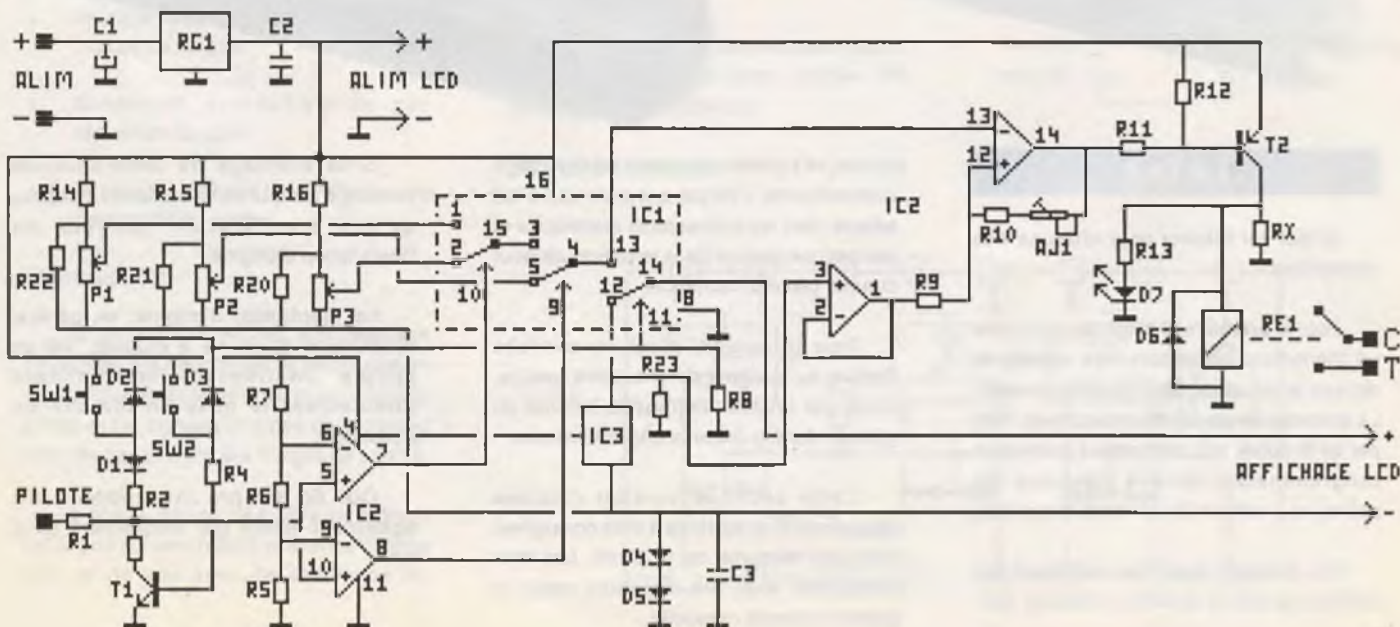
Deux inverseurs de ce circuit MOS suffisent pour sélectionner une consigne parmi trois (1, 2, 15 piloté par 10 et 3, 5, 4 piloté par 9. La sortie finale d'information se trouvant sur 4).

Sur le schéma, l'état "0" correspond à l'inverseur vers le bas et vice-versa.

Quand la tension d'entrée de pilotage est inférieure à 4 Volts, les deux comparateurs fournissent un état zéro, la sortie 4 récupère ainsi la tension de consigne du potentiomètre "Nuit".

Lorsque la tension du pilote est entre 4 et 8 Volts, la porte du bas fournit un "1" et celle du haut n'a pas bougé d'état. La sortie 4 du MOS est alors la consigne de "Hors-gel".

Enfin, lorsque la tension de pilotage excède 8 Volts, les deux sorties sont à "1" et l'information en tension récupérée est celle de "Confort".



tant que la mémoire n'a pas eu le temps de lui répondre. La plupart des mémoires sont capables de répondre beaucoup plus rapidement que la durée du cycle d'exécution ne le nécessite. Quelques unes cependant ne peuvent pas délivrer l'octet adressé dans le temps minimum imparti par le cycle d'horloge.

Par conséquent, le processeur doit contenir un dispositif de synchronisation qui permet à la mémoire de demander un état d'attente (Wait state). Quand la mémoire reçoit le signal de lecture ou d'écriture, elle place un signal de demande sur la ligne READY du processeur, imposant à la CPU de s'arrêter temporairement. Après que la mémoire ait eu le temps de répondre, elle libère la ligne READY et le cycle d'instruction peut continuer.

## Entrée/sortie

Les opérations d'entrées/sorties sont similaires aux opérations de lecture ou d'écriture mémoire à l'exception du fait que c'est un périphérique qui est adressé au lieu d'un emplacement mémoire. L'unité centrale fournit les signaux de contrôle d'entrée sortie appropriés, envoie l'adresse du périphérique et alors reçoit la donnée de l'entrée ou envoie la donnée vers la sortie.

Les données peuvent être entrées (sorties) de manière parallèle ou sérielle. Toutes les données qui transitent sur un ordinateur digital sont représentées sous une forme binaire codée. Un mot de donnée binaire est constitué d'un groupe de bits, chaque bit étant un 1 ou un 0. L'I/O parallèle consiste à transférer tous les bits du mot en même temps avec un bit par ligne. L'I/O série consiste à transférer un seul bit à la fois sur une seule ligne. Naturellement, la transmission série est plus lente mais elle nécessite moins de développement matériel que la transmission parallèle.

Si, dans le cas des processeurs comme le Z80 ou le 8085, la notion d'adressage d'un périphérique est dissociée de celle de la mémoire (utilisation d'une ligne de décodage différente), dans le cas du 6800, le périphérique prend la place d'une case mémoire.

Dans le cas du Z80, la durée d'un état d'accès entrée/sortie est rallongé d'un cycle d'attente par rapport à un état d'accès mémoire. Ce cycle est systématiquement rajouté car un

périphérique est par principe plus lent qu'une mémoire en temps de réponse.

## Les interruptions

La présence des interruptions sur certaines unités centrales permet d'améliorer l'efficacité du processeur. Considérons le fait d'un ordinateur qui traite un grand volume de données qui doivent être envoyées vers une imprimante. La CPU peut sortir la donnée en un simple cycle machine mais il en faut plusieurs à l'imprimante pour qu'elle puisse l'imprimer. La CPU peut rester en cycle d'attente pour que l'imprimante accepte une nouvelle donnée. Cependant, si l'unité centrale est équipée d'un dispositif d'interruptions, elle peut envoyer la donnée et retourner au traitement d'autres informations. Quand l'imprimante est prête à recevoir une nouvelle donnée, elle peut générer une interruption. Quand la CPU accepte cette interruption, elle abandonne l'exécution du programme principal pour se brancher automatiquement sur une routine qui enverra l'octet suivant vers l'imprimante. Après que l'octet ait été envoyé, l'unité centrale reprend l'exécution du programme principal. A noter que cela est, en principe, similaire à l'appel d'un sous-programme sauf que le saut est provoqué par un événement extérieur et non par le programme.

Des structures d'interruptions plus complexes sont possibles, dans lesquelles plusieurs systèmes peuvent attaquer le même processeur mais avec des niveaux de priorités différents. Ces processus sont des fonctions importantes pour libérer au maximum les possibilités du processeur dans les systèmes de grande capacité.

## Le maintien (Hold)

Une autre possibilité qui améliore les capacités d'un processeur est le maintien. Le principe du maintien permet les opérations en accès direct mémoire (DMA Direct Memory Acces).

Sur les opérations classiques d'entrées/sorties, le processeur contrôle lui même l'ensemble du transfert de données. Les informations qui doivent être placées dans la mémoire sont transférées du système d'entrée vers le processeur puis du processeur vers la mémoire. D'une manière similaire, les données en mémoire qui doivent aller vers une sortie transitent par le processeur.

Certains périphériques, cependant, sont capables de transférer les informations depuis ou vers la mémoire beaucoup plus rapidement que le processeur par lui même. Si une quantité importante de données doit être transférée avec un tel système, les capacités du dispositif seront grandement améliorées en laissant le système effectuer le transfert lui même. Le processeur doit suspendre temporairement ses opérations pendant un tel transfert afin d'éviter les conflits qui ne manqueraient pas de se présenter si le processeur et le périphérique essayaient d'accéder à la mémoire simultanément. C'est pour cette raison que la fonction de maintien est implémentée sur certains processeurs.

Un autre cas d'utilisation de la fonction HOLD est l'utilisation en multi-processeurs avec une mémoire commune. C'est à dire qu'une mémoire normalement utilisée par un microprocesseur peut occasionnellement être utilisée par un second. Il est évident que les deux CPU ne peuvent pas accéder simultanément sur cette mémoire. Pour supprimer les conflits, le second processeur active la fonction HOLD du premier afin d'accéder sans risque sur cette mémoire commune

## Conclusions

Nous voici arrivés au terme de cette troisième étape au coeur des microprocesseurs. Cet article est essentiellement orienté sur l'aspect matériel du composant afin de bien mettre en évidence les mécanismes qui influent sur le fonctionnement des unités centrales.

Même si ces explications nous éloignent un peu de l'aspect programmation de ces types de produits, elles n'en sont pas moins nécessaires afin de mieux appréhender le rôle qu'effectuera chaque instruction par la suite.

Que ce soit au travers de l'utilisation optimale des registres, de la mémoire nécessaire, ou des cycles machine, la qualité d'un programme se mesure avant tout sur sa taille la plus réduite et sa vitesse d'exécution la plus prompte possible. Il n'est pas besoin de disposer de 16M de mémoire et de processeurs tournant à 66MHz quand 64K octets de mémoire et un processeur à 8 MHz permettent de faire la même chose et à la même vitesse. De telles performances s'obtiennent en maîtrisant parfaitement les explications données ici.



la réalisation du système détecteur de consommation, destiné à ne fonctionner uniquement qu'avec cette seconde version du montage. Ce détecteur alimentera le thermostat et sera placé à proximité de la chaudière.

## Liste des composants

Toutes les résistances sont des 1/4 de Watt, 5%.

R1	22 k $\Omega$
R2, R3	2,2 k $\Omega$
R4	100 k $\Omega$
R5 à R7	10 k $\Omega$
R8	100 k $\Omega$
R9	100 $\Omega$
R10	56 k $\Omega$
R11	10 k $\Omega$
R12	2,2 k $\Omega$
R13	1 k $\Omega$
R14	39 k $\Omega$
R15	68 k $\Omega$
R16	120 k $\Omega$
R17	470 k $\Omega$
R18	1 M $\Omega$
R19	100 k $\Omega$
R20 à R22	1 k $\Omega$
R23	22 k $\Omega$
RZ1	Réseau 5 x 4,7 k $\Omega$ L61S472 Beckman

P1 à P3 Pot. molette RUWIDO 50 k $\Omega$

AJ1 200 k $\Omega$  82PR Beckman  
AJ2 20 k $\Omega$  67 WR

C1	10 uF 25V tantale
C2	0,1 uF céramique
C3	10 nF céramique
C4	0,1 uF céramique
C5	0,22 uF multicouche
C6	47 nF multicouche
C7	10 nF multicouche
C8	0,1 uF multicouche
C9	100 pF céramique
C10, C11	47 nF céramiques
C12, C13	10 uF tantales

D1 à D6 1 N 4148  
D7 LED 3 mm rouge (marche)  
D8 à D11 1 N 4148

LCD Afficheur 3 digits 1/2  
LTD 222 R12 (RTC) + support  
40 broches

IC1 MOS 4053  
IC2 LM 324  
IC3 LM 35 CZ ou DZ  
IC4 ICL 7106 + Sup. 40 Br.  
IC5 74 HC 86 + Sup. 14 Br.

RG1 78 L 12  
RG2 78 L 05

RE1 Relais 12V G4S OMRON

T1 BC 547 B  
T2 BC 557 B

SW1, SW2 poussoir KSA + cabochois

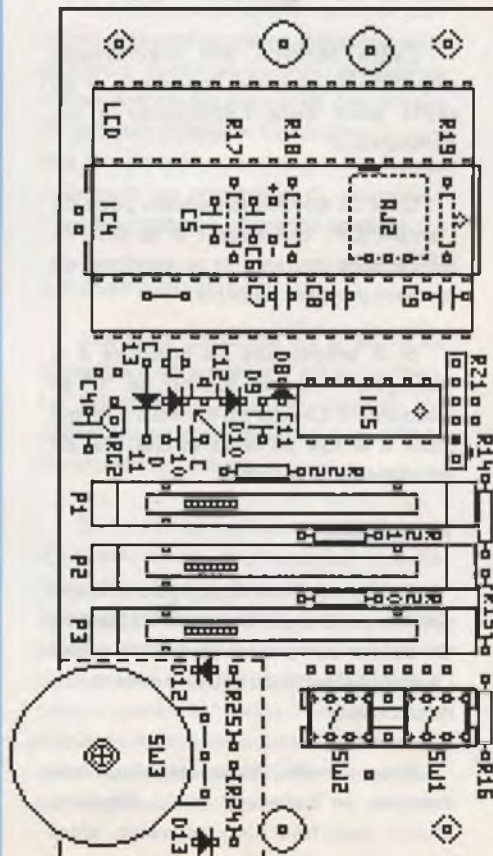
### Version autonome

R24, R25 1,2 k $\Omega$   
RX 560  $\Omega$  1/2 Watt

D12 LED 3 mm verte (confort)  
D13 LED 3 mm jaune (nuit)  
SW3 Inverseur 3 positions (voir texte)

## Réalisation

Les circuits imprimés sont identiques pour les deux types de réalisations (sur cette page se trouve la carte d'affichage et page suivante, celle de fond). Seule



l'implantation de certains composants diffère ainsi qu'une découpe éventuelle faite dans l'un des deux circuits pour laisser le relais respirer en hauteur.

Le circuit imprimé supérieur comprend le bloc d'affichage à 7106 décrit le mois dernier, les trois potentiomètres de réglage de consigne et les deux poussoirs de contrôle de visualisation des consignes.

S'il s'agit de la version autonome, cette carte supporte en plus l'inverseur trois positions de pilote et les deux LEDs de visualisation de mode en cours.

La carte inférieure supporte quant à elle la gestion du thermostat proprement dite, le capteur de température, le réglage d'hystérésis et le relais éventuel de la version télé-pilotée.

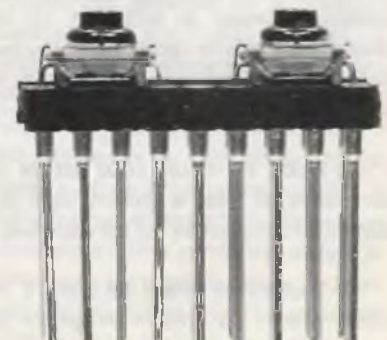
La réalisation proprement dite ne pose pas de grosses difficultés, hormis dans le secteur de l'afficheur à 7106 de la carte supérieure où la densité des pistes est assez élevée.

La jonction entre les platines se fera à l'aide de connecteurs femelles de 7 mm et de picots mâles pour obtenir un espacement entre cartes de 8,5 mm. Ces jonctions sont donc prévues démontables (Voir la photographie ci-dessous pour le montage de ces connecteurs).



La LED témoin de fonctionnement du chauffage ne fait que traverser la carte supérieure. Son soudage n'est à la limite nécessaire que sur la carte de fond.

Attention pour tous ces composants à la hauteur finale qui doit les faire venir en "à fleur" du coffret.



C'est également vrai pour SW1 et SW2 qui seront rehaussés de 6,5 mm à l'aide de deux rangées de connecteurs femelles tulipes.



Le boîtier utilisé du type 2012 de chez STRAPU ainsi que les potentiomètres à molettes permettent d'obtenir une esthétique finale agréable. Ce boîtier sera fermé à l'aide de ses vis d'origine et la fixation murale pourra se faire à l'aide d'adhésif double face.

C'est compte tenu du faible espace qui existe entre les deux cartes que les circuits IC1 et IC2 ne possèdent pas de supports: attention au soudage du 4053 qui est un MOS. Monter également les transistors et régulateurs au plus court, voire couchés.

A noter également que le capteur de température à tout intérêt à être monté à l'extérieur du boîtier. Deux raisons à cela, sa fidélité de mesure de l'air ambiant sera meilleure et on évitera aussi l'élévation de température par les pattes due au régulateur RG1 (d'où la forme particulière de la piste +12 entre ces deux composants).



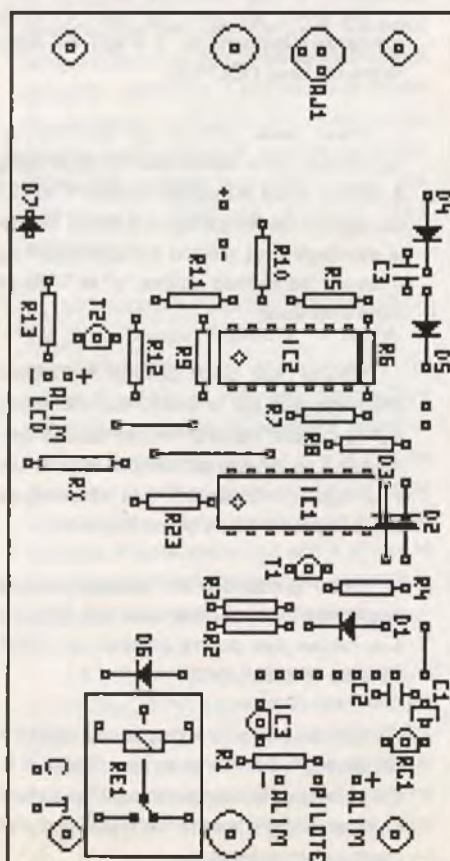
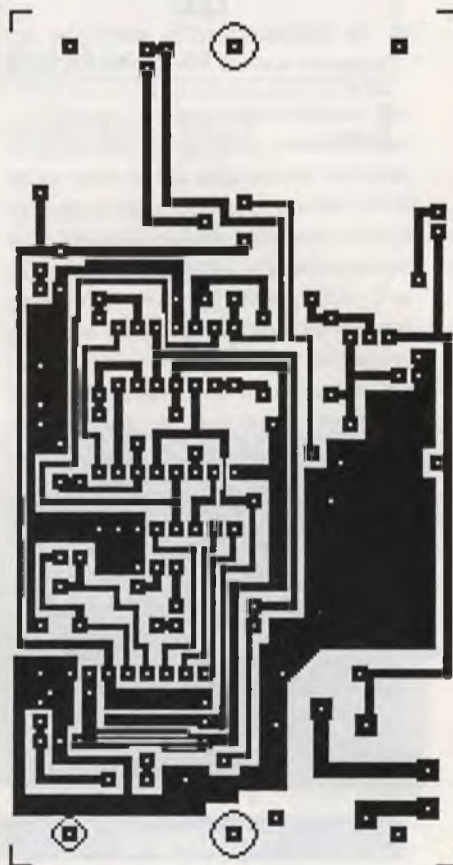
### Particularités version pilotée

Elle possèdera en plus le relais, bien que son montage et celui de sa diode de protection D6 ne soient pas obligatoires. En effet, si vous désirez commander un convecteur à distance, il suffit de récupérer la tension sur le collecteur de T2 (cathode de l'ex D6) à l'aide d'un fil complémentaire.

La tension sera de 12 Volts (par rapport à la masse) quand le thermostat est activé.

Cette tension peut par exemple commander la diode électro-luminescente (avec sa résistance de limitation) d'un

opto-coupleur (déportation de la puissance). Cette procédure évite aussi d'amener du 220 Volts dans le boîtier et permet une liaison de la totalité du montage à l'aide de câble de faible section.



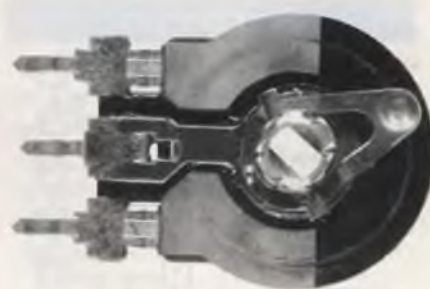
Si le relais est monté, sa hauteur oblige toutefois à découper la carte supérieure dans l'un des angles.

La zone à découper est repérée par des pointillés et son absence n'est pas gênante puisqu'elle correspond aux composants de la version autonome. Donc, sur cette version SW3, R24, R25, D12 et D13 ne seront pas montés. Rx n'est également pas montée sur la carte inférieure.

### Particularités version autonome

Sur cette version pas de découpe, puisque le relais est, par définition, absent.

L'inverseur trois positions SW3 utilisé est du type "molette".



Les deux pattes avant seront repliées vers le bas afin de monter cet inverseur avec la molette contre le circuit imprimé et côté composants. Une découpe latérale rectangulaire dans la coquille supérieure du coffret laissera simplement dépasser légèrement cette molette de commande.

Le contact de genre d'inverseur se fait sur 60° environ des extrémités et le curseur n'est connecté à rien quand il est situé au centre (zone sombre de la photo). Le marquage "INV" sur ce composant signale qu'il ne s'agit pas d'un potentiomètre malgré son aspect: bon à savoir....

Ce type d'inverseur permet enfin et surtout d'obtenir une continuité dans l'esthétique de la réalisation. Il peut toutefois et au besoin, être remplacé par n'importe quel autre modèle à trois positions stables (à glissière par exemple).

Sur cette version, une broche de connecteur supplémentaire, le pilote, viendra réunir les deux circuits (à l'avant de SW1 et SW2).

### Partie affichage

Cette partie sera réalisée comme pour le bloc afficheur autonome décrit le mois dernier, à savoir avec R17 à R19 et AJ2 montés côté cuivre et C5, C6 sous le circuit



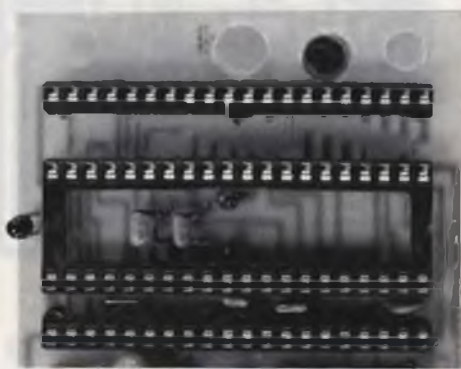
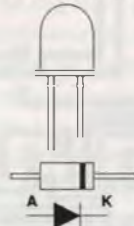
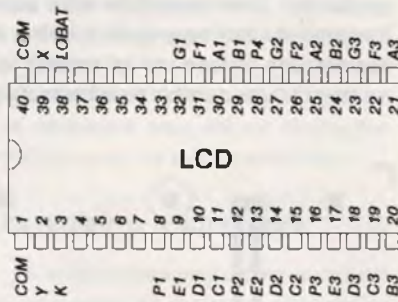


ICL7106 en mettant à profit la hauteur laissée disponible par le support.

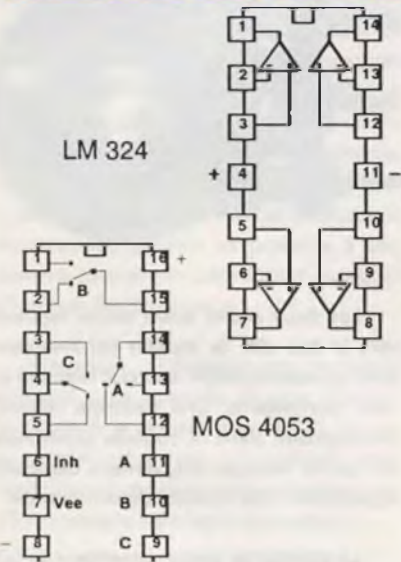
La vis de réglage de AJ2 sera ainsi facilement accessible par le dessus du montage.

De même, un perçage de grand diamètre laisse l'accès libre au réglage d'hystérésis au travers de la carte supérieure.

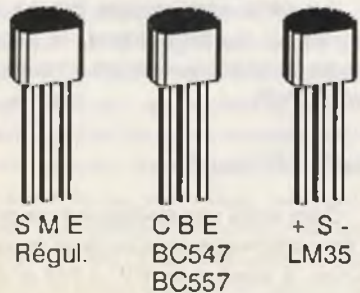
Le plan de perçage de la coque supérieure du coffret est donné en bas de cette page. Le plus simple consiste à le découper, le placer sur la surface plastique, et à pointer les différentes limites de découpes au travers du papier.



## Brochages



V+	1	40	OSC1
D1	2	39	OSC2
C1	3	38	OSC3
B1	4	37	TEST
A1	5	36	Vref+
F1	6	35	Vref-
G1	7	34	Cref+
E1	8	33	Cref-
D2	9	32	COMMUN
C2	10	31	EH
B2	11	30	EB
A2	12	29	Ca2
F2	13	28	Rint
E2	14	27	Cint
D3	15	26	V-
B3	16	25	G2
F3	17	24	C3
E3	18	23	A3
AB4	19	22	G3
-	20	21	BP



## Conclusion

La conclusion n'est que toute temporaire, tout au moins pour l'une des deux réalisations, puisque nous allons nous intéresser de suite au détecteur de consommation.

Il est volontairement traité à part, dans la mesure où ce système de pilotage par deux fils peut se révéler intéressant dans d'autres applications...

J.TAILLIEZ

## Réglages

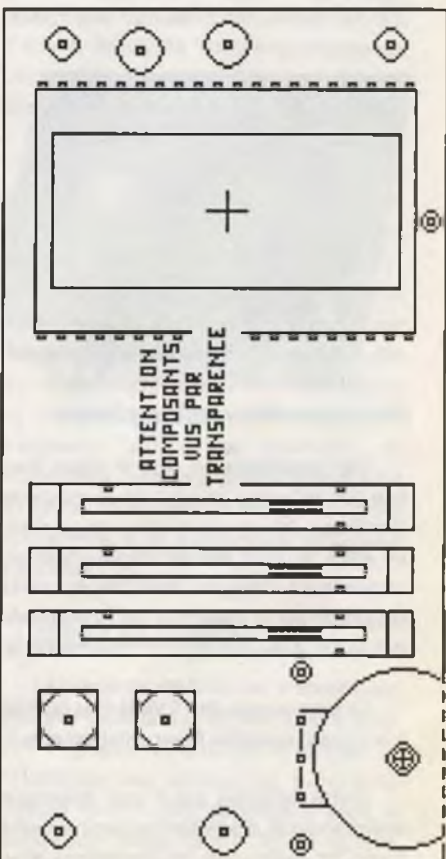
Au point de vue réglage, un seul concerne l'étalonnage, il s'agit de AJ2: référence pour l'ICL7106.

Pour cela, câbler un contrôleur numérique sur le calibre 300 mV (ou 2 Volts à défaut) entre les pattes notées "+" et "S" du capteur de température (LM35). Mettre le montage sous tension en appliquant 15 Volts sur les entrées notées "+" et "-" de la carte inférieure.

Régler AJ2 pour obtenir le même affichage que sur le contrôleur: Attention que le capteur ne se prive pas de changer sa valeur de tension pendant ce temps, car il est également sensible aux infra-rouges dus à la proximité du corps humain....

Cette procédure de réglage permet également de compenser les erreurs éventuelles des portes placées sur cette ligne de tension (4053).

Le second réglage concerne l'hystérésis d'enclenchement. C'est AJ1 qui permet de le corriger: plus d'hystérésis en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre et inversement.





## Détecteur d'intensité

**E**troitement lié à la réalisation du thermostat que nous venons de voir, ce détecteur d'intensité permet d'alimenter le précédent montage et de télécommander des éléments de puissance uniquement par deux fils.

Loin de se limiter à cette application, ce détecteur constitue une astuce pour résoudre des problèmes de modifications d'installations électriques sans pour autant repercer murs et plafonds pour passer de nouveaux fils.

Si cela est vrai pour notre exemple de thermostat, le principe reste tout aussi valable pour des commandes diverses d'éclairage domestique que l'on désirerait piloter en remplaçant de simples interrupteurs par des montages électroniques ayant des fonctions particulières.

Ce principe peut encore être utilisé en automobile, où tout le monde sait combien il est quelquefois difficile de passer de nouveau fils ou de modifier des faisceaux existants....

Nous verrons de plus en fin d'article quelques développements particuliers pour télécommander plus de fonctions encore.



### Principe

Si vous ne vous êtes pas reporté au texte concernant le thermostat autonome, rappelons quel est le problème.

Dans notre cas, il s'agit de remplacer un thermostat mécanique (à bilame), qui s'apparente à un simple interrupteur, par un montage électronique équivalent.

Intention louable, mais le câblage d'origine ne comportait que deux fils. Or, il faut alimenter ce nouveau montage d'une part et transmettre une information de fonctionnement d'autre part. Comment résoudre sans modifier l'installation filaire d'origine?

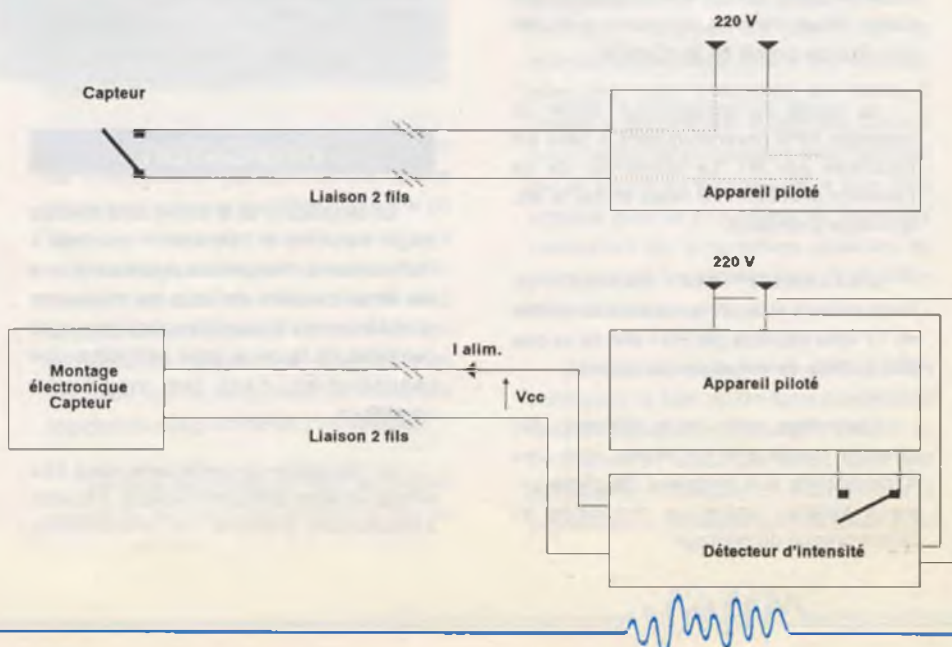
La solution utilisée par cette réalisation est simple: Il suffit d'utiliser les deux fils pour alimenter l'électronique et jouer sur le courant consommé par le montage capteur pour transmettre l'information, d'où le nom de la présente réalisation.

La modification de câblage devient ainsi mineure, comme le montrent les schémas ci-dessous, et ne nécessite surtout pas de fils complémentaires.

En haut se trouve le câblage d'origine, en bas, la modification apportée

uniquement près de la charge commandée.

Ce montage remplace enfin l'interrupteur d'origine par un relais interne permettant de conserver l'isolation par rapport au secteur.



## Schéma de détail

Le schéma de détail de ce montage se trouve ci-contre.

L'alimentation non régulée est issue d'un transformateur et est redressée / filtrée par D1 et C2. C'est directement cette alimentation (de l'ordre de 17 à 20 Volts) qui sera utilisée pour le montage thermostat (qui possède sa propre régulation interne).

Le retour d'alimentation ne se fait pas directement à la masse mais au travers d'une résistance de mesure R3. C'est elle qui permettra de détecter l'élévation de consommation du montage télé-alimenté pour la traduire comme une commande de fonctionnement de la charge.

Cette résistance est découplée par C4, ce qui permet de reporter l'efficacité du filtrage de C2 sur le montage distant et empêche également des enclenchements intempestifs par la présence éventuelle de parasites importants.

La tension aux bornes de cette résistance est transmise à l'entrée "plus" d'un comparateur par le biais d'une cellule R4, C5. Celle-ci crée une légère constante de temps d'enclenchement de l'ordre de une demi-seconde afin de ne pas prendre en compte une élévation d'intensité fugitive.

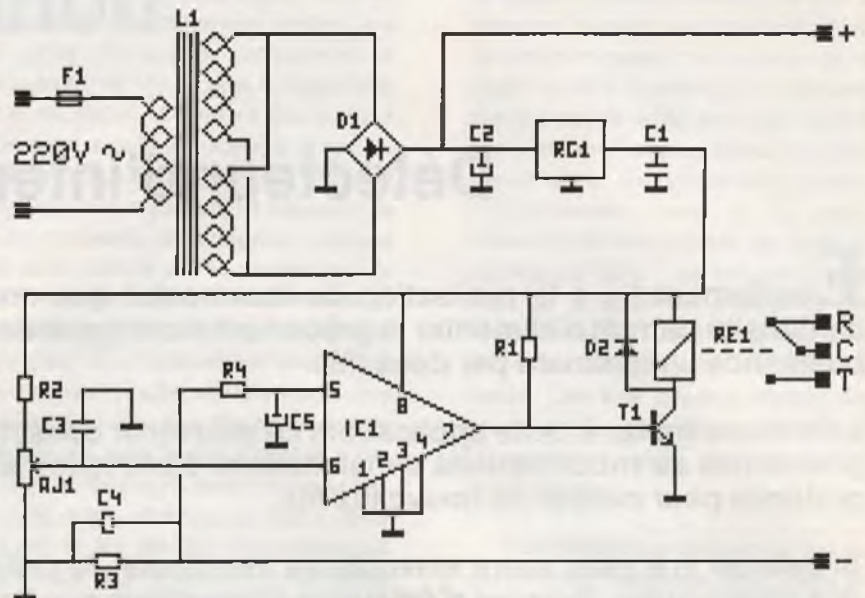
Cette tension est comparée à une référence réglable entre 0 et 1,5 Volts environ par AJ1 et appliquée à l'entrée moins du comparateur.

Ce potentiomètre va définir le seuil d'enclenchement du relais entre la consommation nominale de repos et la consommation représentative de la mise en marche. Il suffira de régler cet ajustable à mi-chemin entre ces deux courants extrêmes pour obtenir un fonctionnement fiable. Nous verrons comment exécuter son réglage précis en fin d'article.

La sortie du comparateur pilote un transistor NPN (inverseur) dont la base est polarisée par R1. Le collecteur de ce transistor pilote enfin le relais et, par le fait, la charge extérieure.

L'ensemble des circuits de comparaison et la référence sont alimentés en 12 Volts stabilisé par RG1 afin de ne pas être victime de variations du secteur.

L'avantage enfin de la détection par courant consiste à ne laisser que peu d'importance à la longueur de câble qui peut exister entre ce montage et l'électronique de pilotage.



## Liste des composants

Toutes les résistances sont des 1/4 de Watt, 5 % sauf indication contraire.

R1	10 k $\Omega$
R2	33 k $\Omega$
R3	18 $\Omega$ 1/2 Watt
R4	470 k $\Omega$
AJ1	4,7 k $\Omega$ horizontal
C1	0,1 uF céramique
C2	1000 uF 25V chimique radial
C3	0,1 uF céramique
C4	100 uF 25V chimique axial
C5	1 uF 63V chimique radial
RG1	7812 TO 220
IC1	LM 393
D1	Pont moulé 1,5A
D2	1 N 4148
RE1	Relais 12 Volts G4S 1 RT OMRON
L1	Transformateur à étrier KITATO 2 x 12V 1,7 VA

1 support CI 8 broches  
2 borniers 2 plots  
1 bornier 3 plots  
coffret: voir texte

d'usage lorsque le montage sera relié au secteur.

Nous avons prévu l'insertion du montage terminé dans un coffret PP 9 AN Supertronic.

Ce coffret possède une petite grille d'aération qui sera située au dessus du transformateur d'alimentation (dont on aura préalablement enlevé l'étrier) et sera bienvenue pour la ventilation d'un montage raccordé en permanence au secteur.

La résistance R3 est prévue pour de multiples implantations puisque vous pouvez destiner ce montage à toute autre application que celle qui nous intéresse avec le thermostat.

Ainsi, cette résistance peut être adaptée au niveau puissance si le courant consommé par le montage distant est plus élevé: là, libre cours à vos divers projets et adaptations.

## Mise sous tension / réglage

Connecter, dans un premier temps, le thermostat version autonome positionné sur la consigne confort. Sur cette position, il est facile de faire enclencher la mise en marche du chauffage puisque la consigne est réglable de 0 à 30 °C environ.

Régler dans un premier temps cette consigne à 0°C et mesurer la tension aux bornes de C4 (qui est directement en parallèle sur R3) à l'aide d'un contrôleur sur calibre 2 Volts (moins sur - de C4 et plus sur + de C4).

Vous devez trouver une tension qui correspond à la fonction hors service du

## Réalisation

La sérigraphie et le cuivre sont donnés page suivante à l'échelle 1 comme à l'accoutumée. Rappelons également que les faces cuivrées de tous les montages sont désormais disponibles dans les pages centrales de la revue pour permettre une reproduction dans les meilleures conditions.

La réalisation de cette carte reste très simple et sans difficulté majeure. Il faudra évidemment prendre les précautions



thermostat de l'ordre de 0,4 Volts (0,414 obtenu sur notre prototype). Cela correspond à un courant consommé moyen de 23 mA.

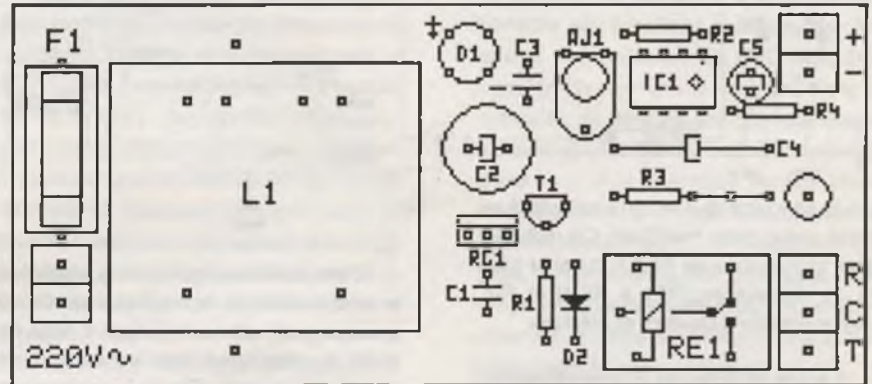
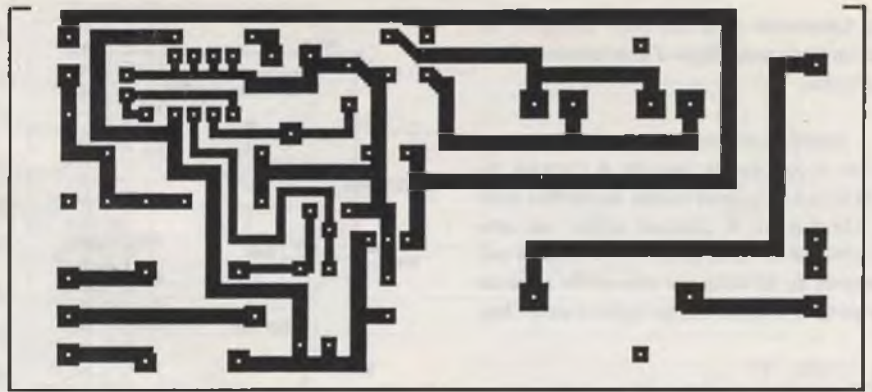
Mesurer ensuite dans les mêmes conditions mais avec le thermostat enclenché: la tension doit atteindre alors 1 Volt environ (0,97 sur notre prototype, donc un courant de 53,8 mA).

Possédant maintenant les deux valeurs limites, il suffit de régler AJ1 pour obtenir la tension moyenne soit  $(0,414 + 0,97)/2$  soit 0,69 Volt.

Cette tension sera mesurée en plaçant simplement la pointe "plus" du contrôleur sur le curseur de AJ1 et sans bouger l'autre pointe de touche.

Le battement en tension prévu pour AJ1 étant de 1,5 Volts, vous devez obtenir un curseur approximativement à mi-course si tout est correct.

Il ne suffit plus alors qu'à contrôler le télé-pilotage du relais par l'action sur la consigne du thermostat pour vérifier le bon fonctionnement de l'ensemble.



A titre d'exemple, dans les années 80 à 85, la télécommande infra-rouge n'était pas un accessoire systématique sur les magnétoscopes.

Soucieux de répondre malgré tout à une demande qui commençait à se faire sentir, certains appareils ont vu le jour avec une forme "transitoire" de télécommande par fil. On pouvait y trouver toutes les fonctions de base: lecture, avance, retour, stop, enregistrement, etc.. à l'aide d'un petit boîtier muni uniquement à l'extrémité du fil blindé d'un jack 3,5 mono! Comment transmettre tout cela par ce moyen?

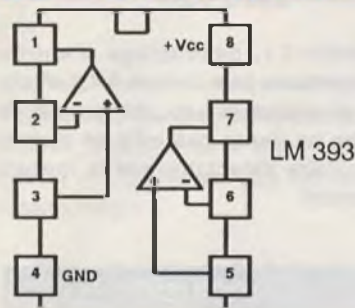
Si les plus curieux n'ont pas hésité à ouvrir la télécommande, sans doute ont-ils été encore plus surpris de n'y découvrir que des poussoirs et des résistances: voilà bien une télécommande plus qu'économique...

En fait ces résistances, commutées tour à tour par chacun des poussoirs, créaient des diviseurs de tension variables par rapport à une autre résistance fixe située dans l'appareil.

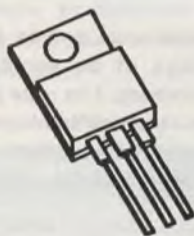
Ainsi, appuyer sur telle touche pouvait fournir par exemple 1 Volt, telle autre 2 Volts, etc. Il suffisait simplement de pouvoir obtenir autant de niveaux de tensions détectables que l'on désirait de fonctions.

A titre d'exemple, se trouve page suivante un schéma permettant d'obtenir 10 fonctions de base à l'aide d'un tel montage, avec en décodeur un LM3914 et une simple liaison deux fils. Il suffit de remplacer chaque LED des sorties 1 à 10 par une résistance de l'ordre de 10 kOhms

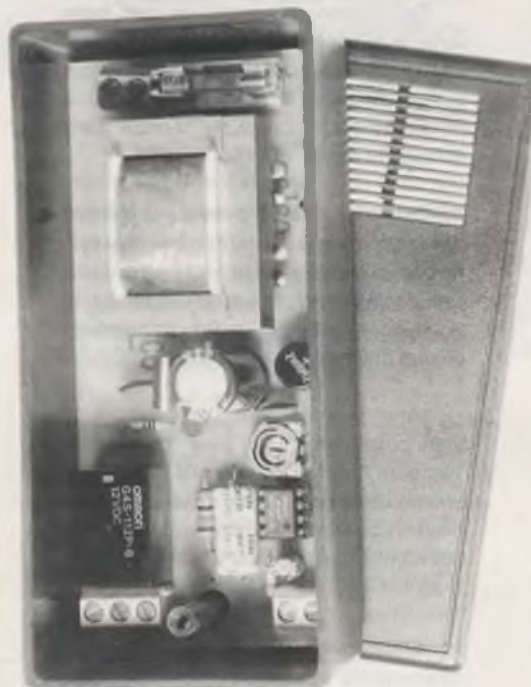
## Brochages



Reg. 7812



En Ma So



problème potentiel de liaison Bi-filaire à modifier.

## Télécommande?

Si nous avons joué uniquement sur le courant consommé pour transmettre une information dans le cas de notre thermostat, pourquoi se limiter uniquement à cela? En fait, sans électronique lourde, d'autres informations peuvent transiter par d'autres moyens et certains constructeurs ne s'en sont d'ailleurs pas privés.

## Libre cours...

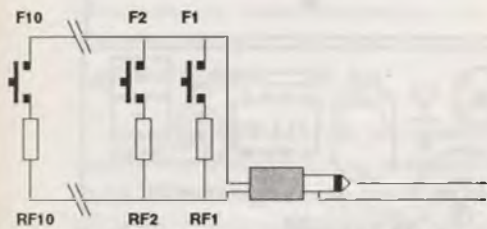
Ce paragraphe, inhabituel jusqu'à présent dans nos articles, s'écarte légèrement de l'application que nous venons de décrire. Il a pour but de vous montrer comment il est possible de télé-piloter encore plus de fonctions éventuellement, simplement en ayant recours à quelques astuces.

C'est une forme de "vivier" d'idées qui permettra peut-être à certains d'entre-vous de trouver une solution simple à un



et chacune des sorties devient la commande spécifique d'une fonction (0 ou 12 Volts).

Lorsqu'aucune touche de l'émetteur n'est enfoncée, la tension à l'entrée du LM3914 est nulle et toutes les sorties sont à l'état haut. A chaque appui sur une touche, un diviseur de potentiel est créé par rapport au 12 Volts par RFn et Rin et seule la sortie correspondante du 3914 est à l'état



bas (à condition que le 3914 soit câblé en mode point: patte 9 en l'air). On récupère ainsi 10 fonctions de F1 à F10 par le biais de 11 résistances, RF1 à RF10 et Rin, soigneusement calculées et précises.

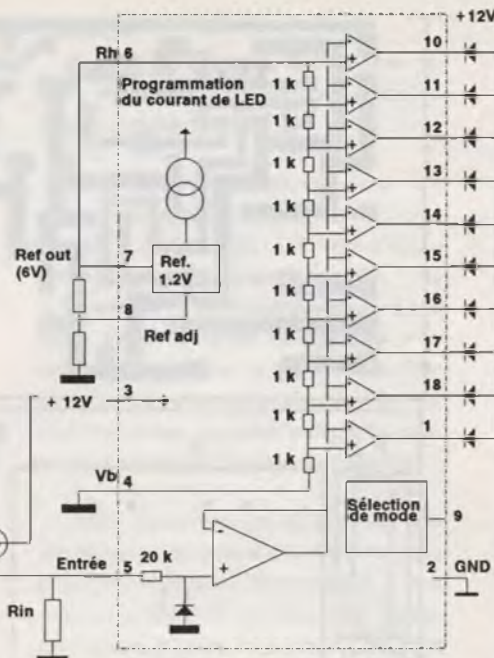
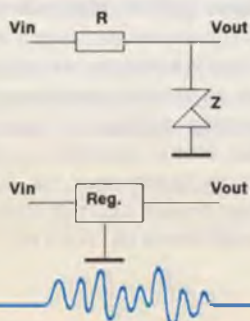
Il existe toutefois deux inconvénients à ce système. Le premier c'est que l'appui simultané sur deux touches ou plus, donne une tension résultante qui va correspondre à une fonction X de tension supérieure.

Le second inconvénient, c'est que lors de l'appui sur une touche, on part de l'état 0 pour arriver à la fonction voulue en passant pendant un court instant par toutes les fonctions d'ordre inférieur (dépendant du temps de réponse de chaque comparateur interne). L'ordre stable n'est en fait disponible qu'après quelques micro-secondes.

## Application au thermostat

Ce jeu sur la tension pour obtenir des ordres peut plus ou moins directement être reporté sur le pilotage du thermostat. C'est surtout grâce à sa régulation interne par régulateur série intégré que cela est possible.

Si on regarde de plus près les deux petits schémas d'alimentations ci-dessous, on peut en déduire un point très important. Les deux fournissent une tension Vout stabilisée mais, dans le premier cas, si Vin augmente, le courant d'entrée d'alimentation augmente également dans les proportions  $(V_{in} - V_z)/R$ .



Dans le cas du régulateur, quelque soit la tension d'entrée, le courant d'entrée est pratiquement constant et égal à celui de sortie du régulateur (courant consommé par le montage). Seule la puissance dissipée dans le régulateur change.

Conclusion: pourquoi ne pas faire varier la tension d'alimentation entre trois valeurs connues pour le thermostat, ce qui permet de piloter les trois consignes, tout en conservant l'information "courant" pour détecter le mode "marche"?

Cela est tout à fait possible et c'est ce que fait le schéma indicatif en bas de page. Pour le thermostat, la tension d'alimentation doit être au minimum de 15 Volts pour garantir un fonctionnement correct du régulateur 12 d'entrée (RG1).

Nous fixerons donc par exemple 15 Volts pour "réduit", 17V pour "hors gel" et 19V pour "confort". Cela nous donne une amplitude de commande totale de 4 Volts, pour laquelle il faudra modifier les résistances du décodeur d'état d'entrée.

La tension d'alimentation est simplement pilotée par un LM317 (et des résistances de précision ou ajustables éventuellement) et par deux entrées A et B pilotées, par exemple, par un système d'horloge cyclé sur 24 heures.

Les entrées A et B pilotées par rapport à C (commun de pilotage) fourniront:  
A=0, B=0: 19V = confort  
A=0, B=1: 17V = hors gel  
A=1, B=quelconque: 15V = réduit

La tension non régulée d'entrée du LM317 sera au minimum de 22 Volts pour pouvoir fournir les 19V maxi d'alimentation.

Au niveau du thermostat, la tension d'alimentation est diminuée de 15 Volts par la zener d'entrée (et une 10 kΩ pour ne pas modifier le courant d'entrée) pour redonner ainsi une consigne utilisable (pilote) de 0, 2 ou 4 Volts.

Les seuils des comparateurs d'entrée du thermostat seront donc fixés maintenant à 1 Volt et 3 Volts, ce qui entraîne les valeurs suivantes pour quelques résistances de ce montage.

R2	4,7 kΩ
R3	1 kΩ
R5	1,2 kΩ
R6	2,2 kΩ
R7	reste à 10 kΩ

Enfin C1, découplage d'entrée d'alimentation, sera diminué à 4,7 uF afin que sa charge lors du changement de tension ne vienne pas créer un courant temporaire détectable par la mesure d'intensité.

## Conclusion

Nous voici arrivés au terme d'un montage et de nombreuses idées d'applications. Il ne reste plus qu'à mettre en oeuvre ces différents principes qui, j'en suis sûr, résoudreont certainement quelques-uns de vos problèmes...

J.TAILLIEZ

