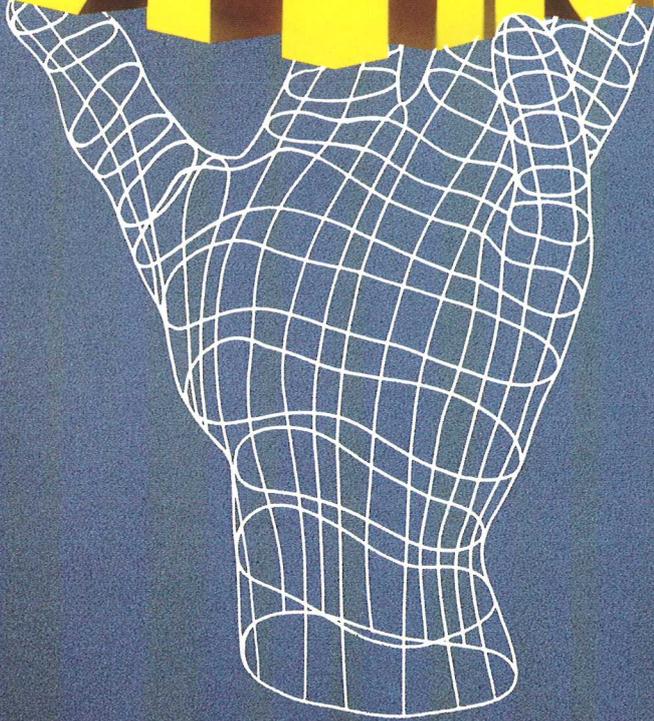


# HOBBYTRONIC



**NOUVEAU MENSUEL  
D'APPLICATIONS  
ELECTRONIQUES**

N°20 - OCTOBRE 1992 - 15,00 F

DOMESTIQUE



ALIMENTATION



MODELISME



HOBBYTHEQUE



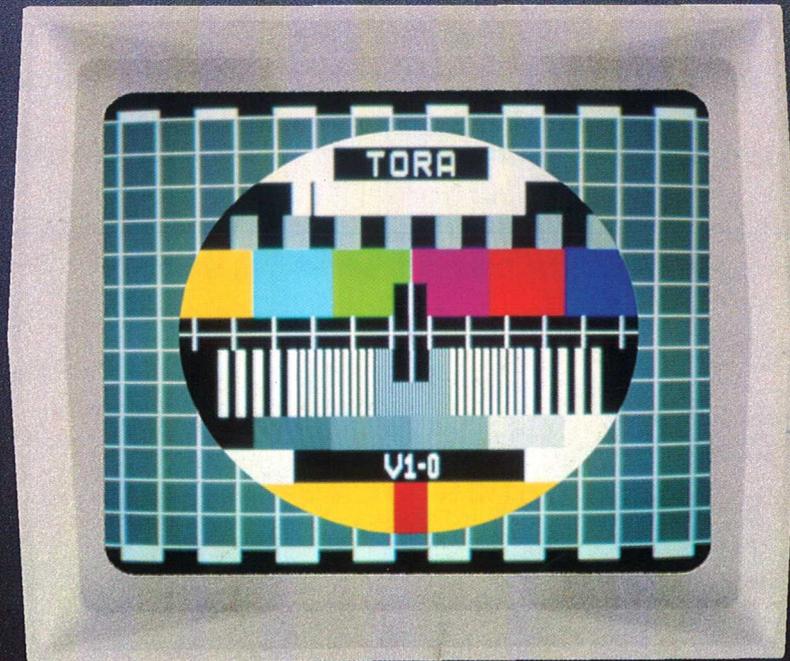
LUMIERE



VIDEO



EMISSION  
RECEPTION



VOITURE·MOTO



MESURE

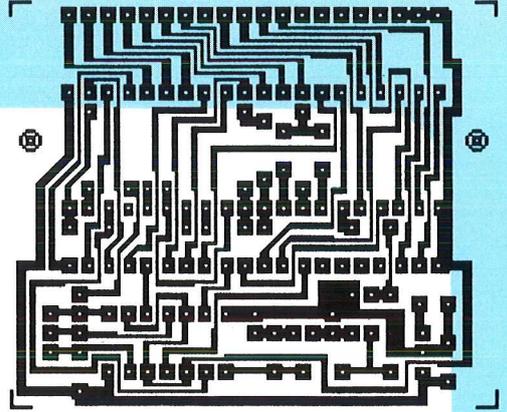


SONORISATION



M4443 - 20 - 1500 F





## TOUT AUGMENTE !

**M**ême le nombre de pages de votre revue préférée, mais pas son prix !

Pour répondre à un nombre croissant de lecteurs assidus, nous vous offrons enfin un recueil central des circuits imprimés face cuivre sur verso blanc, dans le but de vous faciliter les opérations de transferts.

Afin de ne pas vous priver de précieuses pages de rédactionnel, nous avons porté le nombre de pages à 56 (au lieu de 48). La conséquence est une augmentation du volume rédactionnel: une bonne nouvelle pour cette rentrée scolaire 92-93.

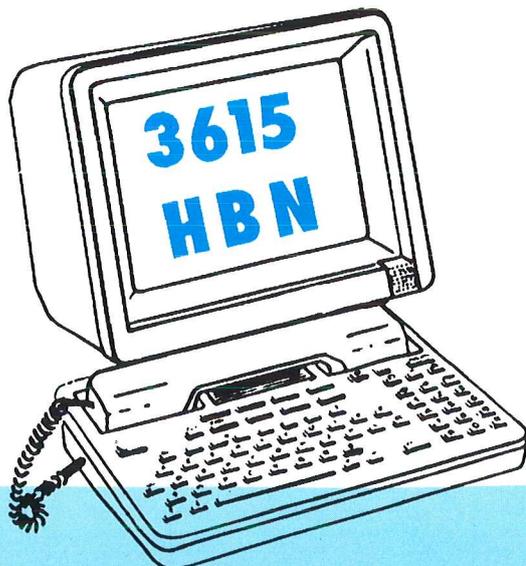
Toujours pour vous satisfaire, et permettre à ceux d'entre vous qui ont des problèmes pour trouver les composants ou les kits complets des montages proposés, nous mettons à votre disposition un nouveau service: un SERVEUR sur 36.15 HBN.

Cet outil fantastique est une nouvelle encyclopédie télématique du monde de l'électronique. Nous lui consacrons 4 pages dans ce numéro, afin de vous familiariser avec son mode d'emploi et de vous faire gagner ainsi un temps précieux à la connexion.

Nous comptons sur vos critiques constructives pour nous aider à le faire évoluer. Consacrez-lui quelques minutes: il en vaut la peine.

Dans quelques mois, vous ne pourrez plus vous en passer.

Nous préparons d'arrache-pied une année 93 TOUTE ELECTRONIQUE: soyez fidèles au rendez-vous, vous ne serez pas déçus.



Le directeur de la publication

R. NINASSI



# SOMMAIRE

## NOUVEAUTE

Toute l'électronique au bout des doigts, découvrez votre nouveau:  
**Serveur Minitel en 36 15** . . . . . 2

Initiation aux micro-processeurs:  
**Programmation des uP à la loupe (2 eme partie)** . . . . . 6

Conversion fréquence-tension avec le minimum de composants:  
**Les LM2907 et LM2917** . . . . . 49

Quand 20 LEDs suffisent à donner une mesure appréciable:  
**Unité d'affichage "double bargraph"** . . . . . 10

Et les extensions:  
**Le générateur de dent de scie** . . . . . 13

**L'extension thermomètre** . . . . . 14

**Le vu-mètre pour haut-parleurs** . . . . . 15

**Le compte-tours analogique** . . . . . 16

Pour tout savoir sur le bon équilibre de votre chaîne ou de votre sono :  
**Pour vos enceintes: faites le bon choix** . . . . . 18

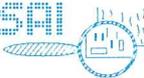
Universel, faible coût, faible consommation au rendez-vous :  
**Un module afficheur LCD 3 1/2 de tableau** . . . . . 23

L'appareil indispensable qu'il faut posséder lorsque TDF cesse de se mirer...  
**Un générateur de mires R.V.B.** . . . . . 31

En pages centrales détachables: Les circuits imprimés...

Sommaire permanent . . . . . 47

Pour vous abonner, rendez-vous en page . . . . . 48

**BANC D'ESSAI** 

## NOS FICHES TECHNIQUES

**HOBBYTHEQUE** 

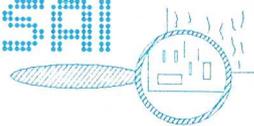
## NOS REALISATIONS PRATIQUES

**INITIATION TECHNOLOGIE** 

**SONORISATION** 

**MESURE** 

**VIDEO** 



## A VOTRE SERVICE

Une encyclopédie télématique de l'électronique en constante évolution.

L'accès direct à plus de 10000 produits référencés.

Une fantastique méthode de recherche MULTICRITERES.

La puissance d'une structure NEURONALE révolutionnaire: une rapidité d'accès hors du commun.

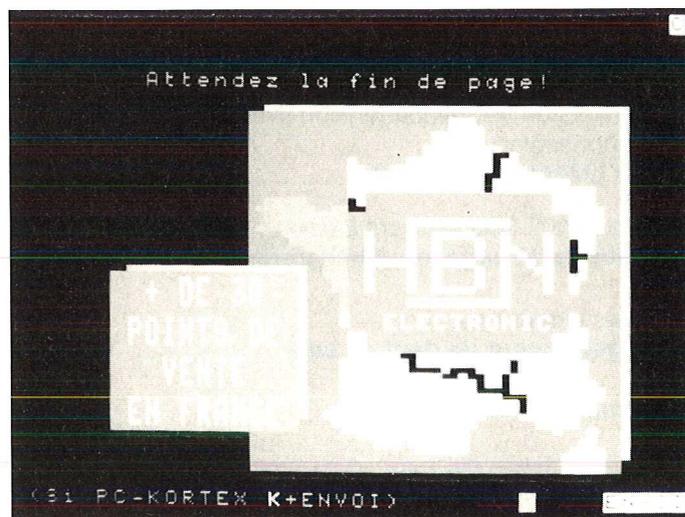
La simplicité d'emploi: tout est accessible en DIRECT au point de contrôle.

Pour vous guider dans vos recherches: les fonctions AIDE

Une fois le produit trouvé, les renseignements techniques les plus complets, en constante mise à jour, une fiche complète et accessible en haute résolution pour les heureux possesseurs de Minitel 2.

Une messagerie pour échanger vos remarques, critiques et suggestions et revenir chercher nos réponses.

Un outil surprenant, agréable, complet et performant dont vous ne pourrez plus vous passer lorsqu'il sera question d'électronique !



### LA DECOUVERTE

Après vous être connecté au service TELETEL 36.15 et avoir sélectionné le code HBN, vous entrez sur le serveur sur une page de garde.

#### La page de garde

Elle représente le logo HBN sur fond de carte de France: vous devez laisser s'afficher la pleine page avant de poursuivre. En effet le serveur interroge votre minitel pour déterminer s'il s'agit d'un minitel de type 1 ou 2. Le minitel 2 permet l'interprétation du mode DRCS et donc un graphisme haute résolution sur les fiches produits: il serait dommage de ne pas en profiter.

Si vous êtes utilisateur d'un émulateur minitel sur PC, type carte KORTEX, vous

êtes gentiment prié de taper un caractère quelconque (P+envoi) pour autoriser la connexion.

#### La sélection du mode

Si vous êtes l'heureux possesseur d'un minitel 2, vous allez profiter du mode haute résolution, que vous pourrez désactiver (ou réactiver) à tout moment (au point de contrôle) en tapant HR + envoi.

Dans le cas contraire, on vous donne encore le choix, en cas de carte émulateur, entre le vidéo-texte ou le mode DRCS. Assurez-vous que votre installation est capable d'en interpréter les codes, sinon vous seriez très déçu du résultat. En cas de mauvais choix, vous pourrez toujours désactiver le mode par HR + envoi.

La touche SUITE vous amène tout naturellement au MENU GENERAL et au point de contrôle. Tout cela n'aura pas pris plus d'une minute, même en cas de stationnement pour lecture, ce qui reste très raisonnable.

#### Le point de contrôle

Il est toujours pointé et placé entre crochets. C'est le noeud de communication essentiel de la structure neuronale du système. Depuis ce point miracle, on accède DIRECTEMENT à toutes les données de la mémoire centrale. Néanmoins, la structure habituelle, par menus successifs est maintenue, pour ne pas dépayser les conservateurs.

Allons un peu plus loin dans notre exploration !

36.15

Appel du service TELETEL 3

HBN

Sélection du service HBN

Page de Garde

Reconnaissance de votre type de Minitel ( 1 ou 2 ) ou votre sélection de carte émulation type KORTEK

moins de 1 mn

Le choix : video-texte  
haute resolution **HR**

comment activer ou désactiver le mode haute résolution

**MENU GENERAL**

Un accès rapide et direct à l'ensemble des services

**Point de contrôle**

Classique

par menus successifs

AIDE:

direct par le code HBN (:234012)

AIDE?

par la référence alphanumérique (?FBR-12V)

AIDE\*

par une clef numérique (\*3055) ou le type de produit (\*RL12)

AIDE#

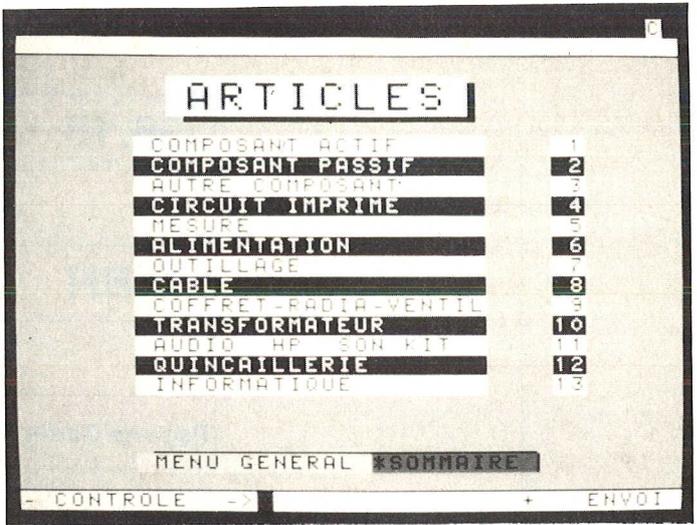
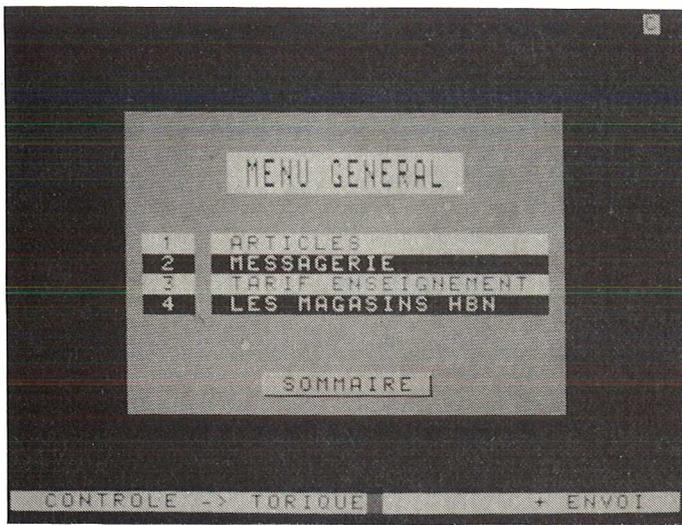
par une sélection affinée du produit (#RT1-12)

AIDE;

Par un des mots clefs de la structure neuronale (RELAIS)

Un accès rapide, et le plus direct possible en fonction de vos connaissances sur le produit, ou le service recherché. Un retour rapide au point de contrôle, ou à la dernière procédure utilisée.





## LA RECHERCHE d'un PRODUIT

Prenons pour exemple la recherche d'un produit, et pour fixer le problème, optons pour un relais carte, 12 Volts, 1RT dont le code HBN est 234012.

Nous pouvons y accéder par une foule de voies, multicritères:

### Par les menus successifs

En suivant le guide, comme au musée, tout d'abord dans la "salle" article, puis le choix passif, la sélection relais, et enfin les relais carte CI, vous devez aboutir à la page produit, où s'affiche systématiquement 5 produits sur 2 lignes chacun. Vous pouvez alors sélectionner votre produit s'il se trouve sur la première page, ou évoluer dans les choix proposés par SUITE ou RETOUR. Une fois le produit trouvé, il

directement depuis le point contrôle, en frappant ":" + code HBN + envoi

Exemple: "234012" (+ envoi) et le tour est joué. Vous avez directement la page de l'article ainsi sélectionné.

### Par la référence fabricant (?)

Vous avez le produit devant les yeux et il est en panne. Vous avez donc sa référence fabricant. Il vous suffit alors de taper "?" + cette référence + envoi et si elle existe, vous aurez réalisé un accès direct à l'article.

Exemple: "?FBR-12V-1RT" (+ envoi) et hop, vous accédez directement au produit recherché.

### Par le sigle produit (Passif) ou sa clef numérique (Actif) (\*)

Cette puissante fonction permet l'accès à la plupart des produits actifs par

sélection "\*RL12" (+ envoi) vous amène de nouveau à une sélection.

### Par affinement du type de produit (#)

Si vous voulez être tout de suite plus précis, un petit coup d' AIDE# (+ envoi) vous enseigne que les relais 1RT de 12 Volts se déterminent par RT1-12 et si vous optez pour un choix #RT1-12 (+ envoi), vous aurez une nouvelle sélection limitée aux relais 1RT en 12 Volts dans laquelle vous n'aurez plus qu'à choisir le bon.

### Par les mots clefs de la structure neuronale

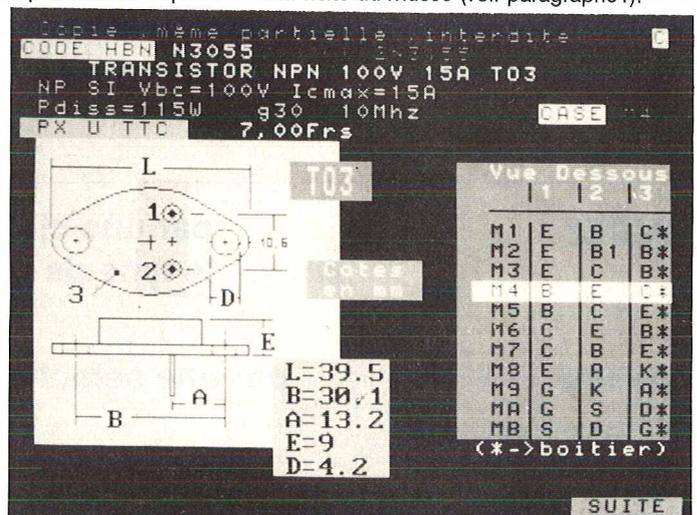
Enfin, le simple mot RELAIS vous amène directement sur le sous-menu relais, dans lequel vous opterez directement pour les relais carte CI et vous n'aurez plus qu'à faire votre choix dans les listes proposées, tout comme au cours de la visite du musée (voir paragraphe 1).



suffira de sélectionner la ligne pour en savoir plus.

### Directe par le code HBN (:)

Quelle idée ! Si vous connaissez le code article (heureux client possesseur de l'ENCYCLOTRONIQUE), vous accédez



leur clef numérique. Vous recherchez un circuit MOS 4011: vous tapez simplement "\*4011" (+ envoi) et vous y êtes déjà.

En passif, il vous faudra faire appel au service AIDE\* (voir chapitre suivant) pour découvrir que les relais se recherchent par RL et leur tension. Dans notre exemple, une

## LES PAGES "AIDE"

Si à tout moment, au point de contrôle, vous êtes un peu perdu, et si vous désirez en savoir plus sur les nombreux modes d'accès, vous avez l'opportunité de taper



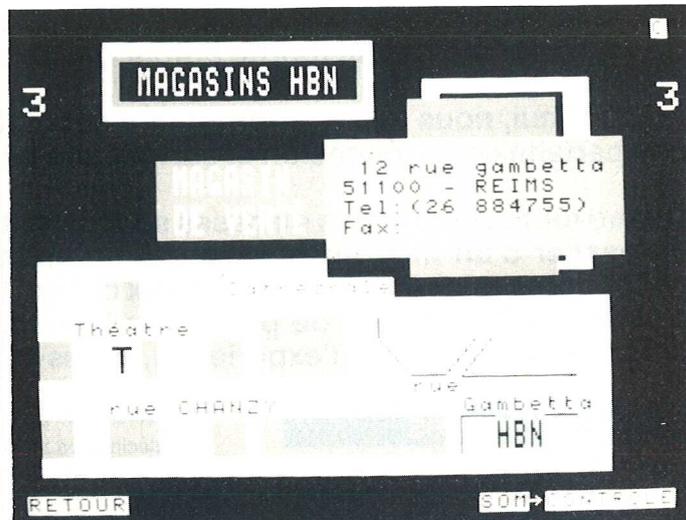
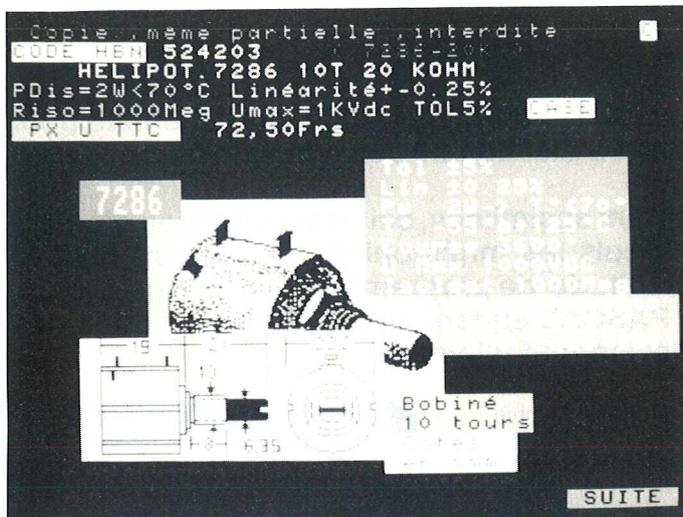
AIDE + le caractère déterminant du mode (:? \* # ;) pour tout savoir sur son emploi.

Exemple: AIDE\* (+ envoi) et cet accès n'aura plus de secret pour vous: les présélections des articles passifs y sont rappelées et en constante mise à jour. Car le serveur évolue, et de nombreuses implémentations y seront ajoutées. A la parution de cet article, il aura déjà progressé, et il évoluera encore bien plus par la suite.

complet: L'ENCYCLOTRONIQUE. Aucun détail ne manque. Vous avez même droit à des vues en perspectives de certains produits. C'est tout simplement fantastique. Il reste encore des pages à compléter, et d'autres viendront compléter cet outil qui se profile déjà comme la BIBLE de l'électronique de demain. On imagine facilement les schémas d'applications, les recherches d'équivalences et bien des implémentations.

Laissez-vous guider par la main, c'est simple et bien fait.

La suite coule d'elle-même: vous pouvez à tout moment ouvrir votre boîte avec votre code confidentiel pour envoyer des messages vers le serveur, ou y prendre connaissance des réponses apportées aux précédentes.



## LA FICHE ARTICLE

Elle présente l'essentiel en première page: Le code HBN suivi de la désignation et le prix de vente TTC, le tout sur les deux lignes consacrées à l'article sur la fenêtre centrale. Si vous avez sélectionné le produit, vous obtiendrez sur une autre fenêtre située en bas de page des renseignements complémentaires (référence fabricant, complément descriptif produit...). Vous êtes invité à consulter si vous le souhaitez (GUIDE ou \*No de ligne) la page complémentaire plus complète. Sur celle-ci, les 5 premières lignes présentent un complément de caractéristiques, surtout intéressantes sur les composants.

La suite étant surtout graphique, elle dépend surtout du mode de résolution sélectionné.

### En mode vidéo-texte

Dans les limites fixées par ce mode de gestion écran, l'essentiel des croquis est bien réalisé et permet de bien connaître son produit: brochage, dimensions, formes et dépouilles... etc..

### En mode haute résolution

Dans ce mode magnifiquement utilisé, on se croirait en présence du catalogue

## LE MAGASIN le plus proche

Lorsque vous aurez trouvé votre bonheur parmi tous ces articles, vous pouvez légitimement vous poser la question: où puis-je me procurer tout cela?

Vous pouvez alors accéder à la liste des magasins HBN de France, en tapant simplement HBN (+ envoi) au point de contrôle et sélectionner ensuite celui qui vous convient, pour obtenir son adresse complète, son No de téléphone et son plan d'accès dans la ville.

Mais il y a encore plus fort: un simple "CP", suivi du No de votre département et envoi, et la liste des magasins, sélectionnés comme étant les plus proches, vous est fournie. La suite reste identique.

## LA MESSAGERIE

Vous entrez là dans le vaste univers de la communication.

Pour en user, il vous faudra créer une boîte aux lettres à votre nom et la gratifier d'un code confidentiel d'accès, à ne pas perdre SVP !

## CONCLUSIONS

La grande révolution apportée par ce serveur, c'est l'énorme puissance de la recherche de produit (ou de service) à partir d'une structure neuronale, qui autorise, à partir d'un seul point de contrôle, toutes les recherches imaginables (ou presque).

Il facilite et accélère toutes les recherches. On trouve le produit (s'il existe) beaucoup plus vite que sur un catalogue, dont les sommaires fastidieux nous saoulent d'autant plus vite qu'ils sont épais. Ici, on ne les voit pas. On les devine. Et la machine s'en sert si bien qu'elle vous apporte l'article sur un plateau, prêt à l'emploi.

Nous souhaitons longue vie à cet outil fantastique, et, grâce à vos suggestions, réclamons instamment son évolution la plus rapide possible.



# La programmation des "uP" à la loupe (2ème partie)

Le mois dernier, nous avons commencé par aborder le B. A. BA de la micro-informatique. Même si cette partie vous a semblée très rébarbative, elle n'en demeure pas moins la clef de voûte de tout ce qui tourne autour des micro-processeurs.

Aujourd'hui, nous allons aborder une seconde clef de voûte tout aussi fondamentale pour une parfaite compréhension et surtout une parfaite utilisation de ces types de composants.

Quand toutes les notions de bases sont parfaitement assimilées, cela devient un jeu d'enfant de passer d'un micro-processeur à un autre. Seuls les mnémoniques changent mais la philosophie reste la même. Pour ceux qui ont l'habitude de programmer en langage évolué, c'est aussi simple que de passer du langage PASCAL au langage C. Il existe certes des différences mais, avec l'expérience, celles-ci deviennent minimes.

## Exercices

Afin de bien vérifier que les données du mois précédent ont bien été acquises, nous essayerons dans un premier temps de commencer un nouvel article avec une série de petits exercices afin de vérifier que les connaissances antérieures sont toujours bien vivaces. Si tel n'était pas le cas, il ne faut alors pas hésiter à revenir sur l'article précédent histoire de se faire une petite révision. Chaque pas en avant fait appel à ce qui a été vu la fois d'avant. Si cette partie n'était pas assimilée, la nouvelle le serait encore moins.

Exercice 1: Conversion d'un nombre binaire en décimal

01011010 = ???  
10010110 = ???  
00001000 = ???  
11011100 = ???

Exercice 2: Conversion d'un nombre binaire en hexadécimal

01011010 = ???  
10010110 = ???  
00001000 = ???  
11011100 = ???

Exercice 3: Conversion d'un nombre décimal en binaire

12 = ????????  
175 = ????????  
252 = ????????  
134 = ????????

Exercice 4: Conversion d'un nombre hexadécimal en binaire

12 = ????????  
125 = ????????  
FA = ????????  
9C = ????????

Exercice 5: Conversion d'un nombre décimal en hexadécimal

12 = ????  
175 = ????  
252 = ????  
134 = ????

Exercice 6: Conversion d'un nombre hexadécimal en décimal

12 = ????  
125 = ??????  
FA = ????  
9C = ????

Réponses:

Exercice 1: 90/150/64/220  
Exercice 2: 5A/96/40/DC  
Exercice 3: 00001100/1010111/  
1111100/10000110  
Exercice 4: 00010010/100100101/  
11111010/10011100  
Exercice 5: 0C/AF/FC/86  
Exercice 6: 18/293/250/156

Bravo! Si vous n'avez commis aucune erreur, c'est que vous avez parfaitement compris le mécanisme qui lie les nombres entre eux dans les différentes bases. Dans ce cas nous pouvons aborder de pied ferme la suite des explications sur les chiffres binaires.

## Des maths à nouveau

Dans tous les exemples que nous avons abordé jusqu'à maintenant, la valeur représentative était toujours positive. Or il peut arriver que le résultat d'une opération soit négatif. Ainsi dans la soustraction (3 - 5) le résultat est -2. Si pour vous le résultat est évident en plaçant un signe moins devant la valeur, pour le microprocesseur cela l'est beaucoup moins. Souvenez de ce qui a été dit la dernière fois, le microprocesseur ne connaît que des 1 et des 0.

Cela veut-il dire que cette bête pleine de broches n'est pas capable de concevoir des valeurs négatives?

Heureusement que non (la soustraction est quand même une des opérations de base). Non seulement elle conçoit les valeurs négatives, mais en plus elle les calcule plus vite que vous.

Pour pouvoir comprendre ce qu'est une valeur négative, il va falloir faire intervenir la notion de binaire non signé (valeurs positives uniquement) et binaire signé (Valeurs positives et négatives).

En plus de ces considérations représentatives, il va falloir faire intervenir une nouvelle information qui est la retenue (Carry en anglais). Puisque vous êtes familiarisé avec cette retenue dans les calculs décimaux, elle ne devrait pas plus vous poser de problème pour le calcul en binaire.



Avant d'aller plus loin signalons tout de suite que cette retenue sera par la suite utilisée à tour de bras. Il existe très peu de fonctions sur un microprocesseur qui ne l'utilise pas. A partir de maintenant nous la noterons Cy pour pouvoir la représenter.

Pour continuer plus en avant, abordons les premières notions de calculs en binaire. Afin de ne pas compliquer les choses, nous nous arrêterons à l'addition et à la soustraction.

## Addition en binaire

Quand vous faites une addition en décimal, vous respectez le mécanisme suivant: Soit à additionner 95 et 27. Vous commencez par additionner  $5 + 7 (=12)$ . Vous posez 2 et vous reprenez 1. Vous faites ensuite l'addition  $9 + 2$  à laquelle vous ajoutez le 1 de la retenue. Vous posez 2 et vous reprenez 1. Comme il n'y a plus rien à faire, vous posez le 1 final de la retenue puisque rien ne vous l'empêche. Le résultat final est donc 122.

L'addition en binaire est aussi simple que l'addition en décimal. La seule différence tient dans le fait que ce ne sont que des zéros et des uns qui sont utilisés.

Table d'addition numéro 1

$0 + 0 = 0$ (Cy = 0)
$0 + 1 = 1$ (Cy = 0)
$1 + 0 = 1$ (Cy = 0)
$1 + 1 = 0$ (Cy = 1)

Si vous vous souvenez bien, cette table vérifie la méthode de calcul du manchot du mois dernier.

Cette table d'addition est l'occasion de faire une remarque. La carry joue un rôle très important car c'est elle qui donne le vrai sens au résultat. Si elle n'était pas présente, l'addition  $0+0$  donnerait le même résultat que  $1+1$  puisque dans les deux cas le résultat est 0. Sur cette table, l'opération s'est effectuée sur un bit et le résultat n'est contenu que sur un bit d'où la nécessité de conserver le rôle de la retenue. A titre de comparaison, c'est comme si en décimal l'addition  $7+5$  donnait 2 (cas d'une calculatrice qui n'aurait qu'un seul chiffre d'utilisable), la retenue des dizaines n'apparaissant pas dans le résultat. Pour la suite des opérations il est très important de ne pas la perdre afin de ne pas fausser le résultat. Pour que l'opération ait un sens, il faut augmenter le nombre de digits utilisables. Il faut alors appliquer la table suivante

Table d'addition numéro 2

$0 + 0 = 00$ (Cy = 0)
$0 + 1 = 01$ (Cy = 0)
$1 + 0 = 01$ (Cy = 0)
$1 + 1 = 10$ (Cy = 0)

Cette table d'addition, qui est exactement la même que la précédente au

niveau opération, montre malgré tout d'énormes différences. Dans tous les cas, la carry est toujours nulle. Pourquoi un tel écart par rapport à la première table où cette carry n'était pas toujours nulle. Tout tient dans le fait que le nombre de bits utilisés pour contenir le résultat est insuffisant dans le premier exemple. Cela s'accompagne d'un phénomène de débordement, débordement signalé par l'activation de la carry. Dans le second cas, le nombre de bits est suffisant pour contenir le résultat. Il n'y a pas risque de débordement. Le bit supplémentaire s'est substitué à la retenue. Toujours pour pouvoir comparer, reprenons l'addition décimale de départ  $5+7$  qui donne 12. Pour visualiser le résultat, il faut que la calculatrice ait au moins deux chiffres d'utilisables.

Pour cette seconde opération il aurait été plus juste d'écrire:

Table d'addition numéro 3

$00 + 00 = 00$ (Cy = 0)
$00 + 01 = 01$ (Cy = 0)
$01 + 00 = 01$ (Cy = 0)
$01 + 01 = 10$ (Cy = 0)

Cet exemple montre nettement que les nombres additionnés possèdent leur MSB (ici le bit 1) toujours à zéro. Dans ce cas, il ne peut pas y avoir de débordement.

Pour ce deuxième exemple, nous avons raisonné sur deux bits. Dans les types de microprocesseurs que nous serons amenés à manipuler par la suite, le traitement de base se fera sur huit bits. Dans le cas d'addition de chiffres de sept bits utiles, la retenue n'est pas utilisée, le report se faisant sur le huitième bit. Par contre dans le cas d'addition de nombres de huit bits significatifs, il peut arriver que la retenue entre en service (mais ce n'est pas une obligation comme le montre trois des quatre valeurs énoncées dans la table numéro 1).

Dans les tableaux précédents, une hypothèse a du être faite. La retenue initiale était nulle (Cas du traitement du premier bit). Pour les autres bits, elle est prise en compte dans l'opération. Pour aller véritablement au fond des choses, l'addition binaire suit le mécanisme donné ci-dessous

Table d'addition numéro 4

$0 + 0 + Cy_0 = 0$ (Cy = 0)
$0 + 0 + Cy_1 = 1$ (Cy = 0)
$0 + 1 + Cy_0 = 1$ (Cy = 0)
$0 + 1 + Cy_1 = 0$ (Cy = 1)
$1 + 0 + Cy_0 = 1$ (Cy = 0)
$1 + 0 + Cy_1 = 0$ (Cy = 1)
$1 + 1 + Cy_0 = 0$ (Cy = 1)
$1 + 1 + Cy_1 = 1$ (Cy = 1)

Dans chaque phase d'addition, la retenue intervient avant et après l'opération. Le mécanisme est le même

que celui de l'utilisation de la retenue dans notre bon vieux système décimal. Dans cette table la valeur  $Cy_0$  représente la valeur de la retenue à zéro avant l'addition.  $Cy_1$  représente la valeur de la retenue à 1 avant l'addition.  $Cy$  donne la valeur de la retenue après l'opération.

Pour clôturer cette discussion sur l'addition, signalons que les microprocesseurs possèdent généralement deux types d'additions (du fait que l'opération se limite sur physiquement sur 8 bits).

La première qui considère que la retenue de départ ne doit pas être prise en compte (mnémotechnique ADD). Cette addition est à utiliser dans le cas du traitement du LSB.

La seconde effectue l'addition en tenant compte de la retenue de départ (mnémotechnique ADC). Cette instruction est à utiliser "impérativement" dans le cas de traitement de nombres dont la longueur dépasse huit bits et sur les digits autres que le LSB.

Dans le cas d'un traitement sur 8 bits, la retenue indique le débordement du résultat au delà du huitième bit.

Exemple: soit à additionner les deux nombres hexadécimaux 19E0 et 0124. La première opération sera  $E0 + 24 = 04$ . La carry vaut alors 1. L'instruction à utiliser est ADD. Cela évite d'avoir à prendre en compte l'état initial de la carry.  $19 + 01 (+Cy_1) = 1B$ . L'instruction à utiliser est ADC. Cela permet de faire le report du LSB qui a été traité précédemment sur le MSB qui va être traité maintenant.  $19E0 + 0124 = 1B04$  et non  $1A04$  (cas de l'instruction ADD seule) ou  $1B05$  (cas de l'instruction ADC seule et retenue de départ positionnée (fonction aléatoire d'un autre calcul)).

## Représentation d'un chiffre négatif en binaire

Pour aborder cette étape, il est peut être sage de s'inspirer du fonctionnement de la soustraction en décimal.

Si le traitement de l'addition est très simple, le traitement de la soustraction est par contre un peu plus complexe. Il faut avouer que le mécanisme de la soustraction en décimal n'est pas des plus simples.

Commençons par reprendre le mécanisme de cette soustraction en décimal. Soit à effectuer cette première opération:  $97 - 23$ . Très simple. 3 ôté de 7 reste 4. 2 ôté de 9 reste 7. Le résultat est donc 74.



Soit à effectuer maintenant l'opération suivante:  $92 - 27$ . Là, cela commence à se compliquer. Dans un premier temps nous commençons par effectuer 7 ôté de 2. Si inconsciemment on passe tout de suite à l'étape suivante, il fait bien avouer que l'on ne sait pas faire. On fait en réalité 7 ôté de 12 reste 5 et je retiens 1. Ensuite 2 et 1 ça fait 3 ôté de 9 reste 6. Le résultat est donc 65. Bien que plus complexe que la précédente, l'opération n'en demeure pas moins relativement simple.

Où ça devient inextricable, c'est sur l'opération suivante. Soit à effectuer l'opération  $27 - 45$ . Alors en avant. 5 ôté de 7 reste 2. 4 ôté de 2, pardon 4 ôté de 12 reste 8 et je retiens 1. 1 ôté de 0, pardon de 10 reste 9 et je retiens 1. etc... Le résultat de cette opération est donc .....9999982. Trouvez l'erreur! Une première solution serait d'effectuer le calcul en ajoutant un digit au premier nombre. C'est à dire ajouter 100 dans notre exemple. L'opération effectuée serait alors  $100 + 27 - 45$ . Le résultat serait donc 82. Il suffit de prendre comme valeurs positives tous les nombres compris entre 0 et 49 et négatives les nombres compris entre 50 et 99 qui représentent respectivement les valeurs de  $-50$  à  $-1$ . En effectuant à nouveau  $100 - 82$ , on obtient 18 qui nous donne le résultat recherché auquel il suffit d'ajouter le signe moins. La soustraction s'est donc opérée en deux temps pour obtenir le résultat.

Dans le mécanisme réel, on s'est aperçu que le deuxième chiffre était plus grand que le premier. L'opération qui sera effectuée sera en fait  $-(45 - 27)$  qui nous donne directement  $-18$ . Il y a eu permutation entre les deux chiffres à soustraire et adjonction du signe moins devant.

Dans le cas d'un système binaire, qui rappelons-le une nouvelle fois ne connaît que des 1 et des 0, il n'est pas possible d'insérer un signe moins. Il faut donc trouver une solution pour le représenter.

La solution qui a été retenue a été d'utiliser le dernier bit du nombre comme élément indicateur de signe. Pour une valeur positive, ce bit est à zéro, pour une valeur négative ce bit est à 1. Raisonnons sur un nombre de 8 bits. Pour la valeur 1 sa représentation binaire est 00000001. Pour le rendre négatif, il suffit de placer son bit 7 à 1 ce qui nous donne 10000001 pour  $-1$ . Cela équivaut en fait à lui ajouter 128 (moitié de son nombre de valeurs possibles). Il va de soi que dans ce cas sa valeur représentative n'est plus sur 8 bits mais sur 7. Pour conserver le parallélisme avec la soustraction décimale qui a été utilisée jusqu'à maintenant, cela équivaut à ajouter 50 (moitié du nombre de valeurs

possibles) au résultat obtenu. Comme ce résultat était 18, il faut donc prendre  $18 + 50$  c'est à dire 68 pour représenter la valeur de  $-18$  en faisant abstraction du signe.

Cette technique de codage est appelée "signée" pour bien indiquer que la valeur du nombre peut être négative (cas des valeurs supérieures à 49)

Ramené en hexadécimal, la valeur 00H vaut 0 et la valeur 7FH vaut 127. 81H vaut  $-1$  et FFH vaut  $-127$ . Il reste la valeur 80H qui signifie  $-0$  c'est à dire la même chose que 00H (la lettre H signifie un nombre hexadécimal).

Mais revenons avec notre traitement décimal. Nous avons entre les mains deux systèmes de codages pour représenter la valeur négative d'un nombre sans faire appel au signe moins. Le premier nous donnait 82 comme valeur possible et le second nous donnait 68. Ces deux valeurs représentent toutes les deux la valeur  $-18$  en décimal. Pour qu'un système de codage soit efficace, il faut qu'en rajoutant la valeur qui a été soustraite, on puisse retrouver la valeur initiale. Prenons le premier système de codage. Si à 82 on ajoute les 45 retranchés on trouve 127 qui, si on ne conserve que les deux derniers digits, nous donne bien les 27 initiaux. Par contre si à 68 on ajoute les 45, cela nous donne 13 comme résultat. Le second principe de codage est parfaitement inadapté pour le calcul arithmétique bien que la représentation était parfaitement cohérente: 50 pour le signe moins et 18 pour la valeur à proprement parler.

Par contre la valeur 82, si elle n'est pas très parlante sur le papier (contrairement au 68), conserve toutes ses propriétés arithmétiques. Normal puisqu'elle est obtenue par  $100 - 18$  c'est à dire en restant sur deux digits 00 - 18.

### La soustraction en binaire

Pour le traitement en binaire, c'est le même mécanisme qui est utilisé pour représenter une valeur négative. Mais avant d'aller plus loin, essayons de voir les règles que vérifie la soustraction

Si l'addition fait appel à la retenue, la soustraction fait aussi de même.

Table de soustraction numéro 1	
0 - 0 = 0	(Cy = 0)
0 - 1 = 1	(Cy = 1)
1 - 0 = 1	(Cy = 0)
1 - 1 = 0	(Cy = 0)

De cette première table, on peut déjà mettre en évidence qu'un nombre est négatif quand sa retenue est positionnée. Cela se produit en cas de débordement. Mais attention, le débordement pour

l'addition est fonction du nombre de bits utilisés. Est ce vraiment le cas pour la soustraction? Pour le voir, il suffit comme pour l'addition de passer le traitement sur deux bits:

Dans le cas d'un nombre de bit suffisants, la table de soustraction devient:

Table de soustraction numéro 2	
00 - 00 = 00	(Cy = 0)
00 - 01 = 11	(Cy = 1)
01 - 00 = 01	(Cy = 0)
01 - 01 = 00	(Cy = 0)

Une fois de plus, on peut constater que la retenue est toujours positionnée. Et pourtant le nombre de bits aurait dû être suffisant pour que cela ne se produise pas (comme ce fut le cas pour l'addition). Alors? C'est tout simplement qu'une fois de plus il y a eu débordement. L'oubli qui a été fait c'est le report de la retenue sur le bit suivant.  $0 - 0 - Cy_1 = 1$  (Cy = 1). Comme la retenue est à nouveau positionnée, il faut encore appliquer cette fonction et ainsi de suite jusqu'à la fin du chiffre. Au bout de la chaîne, la retenue est encore positionnée. Par contre nous pouvons de cette table vérifier un autre critère pour un nombre négatif. En plus d'avoir la carry positionnée, nous pouvons vérifier que le dernier bit du nombre est positionné à un, ce qui vérifie l'hypothèse initiale de codage pour la représentation d'un chiffre négatif. Même si la retenue disparaît, l'aspect négatif reste toujours présent.

Pour vraiment comprendre le mécanisme de la soustraction en binaire, il faut se souvenir de la table suivante:

Table de soustraction numéro 3	
0 - 0 - Cy0 = 0	(Cy = 0)
0 - 0 - Cy1 = 1	(Cy = 1)
0 - 1 - Cy0 = 1	(Cy = 1)
0 - 1 - Cy1 = 0	(Cy = 1)
1 - 0 - Cy0 = 1	(Cy = 0)
1 - 0 - Cy1 = 0	(Cy = 0)
1 - 1 - Cy0 = 0	(Cy = 0)
1 - 1 - Cy1 = 1	(Cy = 1)

Là encore, la carry joue un rôle important.

Forts de toutes ces explications la soustraction binaire ne doit plus poser de problèmes. Les deux exemples ci-après devraient vous convaincre.

Premier exemple: soit à réaliser l'opération  $4BH - 2FH$ , cela donne en décomposition binaire:

$1 - 1 - Cy_0 = 0$ , Cy = 0  
 $1 - 1 - Cy_0 = 0$ , Cy = 0  
 $0 - 1 - Cy_0 = 1$ , Cy = 1  
 $1 - 1 - Cy_1 = 1$ , Cy = 1  
 $0 - 0 - Cy_1 = 1$ , Cy = 1  
 $0 - 1 - Cy_1 = 0$ , Cy = 1  
 $1 - 0 - Cy_1 = 0$ , Cy = 1  
 $0 - 0 - Cy_0 = 0$ , Cy = 0



Après cette décomposition binaire l'opération  $4BH - 2FH = 1CH$ . Avec l'expérience, une telle décomposition n'est plus nécessaire.

Pour compléter ces explications, faisons la soustraction  $2FH - 4BH$ . Toujours le même principe, passons par la décomposition binaire:

$1 - 1 - Cy0 = 0, Cy = 0$   
 $1 - 1 - Cy0 = 0, Cy = 0$   
 $1 - 0 - Cy0 = 1, Cy = 0$   
 $1 - 1 - Cy0 = 0, Cy = 0$   
 $0 - 0 - Cy0 = 0, Cy = 0$   
 $1 - 0 - Cy0 = 1, Cy = 0$   
 $0 - 1 - Cy0 = 1, Cy = 1$   
 $0 - 0 - Cy1 = 1, Cy = 1$

Le résultat de cette soustraction est E4H. La valeur est donc négative puisque la carry en sortie est positionnée à la fin de la soustraction et surtout le bit 7 aussi. La valeur E4H vaut donc en valeur signée -1CH ce qui était d'ailleurs prévisible, cette soustraction étant justement l'inverse de la précédente.

Comme vous pouvez le constater, la soustraction en binaire reste relativement simple en s'aidant des tables précédentes.

Pour clôturer cette discussion sur la soustraction, signalons que les microprocesseurs possèdent généralement deux types de soustractions (du fait que l'opération se limite sur physiquement sur 8 bits).

La première qui considère que la retenue de départ ne doit pas être prise en compte (mnémotique SUB). Cette soustraction est à utiliser dans le cas du traitement du LSB.

La seconde effectue la soustraction en tenant compte de la retenue de départ (mnémotique SBC). Cette instruction est à utiliser "impérativement" dans le cas de traitement de nombres dont la longueur dépasse huit bits et sur les digits autres que le LSB.

Dans le cas d'un traitement sur 8 bits, la retenue indique le débordement du résultat au delà du huitième bit.

Exemple: soit à soustraire les deux nombres hexadécimaux 1910 et 0124. La première opération sera  $10 - 24 = EC$ . La carry vaut 1. L'instruction à utiliser est SUB. Cela évite d'avoir à prendre en compte l'état initial de la carry.  
 $19 - 01 (-Cy1) = 17$ . L'instruction à utiliser est SBC. Cela permet de faire le report du LSB qui a été traité précédemment sur le MSB qui va être traité maintenant.  $1910 - 0124 = 17EC$  et non  $18EC$  (cas de l'instruction SUB seule) ou  $17EB$  (cas de

l'instruction SBC seule et retenue de départ positionnée).

Voyons maintenant comment calculer simplement la valeur négative d'un nombre sans avoir à utiliser la soustraction de 0?

Pour y parvenir, il va falloir faire intervenir les notions de compléments à 1 et de compléments à 2.

## Complément à 1

Le complément à 1 est une fonction très simple qui s'obtient en inversant tous les bits du nombre. Cette fonction est l'équivalent du rôle joué par le traditionnel inverseur utilisé dans les circuits logiques

Pour la valeur 1CH qui a servi dans l'exemple précédent, sa représentation binaire est 00011100. Son complément à 1 est donc 11100011 c'est à dire E3H. Voila qui est intéressant. Le résultat obtenu n'est pas loin de la valeur négative du nombre recherché.

Cette instruction disponible sur certains micro-processeurs à pour mnémotique CPL

## Le complément à 2

Le complément à 2 s'obtient en incrémentant la valeur obtenue par le complément à 1.

Ainsi 1CH complémenté à 2 devient E3H + 1 c'est à dire E4H qui comme par hasard correspond à la valeur négative du nombre recherché.

Mais est-ce vraiment un hasard?

En fait non. Et cela tient toujours à l'éternelle règle des piquets que des professeurs mal intentionnés s'amuse à planter dans la cour de l'école et qui "sadiquement" demandent combien il y a d'intervalles en tout, avec l'espoir secret que quelqu'un s'allonge en s'accrochant dedans. Sinon pourquoi passer son temps à planter ces piquets? M'enfin!

Si dans la représentation binaire signée, il n'y avait que 255 valeurs utiles (00H et 80H donnant le même résultat à savoir 0), dans la notion de complément à 2 il y a réellement 256 valeurs d'exploitées.

Le complément à 2 de 0 doit donc nous redonner 0. Son complément à 1 nous donne FFH qui une fois incrémenté nous redonne 0 (dans ce cas, il est fait abstraction de la retenue). La représentation de 0 est bien unique et il y a alors 256 valeurs représentables.

L'évolution des valeurs est donc comprise entre 0 et +127 (00H à 7FH) pour les valeurs positives et comprise entre -1 et -128 (FFH à 80H) pour les valeurs négatives.

Cette instruction disponible sur certains micro-processeurs à pour mnémotique NEG

## Les fonctions logiques

Pourquoi s'arrêter en si bon chemin sur les fonctions arithmétiques? Tout simplement qu'avec l'addition et la soustraction on a fait le tour des fonctions mathématiques d'un microprocesseur. La multiplication et la division sont des instructions trop spécifiques pour les aborder maintenant puisqu'il est parfois plus simple (voir obligatoire) de les traiter par logiciel.

Les fonctions logiques qui se rencontrent le plus couramment sont au nombre de trois.

### Le OU logique

Cette fonction est identique à celle réalisée par les portes logiques. Pour un traitement sur huit bits, signalons que cela équivaut à placer en parallèle huit portes logiques dont chacune travaille sur un bit

Table du OU logique

$0 + 0 = 0$
$0 + 1 = 1$
$1 + 0 = 1$
$1 + 1 = 1$

Mnémotique ORA

### Le ET logique

Mêmes remarques que pour le OU.

Table du ET logique

$0 . 0 = 0$
$0 . 1 = 0$
$1 . 0 = 0$
$1 . 1 = 1$

Mnémotique AND

### Le OU exclusif

Table du OU exclusif logique

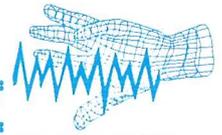
$0 \oplus 0 = 0$
$0 \oplus 1 = 1$
$1 \oplus 0 = 1$
$1 \oplus 1 = 0$

Mnémotique EOR

Ainsi se termine cette deuxième étape dans le monde des principes de base des microprocesseurs. Rendez-vous donc au prochain numéro!

E. DERET





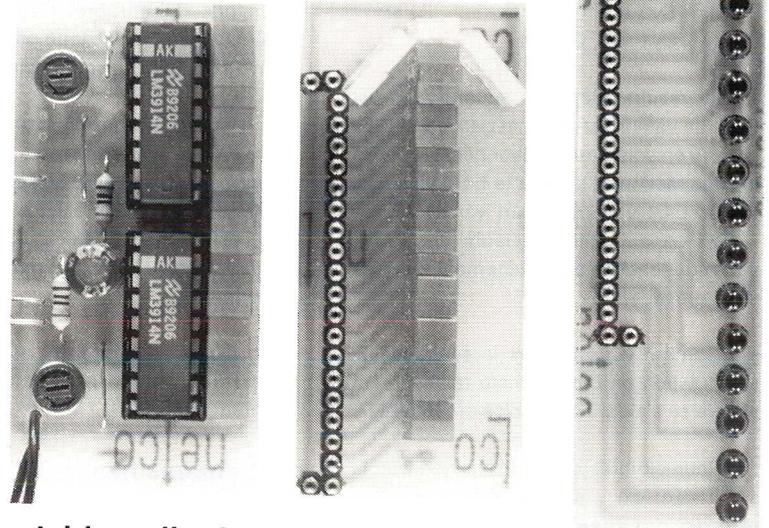
## Unité d'affichage double Bargraph

Nombreuses sont les applications de ce mensuel où nous avons utilisé le LM3914. Toutefois, le câblage spécifique en double bargraph (à l'aide de deux de ces circuits) n'a jamais été évoqué.

C'est ce type de montage que nous allons voir dans cet article, dans la mesure où une visualisation sur vingt niveaux sera nécessaire pour les applications que nous décrirons dans les pages suivantes.

Ainsi nous verrons successivement une extension indicateur de direction ou chenillard, un thermomètre à LED, un indicateur de niveau H.P. automatique et un compte-tours.

L'unité d'affichage, relativement universelle, vous permettra également bien d'autres visualisations au gré de votre imagination.



### Types d'affichages

Compte tenu des applications énumérées ci-dessus, plusieurs plaquettes d'affichage seront proposées.

Le circuit de base comprend l'affichage le plus simple avec les vingt LEDs rectangulaires jointives.

Deux autres types d'affichages peuvent venir se greffer sur ce premier circuit à la place des LEDs d'origine.

Ils permettent pour l'un un affichage plus espacé et une utilisation de LEDs d'un autre type et pour le second un affichage type "flèche".

### Synoptique

Le schéma de détail sera très proche de ce synoptique dans la mesure où le LM3914 est un composant ayant une intégration assez poussée (Voir

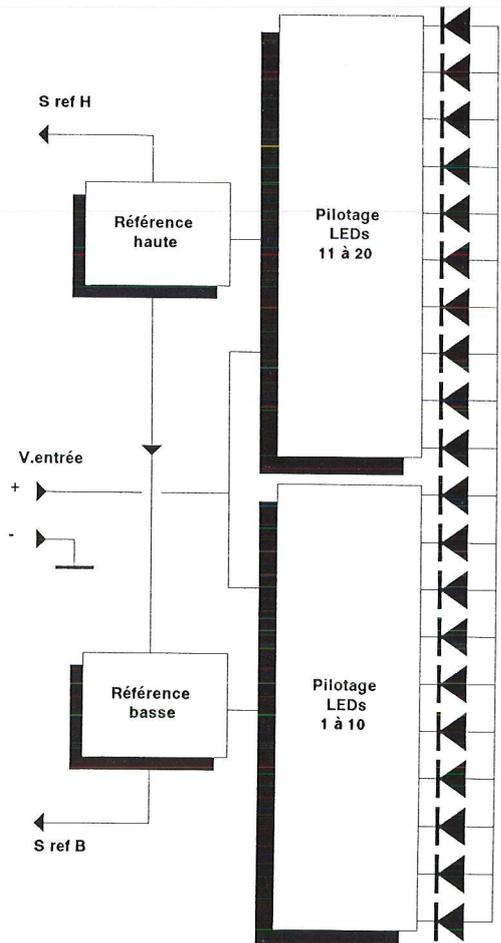
Hobbythèque de ce composant dans le No 1 Page 2).

Le signal visualisé est appliqué simultanément aux deux entrées des circuits de pilotage LED. Il faut que cette tension d'entrée évolue entre deux références déterminées.

Toutefois, le dépassement de ces références par la tension d'entrée n'entraîne aucun dommage, les circuits intégrés étant protégés en interne.

Afin de rendre le montage relativement universel, ces deux références seront donc ajustables indépendamment. Cela permet également de procéder ainsi à l'envers: en ajustant les références autour du signal d'entrée.

Dans le même temps et à contrario, les valeurs de ces références sont disponibles en sortie afin de pouvoir asservir un éventuel montage externe à ces valeurs (Sorties S ref H et S ref B).



Le réglage de la référence basse est lié à la référence haute ce qui permet par les ajustables d'obtenir au pire les deux valeurs de références identiques, mais interdit toutefois toujours que la tension de référence basse soit supérieure à celle de référence haute.

Le montage est prévu en mode "point" laissant une consommation globale suffisamment faible pour fonctionner à l'aide d'une simple pile 9 Volts.

## Schéma de détail

Le schéma ci-contre montre le peu de composants nécessaires au fonctionnement. IC1 gère les LEDs 1 à 10 et IC2 les autres.

Pour cela, le réseau de résistances interne de IC2 reçoit la référence haute (réglée par AJ1) à la patte 6 et le point bas de ce réseau est connecté au point haut de celui de IC1.

Enfin, la référence basse, construite à partir de la tension de référence haute, est réglée par AJ2 et est appliquée à la patte 4 de IC1: point bas du diviseur interne de ce circuit.

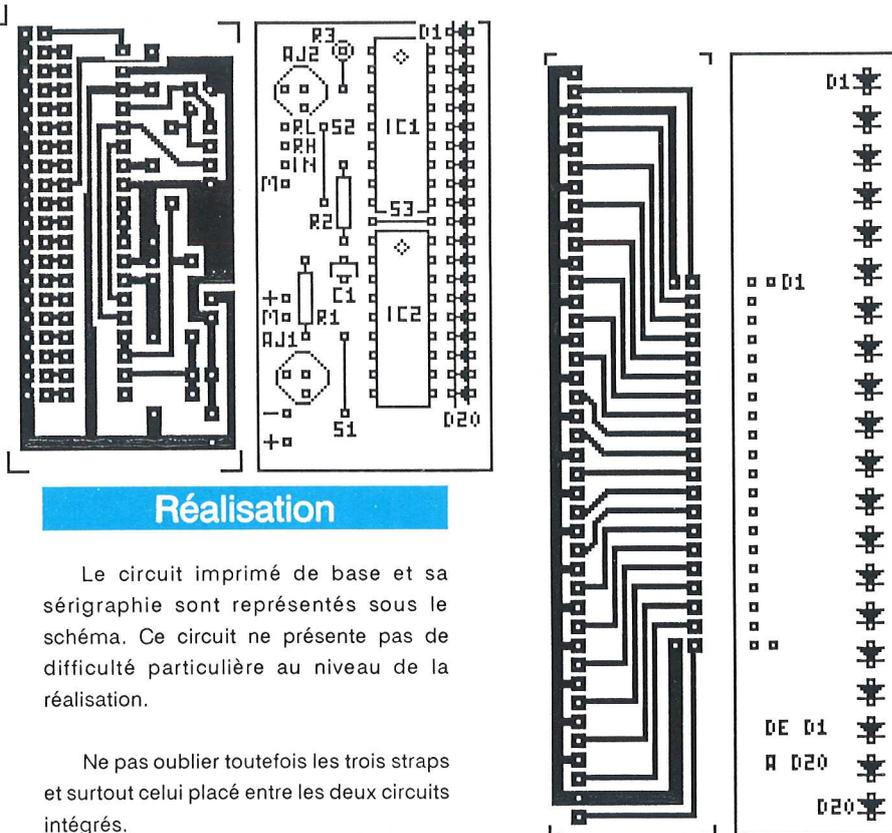
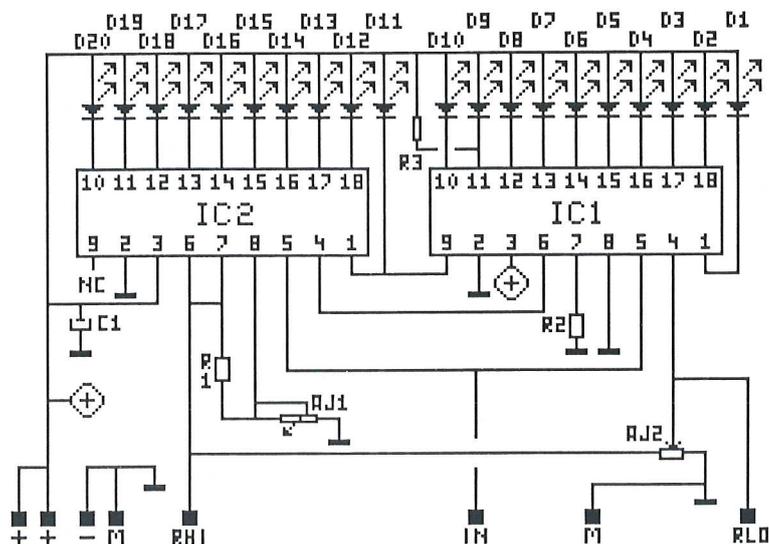
R2 détermine le courant de LED pour IC1 (à environ 10 mA), tandis que sur IC2 c'est l'ensemble R1, AJ1 le tout en parallèle sur AJ2 qui détermine ce courant.

Le transfert en mode point du bargraph est assuré par la jonction entre patte 1 de IC1 et patte 9 de IC2 ainsi que par R3 qui force l'extinction des LEDs 1 à 10 lorsque la tension d'entrée dépasse les niveaux du circuit 1.

Le signal est enfin appliqué communément sur les pattes 5 des deux circuits.

Les valeurs montées pour AJ1 et R1 permettent en théorie d'obtenir une référence haute jusqu'à 11,7 Volts (dans le cas où le circuit est alimenté sous 15 Volts au moins). Alimenté sous 9 Volts, le réglage de la référence ne devra toutefois pas dépasser 7 Volts pour garantir une bonne stabilité.

La référence basse ajustée par AJ2 peut varier de zéro jusqu'à la référence haute.



## Réalisation

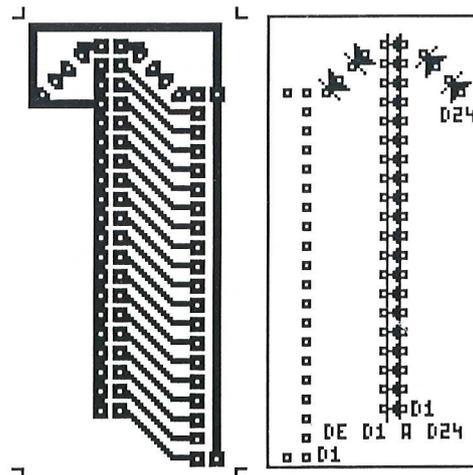
Le circuit imprimé de base et sa sérigraphie sont représentés sous le schéma. Ce circuit ne présente pas de difficulté particulière au niveau de la réalisation.

Ne pas oublier toutefois les trois straps et surtout celui placé entre les deux circuits intégrés.

Les points RL, RH, IN, M, + et de nouveau M sont ceux qui seront connectés aux modules de commande que nous verrons ensuite. La pile par contre se câblera aux entrées + et - en bas de carte (sous AJ1).

## LEDs

Sur cette carte peuvent être montées directement des LEDs rectangulaires ou des LEDs de 1,8 mm. Toutefois, suivant l'application désirée, d'autres implantations peuvent se révéler plus intéressantes. C'est ce qui est proposé avec les deux cartes additionnelle.



Dans ce cas, les LEDs ne seront pas montées sur le circuit d'origine mais sur la carte adoptée. 22 liaisons par fils, queues de composants, câble en nappe ou connecteur suivant la disposition finale, viendront se placer dans les perçages des LEDs d'origine.

A noter que sur le montage type "flèche", les LEDs qui constituent cette extrémité du motif lumineux (LED 20) sont montées en série.

La tension globale aux bornes de ces LEDs, au nombre de cinq, est donc égale à la somme des tensions de seuil de chacune des LEDs.

Si cette extrémité de flèche est réalisée à l'aide de LEDs vertes, la tension globale à prévoir sera donc de cinq fois 2 Volts.

Dans ce cas, la tension d'alimentation devra être au minimum de 11 Volts (prévoir 1 Volt supplémentaire à la tension des cinq LEDs pour obtenir un fonctionnement correct du LM 3914).

Si ces LEDs sont rouges (1,6 V par LED) le total est alors de 8 Volts et le fonctionnement est possible sur une pile de 9 Volts.

La photographie en haut de page montre un assemblage par connecteur car nous désirions démonter facilement l'extension d'affichage.

Elle montre surtout quels sont les points retenus pour l'assemblage ainsi que le sens du circuit additionnel par rapport au circuit initial.

Cette méthode d'assemblage par connecteur n'est pas forcément la moins onéreuse et ne doit donc pas être obligatoirement retenue.

## Liste des composants

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

R1, R2 1,2 k $\Omega$  (marron, rouge, rouge)  
R3 22 k $\Omega$  (rouge, rouge, orange)

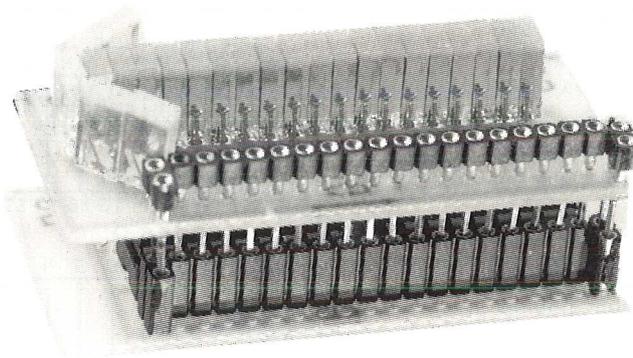
AJ1, AJ2 10 k $\Omega$  82PR Beckman

C1 100 uF 25 V chimique radial

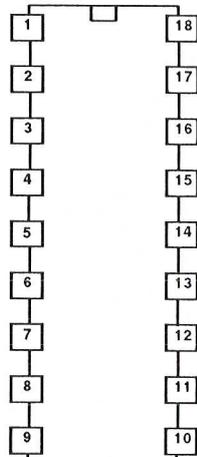
IC1, IC2 LM 3914

D1 à D20 Diodes LED (voir texte)

2 supports CI 18 broches

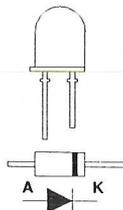


## Brochages



LM 3914

- 1 LED 1
- 2 GND
- 3 + Vcc
- 4 R int bas
- 5 Entrée
- 6 R int haut
- 7 Ref out
- 8 Ref Adj.
- 9 Mode
- 10 LED 10
- 11 LED 9
- 12 LED 8
- 13 LED 7
- 14 LED 6
- 15 LED 5
- 16 LED 4
- 17 LED 3
- 18 LED 2



## Conclusion

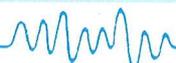
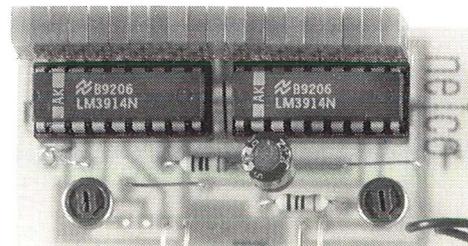
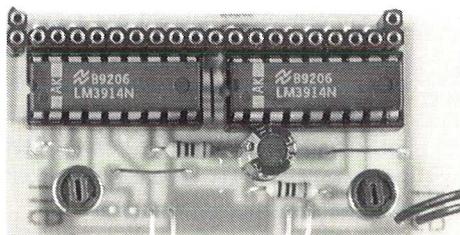
La conclusion pour cette première partie sera plus que hâtive puisque, pour l'instant, ce bloc d'affichage ne peut guère que rester muet.

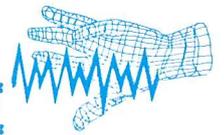
Pour lui donner vie, ce sont les petits modules que nous allons décrire dans les pages qui suivent qui vont nous y aider. Nous commencerons par un oscillateur simple fournissant une dent de scie.

Moyennant toutefois des circuits imprimés ayant des formes spécifiques, il

est possible d'utiliser directement ce montage.

Une idée parmi d'autres: Construire par exemple un indicateur de position de potentiomètre pour un amplificateur. Il suffit pour cela de placer une LED tous les 30 degrés autour du bouton et de piloter le circuit d'affichage à l'aide d'une tension continue variable. Cette tension pouvant être issue du deuxième circuit d'un potentiomètre double....

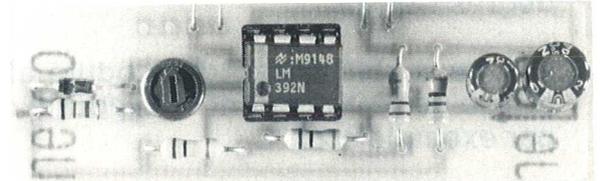




## I : Générateur de dent de scie

Ce premier module destiné à animer le bargraph vu précédemment permet d'obtenir un chenillard en mode point.

A partir de là, et en fonction du type de plaquette LED montée, prévoir un jeu de clignotants sophistiqué sur un deux roues, indiquer des directions d'une façon attrayante dans des couloirs devient extrêmement simple à l'aide de cette extension.



### Le but

Le but de ce générateur est principalement d'obtenir un effet lumineux attractif.

A cette fin, on utilise un générateur de dent de scie. Ce signal, appliqué à l'entrée du montage bargraph, va faire progresser l'allumage d'une LED tout au long du barreau lumineux, de la LED 1 à la LED 20.

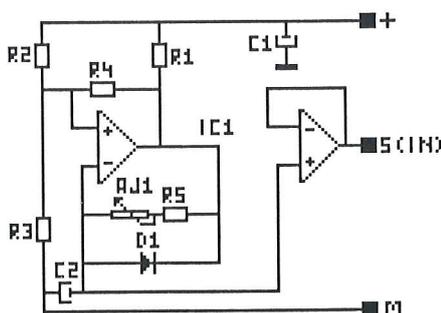
La solution "dent de scie" permet d'obtenir un retour "du spot lumineux" quasi immédiat sur la LED 1. Puis il repart, et ainsi de suite. La vitesse de défilement peut, d'autre part, être réglée.

### Flèche

Le montage bargraph de base mais équipé de la plaquette de LED en forme de flèche, permet d'obtenir le défilement de la LED le long du barreau et à l'extrémité, d'obtenir l'allumage de la flèche d'indication.

Nous verrons que par le biais des réglages des références, il est également possible d'obtenir des effets de temporisation ou d'arrêt sur les extrémités; par exemple la flèche.

### Schéma de détail



Il fait appel à un seul circuit intégré composé d'un comparateur et d'un amplificateur opérationnel.

C'est le comparateur qui est monté en oscillateur 1/3 2/3, seuils définis par R2 à R4.

La charge de C2, et donc la période de la dent de scie, est définie par R5 et AJ1. Ce dernier composant permettra ainsi le réglage de la vitesse de défilement de la LED.

La décharge est pratiquement instantanée lorsque la sortie de IC1 passe à l'état "0" grâce à la diode D1.

La seconde partie du circuit intégré, en l'occurrence l'amplificateur OP, est montée en suiveur afin d'attaquer les deux entrées des LM 3914.

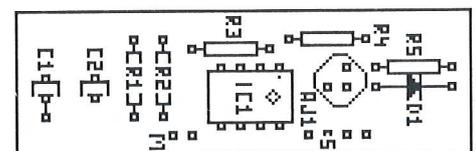
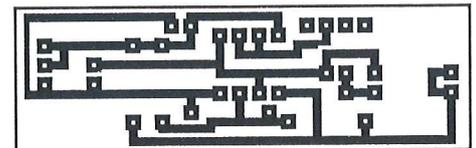
### Réalisation

La réalisation de cette partie reste également sans difficulté. Les bornes de sorties, au nombre de six, tombent en face de celles du circuit d'affichage à LEDs. Seules trois sont utiles et correspondent à la masse, au plus d'alimentation et au signal de sortie.

### Liste des composants

Les résistances sont des 5%, 1/4 Watt.

R1	4,7 k $\Omega$ (jaune, violet, rouge)
R2 à R4	100 k $\Omega$ (marron, noir, jaune)
R5	27 k $\Omega$ (rouge, violet, orange)
AJ1	500 k $\Omega$ 82PR Beckman
C1	100 $\mu$ F 25V chimique radial
C2	10 $\mu$ F 25V chimique radial
IC1	LM 392 + support 8 Br.
D1	1 N 4148



### Réglage

Après avoir relié les deux montages et avant de les mettre sous tension, tourner AJ1 à fond dans le sens des aiguilles d'une montre (maxi), AJ2 au mini et le AJ1 du module oscillateur au maxi.

Mettre sous tension: vous devez obtenir quelques LEDs qui balayent au centre du barreau.

Réduire AJ1 de la carte LED pour obtenir juste l'allumage de la pointe de flèche (Ref. maxi). Augmenter AJ2 pour balayer l'ensemble du barreau.

Régler enfin la fréquence par AJ1 sur l'oscillateur pour obtenir la fréquence voulue (environ de 1 à 10 Hz).

La retouche de la référence maxi permet de provoquer un temps d'arrêt sur la pointe de flèche et ainsi divers effets attractifs.

Dans tous les cas, la retouche de Ref max par AJ1 entraîne la retouche de Ref min puisque cette seconde référence est asservie à la première.

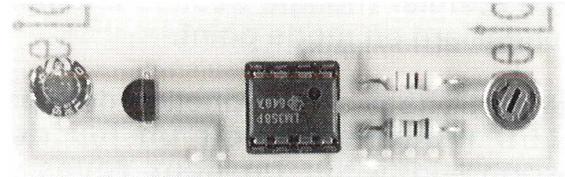
L'ensemble du montage peut prendre place avec une pile dans un coffret OPTO de chez DIPTAL.



## II : Thermomètre à LEDs

Ce second module est destiné à afficher la température courante d'une pièce d'habitation en degrés Celsius.

Les deux références du module afficheur étant réglables, le battement total pourra correspondre par exemple à 20 °C.



### Le but

Le but est pratiquement indiqué dans l'introduction. A noter toutefois que la plage d'étalement de température peut être toute autre, par exemple 1 LED pour 2°C ou encore d'autres étalements. Les deux bornes mini et maxi peuvent aussi être choisies librement.

### Schéma de détail

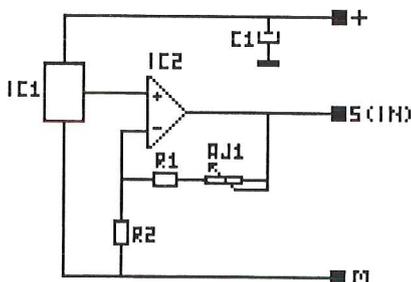
Ce second module est extrêmement simple et ne fait appel qu'à un capteur et un ampli opérationnel.

Le capteur est désormais connu de nos lecteurs, puisqu'il s'agit du LM 35DZ. Ce composant a la bonne grâce de fournir une tension de sortie nulle pour 0 degré et 10 mV par degré supplémentaire.

Cette amplitude de variation est toutefois trop faible pour être exploitée directement par le montage afficheur.

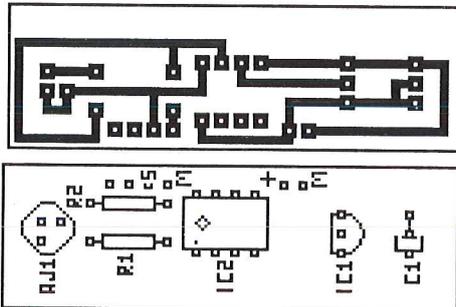
En effet, une température de 20 °C correspond à une tension de 200 mV de sortie. Pour cette raison, un amplificateur est intercalé entre ce capteur et le montage d'affichage. Son gain est défini par AJ1 et R1 par rapport à R2 soit:  $G = 1 + ((AJ1 + R1)/R2)$ .

Avec les valeurs préconisées, il est réglable de 9,2 à 11,2. Il est donc possible de l'ajuster précisément à 10, ce qui nous fournira une tension de 2 Volts pour 20 °C.



### Réalisation

La réalisation de ce thermomètre est sans difficulté. Les bornes de sorties, au nombre de six, tombent en face de celles du circuit d'affichage à LEDs. Ici encore les références du circuit LED ne sont pas utilisées et 3 liaisons peuvent suffire.



### Liste des composants

Les résistances sont des 5%, 1/4 Watt.

R1	82 k Ω (gris, rouge, orange)
R2	10 k Ω (marron, noir, orange)
AJ1	20 k Ω 82PR Beckman
C1	100 uF 25V chimique radial
IC1	LM 35 CZ ou DZ
IC2	LM 358 + support 8 Br.

### Réglage

Après avoir relié ce montage au module afficheur choisi et avant de les mettre sous tension, tourner AJ1 à fond dans le sens des aiguilles d'une montre (maxi), AJ2 au mini et le AJ1 du module température à mi-course.

Pour le réglage de la gamme de température, nous prendrons l'exemple d'un thermomètre gradué en degré et étalé de 10 à 30 °Celsius.

Ces deux limites définissent déjà les deux références du module à LEDs.

La référence haute sera réglée à 3 Volts à l'aide de AJ1. Le contrôle se fera au Voltmètre entre les points marqué RH et M (masse), qui sont des points de liaison entre cartes.

La référence basse sera ensuite réglée à 1 Volt (pour 10°C) à l'aide de AJ2 et en prenant la mesure entre RL et M.

Dès lors, il ne reste plus qu'à régler le gain de 10 sur l'extension thermomètre.

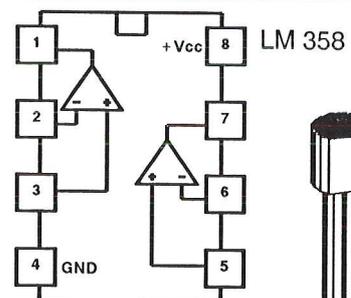
Pour cela, mesurer dans un premier temps la tension que fournit la sonde en prenant sa tension entre la patte milieu du capteur et la masse (M).

Régler ensuite AJ1 pour obtenir exactement 10 fois la valeur lue entre la patte 1 de IC2 (ou le strap noté "IN" du module afficheur) et la masse: le réglage est alors terminé.

On procèdera évidemment de la même manière si la gamme et/ou l'échelle de température sont différentes. Ne pas oublier simplement dans tous les cas que la retouche de Ref max par AJ1 entraîne la retouche de Ref min.

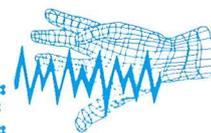
Comme pour le montage précédent, l'ensemble peut prendre place avec sa pile dans un coffret OPTO DIPTAL.

### Brochages



V + S Masse

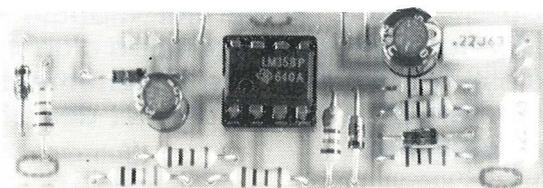
LM 35xZ



## III : Vu-mètre à LEDs pour H.P.

Ce troisième module permet d'afficher en relatif la puissance appliquée à des enceintes acoustiques.

Il s'agit là d'un montage classique mais, particularité de celui-ci, il est pratiquement universel quelque soit la puissance de la source audio.



### Principe

Pour commencer, indiquons que l'utilisation ne pose aucun problème de surcharge sur l'amplificateur puisque sa mise en place revient à placer une résistance de 10 kΩ en parallèle sur le haut-parleur.

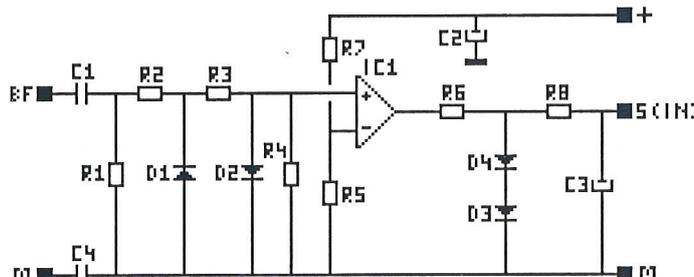
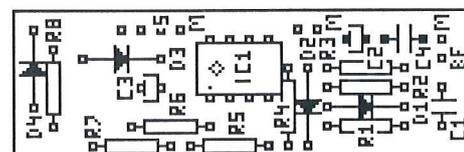
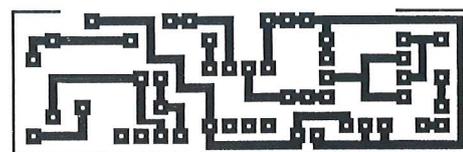
Le fonctionnement est possible avec des sources ayant une puissance de 4 Watts à plus de 100 Watts. Voyons de suite le fonctionnement à l'aide du schéma.

prés) plutôt que de se limiter aux alternances positives.

Ce signal limité attaque ensuite l'entrée non inverseuse d'un amplificateur monté en comparateur.

À sa sortie, on ne retrouve donc que des impulsions allant de la masse au plus d'alimentation, mais dont la largeur va varier en fonction de l'amplitude initiale de la modulation. Il ne reste plus alors qu'à attaquer un second écrêteur formé par R6 et D3, D4 puis de filtrer légèrement cette tension pour l'exploiter par l'affichage, ce que font R8 et C3.

liaisons avec l'afficheur sont les mêmes que pour les deux modules précédents.



### Schéma de détail

Toute l'astuce réside dans des systèmes d'écrêtage.

Cet écrêtage est réalisé sur l'entrée par les résistances R2+R3 et D2. Ainsi, sur l'entrée plus de IC1, la tension ne dépassera jamais 0,7 Volts en positif.

D'autre part ce système à diode, et ceci est étroitement lié à la caractéristique de coude d'une diode, permet d'obtenir une limitation de forme logarithmique de la tension. Il est donc possible de conserver un pilotage linéaire des diodes (LM3914) au lieu de circuit du type LM3915.

Afin d'obtenir également un fonctionnement correct pour les faibles puissances, une cellule d'alignement constituée par R2 et D1 permet d'exploiter la totalité du signal disponible (à 0,7 Volt

C1 et C4 servent d'isolement en continu et permettent d'utiliser une alimentation unique pour deux voies sans se

soucier des polarités d'entrées et des bouclages de masse éventuels.

### Liste des composants

Les résistances sont des 5%, 1/4 Watt.

R1 à R3	10 k Ω (marron, noir, orange)
R4	15 k Ω (marron, vert, orange)
R5, R6	1 k Ω (marron, noir, rouge)
R7	1 M Ω (marron, noir, vert)
R8	10 k Ω (marron, noir, orange)
C1, C4	220 nF plastique pas de 5.08
C2	100 uF 25V chimique radial
C3	2,2 uF 63V chimique radial
IC1	LM 358 + support 8 Br.
D1 à D4	1 N 4148

### Réalisation

La réalisation de ce Vu-mètre, bien que plus dense que les deux montages précédents, reste sans difficulté. Les

### Réglage

Les deux réglages AJ1 et AJ2 de l'ensemble afficheur seront réglés au minimum, ce qui correspond à 0 Volt pour le seuil bas (absence de modulation) et 1,25 Volts pour le seuil haut: modulation pratiquement maximum et limitée par D3, D4 sur le circuit Vu-mètre.

Appliquer ensuite une source de modulation à l'entrée du montage. Les LEDs doivent se déplacer au rythme de la parole ou de la musique.

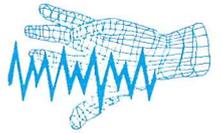
Retoucher AJ1 permet de déplacer légèrement la valeur du maximum de modulation en cas de besoin.

Comme pour les précédents, l'ensemble du montage peut prendre place avec sa pile dans un coffret OPTO DIPTAL.

Toutefois, compte tenu de son application, il sera souvent préférable de choisir un coffret plus approprié à l'environnement d'utilisation ainsi que des couleurs de LEDs symbolisant le niveau.

A noter qu'ici encore, le positionnement des LEDs en cercle autour du potentiomètre de volume peut s'avérer être une indication intéressante et peut donner un aspect lumineux final assez rare.

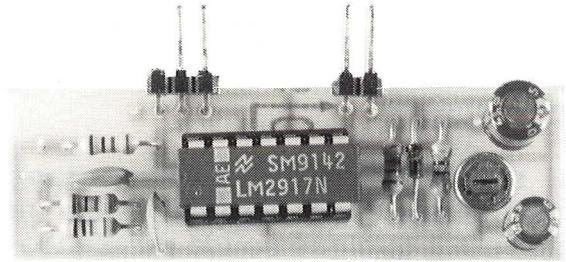




## IV : Compte-tours analogique

Ce quatrième et dernier module est destiné à afficher la vitesse de rotation d'un moteur. En fait, c'est la fréquence de l'événement d'entrée qui sera affichée, ce qui permet des utilisations très diversifiées.

D'autre part, le réglage souple des références de l'afficheur permet de s'affranchir facilement du nombre de cylindres et d'obtenir dans tous les cas une lecture fiable.



### Principe

Nous ferons cette fois appel à un circuit spécialisé pour cette application. Il s'agit d'un convertisseur fréquence tension du type LM 2907 ou 2917.

Ce circuit, à la fois complexe et performant est décrit séparément dans une Hobbythèque qui nous a paru indispensable.

Le fonctionnement de ce circuit, qui représente 80% de l'électronique de ce dernier montage, nous a surpris par ses qualités de linéarité.

Le but est en effet de convertir une fréquence d'entrée inconnue en une tension représentative aussi fidèle que possible.

### Un peu de théorie

Avant d'entamer le schéma, regardons ce que nous aurons à mesurer. En effet: quelle fréquence d'allumage mesurable fournit un moteur à explosion?

Le moyen le plus simple consiste à se brancher sur le rupteur (ou l'allumage transistorisé) qui commande la bobine.

Prenons l'exemple d'un moteur 4 cylindres: La fréquence est proportionnelle au nombre de tours / minute, ce qui semble évident.

Elle est également proportionnelle au nombre de cylindres (le distributeur se chargeant de la répartition).

Par contre, n'oublions pas qu'il s'agit de moteur 4 temps (admission,

compression, explosion, échappement) ce qui signifie que l'étincelle de déclenchement d'explosion n'intervient qu'un tour sur deux (si on exclu les quelques TRABAN qui circulent peut-être encore).

Dans notre exemple, un moteur 4 cylindres, 4 temps qui tourne à 6000 T/mn, nous obtenons  $4 \times 6000 / 2$  soit 12000 allumages (mais par minute) soit 200 Hz.

La règle simple pour obtenir la fréquence en Hertz est donc (Nbre cyl. x Nbre de tours mn) / 120.

Pour un moteur deux temps le même calcul convient en divisant simplement par 60 au lieu de 120. Ainsi un mono-cylindre 2 temps donnera 60 Hz à 3600 tours/mn.

Pour revenir à notre circuit intégré, si celui-ci délivre une tension de 2 Volts pour 200 Hertz, et que cette tension est très fidèle à la fréquence: le tour est joué.

l'entrée plus d'un comparateur à hystérésis. l'entrée moins (seuil de basculement) est fixée à 0,7 Volts par D1 et R2.

La tension de sortie du circuit est donnée par la relation  $V_o = F_{in} \times V_{cc} \times A_{J1} \times C_4$ . On voit donc que cette tension de sortie sera réglable par le biais de AJ1. A ce sujet nous verrons que différentes valeurs de AJ1 conviendront mieux pour faciliter le réglage en fonction de nombre de cylindres du moteur.

Par contre, la tension d'alimentation n'interviendra pas dans la mesure où celle du circuit intégré est stabilisée dans le boîtier à 7,6 Volts environ (zener interne polarisée par R1). La tension nominale d'utilisation est, pour ce montage particulier, fixée à 12 Volts et peut varier de 9 à 16 Volts.

Le condensateur C1 détermine le temps de réponse à la variation de F in ainsi que l'ondulation résiduelle due à cette fréquence d'entrée.

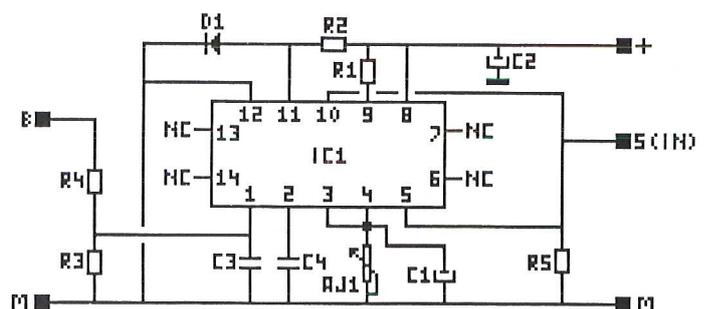
Enfin la tension de sortie est disponible sur la patte 5, prête à attaquer le circuit de LEDs. La patte 10 constitue le retour d'asservissement de cette tension de sortie.

### Schéma de détail

Le schéma reprend pratiquement l'application type du circuit intégré.

Le signal à mesurer (issu du rupteur par exemple) est appliqué à l'entrée B. Il est divisé et amorti par les composants R3, R4 et C3.

La patte 1 de ce circuit intégré correspond à



## Liste des composants

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

R1	470 $\Omega$ (jaune, violet, marron)
R2	10 k $\Omega$ (marron, noir, orange)
R3	22 k $\Omega$ (rouge, rouge, orange)
R4, R5	10 k $\Omega$ (marron, noir, orange)
C1	1 uF 63V chimique radial
C2	100 uF 25V chimique radial
C3, C4	22 nF céramique
IC1	LM 2917 + support 14 Br.
D1	1 N 4148
AJ1	Ajustable 82PR Beckman 500 k $\Omega$ (4 et 5 cylindres) 200 k $\Omega$ (6 cylindres) 100 k $\Omega$ (8 cylindres)

## Réalisation

La réalisation de ce compte-tours est également sans difficulté. Les liaisons avec la platine d'affichage à LEDs sont les mêmes que pour les trois modules précédents.

La fréquence d'entrée sera appliquée sur les points "B" et "M", ce dernier correspondant à la masse du montage.

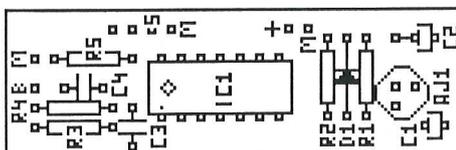
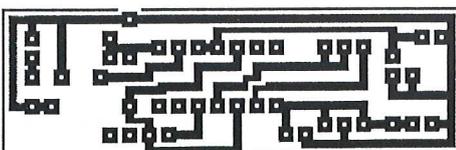
C'est directement le primaire de la bobine d'allumage (point rupteur) qui sera connecté à cette entrée.

Les différentes valeurs données pour AJ1 permettent d'obtenir un réglage plus souple en fonction du nombre de cylindres moteur.

La tension de sortie maximale que peut fournir le circuit intégré en sortie est de l'ordre de 6,5 Volts (l'alimentation interne étant stabilisée à 7,5 environ).

A titre d'exemple, le prototype montré en photographie est équipé d'un potentiomètre de 500 k $\Omega$ .

Cette valeur, préconisée pour un 4 cylindres, permet entre autres d'obtenir 2 Volts en sortie pour une fréquence de 200 Hz (6000 t/mn).



La plage de réglage de cet ajustable est toutefois suffisamment large pour obtenir une tension de 4 Volts pour la même fréquence d'entrée. Cela permet d'obtenir une résolution de progression plus large et ainsi un affichage plus précis.

En fait, la valeur de la tension de sortie n'est qu'une valeur relative, peu importe le type de relation qui la lie à la fréquence d'entrée du moment que cette relation est connue et stable.

La relation initiale du circuit est du type  $V_s = V_{cc} \times C4 \times AJ1 \times F_{in}$ :  $V_{cc}$  étant stable, seul AJ1 permet ainsi d'obtenir une relation du type  $V_s = F_{in} / 100$  (2 Volts pour 200 Hz) ou  $V_s = F_{in} / 50$  (4 Volts pour la même fréquence)

Cette relation importe d'autant moins que les références sur le module à LEDs peuvent être choisies librement comme nous l'avons vu déjà plusieurs fois.

## Réglage

En fait, tous les réglages vont dépendre de ce que nous venons de voir au sujet de la tension de sortie, du nombre maximum de tours/mn à mesurer et de la résolution que l'on voudra donner à chaque LED.

### Réglage du module LEDs

Une résolution intéressante peut être adoptée en prenant une LED 5 mm pour chaque millier de tours et de la 1,8 mm pour chaque "cinq cents" ainsi qu'en jouant sur les couleurs (soit 12 LEDs au total pour un maximum de 6000 t/mn).

Sur le module affichage, AJ2 sera réglé au minimum, ce qui correspond à 0 Volt pour la référence basse (absence de rotation).

AJ1 sera réglé à une valeur qui dépend du nombre de LEDs utilisé.

Prenons l'exemple précédent d'un 4 cylindres dont la rotation maximum est de 6000 t/mn, d'un montage à 12 LEDs au lieu de 20 et du convertisseur fréquence/tension réglé pour donner 4 Volts à ce maximum:

La référence haute ne devra pas être réglée à 4 Volts de qui correspondrait à la LED 20 mais à  $4 \times 20 / 12$  soit 6,66 Volts.

Suivant votre choix la formule sera donc  $Ref\ h = V_{in} \times \max \times 20 / \text{Nbre LED utiles}$ .

### Réglage du module tachymètre

Une fréquence stable et facilement utilisable? facile: le secteur 220 Volts.

Il suffira d'utiliser un transformateur à secondaire de 12 Volts connecté à l'entrée du montage.

De la formule utilisée précédemment pour trouver la fréquence d'allumage, on peut en tirer:

$$\text{Nbre } t/mn = 50 \times 120 / \text{Nbre cyl.}$$

Ainsi le 50 Hertz correspondra à 1500 t/mn d'un 4 cylindres, 1000 tours d'un 6 cylindres, etc.

Ce réglage n'est toutefois pas idéal car il se trouve en bas de la gamme de mesure et c'est là qu'un générateur B.F. prend tout son intérêt....

Une fois encore, l'ensemble du montage peut prendre place dans un coffret OPTO DIPTAL, mais l'aspect final et la disposition des LEDs restent une question de choix esthétique dont nous ne débattons pas.

## Conclusions

Ici se termine la description de quelques montages simples destinés à piloter notre barreau de 20 LEDs.

Cette panoplie d'application est loin d'être exhaustive et je suis certain que d'autres idées ont déjà germé dans votre esprit.

Au sujet de cette dernière application notamment, il est bon de savoir que le LM 2917 ne se limite pas aux très basses fréquences telles que celles que nous venons de traiter. D'autres gammes de mesures de fréquences sont donc visualisables.

Se reporter à la Hobbythèque du circuit pour les éventuels choix de valeurs.

J.TAILLIEZ





## POUR VOS ENCEINTES ACOUSTIQUES : FAITES LE BON CHOIX !

Elles constituent le maillon final de votre chaîne HI-FI ou de votre équipement de sonorisation. Ce sont elles qui ont la lourde tâche de transformer le signal électrique en SIGNAL SONORE. Quelques soient les progrès considérables effectués sur les sources (grâce au compact disc notamment), et sur les chaînes d'amplification, elles conservent l'important privilège de restituer le SON et, en quelque sorte, sont le péage de votre rendement acoustique.

Trop souvent, pour tirer les prix des équipements complets, elles sont produites à bas prix et dégradent une performance électronique pourtant spectaculaire en cette fin de siècle. Le propos de cet article est de vous éclairer sur ce monde nébuleux, et de vous permettre de faire le bon choix en toute connaissance de cause.

Puissance nominale ? Nombre de voies ? Bass-reflex ou close ? Quelle durée de vie ? Rendement ? Restitution en fréquence ?... ? Apportons une réponse claire à chacune de vos angoisses.



<b>Enceinte TORA - AUDAX</b>	<b>PRO 3814</b>
<b>Puissance nominale</b>	<b>150 W</b>
<b>Puissance maximale</b>	<b>300 W</b>
<b>Rendement 1W / 1m</b>	<b>99 dB</b>
<b>Impédance</b>	<b>8 <math>\Omega</math></b>
<b>1 H.P. grave (Boomer)</b>	<b>38 cm</b>
<b>2 Tweeters. Double moteur</b>	
<b>Bass-Reflex</b>	

### LES TERMES TECHNIQUES

#### La puissance

Puissance nominale ? Puissance musicale ? Puissance acoustique ? Un seul point commun : elles s'expriment généralement en WATT, mais c'est là le seul sujet de comparaison. A cette unité énergétique connue, on y adjoint quelquefois le terminal barbare RMS ou Continuous RMS : qu'est-ce donc encore ?

C'est dans ce domaine que l'on rencontre le plus de données aberrantes et trop souvent trompeuses. Beaucoup de constructeurs et importateurs d'enceintes s'expriment en PUISSANCE MUSICALE : c'est une grandeur non normalisée.

Où est la NORME ?

La puissance maximale admissible ou NOMINALE (selon la NORME DIN 45573) : c'est la puissance maximale que l'enceinte peut supporter sans dommage, ni distorsion excessive. Il existe plusieurs méthodes de mesures. La norme DIN appliquée en EUROPE prescrit

l'application d'un bruit blanc pondéré, selon la courbe fig 1

Un bruit blanc est un bruit qui contient toutes les fréquences du spectre sonore de façon aléatoire : il se présente comme un souffle. La puissance du bruit est constante par unité de largeur de bande de fréquence. On voit que la puissance maximale est appliquée vers 100 Hz. Par conséquent, dans une enceinte, le haut-parleur des graves doit avoir une puissance nominale supérieure à celle du haut-parleur des aiguës. On constate en effet que la puissance, dans la musique, est surtout concentrée dans les graves.



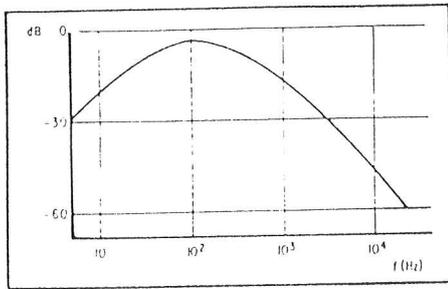


Fig. 1 — Courbe de pondération du bruit blanc pour la mesure de la puissance d'un haut-parleur, selon DIN 45 573.

La puissance NOMINALE CONTINUE est la puissance maximale que peut supporter l'enceinte, pendant une heure, avec ce même bruit blanc, sans dégradation irréversible.

La puissance CRETE ou instantanée de pointe maximale : c'est la puissance de crête de TRES COURTE DUREE que peut supporter l'enceinte sans être détériorée et sans modifications de ses caractéristiques. C'est la valeur maximale garantie par le constructeur.

La puissance MUSICALE : Les fabricants estiment qu'un programme musical, avec ses "forte" et ses "pianissimi", est moins éprouvant pour les haut-parleurs qu'un bruit blanc continu. Mais aucune norme fiable n'est établie dans ce domaine. On estime GENERALEMENT que la puissance musicale vaut 3 fois la puissance nominale et que la puissance crête peut atteindre 10 fois ce nominal. Il faut donc se méfier énormément de cette donnée commerciale et savoir diviser par trois (ou plus) pour rétablir la vérité et pouvoir comparer avec des normes fiables.

Une enceinte de puissance 300 Watts musicaux dépasse rarement les 100 Watts en nominal.

On rencontre aussi la notion de CONTINUOUS RMS : C'est la puissance maximale relevée en appliquant un signal sinusoïdal dans une bande de fréquence d'une octave centrée sur la fréquence d'impédance nominale ( 1000 Hz en général ) et ce, durant une heure : On retrouve généralement des valeurs proches de celles obtenues en appliquant la norme DIN.

La puissance ACOUSTIQUE : c'est la puissance sonore obtenue en sortie. Elle dépend essentiellement du rendement global de l'enceinte.

## Le rendement

Une fois définie la puissance électrique admissible par l'enceinte, la parfaite connaissance de son RENDEMENT va

nous permettre d'évaluer enfin la puissance acoustique restituée : la plus importante pour apprécier le produit à l'oreille.

Il s'exprime en dB/1W/1m, soit en décibels pour 1 Watt de puissance électrique, mesuré à 1 mètre de l'enceinte. Ce rendement varie de 80 à plus de 100 dB pour les meilleures enceintes.

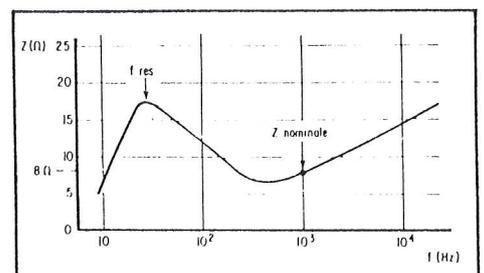
Exemple: soit deux enceintes A et B de puissance 50 Watts.

L'enceinte A présente un rendement de 80 dB et l'enceinte B est donnée pour 90 dB. En appliquant à ces enceintes une puissance électrique de 1 Watt, on obtiendra une pression acoustique de 80 dB à 1 mètre de A et 90 dB pour B.

Pour obtenir la pression de 90 dB à 1 mètre avec A, il faudrait lui appliquer un signal électrique de 8 Watts. En effet, doubler la puissance électrique nous fait gagner 3 dB en pression acoustique (  $dB = 10 \log P / Pref = 10 \log 2$  ). Que de gaspillage ! que de Watts électriques perdus pour compenser ce pauvre rendement !

Puissance	enceinte A	enceinte B
01 watt	80dB	90dB
02 watts	83dB	93dB
04 watts	86dB	96dB
08 watts	89dB	99dB
16 watts	92dB	102dB

Fig. 2 — Courbe de l'impédance d'un haut-parleur en fonction de la fréquence.



Le rendement acoustique d'une enceinte est un élément DETERMINANT du choix et pourtant, il est rarement abordé sur les publicités les plus courantes. De fait c'est souvent là que le bas blesse : il est rarement bon sur les enceintes de bas prix, et donc, la conversion électro-acoustique se faisant très mal, il est souvent obligatoire de "pousser" l'amplification pour sortir un son correct.

Et pousser l'amplification conduit doucement, mais sûrement, à une déformation du signal d'origine.

## L'impédance nominale

Elle s'exprime en Ohms. Elle représente la résistance opposée au passage du courant électrique à la fréquence de 1000 Hz. Elle varie peu en plage basse, mais augmente rapidement en plage haute ( au dessus de 10000 Hz ). Elle remonte également brutalement à la fréquence de résonance.

Son rôle est important dans son association avec la CHAINE d'amplification ( étage final de l'amplificateur ). La valeur la plus courante est de 8 Ohms. Mais elle peut varier de 4 à 16 Ohms sur le marché. La valeur de 4 Ohms est souvent rencontrée en implantation sur automobiles.

Il faut toujours associer cette impédance à celle donnée pour l'amplificateur. Un étage de sortie de 50 Watts sous 8 Ohms, et qui peut débiter 90 Watts sous 4 Ohms, risque fort de détériorer votre enceinte prévue pour 50 Watts sous 4 Ohms, car elle ne pourra pas encaisser les 90 Watts à pleine puissance.

Et si votre ampli ne peut débiter sous 4 Ohms et n'est pas protégé contre les surcharges, il risque de "dégager" à son tour ( ou en même temps ! )

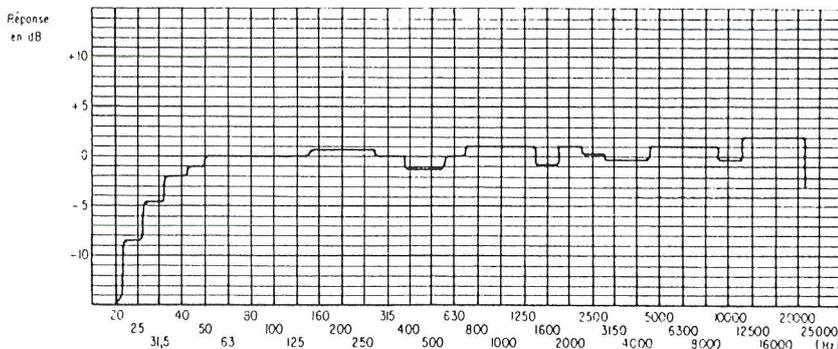


Fig. 3 - Courbe de réponse en fréquence d'une enceinte effectuée en bruit rose en chambre anéchoïde et analysée par tiers d'octaves entre 20 Hz et 20 000 Hz.

### La courbe de réponse

Rarement fournie sur les enceintes "bon marché", elle est pourtant tout aussi importante que le rendement. Elle traduit la faculté de transformer, dans un rapport donné, en fonction de la fréquence, le signal électrique en pression acoustique. Une courbe linéaire de 20 à 20000 Hz est reconnue comme parfaite par les mélomanes avertis. Mais ce choix dépend des goûts de chacun : certains préféreront un meilleur rendu sur les fréquences basses ou inversement. Elle est l'expression du rendement acoustique sur toute la plage de fréquence audible. Certains artifices permettent d'en corriger les défauts en amplifiant de façon sélective (LOUDNESS ou EQUALISER par exemple). Il faut se méfier surtout des coupures brutales aux extrêmes (basses en dessous de 200 Hz et aiguës au dessus de 15000 Hz). C'est dans ces conditions que l'on retrouve (ou que l'on perd) toute la musicalité, pourtant présente en sortie de la chaîne d'amplification.

Elle constitue donc un élément DETERMINANT du choix.

### La fréquence de résonance

C'est la fréquence à laquelle le bloc enceinte entre en résonance et se met à vibrer de façon désagréable et même insupportable. Elle est située dans les très basses fréquences (en dessous de 200 Hz). Elle dépend surtout des matériaux utilisés pour fabriquer la caisse : plus ils sont lourds et épais, plus cette fréquence est basse. Et si elle est sous le spectre audible, c'est parfait.

Elle dépend aussi de celle propre à chaque haut-parleur. Un des rôles des filtres (ou réseaux séparateurs) est de ne pas alimenter les HP dans cette mauvaise zone.

Etant donné son aspect négatif et la gêne occasionnée, elle constitue aussi un élément déterminant du choix

## LA RESTITUTION DU SON

### Rappels Physiques

De façon succincte, le son est une vibration qui dans l'air, se traduit par une variation de pression, que l'appareil auditif se charge de convertir pour notre cerveau en une manifestation sensorielle, plus ou moins agréable.

Une bobine placée dans un champ magnétique permanent est traversée par le signal électrique alternatif. Son mouvement de va et vient est retransmis à une membrane solidaire qui fait vibrer l'air ambiant au rythme du signal, entraînant ainsi une vibration sonore.

La taille de la membrane et son élasticité interviennent directement sur sa bande passante en fréquence. La taille de la matière magnétique (moteur) et les dimensions de la bobine (nombre de spires, le diamètre et la section du fil) vont jouer sur la puissance admissible. L'ensemble des paramètres va définir le rendement du haut-parleur.

La carcasse qui supporte l'équipage doit être étudiée pour assurer la rigidité de l'ensemble et détermine aussi sa fréquence de résonance. Une carcasse en tôle, bon marché, se verra souvent préférer un saladier moulé de bonnes dimensions.

Les membranes peuvent être composées de matériaux très divers : du carton à bords mousse au kevlar, en passant par la fibre de verre ou de carbone. Elles sont directement responsables de la longévité et de la bonne tenue des performances dans le temps : elles constituent un autre facteur important de votre choix.

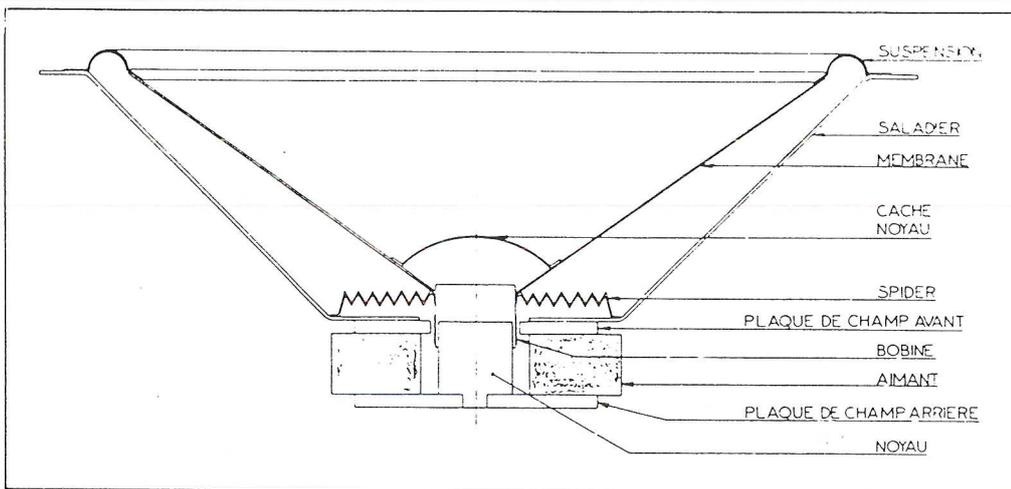


Fig. 4 - Coupe d'un haut-parleur électro-dynamique.

Le stockage électronique et sa restitution en oscillations électriques est de mieux en mieux maîtrisé par la technologie moderne (LASER DISC, DAT...)

Sa re-transformation en signal sonore est du ressort des haut-parleurs.

### Les haut-parleurs

Ils sont les artisans de la transformation du signal électrique en acoustique : Ils font partie des transducteurs électro-acoustiques.

Les haut-parleurs se divisent en trois grandes catégories en fonction de leur bande passante : les boomers (basses fréquences) les boomers-médiums (basses et moyennes fréquences) et les tweeters (hautes fréquences).

Certains haut-parleurs (à bicones notamment) se veulent large bande et parviennent à couvrir de façon satisfaisante une bonne partie de la plage de fréquence (100 à 15000 Hz) sans toutefois combler les extrêmes, vous privant ainsi des riches harmoniques qui constituent le piment et



toute la saveur de la restitution musicale. Ils suffisent pourtant largement dans certaines applications en environnement difficile, en automobile par exemple.

### Le nombre de voies

On aura vite deviné, suite au paragraphe qui précède, que pour obtenir une parfaite restitution du spectre sonore, il sera nécessaire d'associer plusieurs types de haut-parleurs à la bande passante spécialisée, afin d'équilibrer le rendement optimum sur le maximum de la plage audible ( de 20 à 20000 Hz ).

Chaque haut-parleur ( ou groupe de haut-parleurs ) constitue une voie. Elles sont en général au nombre de 2 ou 3, et se partagent le privilège de restituer leur propre partie du spectre sonore.

Il ne faudra pas se laisser abuser par le nombre de haut-parleurs, qui ne représente pas toujours autant de voies isolées : certains fabricants multiplient le nombre de boomer pour répartir la puissance électrique, diminuer la taille de l'enceinte et par conséquent son prix. Le résultat n'est pas toujours exemplaire.

### Les filtres

Il est inutile ( et souvent très déconseillé ) d'expédier le signal électrique intégral sur l'ensemble des haut-parleurs. Les tweeters apprécient peu les basses puissantes qui risquent de les détruire et les boomers se passent volontiers des aiguës qui les "excitent" inutilement. Il faut aussi adapter l'impédance totale à celle de chacune des voies et moduler la puissance ainsi répartie : c'est le rôle des filtres.

Ils possèdent une entrée et autant de sorties que de voies. Leur qualité se mesure en fonction de divers paramètres : la pente aux fréquences de coupures, la puissance absorbée au passage...

Un bon filtre coûte cher, mais son rôle est primordial pour un bon résultat final : il intervient sur le rendement et la qualité de la restitution.

Ils sont difficiles à apprécier de l'extérieur sans données techniques souvent rébarbatives pour le néophyte.

### L'enceinte idéale

L'enceinte idéale est un plan aux dimensions infinies, sur lequel seraient fixés les haut-parleurs. C'est difficilement réalisable en appartement, et même en maison individuelle. Il paraît contestable d'arroser, en partie arrière les voisins, pas

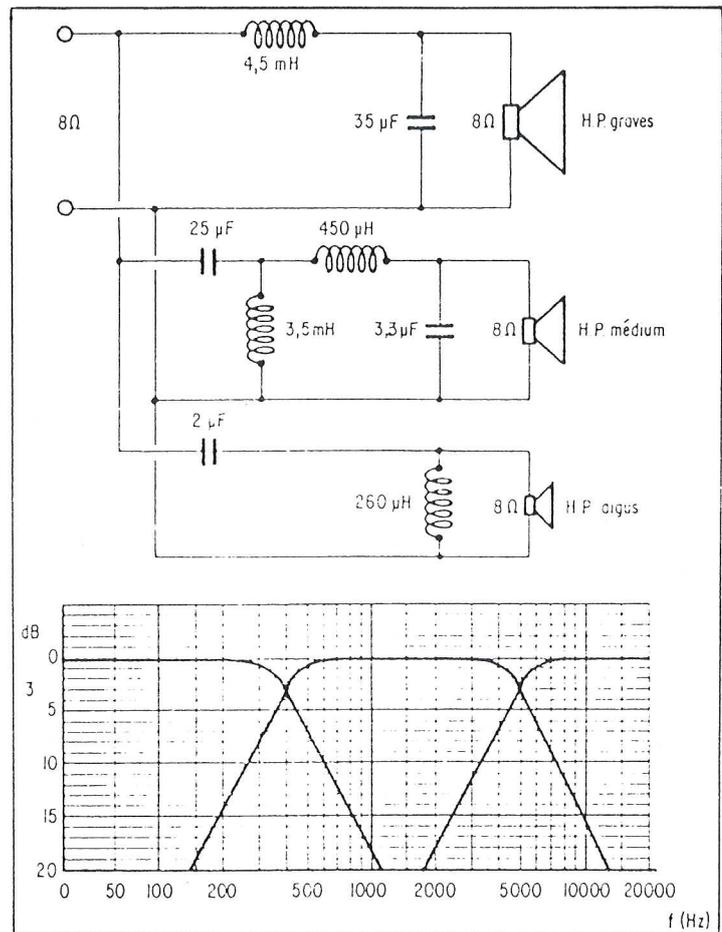


Fig. 5 - Filtre passif à trois voies, pente 12 dB et sa courbe de réponse électrique.

toujours heureux de profiter de vos goûts musicaux.

Néanmoins, son étude laisse entrevoir que l'onde retour par réflexion sur un obstacle en arrière plan, vient perturber le fonctionnement des haut-parleurs de graves et vient motiver certaines précautions dans la mise au point des enceintes en volume limité.

### Les enceintes closes

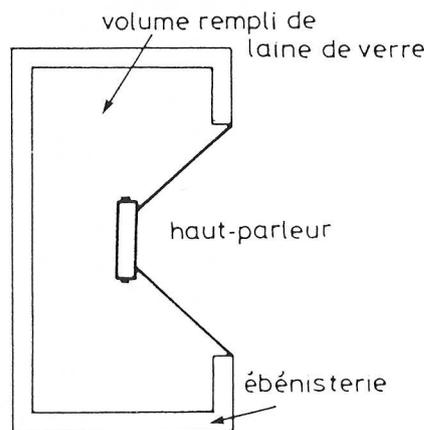


Fig. 6 - Coupe d'une enceinte close

Ce sont des enceintes de volume réduit ( et étanche ) acceptant des puissances importantes, mais avec un rendement moyen. C'est un bon compromis encombrement et prix. Leur calcul est délicat et le bourrage interne en matériaux absorbants doit être réalisé avec soin.

### Les enceintes bass-reflex

Ce sont des enceintes de volume important, comportant un accord de décompression obtenu au moyen d'un évent. Elles acceptent une puissance

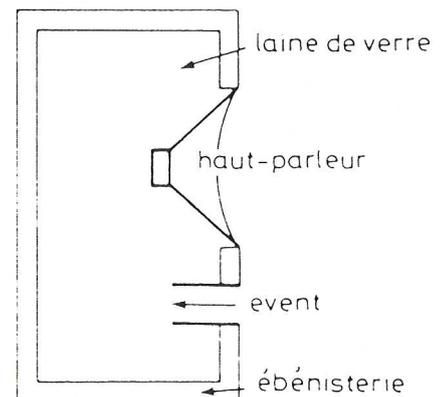


Fig. 7 - Coupe d'une enceinte bass-reflex.

importante et permettent un haut rendement. C'est très certainement le meilleur rapport en musicalité/prix au détriment de l'encombrement.

Il existe de multiples combinaisons possibles dans ces deux types d'enceintes dites passives ( elles transforment directement un signal électrique de forte puissance en pression acoustique). En effet, seule la chambre du boomer réclame volume et évent. Les médiums et tweeters fonctionnent très bien en chambre close.

### L'enceinte active

Cette dernière comporte un ou plusieurs amplificateurs intégrés ( le filtrage est effectué en basse puissance ). La perte de puissance dans les câbles est négligeable. Le rendement et la puissance obtenue sont hors du commun, mais le produit devient très coûteux.

## COMMENT CHOISIR ?

### Les critères du choix

La destination du produit :

( HIFI domestique ou SONO ? )

C'est la première question à laquelle il faut répondre. Le choix sera totalement différent suivant l'application ou le lieu d'utilisation. La taille de l'enceinte et sa forme physique vont entrer en ligne de compte. La façon dont vous aller faire "souffrir" les haut-parleurs et le type de musique vont également influencer sur votre décision. Combien choisissent les enceintes pour leur esthétique externe et en oublie les caractéristiques essentielles ?

Le prix :

Voilà bien le critère qui vous est le plus personnel. Il ne faut toutefois pas oublier qu'une telle dépense ne doit se faire qu'une fois tous les dix ans ( ou plus ) et que cet investissement doit être en rapport avec la qualité finale que vous recherchez : Inutile d'avoir une chaîne de très haut niveau si votre système de restitution acoustique est l'enfant pauvre de la famille. Au contraire : Il doit être le MEILLEUR et de loin.

La puissance admissible :

Elle doit être suffisante pour absorber pleinement les "fortissimi" d'une symphonie ou les envolées démentes d'un concert des DIRE STRAITS et ceci sans distorsion.

Attention au piège des Watts musicaux: évaluez en NOMINAL ou RMS et

optez pour une puissance 1,5 à 2 fois celle de votre amplificateur.

Le rendement :

A quoi servirait une puissance de 1000 Watts électrique et un rendement de 10 dB : à vous chauffer l'hiver, et encore, de façon médiocre.

Il doit être supérieur à 80 dB. Il est tributaire du type d'enceinte ( close ou bass-reflex ), du nombre de voies, de la qualité du filtre et des haut-parleurs.

Il est, hélas, proportionnel au prix et un compromis s'imposera à ce niveau.

Un rendement de 90 dB (et plus) est déjà excellent, 100 dB, c'est le luxe!

La courbe de réponse :

Elle doit être soigneusement étudiée, couvrir la plage la plus large possible ( de 20 à 20000 Hz ) et être, en principe, la plus linéaire possible.

A ce niveau, c'est le nombre de voies et la qualité du filtre qui priment.

La qualité des haut-parleurs et la longévité :

Le type de haut-parleurs, et la qualité de leur membrane détermineront la longévité potentielle du système. De nouveaux matériaux font leur apparition sur le marché. Nous en reparlerons bientôt.

L'encombrement :

Il détermine le type d'enceinte, et donc la limite de tous les autres paramètres : soyez le plus généreux possible.

La fréquence de résonance :

Elle doit être, dans la mesure du possible, en dehors de la courbe de réponse.

Dans tous les cas, la plus basse possible pour ne pas interférer avec le spectre musical.

L'impédance doit être compatible avec l'étage final d'amplification.

### Le rapport QUALITE-PRIX

C'est votre porte-monnaie qui emportera la décision finale. Ne sacrifiez pas le prix de vos enceintes au tape à l'oeil, car nous vous rappelons une toute dernière fois que ce sont elles qui restituent le SON reconstitué et acheminé par les différents étages électroniques : à quoi bon un lecteur de disque laser, un ampli 2x50 Watts de classe A, et une paire d'enceintes quelconques, au rendement ridicule et à la courbe de réponse déformée et tronquée aux extrémités du spectre sonore ?

Et souvent, on ne peut hélas juger de ce que l'on perd, à défaut de pouvoir comparer.

## CONCLUSIONS

Mieux vaut une bonne enceinte deux voies de qualité qu'une mauvaise trois voies qui ne tape que dans l'oeil ( à défaut de charmer l'oreille ). C'est une vérité première pour l'achat d'une enceinte toute faite. L'alternative, c'est la fabrication d'une enceinte en KIT, qui revient 30 à 40 % moins cher, à qualité égale s'entend. Nous aborderons ce fantastique sujet dans notre prochain numéro. Noël s'annonce musicalement chaud.

Acoustiquement votre

Gildas STENFORT et LE FUTE



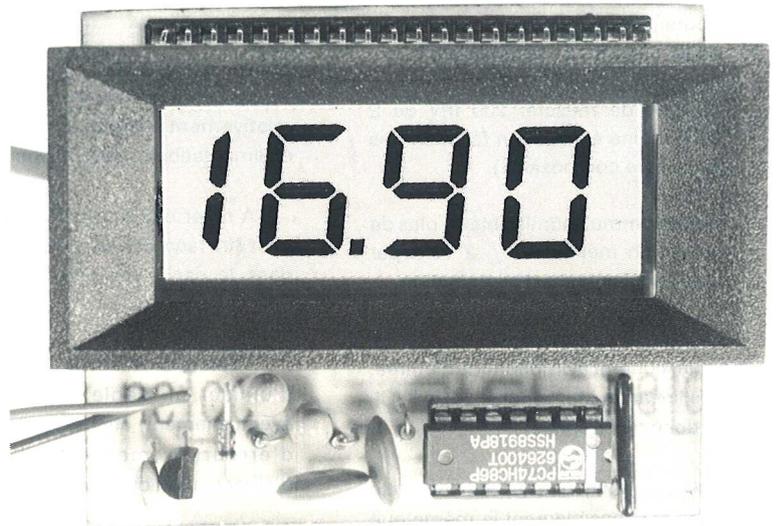
## Module afficheur LCD de tableau

Il y a de cela un an et demi environ, nous vous avons présenté différents schémas permettant de réaliser des modules afficheurs à base de LCD 3 digits 1/2 ou d'afficheurs 7 segments à LED.

Ces modules prévus pour fonctionner d'une manière autonome (alimentation par pile pour au moins la version LCD), permettaient d'y adapter différents capteurs (température, pression, humidité...).

Le montage que nous allons voir cette fois, même s'il fait appel aux mêmes composants dans sa majeure partie, possède toutefois des caractéristiques électriques et une ergonomie différentes.

Cette ergonomie, tout à fait adaptée pour permettre l'utilisation sur des alimentations, des appareils de mesures, en automobile, etc, en fait un montage très souple d'emploi.



### Le but

Certes, sans doute avez vous déjà vu, dans diverses publicités, des modules du même genre à des prix défiant toute concurrence.

Ces modules afficheurs, provenant de rebuts ou de fins de séries de contrôleurs numériques, peuvent paraître intéressants au premier abord.

C'est après avoir franchi le pas (par la concrétisation de leur achat), que les problèmes s'annoncent.

En effet, les notices fournies avec ces afficheurs laissent très clairement apparaître leur fonction d'origine, à savoir: la fabrication de contrôleurs numériques et l'utilisation spécifique sur pile.

Ceci veut encore dire que tous les schémas d'utilisation proposés (Ampèremètre, Voltmètre, Ohmmètre, etc...) sont en général clairement décrits, mais l'alimentation est, par contre, soit passée sous silence, soit représentée par une pile 9 Volts externe....

### Mode commun

Et tout cela remet en question les fameux problèmes du mode commun.

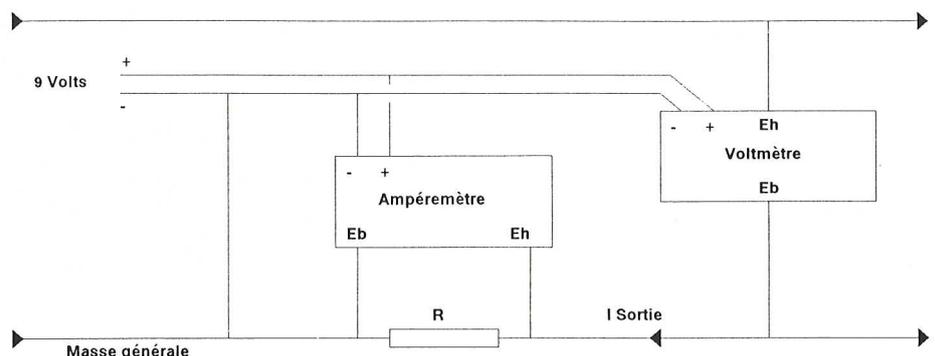
Car en effet, si l'on veut réaliser un Voltmètre et un Ampèremètre pour une alimentation par exemple, cela laisse supposer qu'il faut disposer de deux sources de 9 Volts flottantes (indépendantes) ce qui suppose un transformateur avec deux enroulements additionnels.

Cette étape est rendue d'autant plus inévitable par le fait que le circuit qui équipe l'afficheur (ICL 7106) ne peut mesurer correctement par ses entrées

différentielles (Eb et Eh) qu'une tension ne s'approchant pas plus de 0,5 Volt de l'alimentation positive ou d'un Volt au dessus de l'alimentation négative.

Or, il faut bien l'admettre, l'idéal pour notre exemple d'alimentation est que la masse d'alimentation de l'Ampèremètre et du Voltmètre (malgré en plus la chute de tension pour mesurer l'intensité I) soit la même que celle de la tension de sortie de l'alimentation stabilisée (Schéma ci-dessous).

Bref, voilà toutes les raisons qui nous ont incités à créer un module différent, souple d'emploi et spécifique.



Pendant que nous y étions, nous en avons profité pour élargir la tension de mode commun admissible et même à l'étendre à des tensions mesurées négatives par rapport à l'alimentation.

Les caractéristiques obtenues sont les suivantes:

- Tension d'alimentation: + 5Volts (sans régulateur sur la carte) ou de 8 à 20 Volts si le régulateur interne est monté.
- Courant d'alimentation: 8 mA environ (fonctionnement avec régulateur).
- Gamme de mesure: 200 mV ou 2 Volts pleine échelle (en fonction des valeurs de composants).
- Mode commun admissible en plus de la tension mesurée: +/- 2 Volts par rapport à la masse d'alimentation.

Les autres caractéristiques (dérive thermique, courant et impédance d'entrée, erreur de linéarité, etc, sont celles de l' ICL 7106 et donc très bonnes.

Signalons enfin que le coût de cette réalisation est sensiblement le même que ceux pratiqués pour les modules "tout faits" avec, bien sûr en plus, tous les avantages pré-cités.

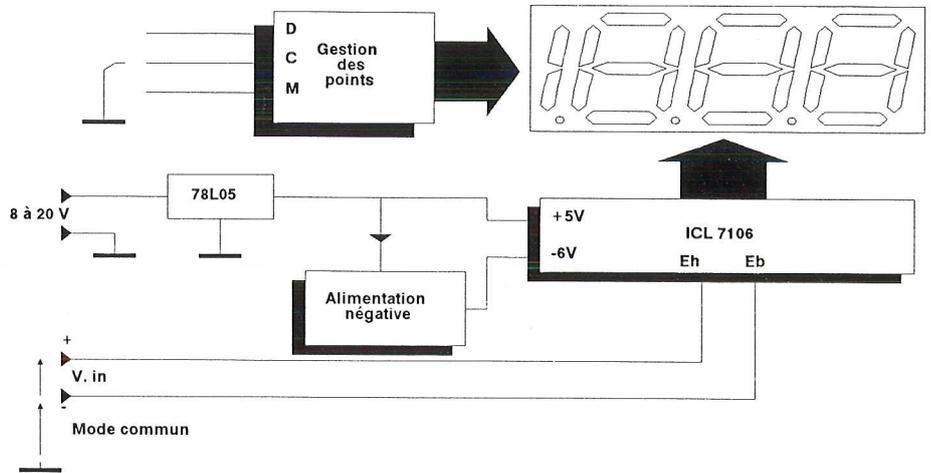
## Synoptique

En fait, pour obtenir les principaux avantages de cet afficheur, il suffit d'utiliser l' ICL 7106 comme un ICL 7107. Pour être plus clair, l'alimentation se fait avec une seule tension par rapport à une masse, une tension négative étant créée sur le montage pour obtenir le résultat.

Cette tension négative est créée par un doubleur qui fournit environ - 6 Volts par rapport à la masse. Cette tension négative est d'ailleurs suffisante pour permettre un mode commun jusqu'à - 5 Volts (donc de 3 Volts supérieur aux caractéristiques annoncées pour cette polarité d'entrée).

Ce système d'alimentation, transparent pour l'utilisateur, fait mieux comprendre maintenant pourquoi les mesures de tensions inférieures à la masse d'alimentation sont possibles.

Le doubleur fonctionne directement à partir du 5 Volts créé par le régulateur interne.



Vu de l'extérieur, le montage est ainsi relativement simple à câbler: deux fils d'alimentation et deux fils pour la mesure.

A noter que le moins de mesure (Eb) peut être raccordé au moins d'alimentation dans le cas d'une valeur alignée sur la masse générale.

Toutefois, il est toujours préférable d'utiliser un câble séparé (et blindé éventuellement) afin de ne pas provoquer d'erreur de mesure par le courant d'alimentation du montage.

Restent trois entrées qui correspondent à la commande des points décimaux. Celles-ci fonctionnent par mise à la masse de D, C et M: solution préférable à l'application d'un plus 5 Volts dont la valeur précise n'est pas forcément disponible sur le montage utilisateur.

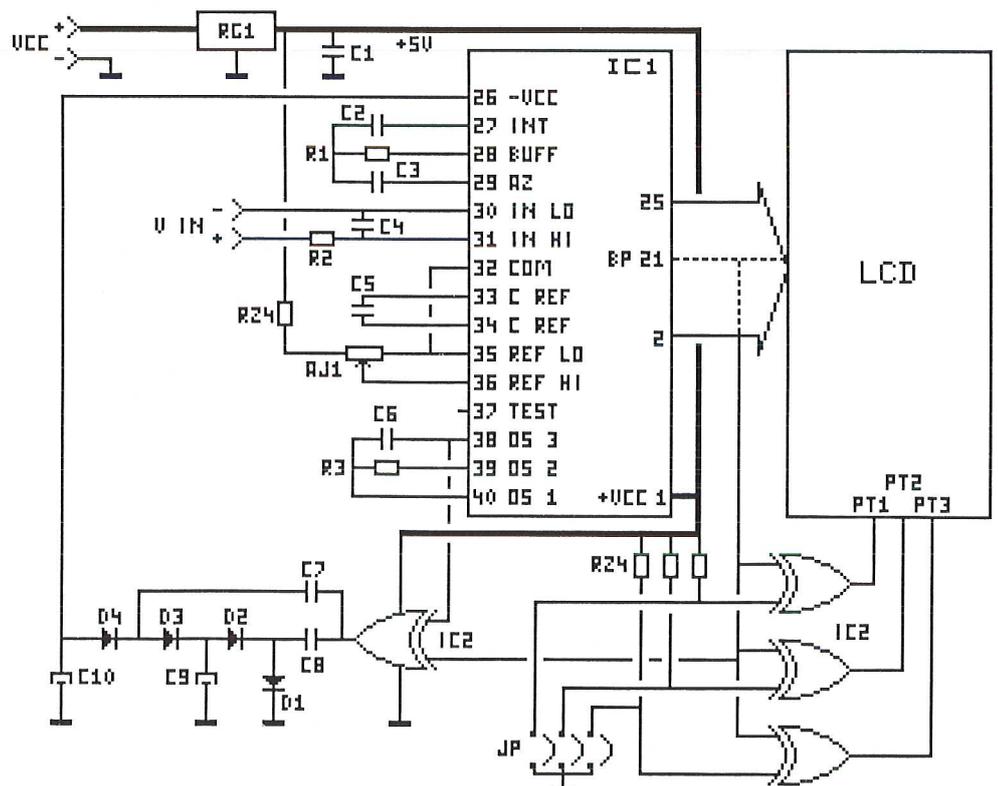
## Schéma de détail

Ce schéma montre que peu de composants additionnels sont utilisés par rapport à un système classique à 7106.

RG1 permet d'obtenir le 5 Volts stabilisé pour l'ensemble du montage.

IC2, quadruple OU exclusif, permet à l'aide de trois portes de piloter les points de l'afficheur LCD (commande en phase ou en opposition de phase par rapport au backplane (BP)).

En absence de pontet, chacune des résistances du réseau RZ4 assure l'état 1 et cette position correspond au point allumé. En usage normal, il faut donc relier deux des entrées à la masse pour ne conserver



qu'un seul point (ou les trois à la masse pour aucun point, évidemment).

La quatrième porte sert exclusivement (c'est le cas de le dire!) à fabriquer la tension négative. Elle récupère pour cela le signal OS3 qui est un carré à 48 kHz environ. (A noter que l'autre entrée récupère le signal BP (backplane), mais cela uniquement pour des raisons de circuit imprimé: cette seconde patte aurait normalement été reliée à la masse ou au plus 5V, ce qui ne change rien au fonctionnement).

Sa sortie attaque un double système à capacités, permettant d'obtenir les -6 Volts sur la patte 26 du 7106. C8, C9, D1 et D2 forment le premier doubleur, le reste des éléments le second.

Pour le reste du schéma, il correspond approximativement au câblage classique d'un 7106.

R3 et C6 définissent la fréquence d'horloge de ce circuit (ici environ 48 kHz comme nous l'avons vu plus haut).

L'une des résistances du réseau RZ4 et AJ1 déterminent la tension de référence: 1 Volt pour un calibre 2 Volts et 100 mV pour le calibre d'entrée de 200 mV. AJ1 est l'un des composants dont la valeur varie en fonction du choix de calibre 200 mV ou 2 Volts.

A noter que le moins de la référence (Ref Low: référence basse) est connecté à la patte 32 (commun).

C5 est la capacité d'intégration de la référence.

R2 et C4 sont câblés sur les deux entrées flottantes de mesure. Ce réseau RC permet de protéger l'entrée du 7106 et de créer une cellule de filtrage et anti-bruit "in-situ".

C'est d'ailleurs sur ces entrées que se situe une différence par rapport au câblage traditionnel, en ce sens que In Low n'est pas raccordé au commun (entrées flottantes et mode commun possible).

Enfin, les condensateurs C2, C3 et la résistance R1 déterminent la pente d'intégration et l'auto-zéro du circuit. Ces composants varient également en fonction du calibre choisi.

La partie afficheur est directement pilotée par les pattes 2 à 25 du 7106.

## Liste des composants

La liste ci-dessous correspond à une réalisation en calibre 2 Volts. Toutes les résistances sont des 1/4 de Watt 5%

Respecter si possible le type de technologie préconisé pour les condensateurs, certains devant rester stables en fonction de la température et avoir des courants de fuites faibles.

R1	470 k $\Omega$ (jaune, violet, jaune)
R2	1 M $\Omega$ (marron, noir, vert)
R3	100 k $\Omega$ (marron, noir, jaune)
RZ4	Réseau 5 x 4,7 k $\Omega$ L61S472 Beckman
AJ1	20 k $\Omega$ 67 WR
C1	0,1 uF céramique
C2	0,22 uF multicouche
C3	47 nF multicouche
C4	10 nF multicouche
C5	0,1 uF multicouche
C6	100 pF céramique
C7, C8	47 nF céramiques
C9, C10	10 uF tantales
IC1	ICL 7106
IC2	74 HC 86
RG1	78 L 05 (optionnel, voir texte)
D1 à D4	1 N 4148
LCD	Afficheur 3 digits 1/2 LTD 222 R 12 (RTC)
2 supports 40 Broches	
1 support 14 Broches	

### Version 200 mV

R1	47 k $\Omega$ (jaune, violet, orange)
C3	0,47 uF multicouche
AJ1	500 $\Omega$ 67WR Beckman

## Réalisation

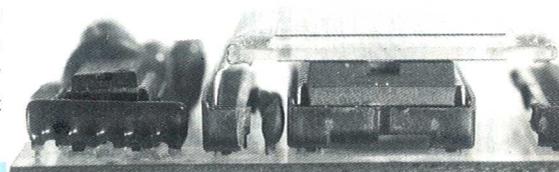
La photographie du début d'article le montre: l'afficheur est placé au dessus du 7106. Autant dire que cela conduit à un tracé de circuit imprimé assez fin et donc à des précautions de soudage encore plus soutenues qu'à l'accoutumée.

Nous aurons recours à d'autres photographies d'ailleurs pour les points particuliers de cette réalisation.

La sérigraphie page suivante est donnée à l'échelle 2 pour les mêmes raisons de densité élevée.

La solution la plus simple pour fixer l'afficheur nous a paru être un support traditionnel 40 broches.

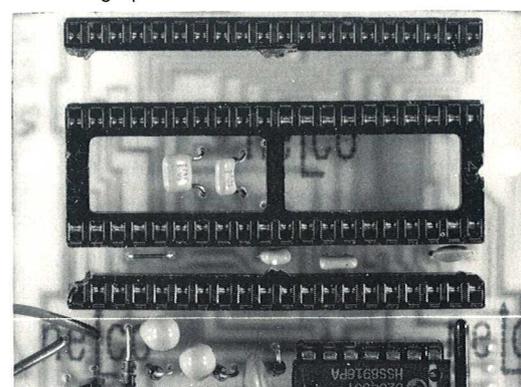
Celui-ci, généralement présenté sous forme de deux rangées de 20 broches réunies par trois traverses, sera sectionné pour être transformé en deux rangées simples d'enfichage comme le montre la photographie suivante.



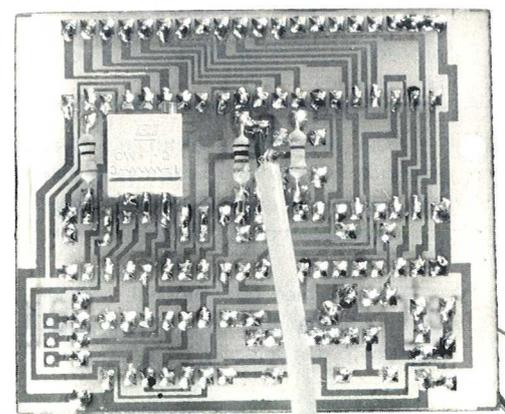
Un support du même type mais non martyrisé est prévu pour le 7106 et, compte tenu de sa forme déjà évoquée, les condensateurs C2 et C3 peuvent prendre place couchés sous le circuit intégré.

Avec d'autres supports encore plus allégés, il est même possible de monter les trois résistances R1 à R3 également sous le circuit intégré.

Cela n'a pas été le cas avec les supports que nous possédions, c'est pour cette raison que tous les composants montés côté cuivre sont en pointillés sur la sérigraphie.

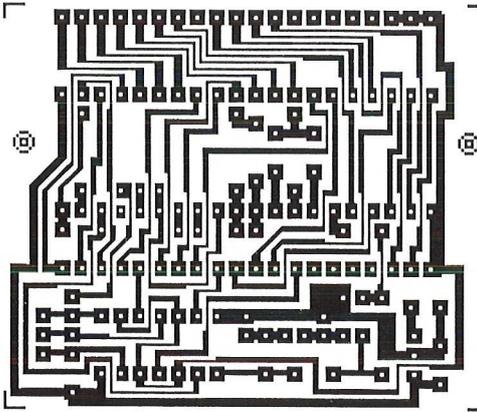


Dans ce cas, sont alors montés côté cuivre R1 à R3, AJ1 et le câble d'entrée de mesure.



Les broches d'AJ1 peuvent être pliées facilement (c'est même prévu dans la forme du boîtier) mais toute l'attention devra être portée au moment du soudage de ce composant (attention à la valeur en





fonction du calibre choisi). Cette position permet de plus un accès facile par le dessus du module terminé.

Pour les tantes attention au sens: là, c'est comme d'habitude.

D1 à D3 sont montées à la japonaise: verticalement.

Pour terminer le parcours du combattant, voyons RZ4. L'une des pattes, inutilisée, sera purement et froidement coupée ou plus simplement rabattue sur le côté (pastille bouchée sur la sérigraphie). Attention aussi à son sens dont le commun est repéré par un point (à coté de l'inscription "RZ4" sur la sérigraphie).

A l'issue de cet exercice de style dans la soudure, vous devez obtenir un montage finalement compact et digne d'en remonter à ceux du marché....

Pour terminer sur un aspect esthétique, deux perçage latéraux permettent de fixer le cache afficheur.

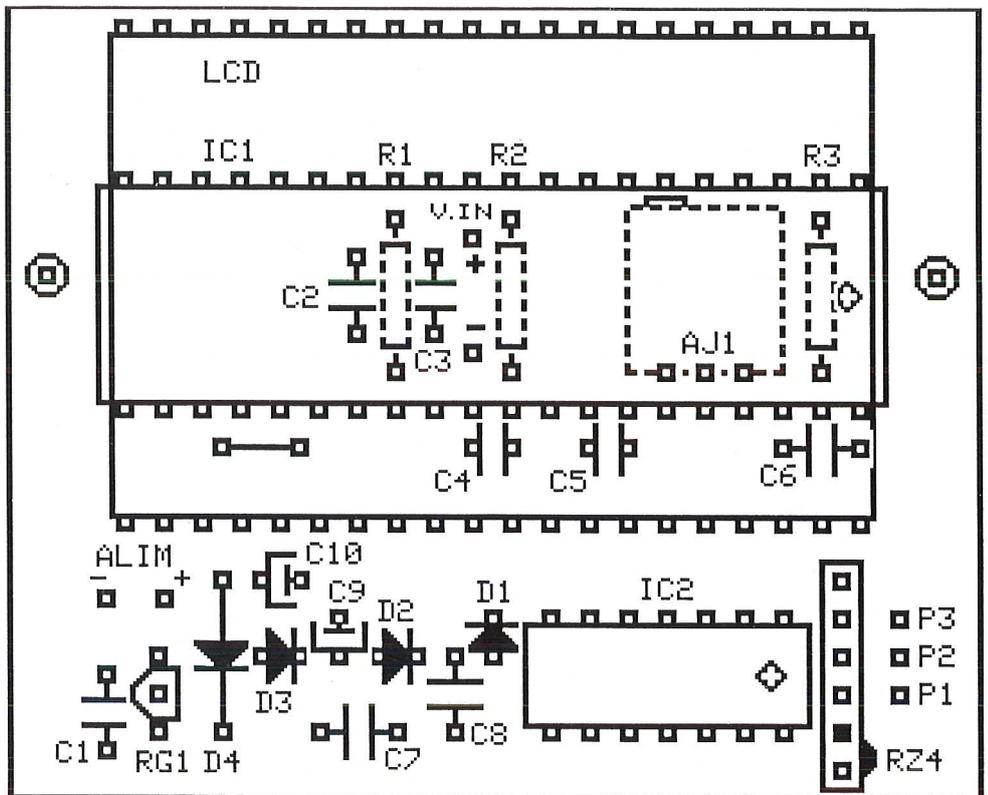
## Mise en service

Après avoir bien vérifié qu'il n'existe pas de pistes en court-circuit, on peut procéder à la mise sous tension et à l'étalonnage.

Pour procéder à celui-ci, relier ensemble les deux entrées de mesure et le tout à la masse et alimenter le montage sous une tension de 8 à 20 Volts.

Si tout va bien, l'afficheur doit indiquer 0.0.0.0 (puisque pour l'instant, on ne s'est pas occupé des points...).

La référence peut être réglée en mesurant la tension entre les pattes 35 et 36 et en réglant AJ1 pour obtenir 1 Volt (ou 100 mV si vous avez opté pour le calibre 200 mV).



Une chose est sûre: il ne faut pas "glisser" avec les pointes de touches!

Aussi, une autre méthode tout aussi fiable consiste à appliquer une tension connue et vérifiée au contrôleur (1,9V ou 190 mV suivant le cas) sur les entrées et de régler AJ1 pour obtenir la même lecture.

Cette méthode est d'autant meilleure que l'impédance du contrôleur ne vient pas modifier les résistances de la référence et donc le calibrage.

Vérifier ensuite que la mise à la masse d'alimentation des entrées P1 à P3 éteigne bien chaque point correspondant.

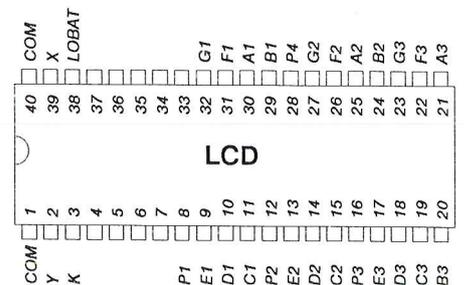
## Conclusion

Compte tenu du courant d'alimentation limité, des caractéristiques possibles du mode commun et de la souplesse d'emploi, c'est une unité d'affichage que nous retrouverons fréquemment dans diverses réalisations futures.

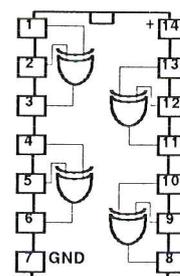
Dès le mois prochain d'ailleurs, nous retrouverons ce schéma dans une utilisation spécifique de régulation thermostatique.

Enfin, cette réalisation aura eu également comme but de montrer où peuvent se cacher les pièges de certains montages dits "clefs en main"...

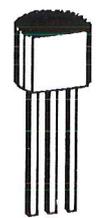
## Brochages



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	Caz
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



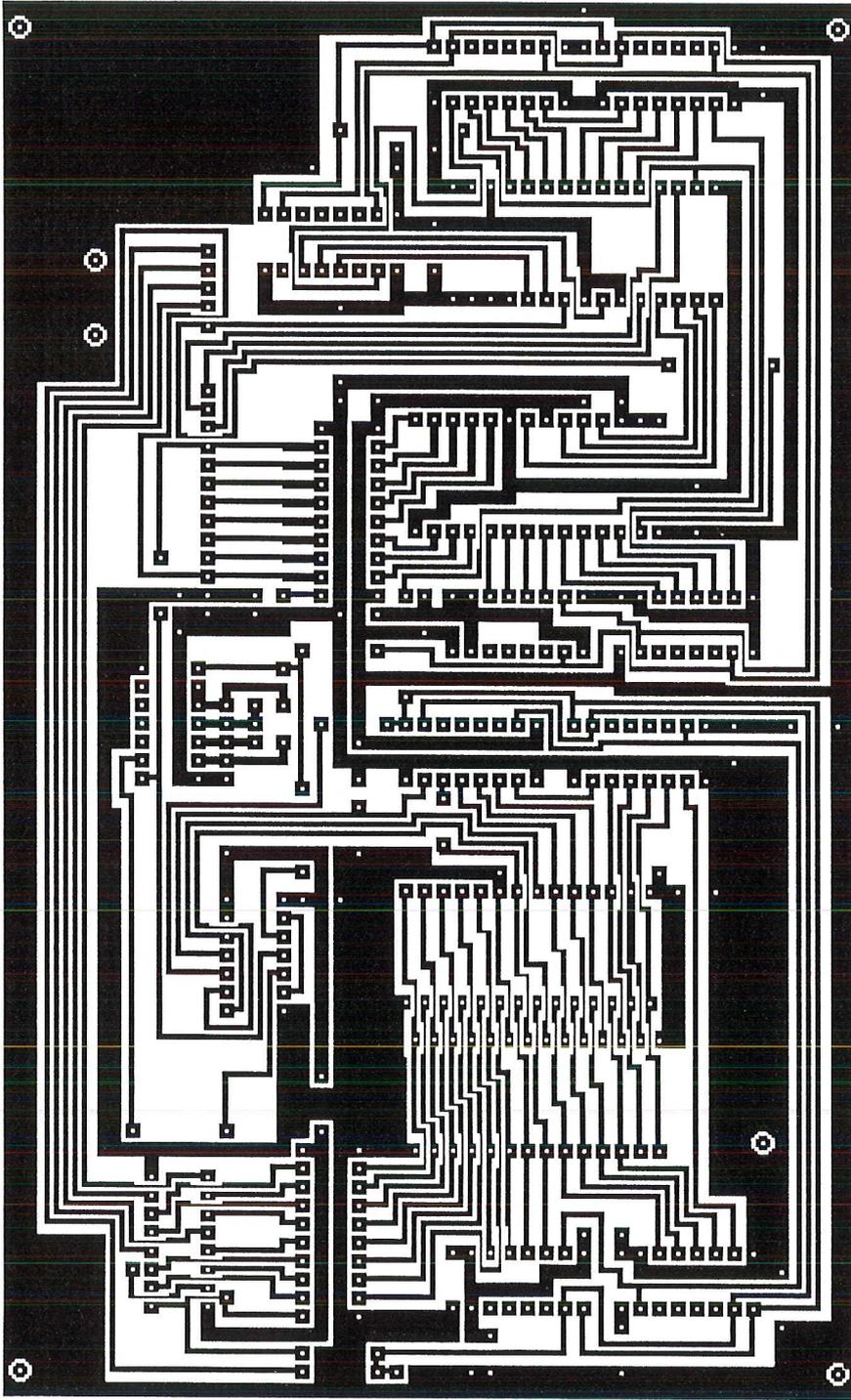
74HC86



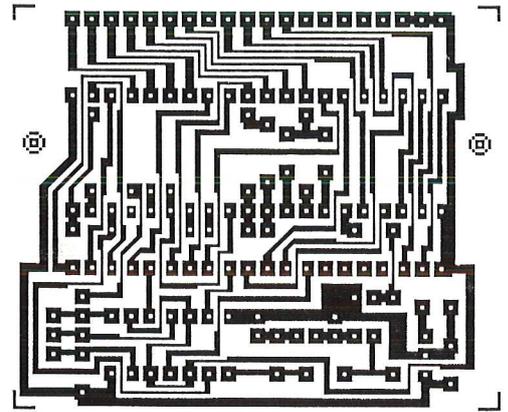
S M E 78 L 05

J.TAILLIEZ

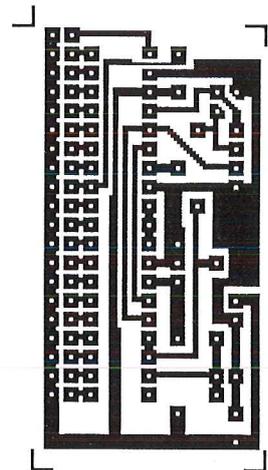




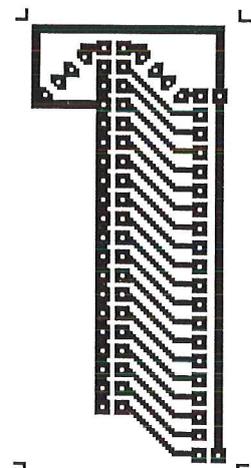
CIRCUIT DE LA PARTIE DIGITALE DE LA MIRE RVB



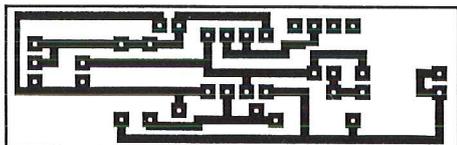
AFFICHEUR M7106



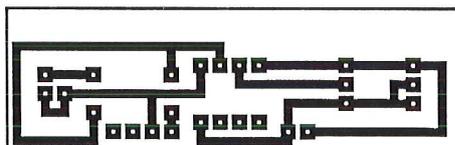
BARGRAPH



FLECHE BARGRAPH

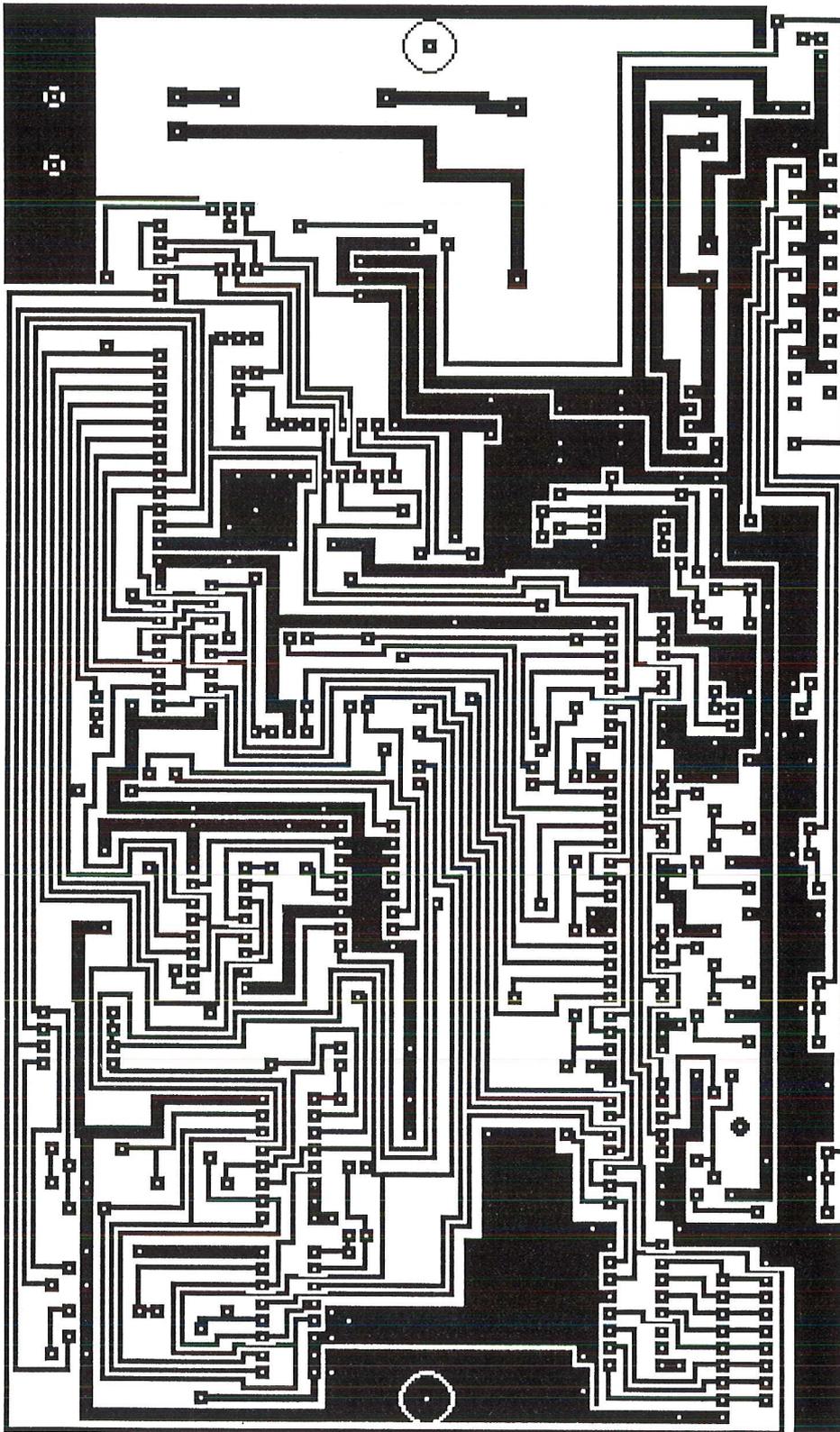


GENERATEUR DE DENT DE SCIE

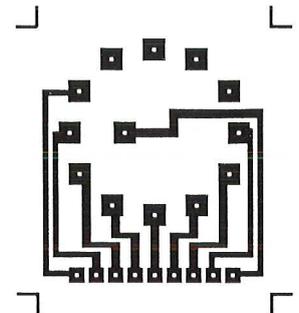


THERMOMETRE A LEDs

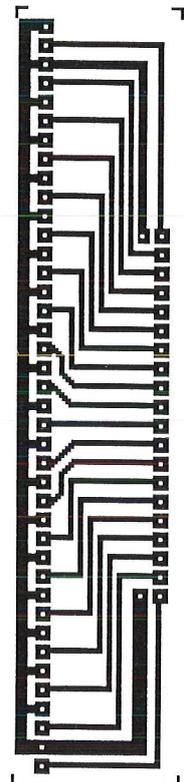




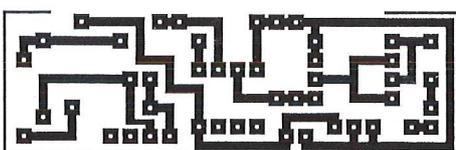
CIRCUIT DE LA PARTIE ANALOGIQUE DE LA MIRE RVB



ROTACTEUR DE LA MIRE



AFFICHEUR LONG



VUMETRE A LEDs



COMPTE-TOURS ANALOGIQUE





# Un générateur de mires R-V-B

La vidéo occupe aujourd'hui une place de plus en plus importante dans la vie de tous les jours. Que ce soit au travers de la télévision, du magnétoscope, du caméscope ou du lecteur laser, sa présence est de plus en plus fréquente.

Mais voilà, si son usage est courant, sa connaissance l'est beaucoup moins. Voici donc une bonne occasion au travers de cet article de démystifier quelques-uns des secrets qui entourent ce domaine.

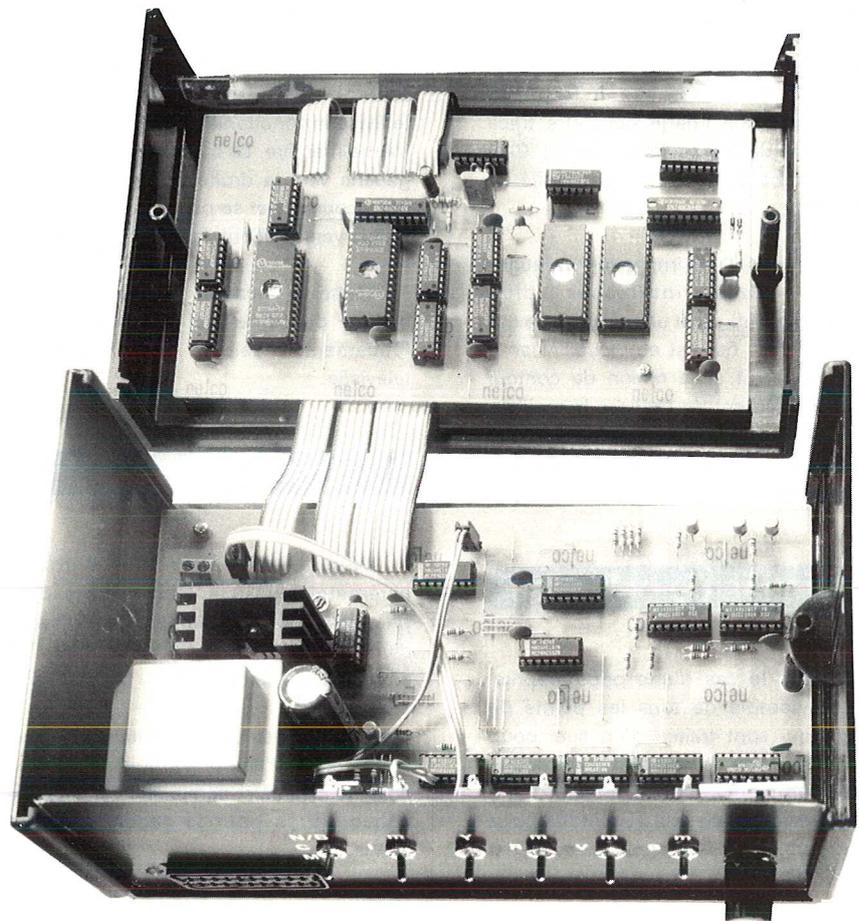
Il est évident qu'à la fin de cette lecture, le dépannage d'un téléviseur ne sera pas encore à votre portée, mais bon nombre d'informations vous seront déjà données qui je l'espère vous permettront de commencer à jouer avec l'image.

## Première approche

Il existe de nombreuses méthodes pour créer une image. La plus simple, et de loin la plus connue, est sans conteste la traditionnelle photographie.

Grâce à une multitude de points photosensibles (plus couramment appelés grains), l'ensemble de cette image est visualisable instantanément, chacun de ces grains se comportant comme une source lumineuse. La finesse de cette image dépend de la grosseur du grain employé.

Comme une image est figée dans le temps, l'obtention du mouvement est obtenue en faisant défiler plusieurs images l'une derrière l'autre. C'est ce qui s'appelle le cinématographe. La vitesse de défilement est fonction du standard ou de la précision qui est désirée pour l'analyse ultérieure de l'image (cas de caméras haute vitesse pour l'enregistrement de phénomènes très rapides). Le standard le plus fréquemment rencontré est de 24 images/seconde. Avec cette vitesse, l'effet



de saccade (chaque image étant figée) n'apparaît pas grâce à la persistance rétinienne de l'oeil. Il n'en reste pas moins un problème. Le passage d'une image à une autre n'est pas instantané et il faut faire appel à un obturateur pour masquer la transition. Cette étape représente 1/4 de la durée de la présence de l'image (la mécanique a ses limites). Cela se traduit par 1/96 de seconde d'absence de lumière (pour le changement d'image) et 3/96 de seconde d'éclairage. Ce déséquilibre s'accompagne d'un effet de scintillement désagréable. Pour supprimer ce phénomène, il a été choisi de venir éteindre une seconde fois l'image actuellement projetée et pour la même durée que celle du changement d'image. Cela se traduit

donc par une extinction de 1/96 de seconde pour le changement d'image, une projection de 1/96 de seconde pour l'image courante, de nouveau 1/96 de seconde d'extinction pour supprimer le phénomène de scintillement et enfin un dernier 1/96 de seconde pour projeter à nouveau la même image. L'image suivante subit le même traitement. Cette solution permet de porter artificiellement la projection à 48 images par seconde ce qui nous éloigne encore plus du seuil de persistance rétinienne (1/10 à 1/15 de seconde).

Une autre méthode pour créer une image est la projection vectorielle. Cette notion abandonne la structure de point et



fait appel à la notion de contour. C'est un ensemble de segments de droites qui vont donner la forme du motif. La précision dépend alors essentiellement du nombre de segments qui vont constituer ce contour à représenter. La différence essentielle entre ces deux systèmes repose sur l'unicité de la source par opposition aux multitudes de sources que constituent les grains de la photo. Ce principe est couramment employé sur les tables traçantes, sur les oscilloscopes (mode XY) et sur les projecteurs à rayon laser par exemple. L'avantage de ce principe est de pouvoir faire abstraction de l'aspect figé qui peut exister sur une photographie et de traiter la position de chaque point en temps réel. La précision du motif est alors tributaire de la vitesse à laquelle l'ensemble d'une image peut être tracé (dans le cas de dispositifs lumineux). Cela limite automatiquement la complexité de cette image.

Dans le cas d'une image télévisée (cas qui va nous intéresser plus particulièrement), c'est un mélange de ces deux principes qui est employé. Allier la notion de point et la notion de contour impose forcément de prendre le meilleur d'un système, de minimiser dans le même temps le défaut de l'autre et réciproquement.

## La notion de balayage

Si dans le cas d'une photographie, c'est l'ensemble de tous les points de l'image qui sont traités d'un seul coup (chaque point se comportant comme une source lumineuse), dans le cas d'une projection vectorielle, c'est point par point que s'opère l'analyse (une seule source est disponible).

Pour un système télévisé, comme la reproduction s'effectue par le déplacement d'un faisceau d'électrons, il faut donc analyser tous les points de l'image les uns après les autres. Chacun de ces points est couramment appelé pixel et cela fait penser à la notion de digitalisation (même si ce n'est pas le cas). Le passage de l'analyse d'un point au suivant est appelé balayage. Dans un premier temps, il n'existe aucune règle pour effectuer ce balayage. On peut parfaitement imaginer un système dont les déplacements pourraient s'assimiler à celui d'un cavalier sur un jeu d'échec, solution somme toute compliquée surtout pour ceux qui ne savent pas jouer aux échecs. Le plus simple reste de prendre un point, de l'analyser et de passer à son voisin. Comme chaque point dispose de huit voisins, je vous laisse deviner le nombre de

possibilités qui peuvent s'offrir pour balayer une image. Une analyse suivant une ellipse est parfaitement réalisable.

Si l'analyse est une chose, la reproduction (synthèse) en est également une autre. Il va de soi que dans les deux cas, les dispositifs utilisés doivent être les plus simples possibles.

Comme vous êtes arrivés sur cette ligne, le balayage d'un téléviseur ne doit donc pas vous poser de problème. Le texte de cette colonne peut s'apparenter à une image dont chaque lettre constitue le pixel. Pour le lire, vous avez balayé chaque ligne de gauche à droite et vous êtes revenu rapidement sur la ligne suivante pour pouvoir continuer cette lecture. Un téléviseur fonctionne exactement de la même manière. Le balayage s'opère de la gauche vers la droite en reproduisant la ligne courante et se poursuit par un retour rapide vers le début de la ligne suivante.

Cette explication fait apparaître la notion de ligne qui est une notion fondamentale dans le cas d'une image télévisée.

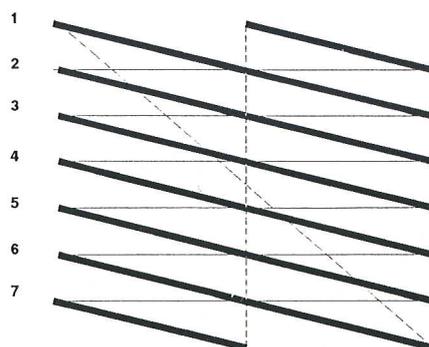
## L'entrelacement

Tout comme l'image cinématographique était victime d'un phénomène de scintillement, la restitution d'une image télévisée s'accompagne d'un phénomène analogue.

L'image est donc restituée en deux temps: tout d'abord les lignes impaires pour la première demie image puis les lignes paires pour la seconde demie image.

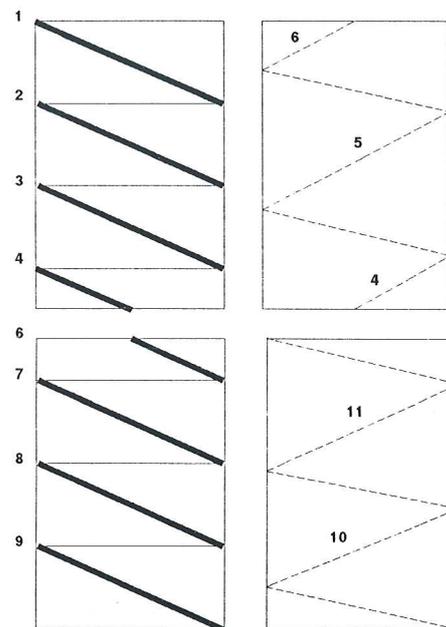
Chacune de ces deux demies images est appelée trame, seconde composante importante dans la constitution de l'image télévisée.

Cette analyse entre lignes impaires et lignes paires impose le même ordre au moment de la restitution. Il est appelé balayage entrelacé.



L'illustration en bas de la colonne précédente donne un aperçu de la structure d'une image entrelacée. Première constatation: comme la durée de retour trame (Retour du balayage du bas de l'écran au haut de celui-ci) est identique entre la trame paire et la trame impaire, le nombre de lignes balayées doit être impair.

L'image donnée à titre d'exemple est constituée de sept lignes. En traits forts est représentée la partie active de l'image vidéo. En traits fins, nous trouvons les retours lignes et en pointillé les retours trame. Chaque trame est constituée de trois lignes et demie. Cette modélisation reste cependant simpliste car elle ne correspond pas exactement à la réalité.



Cette nouvelle représentation est plus conforme à la réalité. On retrouve bien les quatre étapes qui sont les affichages trames et les retours trames. On peut constater que la durée des tops de retour n'est pas nulle et qu'elle vaut dans cet exemple chacun 2 lignes. Notre image explicative est en réalité composée de onze lignes d'où une nouvelle numérotation. Dans le premier exemple, la numérotation des lignes s'effectuait en fonction de leur disposition sur l'écran. Ici, elle est fonction de leur apparition dans le temps. C'est cette dernière qui est la plus couramment utilisée.

## De la théorie à la pratique

L'image télévisée commence à être une vieille dame puisque sa normalisation a maintenant près de soixante ans (1935 pour être précis). Il ne faut donc pas être surpris si un certain nombre de paramètres



ont été influencés par des critères de l'époque (l'électronique a fait beaucoup de progrès depuis).

## Sens du balayage

Première influence: le balayage s'opère de la gauche vers la droite pour la ligne et du haut vers le bas de l'écran pour la trame à la manière de la lecture d'un livre dans les pays latins. Il est fort à parier que si la télévision voyait le jour aujourd'hui, le balayage serait du haut vers le bas (pour la ligne) puis de la droite vers la gauche (pour la trame). N'est ce pas la manière d'écrire des japonais?

## Durée d'une image

Seconde influence: la fréquence de balayage trame est identique à la fréquence du secteur. Dans les années trente, il était difficile de faire disparaître certaines influences liées à ce type d'alimentation (filtrage, rayonnement magnétique, etc). Avec quarante huit trames par secondes et un secteur à cinquante pulsations par seconde, un phénomène stroboscopique de période de l'ordre d'une demie seconde ne manque pas d'apparaître. C'est le même phénomène qui fait que les roues des chariots semblent tourner à l'envers dans les westerns. Dans notre cas, c'est une bande plus sombre qui défile rapidement sur l'écran et qui devient visible du fait qu'elle est mobile. Si à cinquante trames par seconde, le défaut existe toujours, il n'est pas visible en raison de son immobilité (car c'est l'image qui change et qui "noie ainsi le poisson").

En France, le balayage s'opère à cinquante trames par seconde, c'est à dire à vingt cinq images par seconde (puisque le secteur est à 50Hz). D'autres pays ont opté pour soixante trames par seconde (30 images par seconde). Question: quelle est la fréquence de leur secteur?

60Hz! Bravo, vous avez tout compris. Profitons de cette incartade pour signaler que les phénomènes de papillotements inhérents au principe du balayage est moins sensible sur un balayage à 60Hz qu'un balayage à 50Hz.

## Nombre de lignes

Tout d'abord commençons par définir la taille de l'écran. Si le standard 16/9 devient à la mode aujourd'hui (n'est ce pas le format du cinémascope), dans les années trente, l'électronique préférait le format 1/1 (pour des raisons mécaniques de constructions; les premiers tubes de téléviseurs étaient même ronds). Un compromis fut choisi et un rapport de 4/3 fut retenu ( $4/3 = \sqrt{16/9}$ ). L'écran de télé

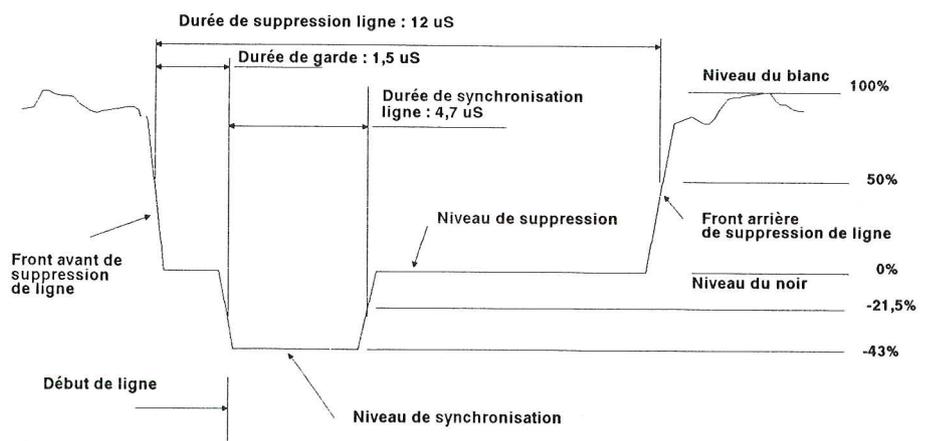
possède donc une largeur de 4L et une hauteur de 3L. Sa diagonale est donc de 5L. Cette diagonale est importante pour deux raisons: d'abord c'est elle qui est donnée quand on parle de taille d'écran. Ensuite c'est elle qui va définir la distance à laquelle il faut regarder l'écran.

Tous les amateurs d'art savent que pour regarder un tableau, il faut se placer à une distance égale de 3 à 5 fois la diagonale de ce tableau. Pour un téléviseur, une valeur de quatre fois la diagonale est couramment conseillée. Comme cette diagonale vaut 5L, il faut donc regarder l'écran à une distance égale à 20L.

Non, ce paragraphe n'est pas un cours d'esthétique, mais bel et bien la définition du nombre de lignes que doit posséder une image. Nous avons un écran dont la hauteur est de 3L et la distance d'observation de 20L. Cela nous donne donc un angle de vision de 8,53 degrés. Vu que l'oeil possède un pouvoir de séparation de l'ordre de une minute d'angle (angle en dessous duquel il n'est pas possible de discerner un détail), cela nous conduit donc à disposer d'une image qui présente un minimum de 512 lignes visibles.

Troisième influence: L'ensemble de tous les chronogrammes s'obtenait en partant d'une fréquence pilote et en passant au travers de toute une série de diviseurs simples (diviseurs par 2, 3, 5, 7, 11 et dans le pire des cas 13). Comme le nombre de lignes doit être impair, seuls des diviseurs impairs peuvent être utilisés. En cascasant 4 diviseurs par 5 nous obtenons 625 lignes qui est le standard actuellement utilisé en France. Aux Etats Unis, le système à 525 lignes est obtenu en associant un diviseur par 3, deux diviseurs par 5 et un diviseur par 7.

A titre d'information, signalons les systèmes français de 441 lignes (3x3x7x7) abandonné en 1956, britannique de 405 lignes (3x3x3x3x5) abandonné en 1985 et français de 819 lignes (3x3x7x13) abandonné en 1984.



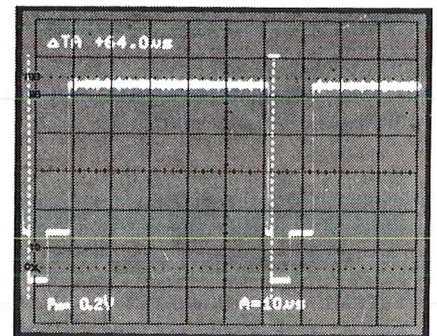
Dans le cas du système à 625 lignes qui nous intéresse, la durée d'une image est de 40ms (25Hz), celle d'une trame est de 20 ms (50Hz) et celle d'une ligne est de 64 $\mu$ S (15625 Hz).

## Détail d'une ligne

Nous voilà maintenant dans le vif du sujet. Une ligne se décompose en deux zones distinctes. La première comporte la partie vidéo utile qui sera visualisée sur l'écran. La seconde comporte la zone dite de synchronisation horizontale et qui provoque le retour ligne. Cette zone est appelée espace de suppression ligne.

Le signal transmis est constitué par un signal électrique qui devra comporter toutes les informations permettant de définir l'instant du top de synchro horizontal, le niveau du noir de l'image dans la ligne ainsi que le niveau maximal du blanc.

La zone de suppression ligne a été définie comme ayant une durée de 12 $\mu$ S. Cela nous laisse une durée de ligne active de 52 $\mu$ S.

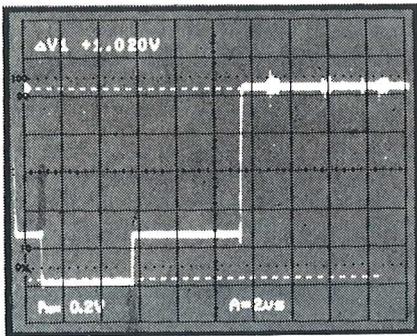


L'oscillogramme ci-dessus illustre la structure d'une ligne sur une mire de pureté. Cela permet de bien mettre en évidence la zone active (puisque constituée d'un blanc à 100%) et la zone de suppression.

Cette dernière de découpe à son tour en trois parties distinctes. La première est constituée par la zone de garde

couramment appelée "palier arrière". Elle a pour rôle de ramener le niveau du signal vidéo au niveau du noir. Cela permet de garantir que le retour du spot ne sera pas visible sur l'écran. La durée de ce palier est de 1,5uS. La seconde partie constitue le top de synchro. C'est lui qui doit provoquer le retour du spot sur le coté gauche de l'écran. Sa durée est de 4,7uS. Le front avant du top de synchro sert de référence temporelle pour la ligne. Le début de la ligne active doit se trouver 10,5uS après ce front. La troisième partie est constituée d'un palier qui donne le niveau du noir et qui doit servir de référence pour le téléviseur. Il est couramment appelé "palier avant". A noter que le bas du palier du top de synchro est aussi appelé niveau de l'infra-noir.

L'amplitude crête/crête (bas du top de synchro - blanc 100%) du signal appliqué au téléviseur sur la prise péritel est de 1Vcc.



L'oscillogramme ci-dessus illustre celui qui est obtenu avec la mire.

## Le retour trame

Avec ce signal, les choses vont se compliquer quelque peu. Tout comme pour la structure d'une ligne, une trame se décompose en deux parties: une partie dite de trame active et une seconde dite de suppression trame. Dans le standard 625 lignes, la durée active de l'image est donnée pour 575 lignes ce qui nous laisse

deux zones d'effacement de 25 lignes chacune. En fait la durée exacte de suppression trame n'est pas de 25 lignes mais de 25 lignes plus un palier de synchro horizontale, ce décalage permettant d'avoir égalité de durée d'effacement entre les deux trames.

La partie active de chaque trame est constituée de lignes comme elles ont été décrites dans le paragraphe précédent.

La partie suppression trame est beaucoup plus complexe que la partie suppression ligne, bien qu'une certaine analogie puisse exister.

Elle comporte tout d'abord une zone de pré-égalisation qui est l'équivalent du palier de garde du signal de synchro horizontale. Elle est constituée de cinq demies lignes dont les paliers de synchronisation sont de largeur moitié par rapport à ceux d'une ligne normale, cela afin de bien les différencier.

Vient ensuite la zone de synchronisation proprement dite. Elle comporte elle aussi 5 demies lignes dont la largeur des tops est importante devant celle d'un top de synchro ligne, toujours pour bien la différencier.

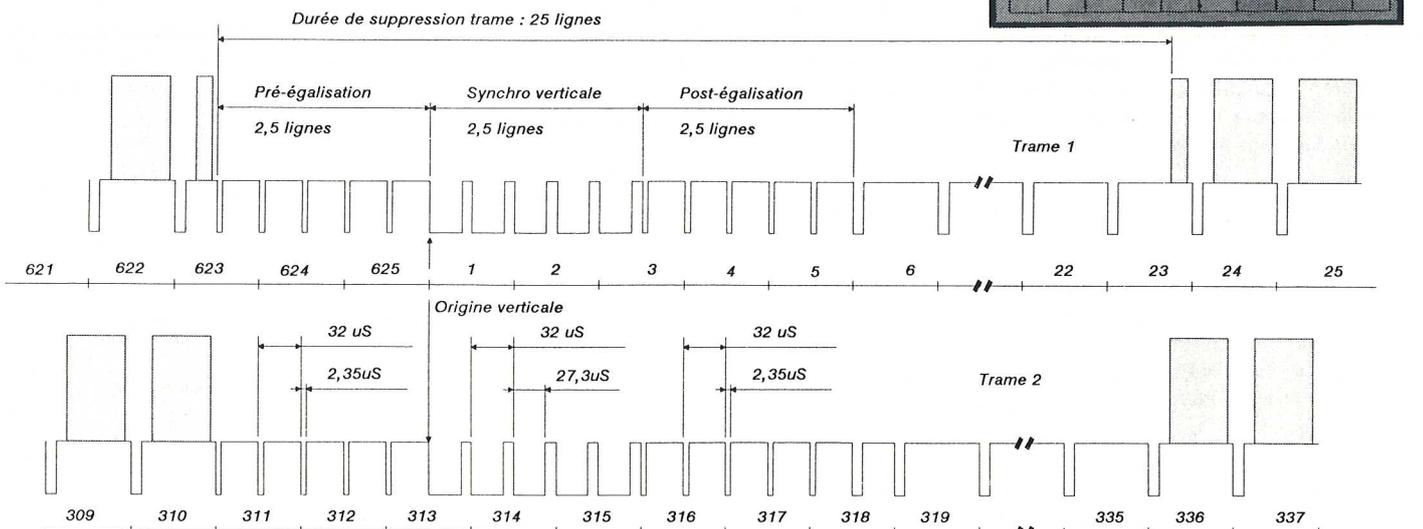
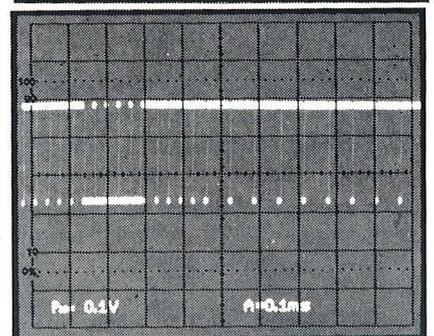
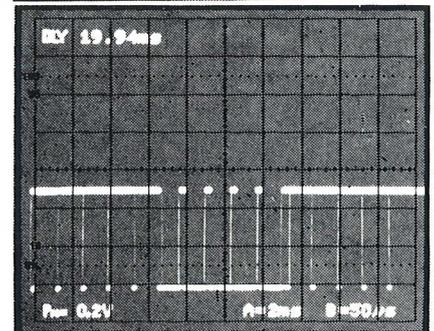
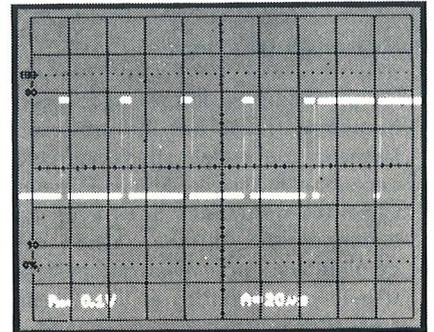
Arrive enfin la zone de post-égalisation dont la structure est identique à celle de la zone de pré-égalisation.

En plus de fournir l'information de synchronisation, ce bloc se charge d'assurer l'entrelacement des deux trames.

Le reste de la zone d'effacement est constitué de lignes classiques mais qui ne contiennent pas de signaux vidéo. Elles sont utilisées pour transmettre des informations annexes qui ne sont pas en relations avec le sujet de cet article. Ce sera l'occasion de pouvoir y revenir plus en détail à l'occasion d'un autre montage.

La figure en bas de page donne les signaux de synchro trame. Un certain nombre de remarques peuvent cependant être faites. Tout d'abord, c'est le front avant du top de synchro qui sert de référence pour l'origine verticale. Ce front est en concordance avec le début d'un top ligne dans le cas d'une trame impaire (ligne 1), et il se trouve en plein milieu d'une ligne dans le cas d'une trame paire (ligne 313).

On peut également vérifier la présence des deux demies lignes (23 et 623) qui permettent de rendre impair le nombre de lignes utiles (condition nécessaire pour obtenir un bon entrelacement).

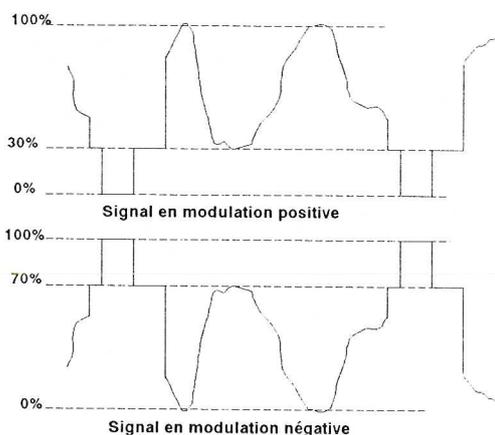


Ces trois oscillogrammes permettent de voir respectivement, le top de synchro vertical, la zone de pré et de post égalisation et la zone de suppression trame.

## La modulation

Jusqu'à présent, il n'a été fait mention de signaux dont les paliers des tops de synchro se situaient au minimum d'amplitude du signal. Ce standard qui est utilisé en France et en CEI principalement est appelé modulation positive. L'autre standard, utilisé par tous les autres pays, est appelé modulation négative. L'expression "lancée positive" ou "lancée négative" est similaire.

Dans le cas d'un signal en modulation négative, c'est le palier du top de synchro qui possède le maximum d'amplitude.



## Et la couleur dans tout ça?

Voici bien le point délicat de toutes ces explications. Le titre de cet article fait référence à une mire R-V-B.

R pour rouge, V pour vert et B pour bleu, pas de doute cette réalisation va bien jouer avec la couleur. Mais attention, cela s'arrête là (pour ce mois-ci en tout cas). Les secrets du NTSC, du PAL ou du SECAM n'y trouvent pas leur place.

La notion de RVB limite (volontairement et temporairement) l'usage de ce montage aux entrées RVB de la prise péritel du téléviseur. Pourquoi un tel choix? Tout simplement parce qu'un téléviseur est essentiellement une application analogique et comme telle, utilise des composants analogiques. Or tous ces composants quelques soient leurs qualités sont également entachés de défauts (problèmes de bandes passantes

en particulier). Cela équivaut à placer autant de filtres les uns derrière les autres. Comme le but initial est de régler les étages terminaux du téléviseur, il faut donc minimiser le nombre d'étages à traverser.

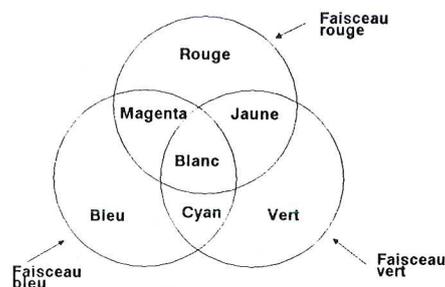
Cette petite explication passée, reste cependant encore beaucoup de choses à dire. La colorimétrie est un domaine riche en surprises et souvent l'occasion de mésententes ou d'incompréhensions entre personnes qui parlent pourtant de la même chose (mais pas forcément la même langue). A titre d'exemple, placez un dépanneur télé avec un imprimeur et laissez-les parler couleur. A la fin de la discussion vous ne savez plus si le ciel est rouge et la mer orange.

Avant d'élucider ce problème, partons depuis le début. Qui ne s'est pas amusé une fois à décomposer la lumière du jour avec un prisme ou un jet d'eau? Si ce n'est pas le cas, vous avez tous vus un arc en ciel. Cette petite expérience permet simplement de mettre en évidence que la lumière blanche qui nous entoure est constituée de toutes les couleurs du spectre visible avec une égale énergie. Les couleurs principales sont le rouge, l'orange, le jaune, le vert, le bleu et le violet. Chacune de ces couleurs est caractérisée par une longueur d'onde propre.

Des études avancées ont permis de mettre en évidence qu'à partir de trois couleurs soigneusement choisies, il était possible de reproduire toutes les autres teintes. C'est le principe qui est utilisé aussi bien au niveau d'un téléviseur qu'au niveau de l'imprimerie. Si en mélangeant du jaune avec du bleu on obtient du vert (c'est l'imprimeur qui parle), en mélangeant du vert avec du rouge on obtient du jaune (là c'est le dépanneur télé). En résumé, pour moi qui suis un néophyte, si à un mélange de jaune et de bleu, on ajoute du rouge, on récupère le jaune de départ. Donc en mélangeant du bleu avec du rouge on aboutit à une couleur transparente. A moins d'être prestidigitateur, comment dans la réalité peut on arriver à cette incohérence? A moins qu'il n'y ait une erreur quelque part. Et pourtant le dépanneur télé vous affirmera mordicus qu'en mélangeant du vert et du rouge on obtient du jaune (il a raison) et l'imprimeur du vert en mélangeant du jaune et du bleu (il a aussi raison). Attisez un peu et vous aurez droit à un pugilat en règle et en forme.

Pourquoi un tel risque de confusion alors qu'une couleur c'est une couleur. La colorimétrie (science des couleurs qui est la sagesse même) définit deux domaines d'applications: la trichromie additive et la trichromie soustractive.

## La trichromie additive

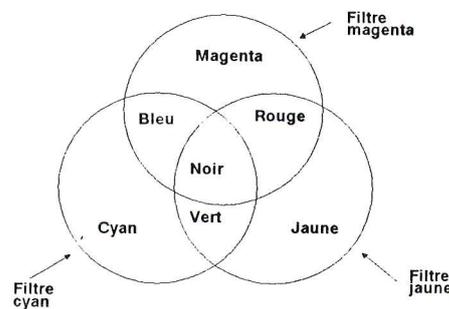


En projetant sur un mur blanc trois faisceaux décentrés de couleurs primaires (Rouge, vert, bleu) et en adaptant leur luminance, il est possible d'obtenir huit plages de couleurs différentes:

- une plage extérieure de couleur noire (mur non éclairé)
- une plage centrale qui comporte la couleur blanche
- trois plages périphériques constituées uniquement des couleurs primaires
- trois plages intermédiaires composées du mélange de deux couleurs uniquement
  - Rouge + Bleu = Magenta
  - Rouge + Vert = Jaune
  - Vert + Bleu = Cyan

C'est ce principe qui est utilisé sur un écran de télévision pour régénérer toutes les couleurs d'une image. Toutes les autres couleurs sont obtenues en jouant sur la luminance des couleurs primaires. Les couleurs Cyan, Jaune et Magenta sont appelées couleurs complémentaires.

## La trichromie soustractive



En projetant sur un mur blanc, un faisceau de lumière blanche au travers d'un jeu de trois filtres décentrés de couleurs complémentaires (Cyan, Magenta, Jaune), il est possible d'obtenir huit plages de couleurs différentes:

- une plage extérieure de couleur blanche (mur éclairé sans filtres)
- une plage centrale qui comporte la couleur noire

- trois plages périphériques constituées uniquement des couleurs complémentaires

- trois plages intermédiaires composées de la couleur commune  
Magenta + Cyan = Bleu  
Magenta + Jaune = Rouge  
Cyan + Jaune = Vert

C'est ce principe qui est utilisé en imprimerie ou en peinture pour régénérer toutes les couleurs d'une image. Chaque tache d'encre sur la feuille de papier jouant le rôle de filtre pour la lumière qui se réfléchit sur le support.

Pour terminer sur la polémique qui opposait notre dépanneur et notre imprimeur, il est bon de préciser que cet imprimeur commet une grossière erreur en confondant couleur bleue avec cyan et couleur rouge avec magenta, erreur qui est malheureusement fréquemment commise d'où source de nombreux quiproquos.

## La luminance

Dernière étape dans ce domaine de la couleur.

Si la couleur d'un point peut être obtenue en fonction d'une combinaison des trois couleurs fondamentales, sa luminance est une combinaison des luminances des couleurs primaires.

Les coefficients appliqués aux luminances des couleurs primaires doivent permettre de reconstituer la luminance du blanc W de référence, obtenu à partir de l'ensemble de toutes les couleurs du spectre visible.

Pour un téléviseur, compte tenu des couleurs de base employées (qui ne sont pas les RVB de référence) l'équation du signal de luminance est donnée par la relation:

$$E'y = 0,299 E'r + 0,587 E'g + 0,114 E'b$$

Ce signal de luminance donne la valeur des gris pour chaque point.

## Les mires

Abordons enfin le rôle de ce montage. L'étape précédente n'en demeurerait pas moins nécessaire pour mettre en place toutes les contraintes que doit respecter ce montage.

Cette réalisation comporte 8 mires de base auxquelles peuvent s'ajouter différentes sélections. Pour chacune de ces mires, les données de la couleur sont

disponibles sur les trois sorties RVB de la prise péritel alors que, dans le même temps, l'image noir et blanc est délivrée sur la sortie vidéo.

Au niveau des sorties couleurs, chaque composante peut être annulée indépendamment de ses voisines. Cela évite d'avoir à aller jouer avec la coupure des G2 (anodes accélératrices de chacun des canons) quand celles-ci sont disponibles. Cela sert essentiellement pour les réglages de pureté et de convergence du tube. Pour ces types de réglages, il est nécessaire de pouvoir disposer indépendamment de chacune des sources de couleurs.

De la même manière qu'il est possible de jouer sur chacune des couleurs, il est également possible d'avoir l'image en noir et blanc. Dans ce cas, l'action des suppressions des couleurs ne joue pas sur l'image finale. Cette option est utile pour pouvoir effectuer correctement le cadrage horizontal de l'image. Subtilité supplémentaire, la possibilité d'avoir simultanément les deux images. Cela est bien pratique à plus d'un titre. Tout d'abord de pouvoir juger de l'efficacité de la ligne à retard de luminance du téléviseur, de pouvoir régler le gain du circuit de luminance afin d'avoir égalité des gris entre les étages couleurs et les étages vidéo.

Pour terminer, il est possible sur certaines des mires d'incruster un damier périphérique afin d'obtenir un cadrage parfait de l'image.

Chacune des mires décrites ci-après seront accompagnées d'une photographie permettant de juger de leur aspect. Elles ont toutes été prises sur un téléviseur dont les réglages ont été volontairement altérés afin de faire apparaître certains détails qui normalement sont cachés. Si dans cet article, elles sont toutes en noir et blanc, vous pourrez en retrouver certaines en couleur à la fin de cette revue. Toutes ces reproductions ont essayé d'être les plus fidèles possible à la réalité, mais restent cependant tributaires des techniques de photographie et d'impression qui, à la manière des composants électroniques, apportent eux aussi leurs défauts.

Enfin pour certaines des explications, des photographies d'oscillogrammes seront données à titre indicatif. L'indication  $T=64\mu S$  donne un oscillogramme pour une ligne type, alors que  $T=20mS$  donne un oscillogramme pour une trame type.

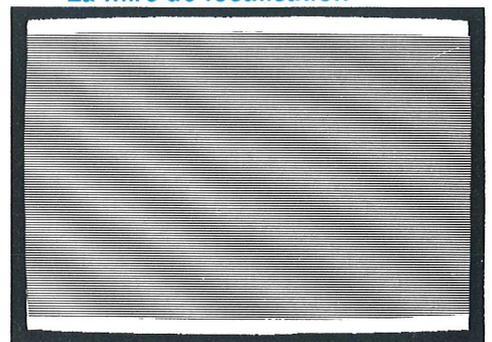
## La mire de bande passante

Cette mire est une mire monochrome constituée d'alternances de lignes verticales noires et blanches (une ligne



noire pour une ligne blanche). La fréquence élevée (4MHz) permet de juger de la bande passante de l'étage couleur (signaux RVB) et de l'étage vidéo (Signal Y). Le mode mixte permet de comparer visuellement le résultat et de juger entre autres de l'action du filtre de chrominance.

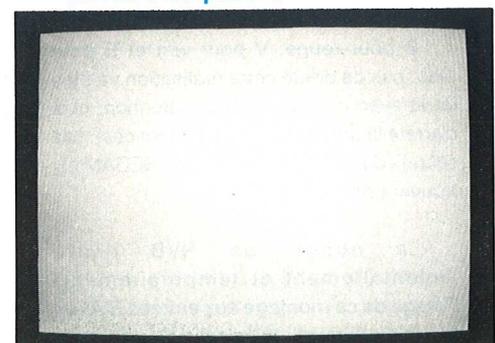
## La mire de focalisation



Cette mire est une mire monochrome constituée d'alternances de lignes horizontales noires et blanches (deux lignes noires pour deux lignes blanches à cause de l'entrelacement. L'application d'une trame blanche sur une trame noire rendrait trop visible l'effet de papillotement).

Cette mire permet de juger de la focalisation du faisceau d'électron sur l'écran du tube. Une mauvaise focalisation s'accompagne d'une diminution (voir d'une disparition de la ligne noire sur l'image (image floue)).

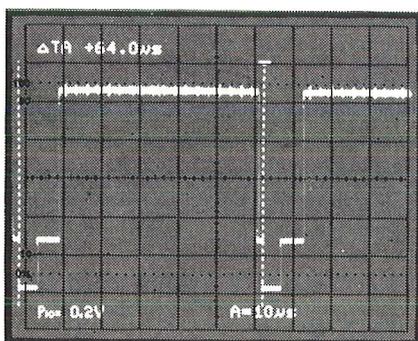
## La mire de pureté



Cette mire est une mire monochrome constituée par une image toute blanche.

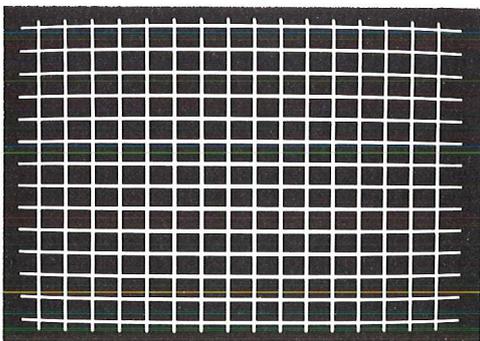
Comme son nom l'indique, cette mire sert à pouvoir régler la pureté du tube, c'est à dire à supprimer les défauts liés aux



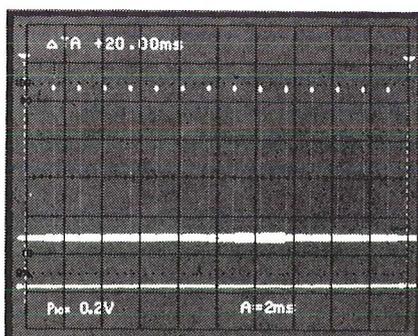
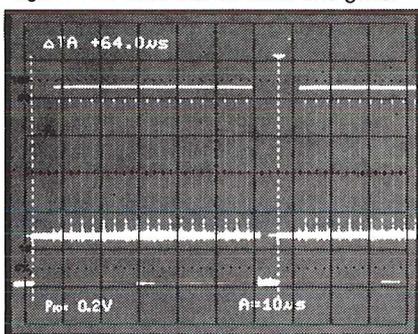


tolérances de fabrications ainsi qu'à l'action du champ magnétique terrestre. Le réglage s'effectue en jouant sur les aimants permanents qui se situent sur l'arrière du col du tube de manière à obtenir une image de couleur uniforme. C'est entre autres sur une image complètement rouge que le réglage est le plus facile. L'aspect final se contrôle par contre sur un écran blanc. Elle permet également de mettre en évidence les défauts (ou les absences) de l'action de la boucle de démagnétisation. Ces défauts sont fréquemment visibles sur les téléviseurs qui ne sont jamais éteints (cas de nombreux téléviseurs publicitaires qui fleurissaient dans les magasins il n'y a pas si longtemps de ça).

### La mire de convergence



Cette mire est constituée d'un croisement de lignes horizontales et de lignes verticales afin de créer une grille.

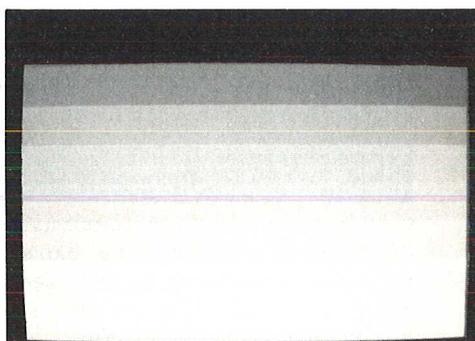


Le but de cette mire est de pouvoir corriger les défauts de convergence des faisceaux électroniques.

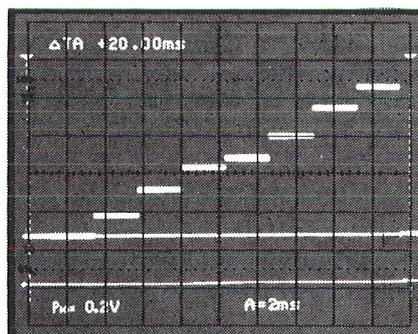
Pour pouvoir créer un point blanc, il faut que les faisceaux issus des canons rouge, vert et bleu du tube aboutissent sur le même triplet de luminophores de l'écran. Or l'écartement qui existe entre chacun de ces canons est de loin très grand devant la taille du triplet. En conclusion, la déviation qu'il faudra appliquer à chacun des faisceaux sera différente. De plus, la différence de déviation est fonction de l'endroit du tube à atteindre. Une électronique adaptée (ou maintenant des systèmes magnétiques) est insérée dans le téléviseur pour remplir cette fonction. Mais il arrive fréquemment qu'elle se dérègle. Cela se traduit généralement par un effet de flou sur les bords de l'écran. Avec une grille, le défaut apparaît comme un éclatement aux extrémités de la ligne blanche en trois lignes de couleurs rouge, vert et bleu (quand ce ne sont pas trois grilles qui apparaissent).

Ce type de mire est également très utile pour pouvoir régler tout ce qui est problèmes de centrage d'image, de linéarité, de déformation en tonneau ou en coussin, etc. C'est à dire tout ce qui tient de la géométrie de l'écran.

### La mire de barres horizontales



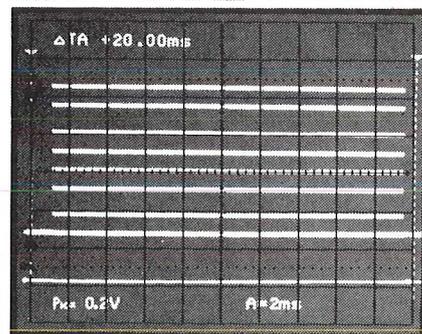
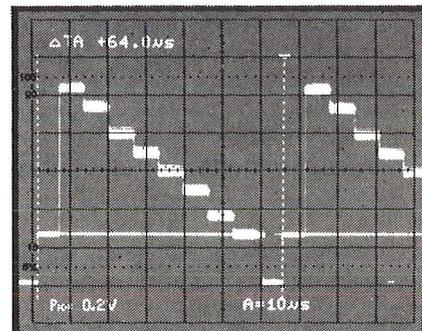
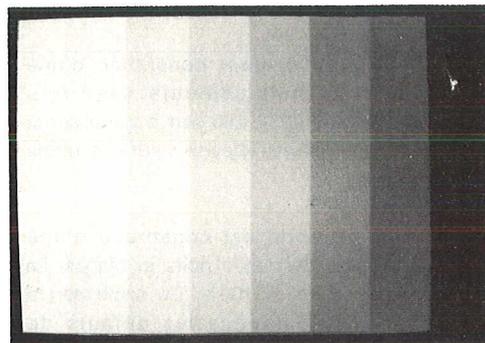
Cette mire est une mire couleur constituée de huit bandes horizontales comportant les huit couleurs de base (noir, bleu, rouge, magenta, vert, cyan, jaune et blanc).



Le rôle de cette mire est de pouvoir régler le gain des étages de sortie et ainsi d'adapter correctement la chaleur de chacune des couleurs. L'ordre des

couleurs est choisi de manière à obtenir une luminance croissante.

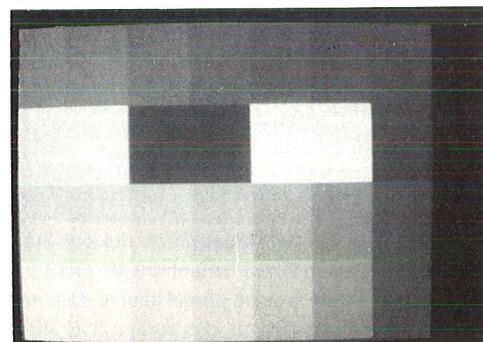
### La mire de barres verticales



Cette mire est une mire couleur constituée de huit bandes verticales comportant les huit couleurs de base (blanc, jaune, cyan, vert, magenta, rouge, bleu et noir).

D'aspect similaire à la précédente, elle n'en joue pas moins un rôle différent. Elle permet de juger de l'aptitude du téléviseur à reproduire les transitions qui peuvent se produire entre chaque bande de couleur. Sur cette mire, cela se traduit par l'apparition de fines bandes blanches ou noires aux endroits des transitions.

### La mire de dégradés



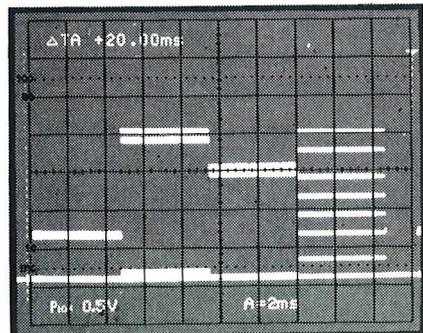
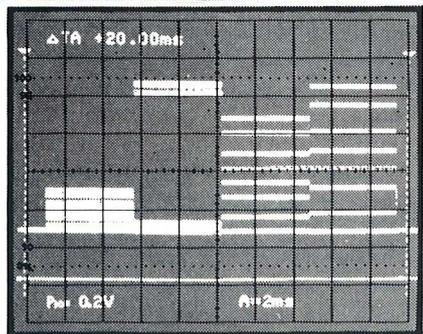
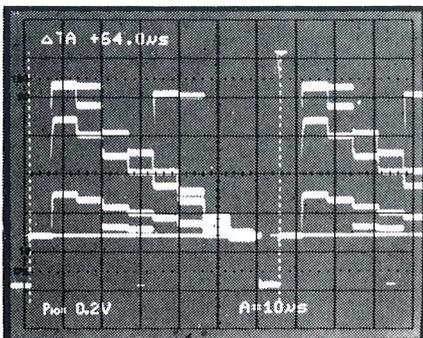
Directement inspirée de la mire précédente, cette mire permet de visualiser les effets des transitions à différentes luminances. Elle se décompose en quatre zones distinctes.

La première est constituée d'une bande de huit couleurs avec une luminance à 25%. Elle sert à visualiser le comportement du téléviseur sur une image sombre.

La seconde est constituée d'une succession de motifs noirs et blancs. La luminance est à 100%. Ce motif sert à mettre en évidence les défauts de transitions brutales entre une zone sombre et une zone fortement lumineuse.

La troisième est constituée d'une bande de huit couleurs avec une luminance à 75%. Elle sert à visualiser le comportement du téléviseur sur une image normale.

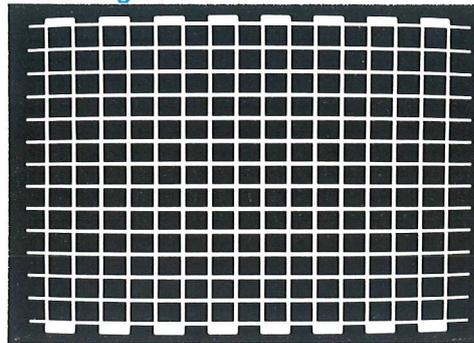
La dernière est une bande donnant l'échelle des gris et qui permet de visualiser la tendance de dénaturation du blanc en fonction de la luminance.



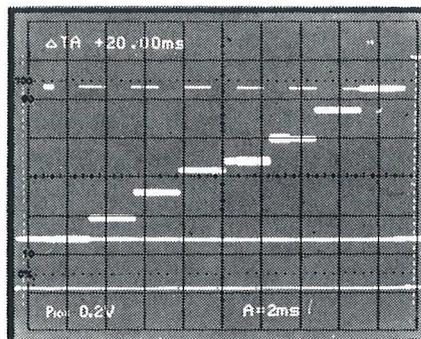
Tous les oscillogrammes qui ont été donnés jusqu'à maintenant ont été pris sur la sortie Y de la prise péritel sauf le dernier qui a été pris sur une des sorties RVB afin

d'illustrer la différence qui existe sur les signaux de bandes verticales.

### L'incrustation du damier de cadrage



Cette mire n'est pas une mire à proprement parler puisqu'il s'agit d'une incrustation qui vient se superposer à une mire existante. L'exemple donné ci-dessus utilise la mire de convergence comme support. Elle est constituée d'une alternance de carrés noirs et de carrés blancs qui sont disposés sur le pourtour de l'image. Le téléviseur qui a servi pour faire les photos n'a pas permis de réduire plus la largeur d'image afin de mieux faire apparaître le damier sur les bords droit et gauche de l'image.



L'oscillogramme illustre l'incrustation du damier sur la mire de barres horizontales. Pour ceux qui en douteraient, il confirme bien la présence des carrés sur les bords droit et gauche de l'image.

Cette incrustation n'est cependant pas disponible sur toutes les mires. Commençons par signaler la mire OIRT (qui est décrite juste après) pour la simple et unique raison que le damier doit être permanent sur ce type de mire.

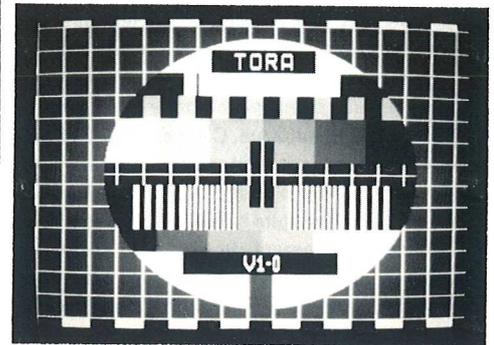
Vient ensuite la mire de dégradés (monochrome et couleur). Cette absence a été dictée dans un souci de ne pas vouloir compliquer inutilement une électronique déjà chargée dans cet endroit.

Pour finir la mire de barres verticales (en monochrome) qui est récupérée directement de la mire de dégradés.

Cette incrustation permet de réaliser parfaitement le cadrage et les amplitudes de l'image sur le téléviseur. Celui-ci est

parfait quand le damier a complètement disparu de l'ensemble de l'écran. Pour le cadrage horizontal, il est conseillé de se mettre en noir en blanc afin de faire intervenir le retard que ne manque pas d'apporter la ligne à retard luminance du téléviseur.

### La mire OIRT (Office International de Radio et Télédiffusion)



De toutes les mires, c'est certainement la plus célèbre. Bien que se faisant de plus en plus rare sur le petit écran, elle n'en est pas moins toujours présente. Elle est aussi couramment appelée mire TDF du nom du service qui la distribue.

Cette mire complexe est, à elle toute seule, une réunion de toutes celles qui ont été vues jusqu'à maintenant. Cependant pour des réglages spécifiques, il est conseillé de prendre la mire adaptée pour le réglage concerné.

La mire OIRT est par contre idéale pour voir tous les défauts d'un seul coup d'oeil.

L'ensemble de l'image peut se décomposer en trois zones distinctes. Tout d'abord le damier composé de carreaux noirs et blancs disposés sur le pourtour de l'image. Ensuite une grille placée non plus sur un fond noir comme dans le cas de la mire de convergence mais sur un fond gris de luminance de l'ordre de 30%. Enfin pour terminer d'un cercle qui permet de régler les amplitudes et les linéarités horizontales et verticales. La hauteur du cercle représente 83% de la hauteur de l'image. Les photographies qui sont données à titre d'exemple dans cet article illustrent bien les déformations qui ont été apportées sur le téléviseur (réduction de la hauteur).

Pour continuer la description de cette mire, vous avez sans doute déjà remarqué que le cercle possédait aussi bon nombre de dessins. Il se décompose en fait en neuf nouvelles zones utiles.

La première comporte un rectangle noir sur fond blanc. Dans ce rectangle noir vient s'inscrire en général le nom du service national de diffusion de la mire.



La seconde commence par une transition du noir absolu au blanc pur puis termine par la transition inverse. Une bande noire étroite vient s'inscrire dans le premier tiers de la bande blanche (bande d'écho).

La troisième est constituée d'une succession de carreaux noirs et de carreaux gris à 75% de luminance.

La quatrième comporte la succession des bandes verticales de couleurs.

La cinquième reprend la grille de convergence mais sur fond noir cette fois-ci.

La sixième est constituée d'une succession de lignes blanches et de lignes noires à différentes fréquences. La disposition est symétrique sur l'ensemble de la zone. Elles permettent de juger de la bande passante vidéo.

La septième comporte une échelle de gris allant de 0 à 100% répartie sur 6 niveaux.

La huitième est complémentaire de la première et comporte une indication de distribution (ici le numéro de version).

La neuvième et dernière est composée d'une transition rouge sur fond jaune.

Toutes les remarques qui ont été apportées sur les mires précédentes restent valables et applicables sur cette mire.

## Influence de la ligne à retard de luminance

Sur un téléviseur classique, le signal vidéo est constitué d'un signal de luminance (échelle des gris) et d'un signal de chrominance (échelle des couleurs). Les deux regroupés permettent de définir la teinte d'un point.

Le circuit de traitement de chrominance provoque un retard de la couleur par rapport au signal de luminance. Pour annuler cette différence, un retard volontaire est introduit afin de réaligner les deux signaux. C'est ce que réalise cette ligne à retard. Sa valeur est généralement comprise entre 330 et 470nS.

En attaquant le téléviseur directement sur les entrées RVB, aucun élément de l'étage vidéo n'est sollicité. Par contre, en passant par l'entrée vidéo, celui-ci est utilisé et, par conséquent, cette fameuse ligne à retard aussi. Il s'en suit donc un décalage entre les deux images, décalage qui est parfaitement visible quand le

montage est utilisé en mode mixte (couleur et monochrome simultanément).



## Le montage

Après ce "très" court préambule de présentation, nous voici donc arrivés sur la phase principale de cet article.

Comme on peut s'y attendre, la télévision étant un monde analogique, cette réalisation comportera de l'analogique. Tous ceux qui ont déjà vu des réalisations de mires auront remarqué qu'elles sont faites généralement avec des circuits digitaux. Il y aura donc du digital. Comme cela, il y en aura pour tout le monde ce qui ne fera pas de jaloux.

Ce montage est en fait constitué de deux cartes: une renfermant toute la partie digitale, l'autre renfermant la partie analogique.

## Schéma de la partie digitale

Cette partie se décompose en deux éléments. L'un qui va servir à fournir les signaux nécessaires pour la composition des sept mires de base et de l'incrustation, l'autre qui va se charger de générer la mire OIRT, ces deux parties restant malgré tout interdépendantes.

Tout tourne autour de l'utilisation particulière d'EPROMs. Ceci étant annoncé, l'électronique qui en découle devient particulièrement simple. Autre suprême avantage, la modification d'un motif d'une mire devient d'une simplicité extrême sans pour autant remettre en question l'électronique qui gravite autour (Attention quand même ici, où les EPROMs se mordent malgré tout la queue, cela dans le but louable de réduire le nombre de composants).

La fréquence d'horloge a été choisie à 8 MHz. (Fréquence minimum pour obtenir une précision suffisante sur les mires utilisées).

Avec une fréquence d'horloge de 8MHz et une durée d'image de 40 mS, c'est 320 000 informations par mire qui seront nécessaires. Si pour les mires monochromes, un seul bit peut suffire, pour les mires de bandes 3 bits sont nécessaires et pour la mire de dégradés 4. Avec 320000 informations sur 14 bits, je vous laisse le soin de calculer la taille du banc mémoire. Si vous n'y arrivez pas, je vous souffle dans le creux de l'oreille qu'il ne faut pas moins de seize 27512. Eh! partez pas, je n'ai jamais dit qu'il fallait déjà autant de mémoire pour commencer ce montage. Tout comme moi, vous avez vu les photographies des différentes mires et un détail a dû vous sauter à l'oeil. Toutes ces mires présentent un aspect géométrique des plus alléchants pour essayer de trouver des simplifications. Pour toutes les mires qui sont composées de lignes ou de bandes verticales, un seul motif est nécessaire. Pour celles qui sont composées de lignes ou de bandes horizontales, autant de motifs que de lignes différentes. Attention, il ne faut pas oublier les combinaisons que ne vont pas manquer de générer les incrustations. Voilà qui complique à nouveau les choses. Mais peu importe, l'idée est là. Il suffit de stocker chaque ligne en mémoire et de venir sélectionner la ligne qui va bien pour la reproduire. Une ligne dure 64uS et à raison d'une horloge à 8 MHz, cela nous fait 512 points à mémoriser pour chaque type de ligne. Comme une image est constituée de 625 lignes, voilà de bonnes raisons d'espérer de faire des économies de mémoires. Allez! ayant déjà fait les calculs (et pour cause), avec une 2732 et une 2764 on obtient exactement le même résultat. En fait ce sont deux 2764 qui seront utilisées, cela de manière à pouvoir disposer de temps d'accès beaucoup plus rapides (en effet avec 8MHz de fréquence d'horloge, cela ne laisse que 125nS pour pouvoir travailler. Et comme en plus, c'est une EPROM qui vient en sélectionner une autre, il n'est pas question de traîner, à moins qu'une déchirure de l'image en plein milieu de l'écran ne vous dérange pas). Ah oui, j'ai oublié de vous dire, s'il faut effectivement 512 points pour générer une ligne, comment vous faites pour générer les tops de synchro verticale qui eux n'ont qu'une durée de 32uS, c'est à dire une demie ligne. Pour éviter de se faire des noeuds au cerveau avec les lignes qui sont entrelacées, les tops de synchro qui sont décalés,..... Stop! On va travailler sur des demies lignes et comme ça, tous les cas pourront être envisagés simplement.

Cette partie de schéma est vite parcourue.

Elle comporte pour commencer un oscillateur constitué de trois inverseurs (IC12), du condensateur C1, des



résistances R5 et R6 et du quartz Q1. Les résistances R5 et R6 viennent placer les deux portes correspondantes en équilibre sur leur seuil de basculement. Il ne faut pas grand chose pour qu'elles décident de changer d'état, voir à osciller librement. Le condensateur C1 se charge de transmettre la variation de la première porte à la seconde qui ne manquera pas à son tour de changer d'état. Le quartz Q1 joue le rôle de filtre en n'autorisant qu'une oscillation à sa fréquence de résonance. La troisième porte se charge de mettre en forme l'oscillation pour qu'elle devienne une horloge carrée.

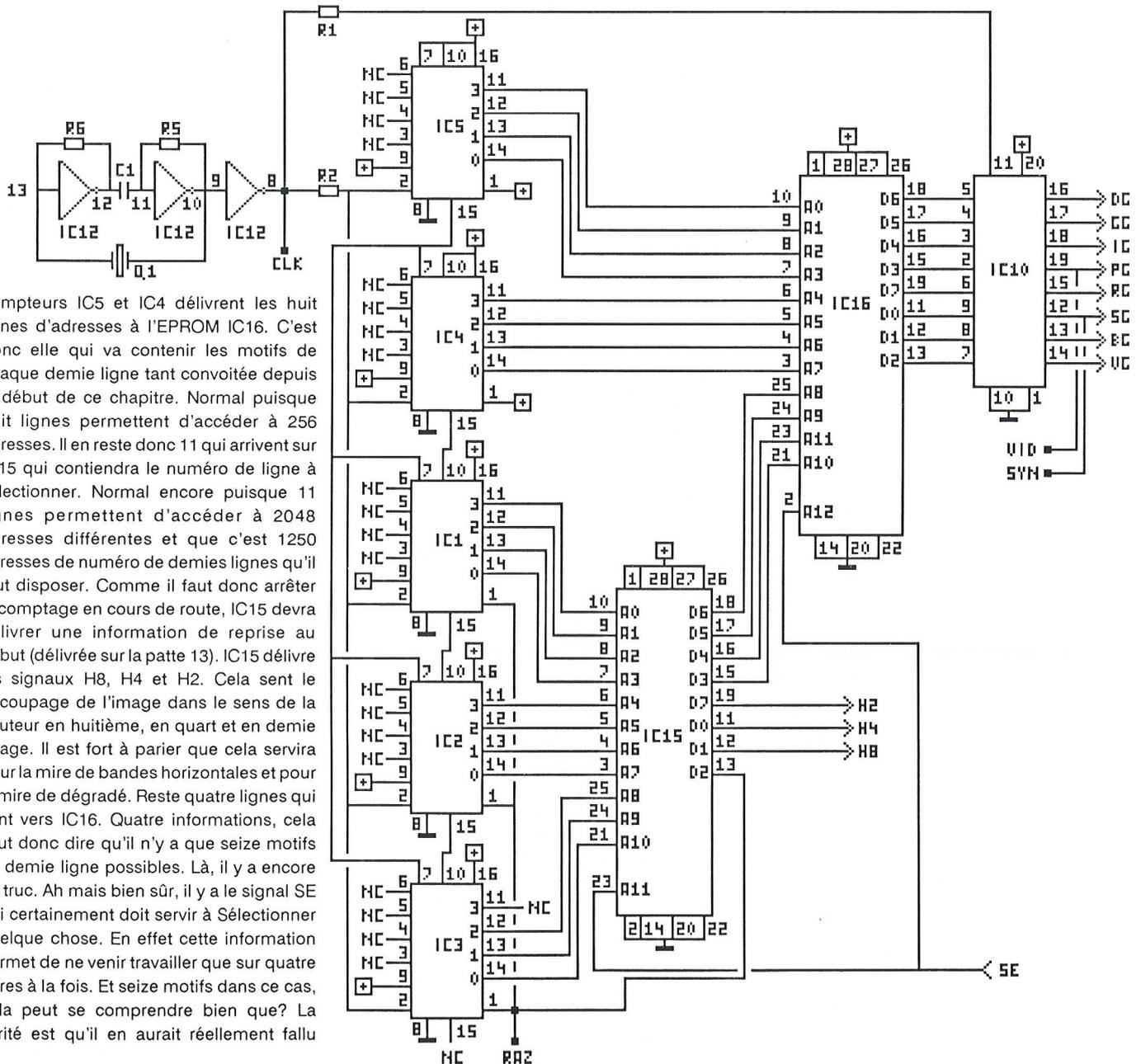
Le signal d'horloge est appliqué au travers de R2 sur une série de compteurs qui se chargeront de fournir les adresses aux deux premières EPROMs. Chacun des compteurs IC5, IC4, IC1, IC2 et IC3 sont cascades de manière à délivrer les 19 lignes d'adresses. Les deux premiers

disposer de dix sept pour couvrir tous les cas envisagés. Autant dire que pour une demie ligne supplémentaire il aurait fallu tout casser. Il y a donc un sacrifié dans l'histoire. C'est la mire de focalisation qui en a fait les frais. Les extrémités haute et basse de l'image sont constituées d'une bande blanche. C'est la ligne noire avec incrustation qui a disparu et qui a été remplacée par la ligne blanche.

Pour terminer les explications sur cette partie, signalons l'octuple bascule de sortie (IC10) qui vient mémoriser pendant tout un coup d'horloge les données du point courant. Cette précaution est rendue nécessaire car, lors du changement d'état des lignes d'adresses, la sortie des lignes de donnée prend un état totalement aléatoire ce qui ne manquerait pas de venir perturber pour chaque point la qualité de l'image.

Les sorties disponibles sont les suivantes:

- SG = Sortie signal de synchro. Il s'agit en fait du signal complémentaire pour pouvoir être compatible avec la structure de la carte analogique. Cette synchro est la synchro composite normalisée comme elle a été décrite au début de cet article.
- RG, VG, BG = ce sont les signaux RVB utilisés pour générer les bandes de couleurs ou de gris verticales.
- IG, DG = le signal IG est la commande d'incrustation et DG le motif à incruster. Ces signaux sont utilisés pour pouvoir insérer le damier périphérique sur les mires correspondantes.
- PG = Signal de pureté. En fait ce signal est double. Il délivre dans un cas le signal utile pour la mire de pureté et dans le deuxième cas celui de la mire de focalisation.
- GG = Signal de grille. Tout comme pour le signal PG, cette sortie permet de fournir



compteurs IC5 et IC4 délivrent les huit lignes d'adresses à l'EPROM IC16. C'est donc elle qui va contenir les motifs de chaque demie ligne tant convoitée depuis le début de ce chapitre. Normal puisque huit lignes permettent d'accéder à 256 adresses. Il en reste donc 11 qui arrivent sur IC15 qui contiendra le numéro de ligne à sélectionner. Normal encore puisque 11 lignes permettent d'accéder à 2048 adresses différentes et que c'est 1250 adresses de numéro de demies lignes qu'il faut disposer. Comme il faut donc arrêter le comptage en cours de route, IC15 devra délivrer une information de reprise au début (délivrée sur la patte 13). IC15 délivre les signaux H8, H4 et H2. Cela sert le découpage de l'image dans le sens de la hauteur en huitième, en quart et en demie image. Il est fort à parier que cela servira pour la mire de bandes horizontales et pour la mire de dégradé. Reste quatre lignes qui vont vers IC16. Quatre informations, cela veut donc dire qu'il n'y a que seize motifs de demie ligne possibles. Là, il y a encore un truc. Ah mais bien sûr, il y a le signal SE qui certainement doit servir à Sélectionner quelque chose. En effet cette information permet de ne venir travailler que sur quatre mires à la fois. Et seize motifs dans ce cas, cela peut se comprendre bien que? La vérité est qu'il en aurait réellement fallu

quand le besoin s'en fait sentir, le signal utile pour la mire de bande passante.

Pour GG et PG le choix entre les deux signaux est obtenu grâce au signal SE.

## Génération de la mire OIRT

Dans la partie précédente, nous avons vu qu'en utilisant un codage par motif, cela avait permis de réduire par 128 la taille de la mémoire utilisée, gain qui est donc très important. Dans le cas de la mire OIRT, le cercle inscrit dans l'image conduit pratiquement à avoir une différence entre chaque ligne. Le type de cryptage qui a été employé juste avant a de fortes chances d'être beaucoup plus gourmand qu'un codage point par point (ou Bit Map).

Nous avons vu que pour produire une image, il fallait disposer de 320000 points donc de 320000 informations mémorisées (pour une fréquence point à 8 MHz). Or l'image de cette mire est composée d'une part de 8 couleurs différentes (volontairement laissées avec une luminance à 100%) et d'autre part de 8 niveaux de gris différents. 8 est un chiffre bien sympathique dans le monde du digital puisque trois bits permettent de couvrir tous les cas. Comme il faut différentier couleur et monochrome, un point peut maintenant entièrement être défini sur quatre bits. En conclusion, un octet peut renfermer deux points. Cela est merveilleux puisque seulement 160000 octets vont être nécessaires pour générer cette mire. Avec trois 27512, la réalisation est envisageable. Mais n'y a-t'il pas moyen de faire mieux?

En regardant de plus près, on s'aperçoit que dans une image, il y a beaucoup de place de perdue en dehors de la zone de vidéo active. La période de retour ligne et la période de retour trame n'apporte rien de bien significatif sur le contenu de l'image proprement dite.

Pour une ligne, seules 52µs sur les 64 sont vraiment importantes et, pour les lignes, 575 sur les 625. Voilà qui commence à flairer bon.

En regardant toujours de plus près, il s'avère qu'il existe un signal qui donne les instants où la vidéo est active. C'est le signal de la mire de pureté puisqu'elle est constituée d'une information totalement blanche pendant les périodes actives et d'une information totalement noire pendant les périodes de retour.

$$160000 * (52/64) * (575/625) = 119600$$

Et zou! une 27512 de moins.

Après toutes ces explications, le schéma de cette seconde partie coule de source. Son principe est très similaire à la précédente. Une série de compteurs IC6 à IC9 sont cascades pour pouvoir délivrer toutes les adresses utiles pour chaque point. Comme deux points sont appelés simultanément depuis les EPROMs (IC17 - IC18), la fréquence d'horloge initiale doit être divisée par deux. C'est ce que réalise la cellule 1 à 6 d'IC13. Comme cette horloge ne doit fonctionner que pendant les phases actives de la vidéo, le signal de pureté vient bloquer ce diviseur quand il ne doit pas travailler. Le signal obtenu, en plus de faire avancer les compteurs, sert à mémoriser les deux points courants dans l'octuple bascule IC11 (pour les mêmes raisons que précédemment) et à sélectionner le point actif sur les deux au niveau d'IC14. Petite remarque au passage, le signal de pureté qui a été inversé par IC12, vient forcer les signaux de sortie au niveau du noir pendant les phases inactives de la vidéo.

La sélection entre les deux EPROMs s'opère grâce à la seconde partie d'IC13 qui travaille également en diviseur par deux.

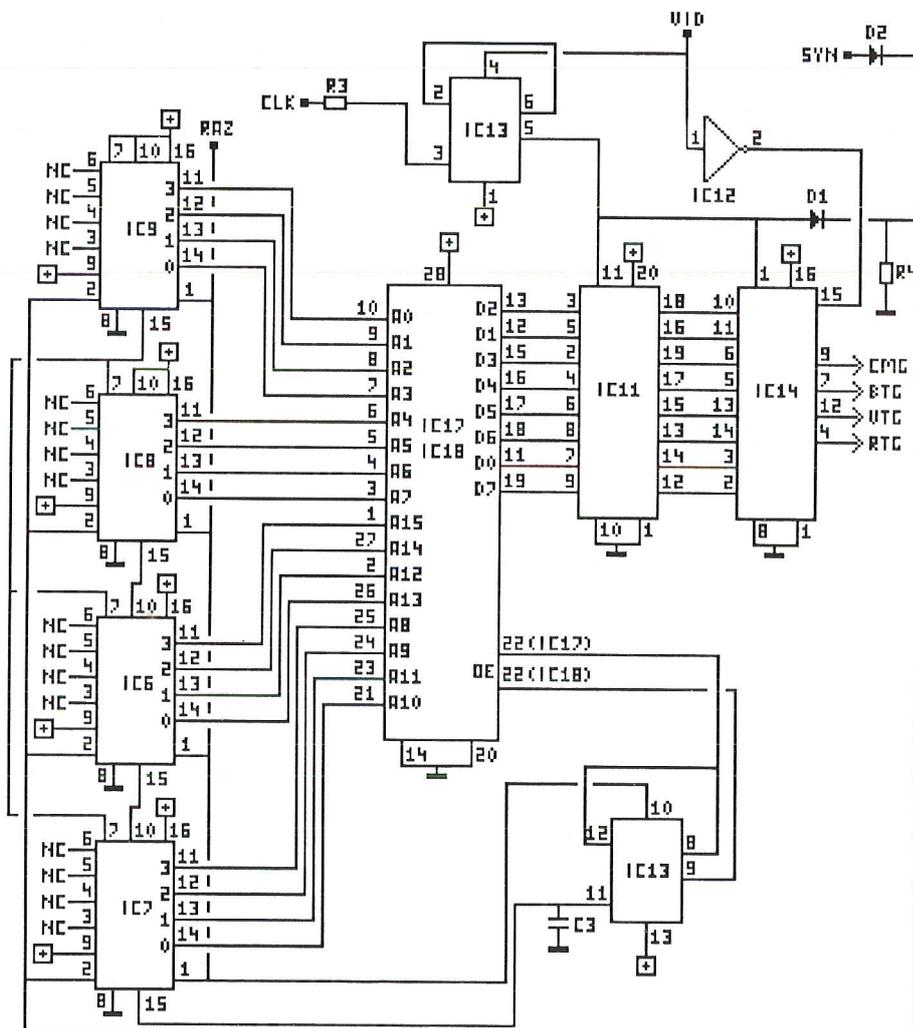
Que reste-t-il? Certains auront remarqué la présence de la cellule D1, D2

et R4 pour piloter l'entrée horloge des compteurs. Il s'agit d'une sécurité supplémentaire pour bloquer l'horloge compteur pendant les phases actives du top de retour.

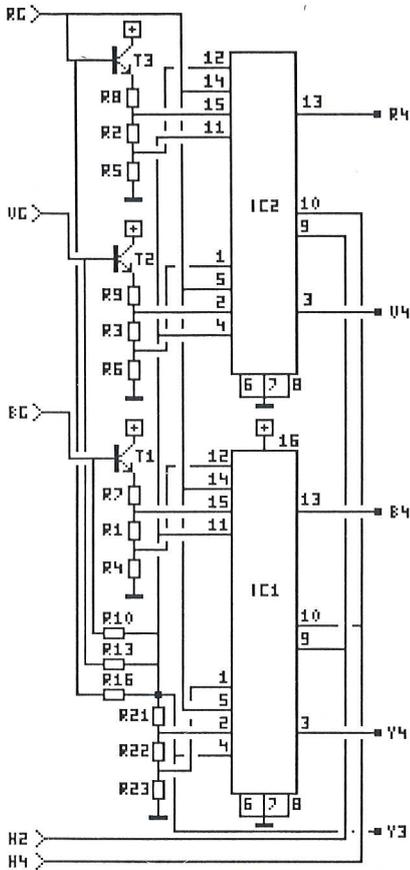
Certains peuvent se demander ce que font les résistances R1 à R3 sur les lignes d'horloge? Très simple. L'horloge 8MHz est obtenue à partir d'un oscillateur qui présente des fronts de montées et de descentes très raides. Or comme toute ligne électrique présente un caractère selfique non négligeable, il peut arriver que des phénomènes de sur-oscillations prennent naissance et introduisent ainsi une génération de parasites sur tout l'ensemble du montage, parasites qui sont très difficiles à supprimer. Les résistances jouent alors le rôle d'atténuateurs pour ces indésirables.

## Schéma de la partie analogique

Pour des raisons de simplicités de compréhension, le schéma a été découpé en une série de sous-ensembles indépendants.



## La mire de dégradés



Cette mire présente de nombreuses particularités qui permettent de simplifier sa conception. La bande 1, la bande 3 et la bande 4 s'apparentent étrangement à la mire de bandes verticales. C'est soit une réduction de luminance qui intervient (bande à 25 et à 75%), c'est soit une conversion en luminance pure qui est désirée (échelle des gris).

Pour la seconde bande, celle-ci présente la caractéristique d'être similaire à l'évolution de la couleur rouge sur la mire de bandes de couleurs verticales.

Autre constatation, l'ensemble de l'écran est coupé en quatre bandes horizontales.

Ce n'est donc pas une surprise de trouver sur les entrées de cet ensemble les signaux H2 et H4 pour le découpage dans le sens de la hauteur, et les signaux RG, VG et BG des bandes de couleurs verticales.

La réalisation des atténuations est obtenue simplement grâce à un transistor monté en suiveur (T3, T2 et T1) qui commande un diviseur potentiométrique composé de résistances (R8-R2-R5, R9-R3-R6, R7-R1-R4). Le traitement s'effectue naturellement pour chaque couleur.

L'obtention de l'échelle des gris est réalisée par les résistances R10, R13, R16

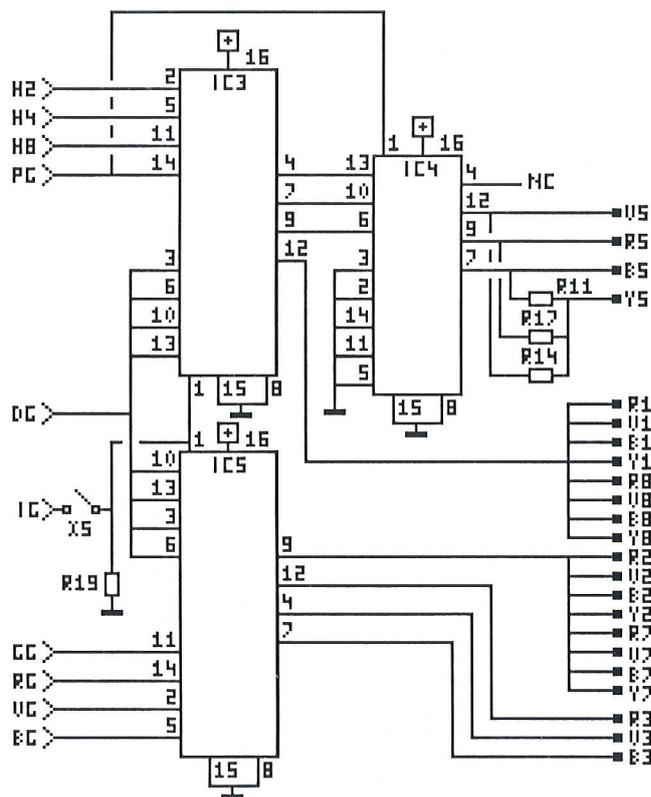
montées en sommateur et dont les valeurs ont été choisies de manière à respecter la règle de la luminance.

Les résistances R21, R22 et R23 permettent d'obtenir les bandes de luminances équivalentes aux bandes de 25 et de 75%.

Les circuits IC1, IC2 sont des multiplexeurs 4 vers 1 et sont pilotés par les signaux H2 et H4.

En sortie, nous obtenons les signaux R4, V4, B4 et Y4 qui sont les quatre signaux relatifs à la mire de dégradés. Remarquons au passage la présence du signal Y3 qui correspond au signal de luminance de la mire de bandes de couleurs verticales.

## L'incrustation



Cette partie se charge de réaliser l'incrustation du damier périphérique sur les mires ne présentant pas de caractère de modulation de luminance.

Il est donc normal de trouver en entrée les signaux DG et IG. Le commutateur X5 et la résistance R19 servent à mettre en service ou hors service cette fonction d'incrustation.

Avec les signaux H2, H4, H8 (mire de bandes de couleurs horizontales), PG (mire de pureté et de focalisation), GG (mire de convergence et de bande passante), RG, VG et BG (mire de bandes de couleurs

verticales), nous avons tout de suite les mires qui seront affectées.

IC3, IC4 et IC5 sont des commutateurs digitaux 2 vers 1. IC3 et IC5 sélectionnent soit le signal de la mire, soit le signal du damier.

Le rôle d'IC4 est totalement différent. Il se charge de ramener au niveau du noir les signaux de la mire de bandes de couleurs horizontales pendant les périodes inactives de la vidéo.

Les résistances R11, R17 et R14 permettent de recréer le signal de luminance de cette mire.

En sortie nous obtenons les signaux R, V, B et Y des mires traitées par l'incrustation à l'exception de Y3 qui a été vu avant.

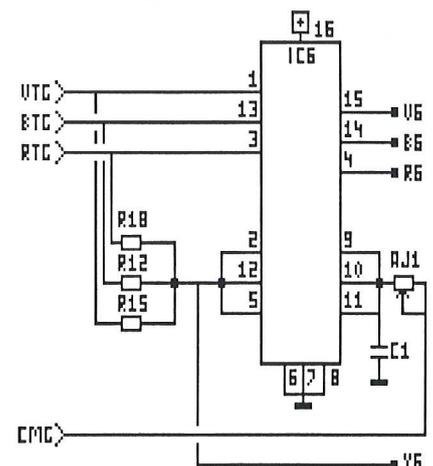
## La mire OIRT

Avec cette partie, guère de surprises à attendre.

Les signaux VTG, BTG et RTG contiennent soit les informations de luminance, soit les informations de couleur de cette mire. Le signal CMG spécifie la nature de ces signaux.

Les résistances R18, R12 et R15 permettent de reconstituer le signal de luminance. IC6 est un commutateur analogique 2 vers 1.

Toutes les explications seraient terminées si une mauvaise blague (commune à tous les circuits MOS) ne venait tout mettre par terre.



L'ensemble de cette réalisation repose essentiellement sur la vitesse de travail de tous les composants. En effet avec une durée d'existence de 125nS pour chaque point, il est hors de question d'employer des tortues. La majorité des composants digitaux utilisés sont des circuits de type HC qui offrent l'avantage de pouvoir travailler à des vitesses élevées, d'avoir des fronts de montées et de descentes très raides, de présenter une consommation très faible (vu les caractéristiques) et d'avoir des niveaux de sorties aux raz des alimentations. En résumé: la perle.

Les commutateurs analogiques (qui sont des circuits MOS connus pour leur lenteur), sont utilisés le plus loin possible dans la chaîne et de préférence pour travailler au rythme des lignes.

Pour cette mire, qui utilise essentiellement des signaux de luminance (donc analogiques), c'est avec le couteau sous la gorge qu'il a fallu se résigner à prendre ces ..... (la décence et la censure nous interdisent de traduire en clair ce passage dans le texte) de commutateurs. Vous avez pu voir, sur la photo relative à la ligne à retard, quel décalage pouvait apporter une ligne de 330nS. Eh bien, même elle, elle est meilleure. 420nS qu'il faut à cette ..... pour s'apercevoir qu'on lui a demandé de changer d'état. Je vous laisse deviner l'allure (oh combien bizarre) du résultat obtenu.

Comme nous n'avons pas l'habitude de nous laisser "emberlificoter" par les composants récalcitrants, la décision a donc été d'avancer d'autant que nécessaire la commande de commutation.

Et youpi, encore un qui ne nous a pas eu. Et puis le doute! Et s'ils ne réagissaient pas tous pareil. Vite un autre commutateur. Oh drame et désespoir. Le décalage est dans l'autre sens. Allez, un troisième! Un autre décalage.

Bon! il faut bien se résigner à vous l'annoncer à un moment ou à un autre: il faudra (une fois qu'elle sera montée) effectuer un réglage pour ajuster cette commande de commutation.

Après avoir essayé plusieurs de ces commutateurs (qui sont malgré ce qui a pu être dit sur eux dans les lignes précédentes bien pratiques au demeurant), une estimation de décalage minimum et du décalage maximum a été obtenue.

En choisissant l'avance maximum au niveau de l'EPROM et en créant un retard ajustable par le condensateur C1 et l'ajustable AJ1, tous les cas de retard à la commutation peuvent être annulés.

## L'étage de sortie

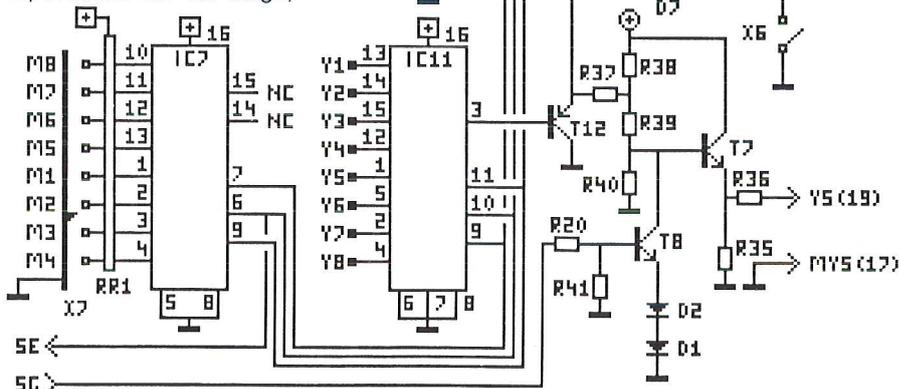
Cet ensemble se décompose en trois parties distinctes: un circuit de sélection de la mire, un étage de sortie couleur et un étage de sortie vidéo.

Le circuit de sélection est relativement simple. A partir du commutateur 8 positions X7, un encodeur 8 vers 3 (IC7) délivre l'information binaire correspondante vers les commutateurs analogiques 8 vers 1, IC8 à IC11. En sortie de ces circuits, nous avons à notre disposition les signaux R, V, B et Y de la mire sélectionnée. Il est évident que ces signaux ne sont pas aptes à être envoyés tels quels sur la prise péritel et qu'ils nécessitent une mise en forme.

Les étages de sortie couleur sont relativement simples. A l'entrée nous avons un signal qui possède une amplitude comprise entre 0 et 5 volts. Pour les envoyer sur la prise péritel, il faut qu'ils aient une amplitude comprise entre 0 et 1 volt. La solution est simple. Un suiveur va attaquer un diviseur potentiométrique et c'est tout. Enfin presque. Le suiveur est constitué du transistor T11, du transistor T6 et de la résistance R28 (T10-T5-R27 et T9-T4-R26). Cette disposition particulière permet de conserver un comportement linéaire de cet étage de sortie

Le réseau R31-R34 (R30-R33 et R29-R32) permet d'abaisser l'amplitude du signal de sortie. A noter que l'impédance de sortie de cet étage est de 75 ohms.

Pour terminer ces explications sur cet étage,



signalons la présence du commutateur X3 (X2 et X1) qui permet d'annuler le signal sur la couleur correspondante.

L'étage de sortie vidéo est un peu plus complexe. En effet il doit venir intégrer le signal de synchro à la luminance (30% de l'amplitude du signal) délivrer un signal complet avec une amplitude de 1 volt et le tout accompagné d'une légère composante continue (histoire d'éviter les surprises avec certains téléviseurs).

Le signal de luminance attaque le transistor T12 monté en suiveur. L'ensemble des résistances R37 à R40 permet de faire l'adaptation en amplitude du signal de luminance en superposition avec la composante continue.

Le top de synchro appliqué sur T8 est intégré à l'ensemble. Le fond du top est défini par les diodes D1 et D2.

Le tout est appliqué sur T7 monté également en suiveur. La résistance R36 permet de faire l'adaptation finale en niveau avec le téléviseur.

Le commutateur X6 couplé avec la diode D7 permet de ne récupérer (si le besoin s'en fait sentir) que la synchro composite seule.

Le reste de cet ensemble concerne la partie commutation de la prise péritel. Dès la mise sous tension, la commutation lente est envoyée vers le téléviseur imposant ainsi la prise de pouvoir par la mire.

La commutation rapide remplit trois fonctions bien précises. Quand le transistor T13 est bloqué, le téléviseur reçoit la commutation rapide et impose les entrées RVB sur le téléviseur. Quand T13 est saturé, la commutation rapide n'agit plus et c'est l'entrée vidéo qui est affichée sur l'écran. Enfin pour terminer, quand le transistor T13 est piloté par le signal H2, c'est le mode mixte qui est en activité. Le choix de ces trois modes de fonctionnement est sélectionné par le commutateur X4.

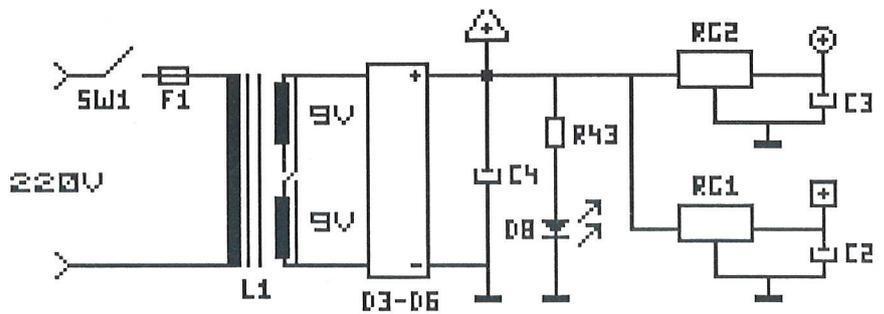
## L'alimentation

Des plus classiques. Le secteur, au travers de l'interrupteur SW1 et du fusible F1 est appliqué sur le transformateur L1.

Après un redressement double alternance par les diodes D3 à D6 et un filtrage par C4, on obtient l'alimentation de base (de l'ordre de 12V). La LED D8 et la résistance R43 permettent de visualiser le fonctionnement de l'ensemble.

Le régulateur RG2 et le condensateur C3 fournissent l'alimentation pour la partie analogique, le régulateur RG1 et le condensateur C2 celle de la partie digitale.

Ainsi s'achève la partie description de ce montage. Comme vous avez pu le remarquer, l'ensemble de l'électronique reste relativement simple et surtout extrêmement classique dans le choix des composants utilisés dont voici le détail.



## Liste des composants

Toutes les résistances sont des 1/4W 5% sauf celles qui sont suivies d'une étoile qui sont des couches métal 1% ou sauf indication contraire.

### Partie digitale

R1 à R3	33Ω
R4	4k7Ω
R5 - R6	1k2Ω
C1	470pF céramique
C2	10uF 25V radial
C3	100pF céramique
C4 à C17	100nF céramiques
Q1	Quartz 8MHz
D1 - D2	1N4148
IC1 à IC9	74HC161
IC10 - IC11	74HC574
IC12	74HC04
IC13	74HC74
IC14	74HC157
IC15 - IC16	27C64-15
IC17 - IC18	27512

### Partie analogique

R1 à R3	470Ω*
R4 à R6	330Ω*
R7 à R9	110Ω*
R10 à R12	560Ω*
R13 à R15	110Ω*
R16 à R18	220Ω*
R19	4k7Ω
R20	1kΩ
R21	1kΩ*
R22	2k2Ω*
R23	1k2Ω*
R24	1kΩ
R25	270Ω 1W
R26 à R28	1kΩ

R29 à R31	180Ω*
R32 à R34	120Ω*
R35	1kΩ
R36	75Ω*
R37	750Ω*
R38 à R39	1k1Ω*
R40	1k8Ω*
R41	1kΩ
R42	10kΩ
R43	1k2Ω

RR1	L91S103 (8x10kΩ)
AJ1	82PR 1kΩ

C1	470pF céramique
C2	1uF 63V radial
C3	10uF 25V radial
C4	2200uF 25V radial
C5 à C9	100nF céramique

D1 - D2	1N4148
D3 - D6	1N4004
D7	1N4148
D8	LED 3mm

T1 à T8	2N2222
T9 à T12	2N2907
T13	2N2222

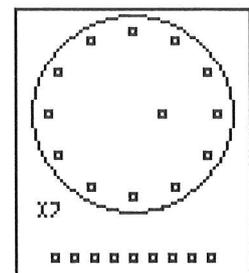
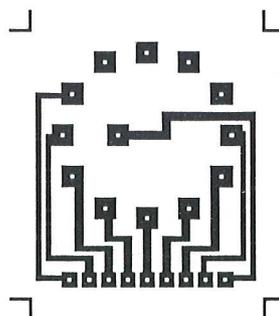
RG1	7805 (TO220)
RG2	7808 (TO220)

IC1 à IC2	MOS 4052
IC3 à IC5	74HC157
IC6	MOS 4053
IC7	74LS148
IC8 à IC11	MOS 4051

X1 à X3	Inter ON - OFF
X4	Inter ON - OFF - ON
X5 à X6	Inter ON - OFF
X7	Commutateur rotatif 12 pos.

F1	Fusible 630mA T avec support
L1	Transfo moulé 2x9V 10VA

SW1	Inter M/A
Rd1	Radiateur ML33



## Réalisation

L'ensemble de ce montage fait appel à la réalisation de trois circuits imprimés.

Le premier donné sur la page précédente sert à supporter le commutateur rotatif.

Le second, donné ci-contre, renferme toute la partie digitale qui génère l'ensemble des signaux de base.

Le troisième, donné plus loin, comprend toute la partie analogique.

### Circuit digital

Le montage de cette carte, si on s'applique bien, ne pose aucun problème.

Comme vous pouvez le constater, le circuit est relativement dense. Attention donc de ne pas faire de court-circuits entre pistes au moment du soudage.

Il faudra veiller aussi à n'oublier aucun des straps qui sont la conséquence de réalisations de ce type sur du circuit simple face. Mais après tout, un strap n'est il pas une forme de composant en soi?

Attention aussi au sens des circuits intégrés. Une erreur d'insertion pourra leur être fatale.

Les résistances R5 et R6 sont prévues pour être montées verticalement.

Attention enfin sur l'emplacement des EPROMs. Même si ces composants sont identiques, leurs contenus sont différents et par conséquent ne sont pas interchangeables.

### Circuit analogique

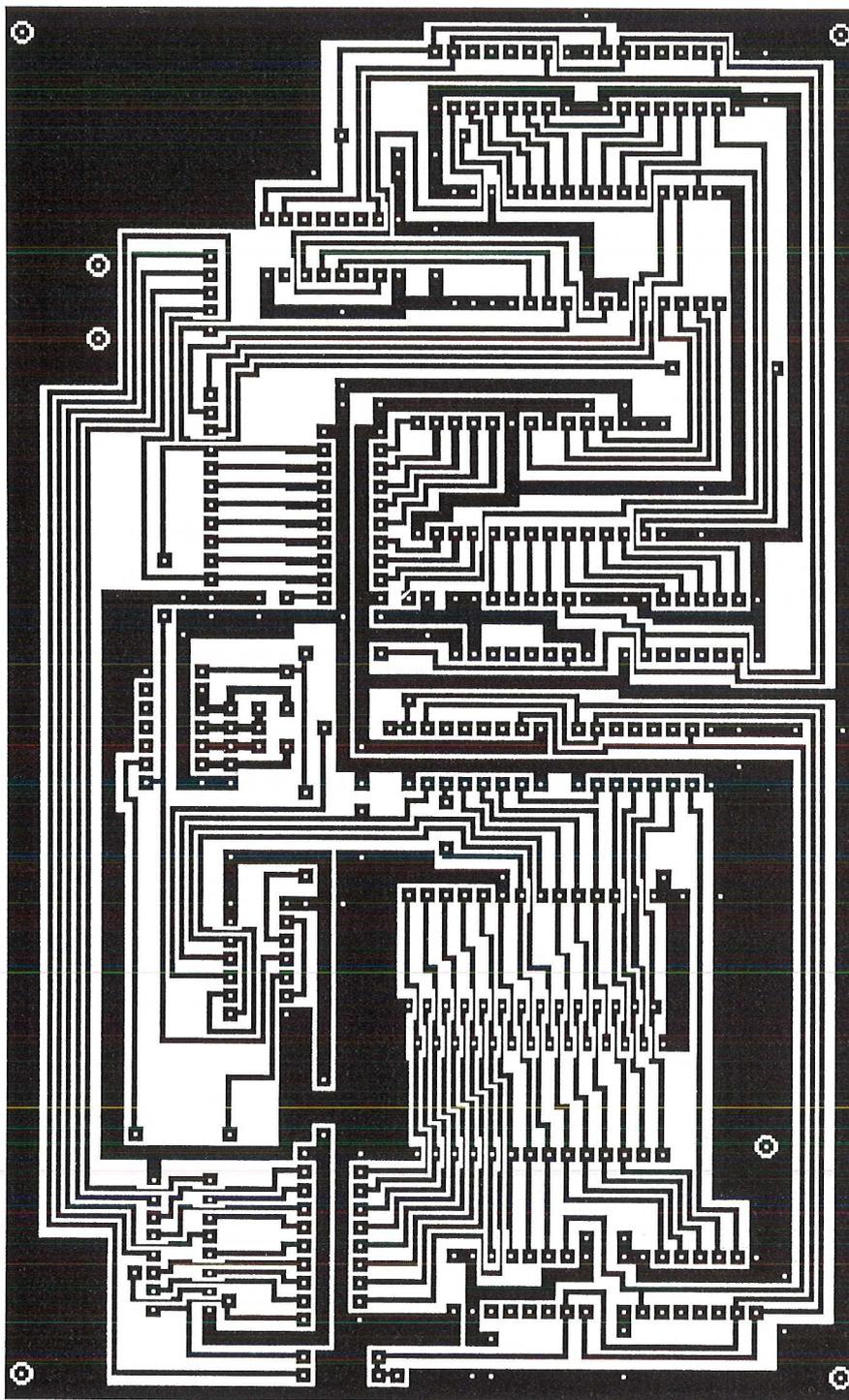
Si vous avez franchi avec succès l'étape précédente, celle-ci ne devrait pas plus vous poser de problème.

Les remarques faites précédemment restent valables.

Des précautions supplémentaires seront prises dans l'insertion des transistors afin de ne pas confondre les PNP et les NPN qui ont le même boîtier.

Le régulateur RG1 aura été monté sur son radiateur avec de la graisse thermique afin d'améliorer le refroidissement. Cette étape sera effectuée avant son montage sur le circuit imprimé.

Attention aussi au sens du pont de résistance. La patte 1 est repérée par un



point sur le corps de celui-ci. Une inversion risque de poser des problèmes lors de la sélection des mires.

Le rotacteur douze positions sera soudé sur son circuit support. L'ensemble sera monté sur le circuit imprimé au moyen d'un connecteur-barrette soudé. Il peut aussi être relié au moyen de fil en nappe. Cela dépend de la décision finale d'implantation dans le coffret.

Il faudra veiller aussi à bien déplacer le taquet de butée pour n'avoir que les huit positions de travail sur les douze.

### Assemblage final

L'ensemble de cette réalisation est prévue pour pouvoir s'insérer dans un coffret 221PM de chez MMP.

Les trous d'implantation et de fixation ont été définis en fonction de ce type de coffret. Plusieurs possibilités s'offrent à vous. La première et la plus simple mécaniquement est de fixer chaque plaque sur chaque demie coquille du coffret. L'autre est de monter les deux plaques l'une au dessus de l'autre en les espaçant au moyen d'entretoises. Dans les deux cas, la liaison entre les deux cartes



s'effectuera grâce à du câble en nappe. Il va de soi que cette liaison sera réalisée avant la mise en coffret définitive. La seule différence reposera sur la longueur de la nappe employée

Les six inverseurs seront montés sur la façade avant en fonction de la disposition qui vous agréera le mieux. Il est cependant conseillé de regrouper ensemble les trois interrupteurs de couleur pour des raisons évidentes de simplicité d'emploi.

Le connecteur péritel est facultatif et le câble de liaison pourra être soudé directement sur le circuit imprimé. Dans ce cas, il est possible de faire sortir le câble par l'arrière du coffret laissant ainsi libre toute la face avant pour implanter les commandes. Cette solution du câble soudé présente l'avantage de ne pas avoir à faire la découpe pour le passage de la prise péritel, découpe qui influera directement sur l'aspect final du coffret.

### Mise sous tension

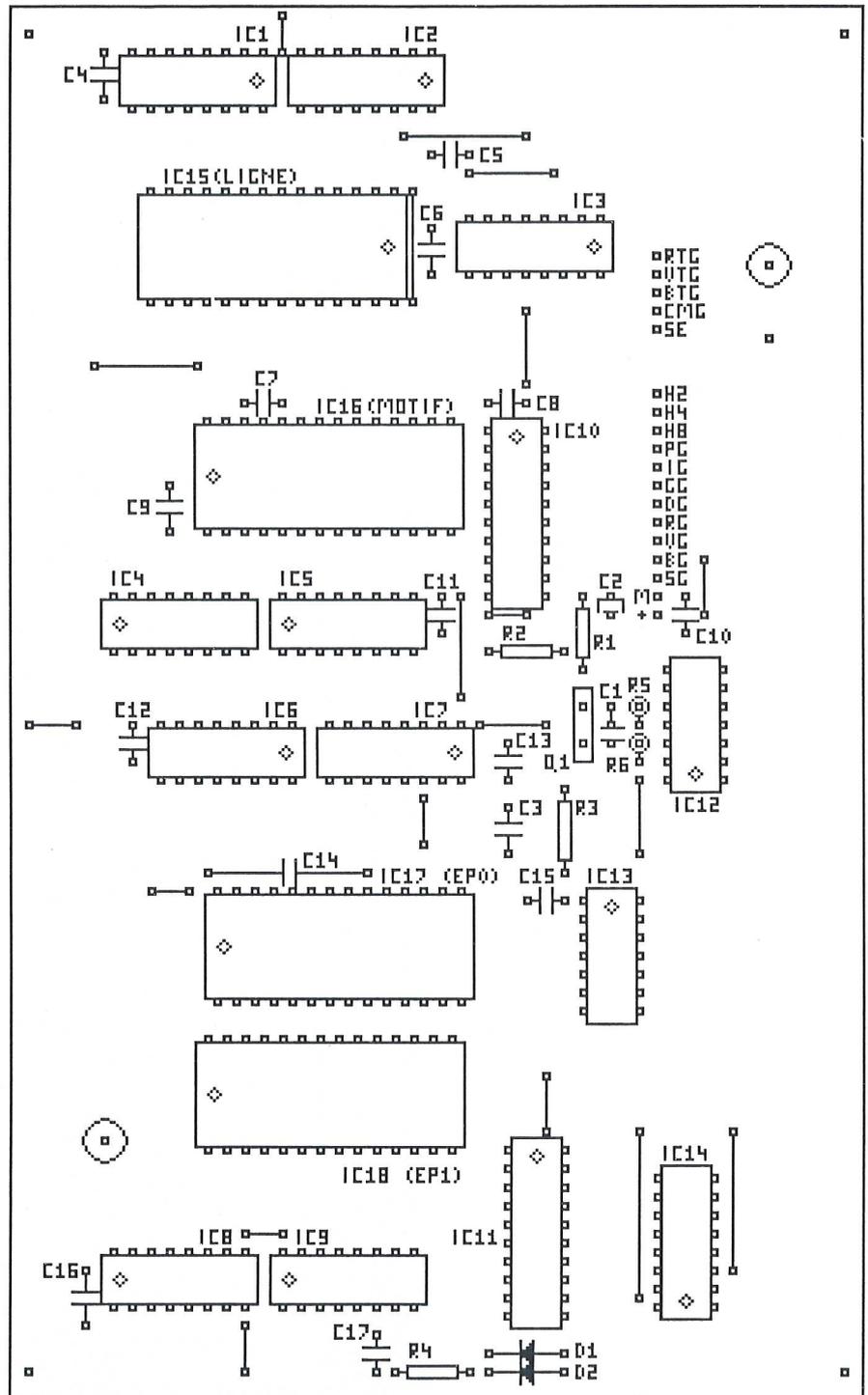
Le montage doit fonctionner dès sa mise sous tension. Cependant, avant de se brancher sur le téléviseur, il peut être sage d'effectuer un certain nombre de contrôles comme la vérification des tensions d'alimentations par exemple.

Si tout est correct (pas de fumée ou d'odeur désagréable), on peut passer à l'étape finale: branchement sur le téléviseur. Il faudra alors vérifier sur un téléviseur bien réglé la conformité de toutes les mires. Si ce n'est pas le cas, remonter la chaîne étage par étage afin de trouver le point déficient. Pour cela il ne faut pas hésiter à prendre le schéma et à suivre les pistes une par une. Il est évident que la présence d'un oscilloscope peut dans ce cas être d'un grand secours.

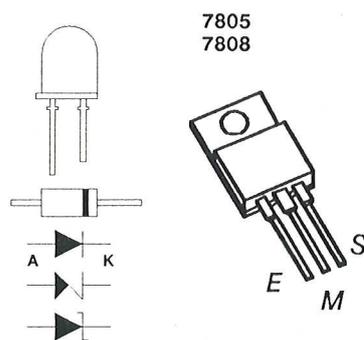
Par contre si tout est correct, il faudra se positionner sur la mire OIRT afin d'effectuer le réglage annoncé précédemment. Ce réglage très simple consiste à aligner sur l'écran les zones colorées avec le pourtour du cercle. Un mauvais réglage laisse apparaître des contours rouges autour du cercle sur les zones incriminées.

La rallonge péritel qui devra être utilisée sera du type FULL croisée, c'est à dire que les 21 broches seront reliées entre les deux prises et croisées pour les signaux son et vidéo.

Si tel n'était pas le cas, bien que le montage fonctionne, il risquerait de ne rien se passer sur l'écran de télé et provoquerait une perte de temps inutile pour trouver une panne inexistante.

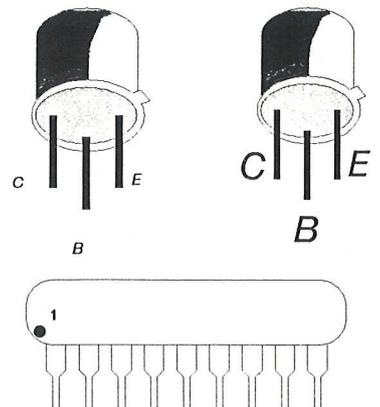


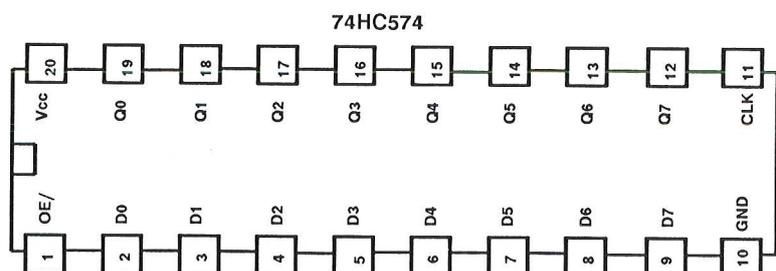
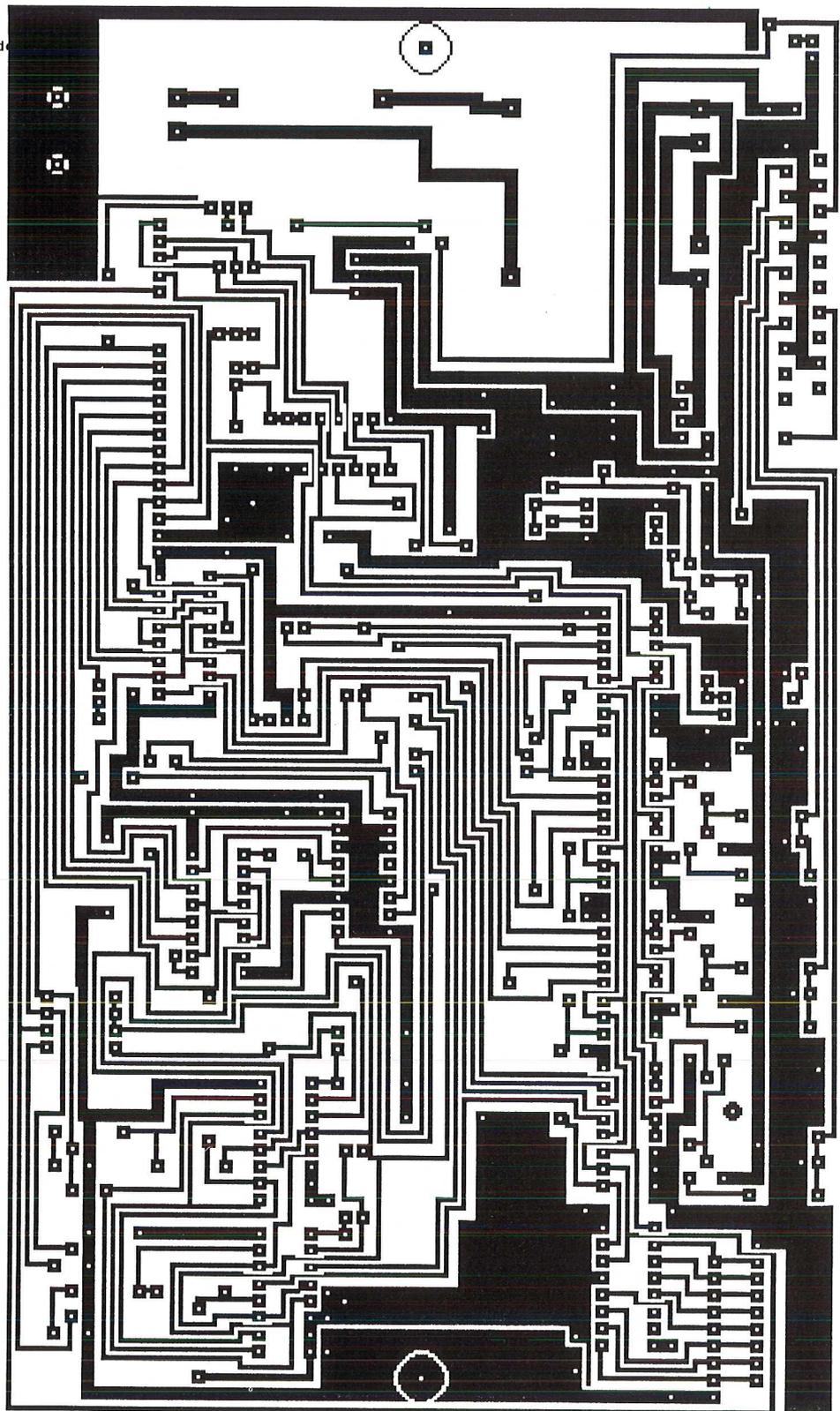
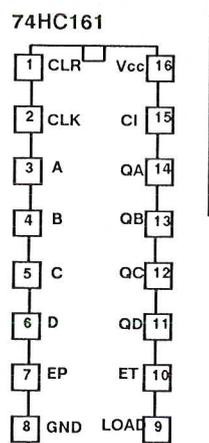
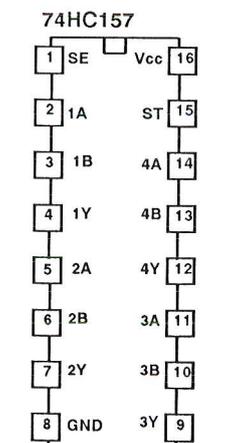
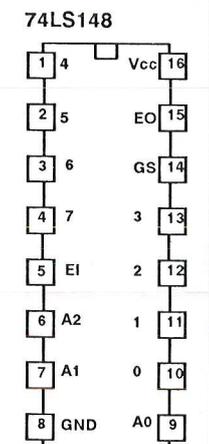
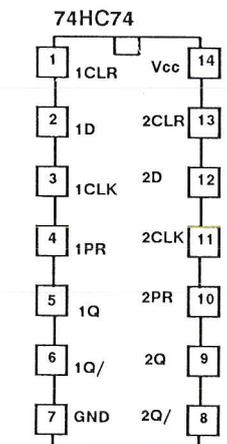
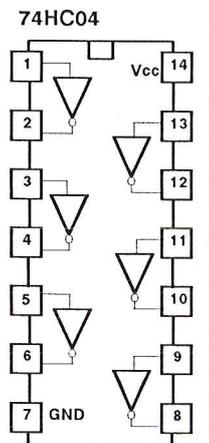
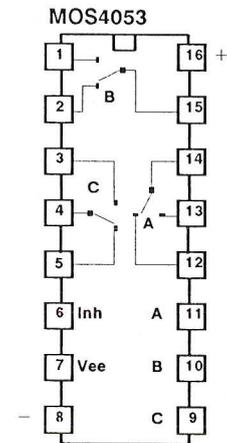
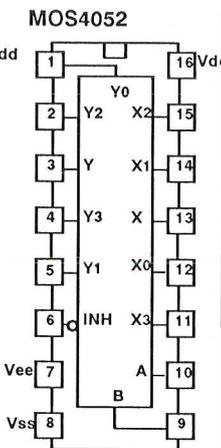
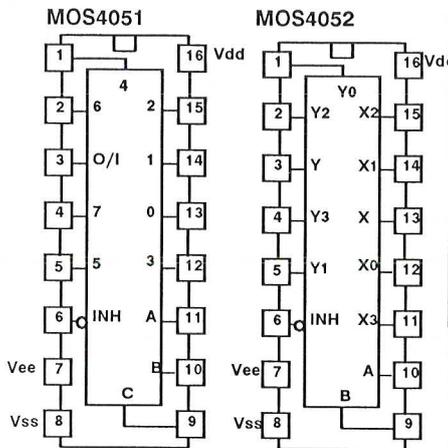
### Brochages

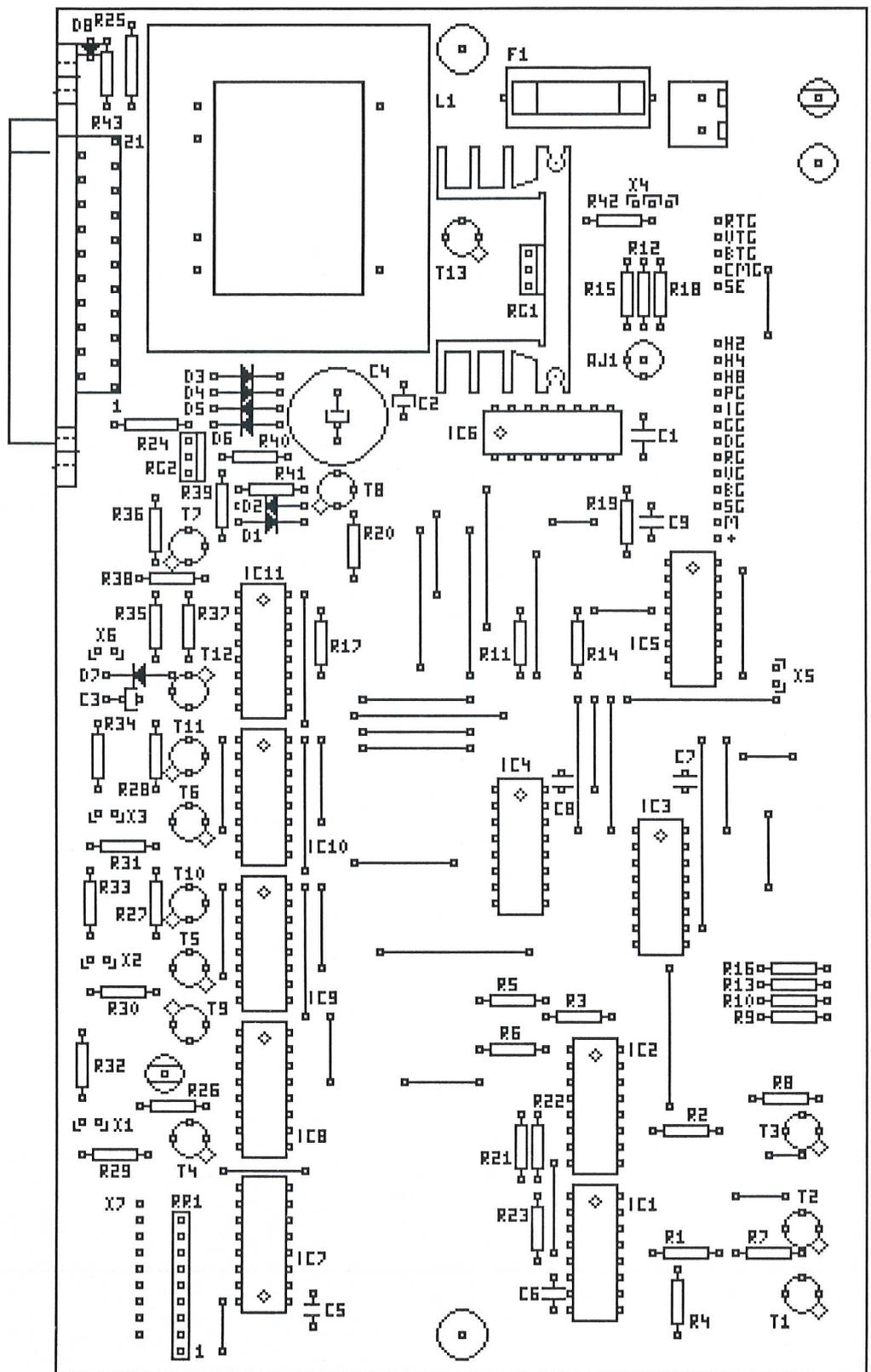
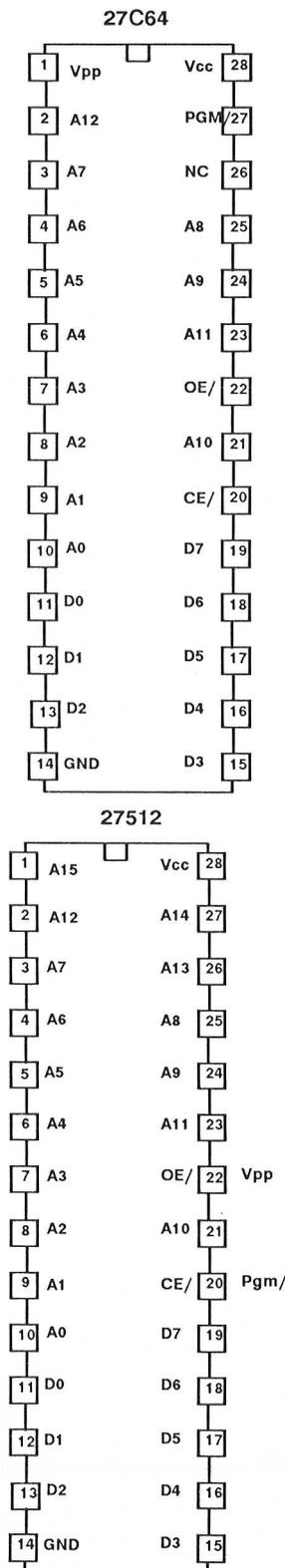


2N2222

2N2907







## Conclusions

Nous voici donc arrivés au terme de cet article qui je l'espère vous aura passionné.

Pardon! Il manque quelque chose? Ah oui le contenu des EPROMs. Puisque pour une 2716 nous avons une page de DUMP, une 2732 nous en prend 2, une 2764 nous en prend 4 et une 27512, 32. Cela nous fait donc la bagatelle de  $32+32+4+2$  c'est à

dire 70 pages de DUMP (plus que le contenu de cette revue). Il est impensable de devoir saisir une telle quantité de chiffres sans faire la moindre erreur. Aussi pour que cet article reste complet, deux solutions s'offrent à vous. Soit la voie disquette qui comporte les quatre fichiers EPROMs (moyennant 25 francs si vous fournissez la disquette ou 35 francs si c'est nous qui la fournissons (toujours format 5'1.4 360k MSDOS)). Ou alors la fourniture des quatre EPROMs programmées (contre

380F00 de participation aux frais de fourniture et d'expédition). La demande se fait comme à l'accoutumée sur papier libre à l'adresse habituelle qui est donnée en fin de la revue.

En espérant que cet article vous a appris beaucoup de choses sur la vidéo, il n'est qu'une étape vers la réalisation d'autres montages tout aussi intéressants.

E. DERET

# Les LM2907 et LM2917

**L**es LM2907 et 2917 sont des convertisseurs fréquence-tension. Bien, mais à quoi ça sert, penserez-vous. Peut-être est-ce un circuit et une fonction auxquels vous n'avez jamais pensé faire appel...

Et pourtant, sans doute côtoyez-vous ce genre de composant journalièrement. En effet, c'est par exemple le moyen le plus simple et le plus performant pour transformer la vitesse de rotation d'un moteur en une tension commandant le galvanomètre du compte-tours.

C'est là en fait son application la plus courante. Mais si vous avez eu besoin un jour de plancher sur un schéma dont le but est d'enclencher un relais quand un événement dépasse une certaine vitesse, alors n'hésitez plus: c'est le "pavé" qu'il vous faut.

## Description générale

Les circuits de la série LM2907 et LM2917 sont des convertisseurs fréquence tension d'usage général.

Ils sont constitués d'un amplificateur opérationnel / comparateur de grand gain capable de piloter un relais, une lampe ou tout autre type de charge lorsque la fréquence d'entrée atteint ou dépasse un certain seuil.

La partie tachymètre utilise un système à pompe de charge capacitive et offre un doublement de la fréquence d'entrée afin de diminuer la fréquence d'ondulation. Les entrées sont totalement protégées et sa sortie offre une excursion de sortie capable de descendre à zéro pour une fréquence d'entrée nulle.

Il existe en version 8 (LM 2907-8 et LM 2917-8) ou 14 broches.

## Avantages

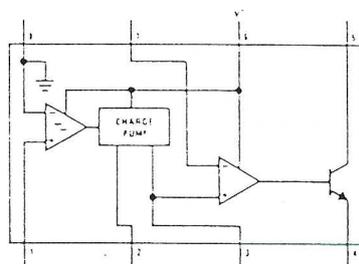
- Sortie descendant à zéro pour une fréquence nulle
- Facile à utiliser:  $V_s = F_{in} \times V_{cc} \times R1 \times C1$
- Un simple réseau RC offre le doublement de fréquence
- Une zener de régulation interne offre une conversion fréquence/tension ou courant très stable (LM2917 seulement).

## Caractéristiques spécifiques

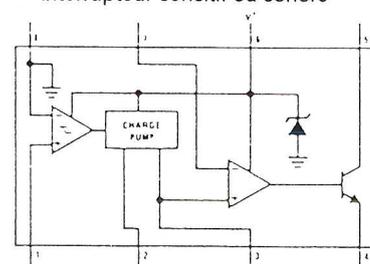
- L'interface d'entrée peut être référencée au zéro Volt, offrant des possibilités d'utilisation de capteurs magnétiques reliés à la masse.
- L'amplificateur/comparateur de sortie possède un transistor de sortie flottant.
- Ce transistor de sortie peut fournir ou absorber un courant de 50 mA, permettant de piloter directement un relais, une LED ou un galvanomètre.
- Doublement de fréquence pour une faible ondulation.
- Le tachymètre d'entrée possède un hystérésis aussi bien en mode différentiel qu'en mode référencé à la masse.
- Zener intégrée sur la version 2917.
- +/- 0,3 % de linéarité typique.
- Le tachymètre d'entrée est totalement protégé en mode relié à la masse contre les surtensions au dessus de  $V_{cc}$  et inférieures à la masse (2907-8 et 2917-8).

## Applications

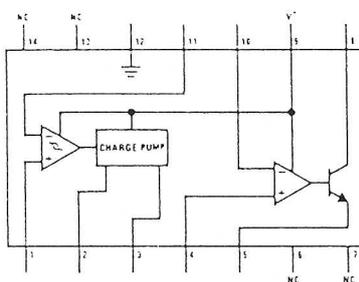
- Détecteur de sur ou sous régime
- Tachymètre
- Dwell-mètre
- Moniteur de vitesse
- Régulateur de vitesse automobile
- Interrupteur sensible ou sonore



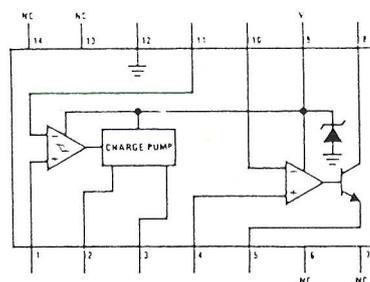
LM2907N-8



LM2917N-8



LM2907N



LM2917M ou LM2917N



## Caractéristiques électriques absolues

Tension d'alimentation: 28 Volts  
 Courant d'alimentation (Option zener): 25 mA  
 Tension de collecteur du transistor: 28 Volts  
 Tension d'entrée différentielle du tachymètre: 28 Volts  
 Tension d'entrée différentielle de l'ampli/comparateur: 28 Volts  
 Gamme de tension d'entrée tachymètre: +/- 28 Volts (2907-8 2917-8)

Gamme de tension d'entrée tachymètre: 0 + 28 Volts (autres versions)  
 Gamme de tension d'entrée amplificateur/comparateur: 0 + 28 Volts  
 Dissipation de puissance: 2907-8, 2917-8: 1200 mW  
 Dissipation de puissance 2907, 2917: 1580 mW (voir note 1)  
 Température de fonctionnement: - 40 à + 85 °C  
 Température de stockage: - 65 à + 150 °C

## Caractéristiques électriques

à  $V_{cc} = 12$  Volts,  $T_{amb} = 25$  °C, circuit de test

Symbole	Paramètre	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unité
	Seuil d'entrée	$V_{in} = 250mV_{pp}$ à 1 kHz (note 2)	+/- 10	+/- 25	+/- 40	mV
	Hystérésis	idem		30		mV
	Tension d'offset	idem				
	LM2907 / LM2917			3,5	10	mV
	LM 2907-8 / LM2917-8			5	15	mV
	Courant de polarisation	$V_{in} = +/- 50mV$ continu		0,1	1	uA
Voh	patte 2	$V_{in} = +125mV$ continu (note 3)		8,3		V
Vol	patte 2	$V_{in} = -125mV$ continu (note 3)		2,3		V
I2, I3	courant de sortie	$V2 = V3 = 6V$ (note 4)	140	180	240	uA
I3	courant de fuite	$I2 = 0, V3 = 0$			0,1	uA
K	constante de gain	note 3	0,9	1	1,1	
	Linéarité	$F_{in} = 1kHz, 5kHz, 10kHz$ (note 5)	-1	0,3	+1	%

### Amplificateur/comparateur

Vos	tension de décalage	$V_{in} = 6V$		3	10	mV
Io	courant de polarisation	$V_{in} = 6V$		50	500	nA
	Tension de mode commun		0		$V_{cc}-1,5V$	V
	Gain en tension			200		V/mV
	Courant de sortie absorbé	$V_{col.} = 1V$	40	50		mA
	Courant de sortie fourni	$V_{emet.} = V_{cc}-2V$		10		mA
	Tension de saturation	$I_{col.} = 5mA$		0,1	0,5	V
		$I_{col.} = 20mA$			1	V
		$I_{col.} = 50mA$		1	1,5	V

### Zener de régulation

	Tension de régulation	R polarisation = 470Ω		7,56		V
	Résistance série			10,5	15	Ω
	Stabilité en température			+1		mV/°C
	Courant total d'alimentation			3,8	6	mA

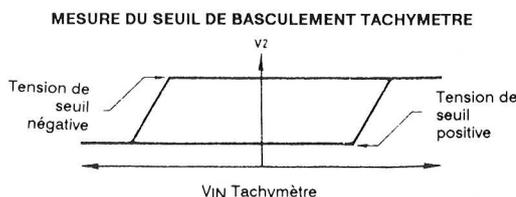
**Note 1:** pour un fonctionnement au dessus de 25 °C, la puissance admissible doit être diminuée sur la base d'une température de jonction maxi de 150°C et une résistance thermique de 101°C/W pour le 8 broches et 79°C/W pour le 14 broches.

**Note 2:** L'hystérésis est la somme +Vth - (-Vth), la tension d'offset est leur différence. Voir le circuit de test.

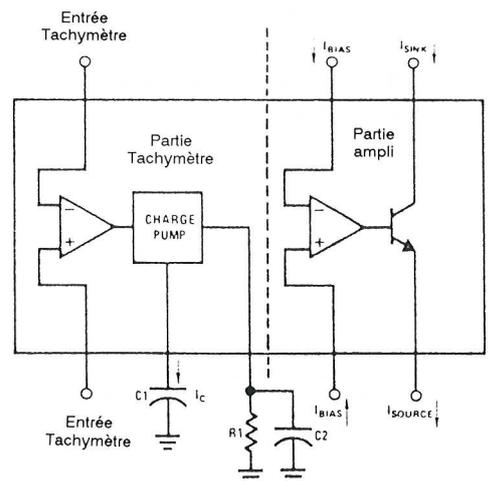
**Note 3:** Voh est égal à 3/4 de Vcc moins 1 Vbe, Vol est égal à 1/4 de Vcc moins 1 Vbe donc Voh-Vol = Vcc/2. La différence, Voh-Vol et le gain en miroir I2/I3, sont les deux facteurs qui entraînent une dérive de la constante de gain autour de 1.

**Note 4:** Etre sûr au moment du choix de la constante de temps R1 x C1 que la résistance R1 est telle que la tension de sortie prévue en patte 3 puisse être atteinte avec I3 x R1. La valeur maximum pour R1 est limitée par la résistance de sortie de la patte 3 qui a une valeur typique supérieure à 10 MΩ.

**Note 5:** La non-linéarité est définie comme la déviation de Vout (patte 3) pour Fin = 5kHz par rapport à une ligne droite définie par le Vout à 1 kHz et le Vout à 10 kHz. C1 = 1nF, R1 = 68k et C2 = 0,22 uF.



### Circuit de test



## Structure interne

L'amplificateur/comparateur est totalement compatible avec le tachymètre et possède un transistor "flottant" sur sa sortie. Cette caractéristique permet une connexion aussi bien à la masse qu'au plus d'alimentation d'une charge de 50 mA. Le collecteur peut être connecté à une tension supérieure à celle du circuit jusqu'à une limite de  $V_{ce}$  de 28 Volts.

Les deux configurations de base de produit proposé comprennent un boîtier 8 broches avec un tachymètre référencé à la masse et une liaison interne entre la sortie du tachymètre et l'entrée non inverseuse de l'amplificateur.

Cette version est tout à fait adaptée pour les commutations de vitesses ou fréquences uniques ainsi que les conversions fréquence-tension simples.

Les autres produits offrent des tachymètres à entrées différentielles et sans liaison interne à l'entrée de l'amplificateur.

Avec ces versions, les entrées du tachymètre peuvent être flottantes et l'amplificateur devient disponible pour construire un filtre actif pour la tension de sortie du tachymètre.

L'ensemble de ces versions peut se voir équipé d'un régulateur shunt actif connecté entre les bornes d'alimentation.

Ce régulateur shunt stabilise la tension d'alimentation afin qu'une conversion fréquence tension ou fréquence courant stable soit possible avec une alimentation générale variable. Une simple résistance assure le polarisation correcte du circuit.

## Informations d'utilisation

La série des tachymètres LM2907 est conçue pour n'utiliser qu'un minimum de composants extérieurs et offrir une grande souplesse d'utilisation.

Afin d'exploiter pleinement ses caractéristiques, il est nécessaire de comprendre sa théorie de fonctionnement.

### Etage d'entrée

Le premier étage est un amplificateur différentiel pilotant une bascule avec asservissement positif. La tension de seuil d'entrée est la valeur différentielle à laquelle la sortie de cet étage aura basculé.

Deux options (LM2907-8 et LM2917-8) ont une entrée connectée à la masse en interne, de telle façon qu'un signal d'entrée puisse évoluer au dessus et sous le potentiel de masse et dépasser le seuil de basculement pour activer l'étage.

Cela est intéressant spécifiquement pour les capteurs à réductance magnétique variable qui produisent une tension alternative unique centrée sur le potentiel de masse. Cette entrée est aussi totalement protégée contre des tensions pouvant atteindre +/- 28 Volts, fréquentes avec ce genre de capteur.

Les options entrées différentielles (LM2907, LM2917) donnent à l'utilisateur la possibilité de fixer lui-même son niveau de commutation d'entrée et de conserver l'hystérésis autour de cette valeur pour conserver une bonne réjection du bruit dans de nombreuses applications.

Evidemment, afin de permettre aux entrées de travailler au mode commun fixé et positif par rapport à la masse, les protections d'entrée sont absentes et aucune des entrées ne doit être menée à des potentiels en dehors des limites d'alimentation choisies.

Il est notamment très important qu'une entrée ne descende pas sous le potentiel de masse sans résistance de protection placée en série avec cette entrée, afin de limiter le courant dans la diode incorporée au substrat.

### Système de charge

A la suite de l'étage d'entrée, se trouve le système de charge où la fréquence est convertie en tension. Pour accomplir cela, sont nécessaires: une capacité de timing, une résistance de sortie et une capacité de filtrage ou d'intégration.

Lorsque l'étage d'entrée change d'état, à la suite par un passage par zéro ou une tension différentielle correcte, la capacité de timing est tantôt chargée et déchargée linéairement entre deux tensions dont la différence est égale à  $V_{cc}/2$ .

Ainsi, dans le premier demi-cycle de la fréquence d'entrée (donc un temps égal à la moitié de la fréquence d'entrée) le changement dans la charge de la capacité de timing est égal à  $V_{cc}/2 \times C1$ . La valeur moyenne du courant d'accumulation injecté et extrait de la capacité est:

$$\Delta Q/T = I_c \text{ moy.} = C1 \times (V_{cc}/2) \times 2F_{in} = V_{cc} \times F_{in} \times C1.$$

Le circuit de sortie équilibre ce courant très précisément dans la résistance de charge  $R1$ , connectée à la masse, de telle façon que si les pulses de courant sont intégrées dans une capacité de filtrage, celle-ci fournit:

$$V_{out} = I_c \times R1$$

et l'équation globale de conversion devient:

$$V_{out} = V_{cc} \times F_{in} \times C1 \times R1 \times K$$

Où  $K$  est la constante de gain, typiquement de 1.

La taille de  $C2$  est dépendante seulement de la quantité d'ondulation admissible et du temps de réponse désiré pour le montage.

### Choix de $R1$ et $C1$

Il existe certaines limitations dans le choix de  $R1$  et  $C1$  qui doivent être prises en compte pour obtenir les performances optimums.

La capacité de timing procure également une compensation interne pour le système à pompe à condensateur et doit être conservée à une valeur supérieure à 500 pF pour une conversion très précise.

Des valeurs plus faibles peuvent entraîner des erreurs sur le courant dans  $R1$ , spécialement à basses températures.

Plusieurs considérations doivent être prises dans le choix de  $R1$ . Le courant de sortie de la patte 3 est fixé en interne et, dans le même temps,  $V_{out}/R1$  doit être conservé inférieur ou égal à cette valeur.

Si  $R1$  est trop grande, elle peut devenir une fraction importante de l'impédance de sortie de la patte 3 et dégrader la linéarité.

L'ondulation de la tension de sortie doit également être prise en compte et la valeur de  $C2$  dépend du choix de  $R1$ . Une expression qui donne le contenu d'ondulation sur la patte 3 pour un circuit simple  $R1$ ,  $C2$  est la suivante:

$$V_{\text{ond. crête-crête}} = (V_{cc}/2) \times (C1/C2) \times (1 - (V_{cc} \times F_{in} \times C1 / I_2))$$

Il apparaît que  $R1$  peut être choisie indépendamment de l'ondulation, mais que toutefois le temps de réponse ou le temps de stabilisation à une nouvelle valeur, s'accroît quand  $C2$  augmente. Un compromis doit donc être adopté entre



l'ondulation, le temps de réponse et la linéarité.

En considération finale, la fréquence maximale admissible est déterminée par  $V_{cc}$ ,  $C1$  et  $I2$ :

$$F_{max} = I2 / (C1 \times V_{cc})$$

### Utilisation de l'option zener

Le LM2917 convient pour les utilisations où une tension ou un courant de

sortie stable sont désirés indépendamment des variations d'alimentation.

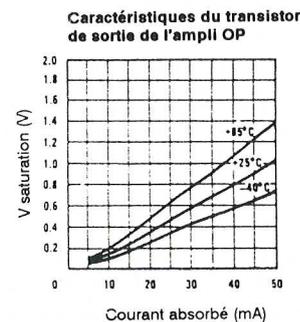
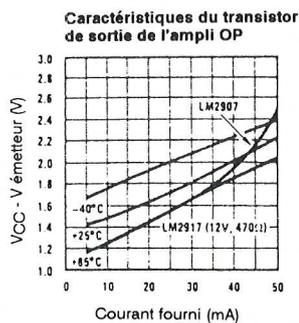
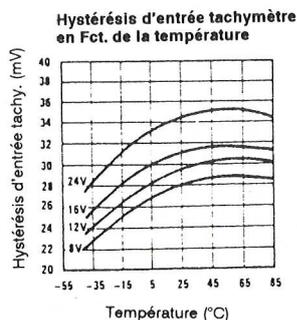
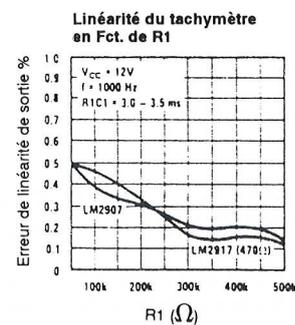
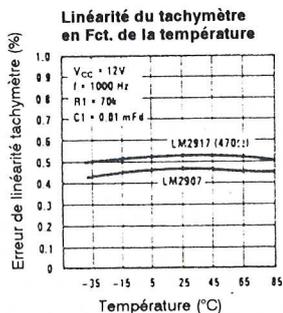
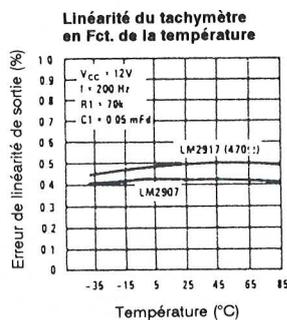
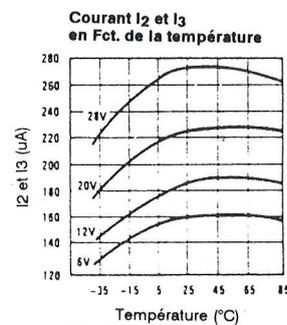
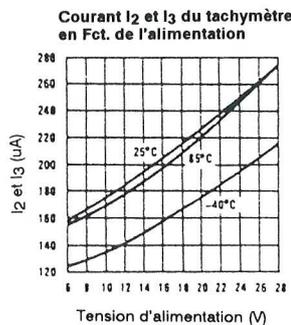
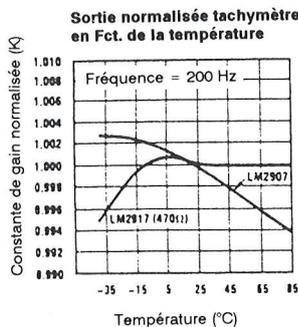
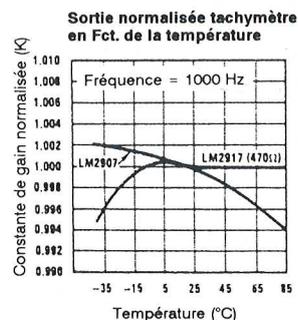
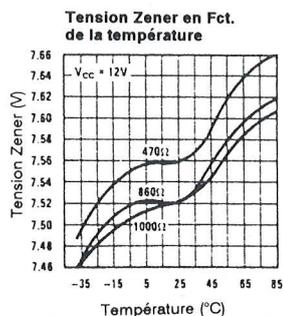
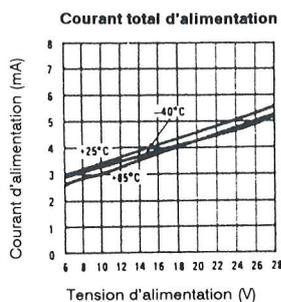
La considération la plus importante dans le choix de la résistance de polarisation par rapport à l'alimentation non régulée est que le tachymètre et l'amplificateur seuls consomment environ 3 mA (à la tension  $V_z$ ).

Aux faibles tensions d'alimentation, il doit subsister suffisamment de courant

pour polariser l'élément régulateur. A titre d'exemple, si la tension d'alimentation varie de 9 à 16 Volts, une résistance de 470  $\Omega$  minimisera les variations de la tension de zener à environ 160 mV.

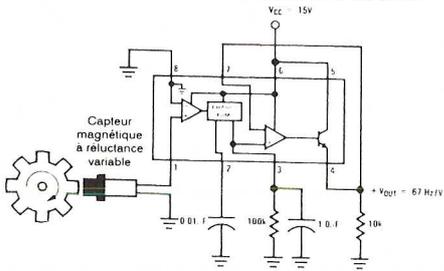
Si la résistance descend en dessous de 400  $\Omega$  ou est choisie supérieure à 600  $\Omega$ , les variations aux bornes de la zener montent rapidement au dessus des 200 mV pour une même variation de l'alimentation.

## Courbes caractéristiques

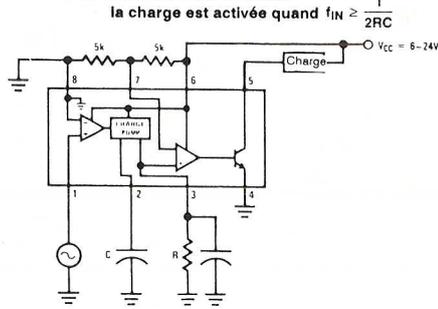


# Schémas d'application

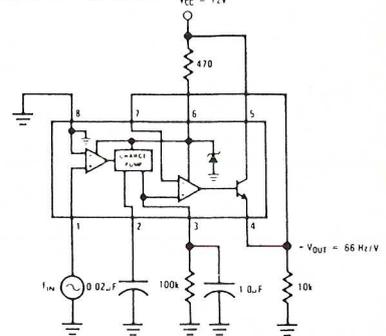
**TACHYMÈTRE DE BASE**



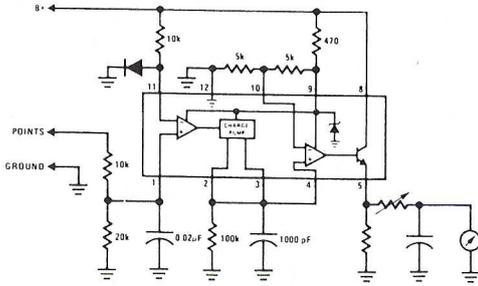
**INTERRUPTEUR DE VITESSE:**  
la charge est activée quand  $f_{IN} \geq \frac{1}{2RC}$



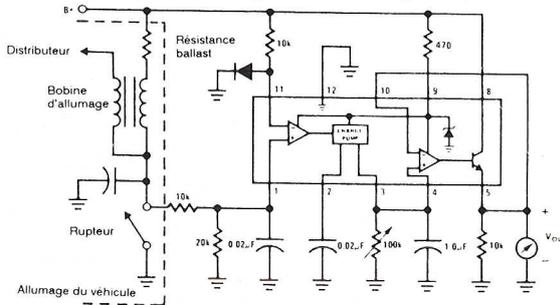
**CONVERTISSEUR FREQUENCE TENSION  
REGULE PAR ZENER**



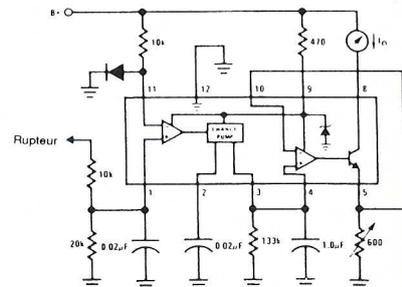
**DWELLMÈTRE**



**TACHYMÈTRE POUR GALVANOMÈTRE (Tension)**  
Vout = 6V à 400Hz (6000 tours d'un 8 cylindres)

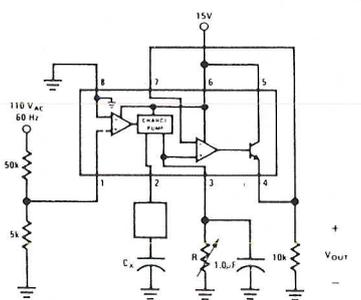


**TACHYMÈTRE POUR GALVANOMÈTRE (Courant)**  
Iout = 10mA à 300Hz (6000 tours d'un 6 cylindres)

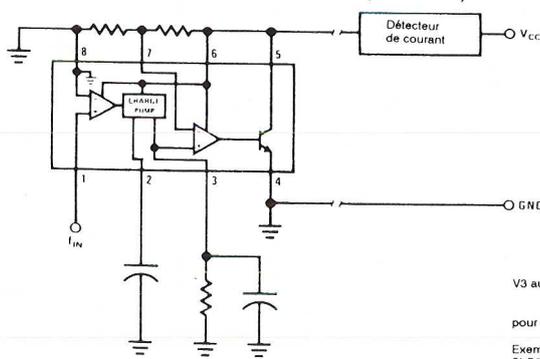


**CAPACIMÈTRE**

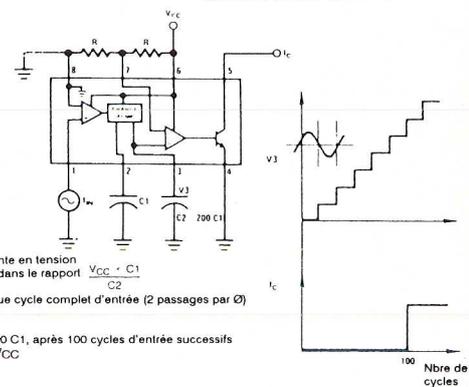
Vout = 1V à 10V pour  $Cx = 0.01$  à  $0.1\text{mF}$  ( $R = 111\text{K}$ )



**CAPTEUR DE VITESSE DISTANT (liaison 2 fils)**



**RETARDATEUR 100 CYCLES**

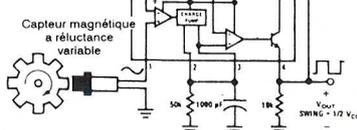
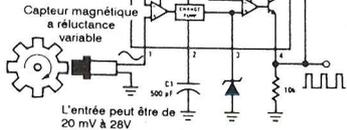


**AMPLIFICATEURS POUR CAPTEURS MAGNETIQUES  
A RELUCTANCE VARIABLE**

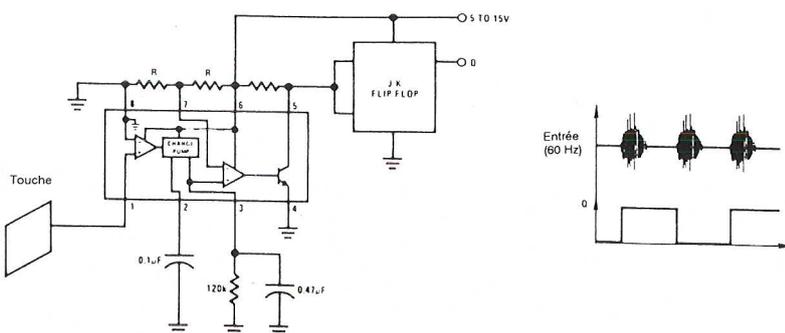
Doubleur de fréquence de sortie de précision.

$$\text{Largeur pulse} = \frac{V_{CC} \cdot C1}{2 \cdot I2}$$

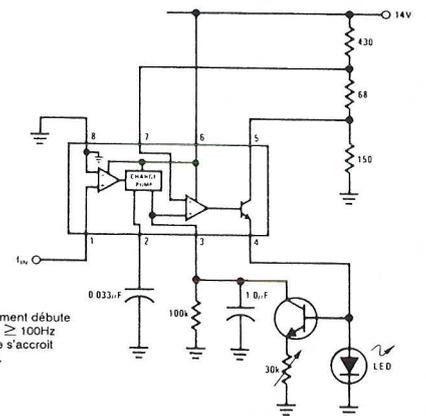
Amplitude pulse = VZENER



**TOUCHE SENSITIVE**

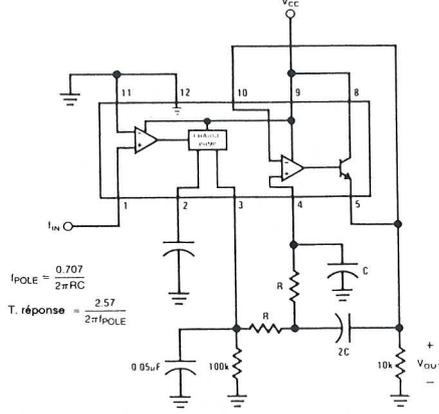


**LED CLIGNOTANTE DE SUR-REGIME**

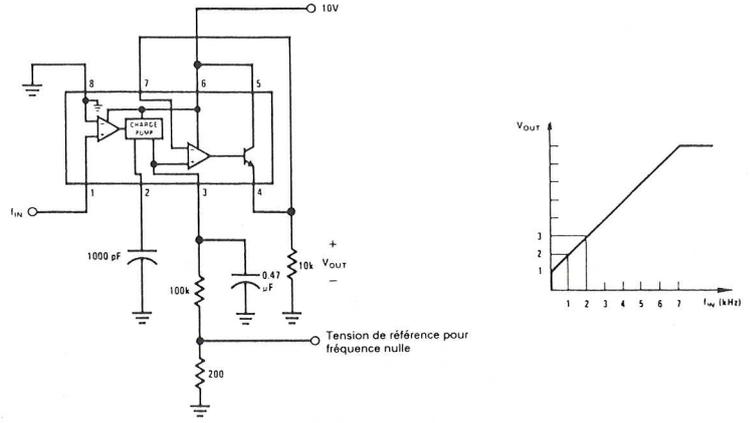


# Schémas d'application (Suite)

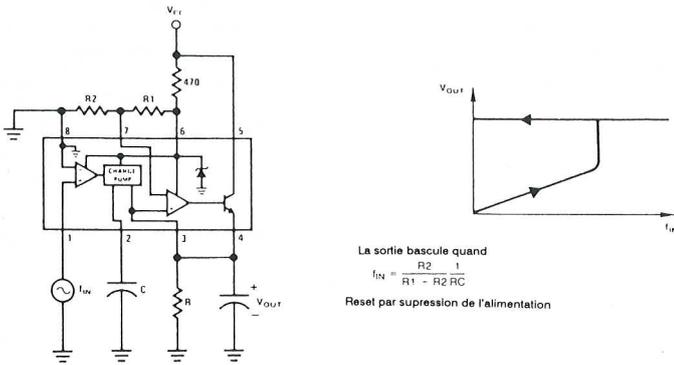
## CONVERTISSEUR FREQUENCE TENSION AVEC FILTRE BUTTERWORTH 2 POLES POUR REDUIRE L'ONDULATION



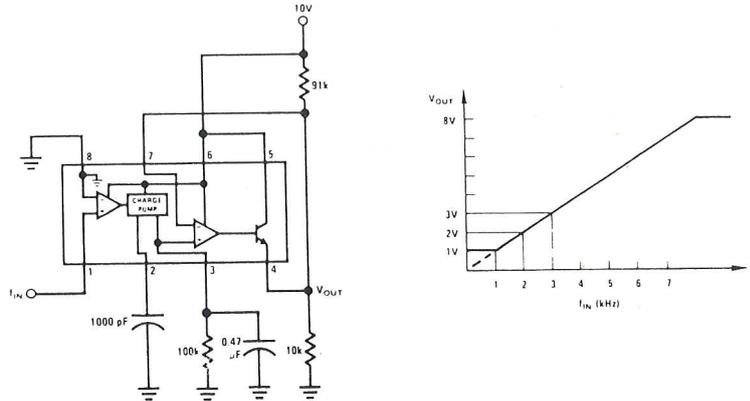
## DECALAGE DE LA TENSION DE SORTIE POUR $F_{IN} = 0$



## BASCULE DE SUR-REGIME

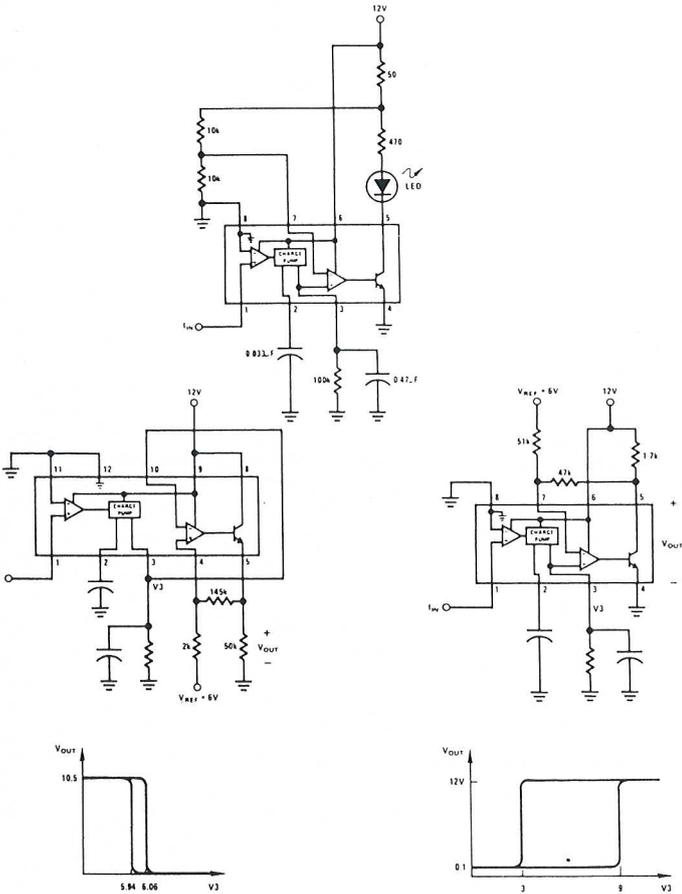


## MODIFICATION DU GAIN TACHYMETRE

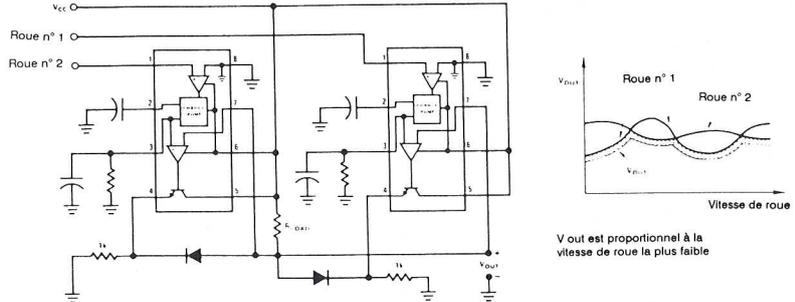


CERTAINES APPLICATIONS D'INTERRUPTEURS DE FREQUENCE PEUVENT NECESSITER UN HYSTERESIS DANS LE FONCTIONNEMENT DU COMPAREUR. CELA PEUT ETRE REALISE PAR LES SCHEMAS SUIVANTS.

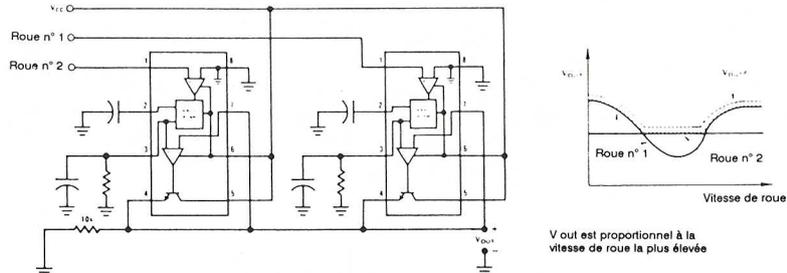
## CIRCUIT D'ANTI-PATINAGE



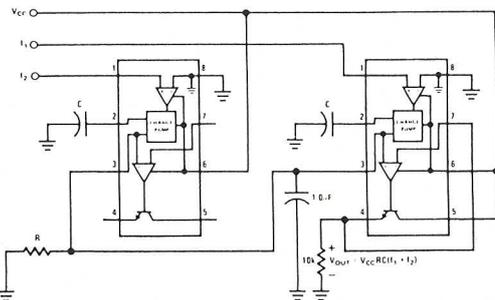
## DETECTEUR DE LA ROTATION LA PLUS FAIBLE



## DETECTEUR DE LA ROTATION LA PLUS ELEVEE



## DETECTEUR DE LA ROTATION MOYENNE



## HOBBYTHEQUE

AOP Ampli opérationnels (Généralités)	No 4 Page 32
AOP Ampli opérationnels (suite)	No 5 Page 13
Comparateurs (Généralités et LM311, 339, 360, 393)	No 6 Page 33
Calcul des selfs imprimées	No 8 Page 43
Oscillateurs sinusoidaux à réseaux R-C	No 9 Page 10
Les L.C.D. ou afficheurs à cristaux liquides	No 10 Page 16
Les filtres passifs et actifs (1 ère partie)	No 11 Page 2
Les filtres passifs et actifs (2 ème partie)	No 12 Page 2
Les filtres passifs et actifs (3 ème partie)	No 13 Page 2
Les filtres passifs et actifs (4 ème partie)	No 14 Page 2
Les moteurs pas à pas	No 12 Page 10
Initiation aux micro-processeurs (1 ère partie)	No 19 Page 7

ADC 801 à ADC 805	No 17 Page 2
CA 3140	No 5 Page 22
CA 3161, CA 3162	No 12 Page 17
CQL 80D & CQL 90D (Diodes LASER)	No 10 Page 24
DAC800, 801, 802	No 17 Page 12
ICL 7106 / ICL 7107	No 3 Page 2
LM 10	No 15 Page 5
LM 317	No 2 Page 2
LM 324	No 5 Page 18
LM 35	No 5 Page 2
LM 381	No 18 Page 6
LM 741	No 5 Page 16
LM 3914 / LM 3915	No 1 Page 2
M 9306	No 1 Page 22
MAX 232	No 19 Page 10
MC 3479	No 13 Page 16
MC 68705	No 2 Page 27
MOC 302x / 304x / 306x	No 7 Page 7
MOS 4553	No 5 Page 24
MPX 100 / 200 et dérivés	No 4 Page 2
NE 555 / 556	No 3 Page 16
NE 567 / 566	No 16 Page 25
NE 567	No 16 Page 14
SAF 1032 P / SAF 1039 P	No 9 Page 18
SLB 586 A	No 14 Page 21
TBA 820 et 820 M	No 7 Page 19
TCA 965	No 4 Page 9
TDA 1514 A	No 14 Page 36
TDA 1524	No 8 Page 33
TDA 2002, 2003, 2006, 2008	No 9 Page 42
TDA 2004, 2005 et 2009	No 6 Page 42
TDA 2030 (A), 2040 (A)	No 9 Page 42
TDA 2088	No 5 Page 37
TDA 2320	No 7 Page 37
TDA 3810	No 8 Page 12
TDA 5850	No 1 Page 13
TDA 7000	No 8 Page 39
TGS 813	No 1 Page 17
TL 07x / 08x	No 5 Page 20
TOLD 9200 & 9211 (Diodes LASER)	No 15 Page 24
UCN 5804	No 13 Page 38
UM 66T / 3482 / 3491 / 3561	No 7 Page 31
UM 5100 et modulation Delta	No 16 Page 2
XR 2206	No 4 Page 27

## ALARMES

ALARME AUTONOME "QUICKGUARD"	No 7 Page 4
DETECTEUR D'ALARME A ULTRASONS	No 13 Page 20
CENTRALE D'ALARME POUR VOITURE	No 14 Page 40
BARRIERE INFRAROUGE CODEE	No 16 Page 37

## AUDIO / SONORISATION

AMPLIFICATEUR 100 WATTS 8 Ohms	No 3 Page 24
BOOSTER 2 x 20 W "ANTIVOL"	No 6 Page 2
LOUPE PHONIQUE	No 7 Page 10
MODULE CORRECTION DE TONALITE Cde DC.	No 8 Page 2
MODULE PSEUDO-STEREO & SPATIAL	No 8 Page 15
METRONOME A AFFICHEURS	No 8 Page 28
AMPLIFICATEUR 2 WATTS	No 10 Page 12

AMPLIFICATEUR 10 WATTS	No 10 Page 14
AMPLIFICATEUR 20 WATTS	No 11 Page 34
AMPLIFICATEUR 40 - 50 WATTS	No 14 Page 25
ANALYSEUR DE SPECTRE (1ere partie)	No 14 Page 9
FUZZ & TREMOLO POUR GUITARE	No 15 Page 15
TRUCQUEUR DE VOIX	No 15 Page 20
ANALYSEUR DE SPECTRE (2eme partie)	No 16 Page 7
ISOLATEUR AUDIO A OPTO-COUPLEUR	No 16 Page 21
TRANSMISSION AUDIO PAR LE SECTEUR	No 16 Page 32
CHAMBRE D'ECHO/REVERBERATION DIGITALE	No 16 Page 41
AUTO-STOPPEUR AUTOMATIQUE D'ENREG. K7	No 17 Page 20
EQUALISER MONOPHONIQUE	No 17 Page 29
GENERATEUR DE BRUIT ROSE	No 17 Page 34
EQUALISER STEREO & GENERATEUR DE BRUIT	No 17 Page 37
PREAMPLIFICATEUR STEREO FAIBLE BRUIT	No 18 Page 10
EQUALISER STEREO: L'ALIMENTATION	No 18 Page 12

## AUTO / MOTO

ANTI VAPOR-LOCK	No 5 Page 41
BOOSTER 2 x 20 W "ANTIVOL"	No 6 Page 2
GRADATEUR-TEMPORISATEUR DE PLAFONNIER	No 6 Page 10
INTERPHONE MOTO	No 7 Page 25
DEUX DETECTEURS DE TEMPERATURE ET GEL	No 12 Page 20

## ALIMENTATION

CONVERTISSEUR STATIQUE 12/220 100 WATTS	No 3 Page 35
Application LM317 Alimentation 1.2-14 V. 2 Amp.	No 2 Page 41
ALIMENTATION 220 V POUR BOOSTER 2x20W	No 6 Page 8
CHARGEUR MULTI-CALIBRES AUTOMATIQUE	No 6 Page 16
MINI ALIMENTATION SYM. A PRESELECTIONS	No 13 Page 41
MINI ALIMENTATION SYMETRIQUE A DECOUP.	No 18 Page 31

## DOMESTIQUE

DETECTEUR DE GAZ	No 1 Page 15
SERRURE CODEE à 68705	No 1 Page 24
EXTENSION DE PUISSANCE SERRURE CODEE	No 1 Page 24
REGULATEUR DE VITESSE 220 Volts	No 5 Page 10
DOUBLE TELERUPTEUR ELECTRONIQUE	No 7 Page 40
PROGRAMMATEUR JOURNALIER à 68705	No 10 Page 35
HORLOGE-MINUTERIE-CHRONO DE PRECISION	No 11 Page 10
THERMOMETRES NUMERIQUES	No 12 Page 24
PROGRAMMATEUR UNIVERSEL à 68705	No 14 Page 15
PROGRAMMATEUR JOURNALIER: Modifications	No 17 Page 26
SIMULATEUR DE PRESENCE	No 18 Page 2

## EMISSION - RECEPTION

EMETTEUR F. M. AVEC MICRO	No 2 Page 18
EMETTEUR F. M. ENTREE B. F.	No 2 Page 18
Application F. M. TELECOMMANDE MONOCANAL	No 2 Page 21
Application F. M. TELECOMMANDE 16 CANAUX	No 2 Page 23
Application F. M. EMETTEUR PERITEL	No 2 Page 25
AMPLIFICATEUR D'ANTENNE LARGE BANDE	No 7 Page 22
RE-EMETTEUR INFRAROUGE	No 7 Page 16
ENSEMBLE DE TELECOMMANDE 32 FONCTIONS	No 9 Page 24
REPARTITEUR D'ANTENNE AMPLIFIE 2 A 6 VOIES	No 18 Page 20
REPARTITEUR D'ANTENNE: L'ALIMENTATION	No 19 Page 23

## GADGETS

UN MONTAGE REPONDEUR	No 11 Page 17
GUIRLANDE A LEDs	No 11 Page 44

## INITIATION TECHNOLOGIE

PILE OU FACE A AFFICHEUR	No 2 Page 9
CLIGNOTEUR 6 LEDS	No 3 Page 41
JEU DE LUMIERE DE POCHE	No 4 Page 11
LOTO 2 DIGITS	No 5 Page 28
MINI ORGUE 8 NOTES	No 5 Page 44
TESTEUR DE CONTINUITÉ	No 6 Page 22
GENERATEUR DE MELODIE + accompagnement	No 7 Page 28
3 MONTAGES GENERATEURS MUSICAUX	No 7 Page 44
MINI-RECEPTEUR F.M.	No 8 Page 5
BALADEUR F.M.	No 8 Page 5
SABLIER A LEDS	No 8 Page 18
GRILLON ELECTRONIQUE	No 9 Page 7

COMPTEUR DE PASSAGE UNIVERSEL	No 9 Page 33
MINUTERIE REGLABLE DE 5 S à 4 Mn	No 10 Page 8
VOLTMETRE DE POCHE A LEDs	No 11 Page 20
DOUBLE "BARGRAPH" A LEDs (K2000)	No 11 Page 41
TESTEUR DE PILES 1.5, 4.5 et 9 V à LEDs	No 12 Page 44
3 MONTAGES DE Cde DE MOTEURS PAS A PAS	No 13 Page 32
EMETTEUR F.M. COMMANDE PAR LA VOIX	No 14 Page 29
METRONOME MINIATURE	No 15 Page 2
GRADATEUR 220V SIMPLE A POTENTIOMETRE	No 17 Page 16
DETECTEUR UNIVERSEL A RELAIS	No 18 Page 14
MINI SERRURE CODEE 3 CHIFFRES	No 19 Page 38

## LUMIERE

VARIATEUR 220 V COMMANDE EN TENSION	No 7 Page 12
GRADATEUR CHENILLARD	No 10 Page 31
MODULATEUR VUMETRE 8 VOIES A MICRO	No 10 Page 2
VARIATEUR 220 V A EFFLEUREMENT	No 14 Page 33
2 UNITES DE PILOTAGE DE DIODE LASER	No 15 Page 34
CLIGNOTEUR 220 V ANTI-PARASITE	No 18 Page 17

## MESURE

UNITE D'AFFICHAGE LCD 3 DIGITS 1/2 à 7106	No 3 Page 44
UNITE D'AFFICHAGE LED 3 DIGITS 1/2 à 7107	No 3 Page 44
GENERATEUR DE FONCTIONS WOBULE	No 4 Page 14
BAROMETRE - ALTIMETRE	No 4 Page 41
MINI FREQUENCEMETRE 6 DIGITS 1 MHz	No 5 Page 31
THERMOMETRE SIMPLE - 40 à + 110 °C	No 5 Page 4
HYGROMETRE SIMPLE 5 à 100 %	No 5 Page 6
MODULE SURVEILLANCE, ALERTE ET COMMUT.	No 6 Page 26
GENE. SINUS-TRIANGLE-CARRE DE BASE	No 10 Page 27
CLAVIERS A TOUCHES MODULABLES	No 10 Page 23
SIGNAL-TRACER STEREO (1ère partie)	No 11 Page 24
MODULE BISTABLE MINIATURE (Diviseur par 2)	No 11 Page 37
VOLTMETRE AMPEREMETRE DE TABLEAU	No 12 Page 28
SIGNAL-TRACER STEREO (2ème partie)	No 12 Page 31
MINI GENERATEUR DE SIGNAUX	No 13 Page 10
PUPITRE LAB AVEC ALIM. ET GENERATEUR	No 13 Page 25
ANALYSEUR DE SPECTRE 10 BANDES	No 14 Page 9
DETECTEUR ENREGISTREUR DE MINI / MAXI	No 17 Page 41
MILLI-OHMETRE AUTONOME	No 18 Page 35
IMPEDANCEMETRE POUR MODULE A ICL7106	No 19 Page 2
MILLI WATTMETRE OPTIQUE	No 19 Page 43

## MODELISME

INDICATEUR DE CHARGE D'ACCUS	No 1 Page 19
CHARGEUR D'ACCUS A COURANT CONSTANT	No 2 Page 44
SIMULATEUR DE SOUDURE A L'ARC	No 3 Page 32
ALIMENTATION SIMPLE POUR BOUGIE	No 7 Page 2
COMMANDE DE TRAIN A COURANT PULSE	No 8 Page 23
COMMANDE DE FEUX TRICOLORES	No 9 Page 2
ECLAIRAGE DE CONVOIS FERROVIAIRES	No 9 Page 38
GESTION D'ECLAIRAGE MAQUETTES FERROV.	No 18 Page 40

## PERI-INFORMATIQUE

PROGRAMMATEUR DE 68705	No 2 Page 13
INTERFACE 8 VOIES CENTRONICS 220 Volts	No 3 Page 8
CORDONS ADAPTATEURS MINITEL / RS232	No 19 Page 18

## VIDEO

AMPLI CORRECTEUR VIDEO 4 VOIES	No 1 Page 9
PERITEL F.M. avec report	No 15 Page 39
2 PERITEL F.M. sans alimentation	No 15 Page 43
COMMUTEUR PERITEL AUTOM. MULTI-VOIES	No 19 Page 24

Si vous achetez vos anciens numéros dans un magasin HBN

1 PIN'S\*



(AU CHOIX)

VOUS SERA OFFERT

(Pour l'achat de 2 numéros minimum)

voir la liste des magasins au dos de la couverture

\* En magasin uniquement

Complétez votre collection HOBBYTRONIC: Vous désirez d'anciens numéros ? Cochez ci-dessous les numéros qui vous intéressent et le nombre d'exemplaires. Joindre 15 Francs par numéro commandé (Port gratuit). (Veuillez dans tous les cas indiquer vos coordonnées au verso de ce coupon S.V.P.)

1	7	13	19
2	8	14	
3	9	15	
4	10	16	
5	11	17	
6	12	18	

Total: x 15F (Chèque ou carte)

Bulletin d'abonnement : Octobre 1992

Hobbytronic OCTOBRE 1992  
Dépot légal OCTOBRE 1992

Imprimerie MAULDE et RENO  
23, rue de Lunéville  
02100 SAINT QUENTIN

Directeur de la Publication :  
M. Ninassi  
HBN Electronic  
S.A. au capital de 7.930.000  
B.P. 2739  
Z.I.S.E 51100 REIMS  
ISSN 1157 - 4372  
Commission paritaire  
en cours

# Si vous achetez vos anciens numéros dans un magasin HBN

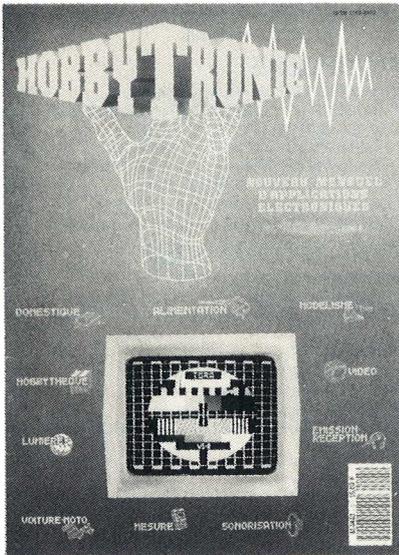
## 1 PIN'S \*

(AU CHOIX)

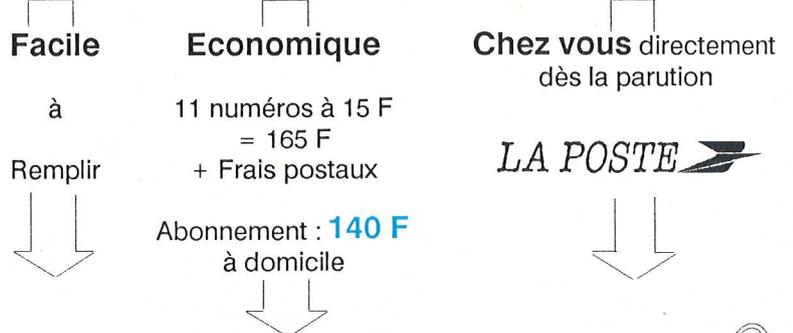
### VOUS SERA OFFERT

(Pour l'achat de 2 numéros minimum)  
Consultez la liste des magasins  
au dos de la couverture.

\* En magasin uniquement.



## L'ABONNEMENT :



### BULLETIN D'ABONNEMENT

N°20 - Octobre 1992

Réabonnement N° d'abonné   
 Abonnement   
Sur bande adresse

A partir de quel numéro inclus, désirez-vous recevoir  
votre abonnement : N°

TOTAL REGLEMENT :  ,  Frs

Chèque bancaire ou postal.

Carte bleue Expiration

N°

SIGNATURE :  
(Signature des parents pour les mineurs)

### HOBBYTRONIC - Abonnement BP 2739 - 51060 REIMS Cedex

ATTENTION, si vous désirez d'anciens numéros,  
voir au verso de ce coupon.

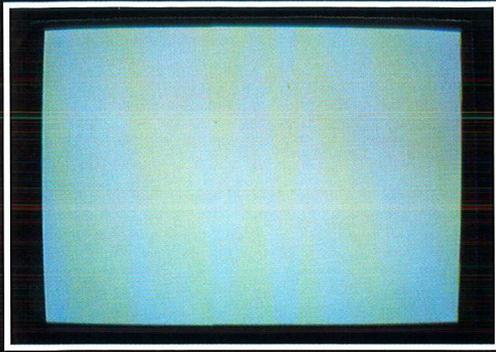
Ecrire en CAPITALES une lettre par case, laisser une case  
entre deux mots. Merci. (Ou joindre la bande adresse).

Nom, prénom

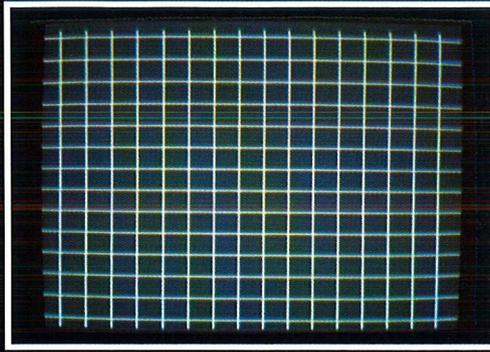
Adresse

code postal  Ville

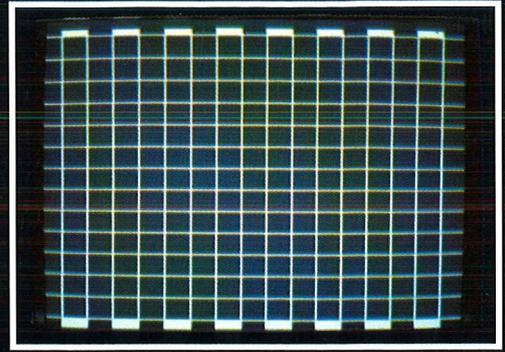
# EXEMPLES DE MIRES POSSIBLES



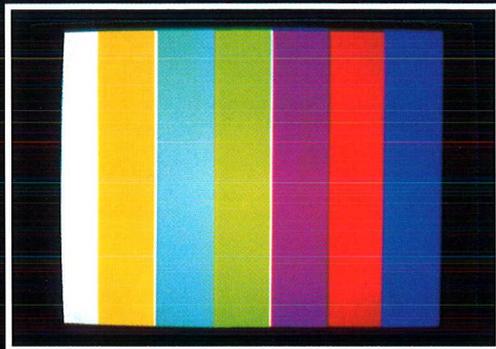
Mire de pureté



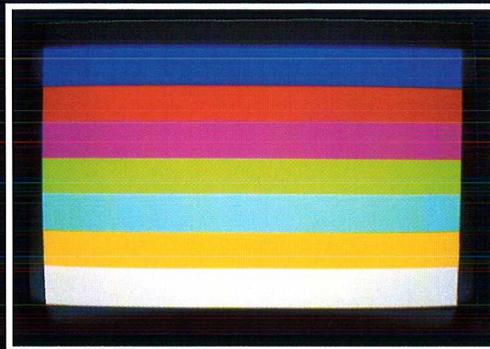
Mire de convergence



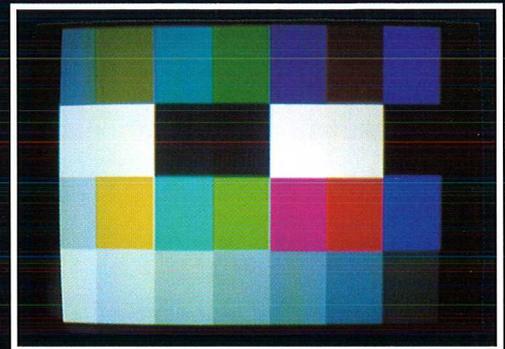
Mire de convergence  
avec incrustation



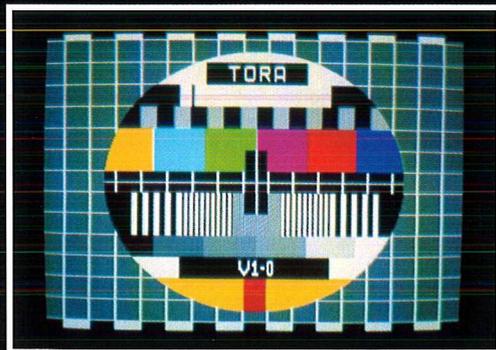
Bandes verticales de couleurs  
à 100%



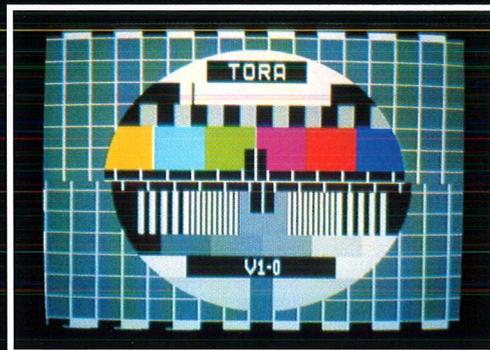
Bandes horizontales de couleurs  
à 100%



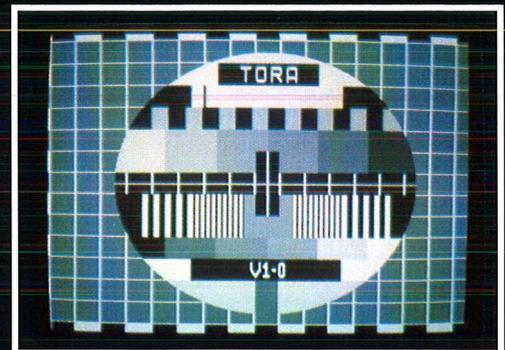
Bandes de dégradés de  
couleurs



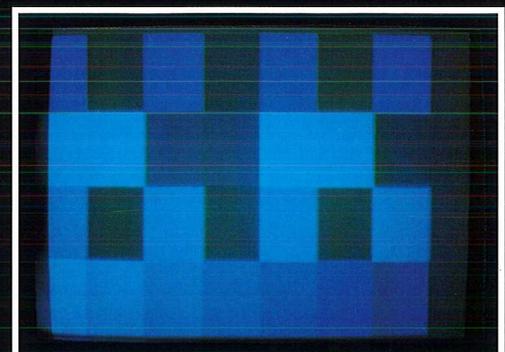
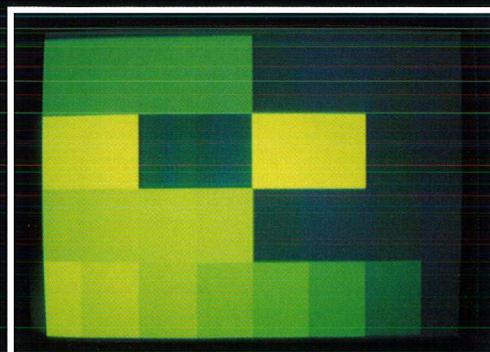
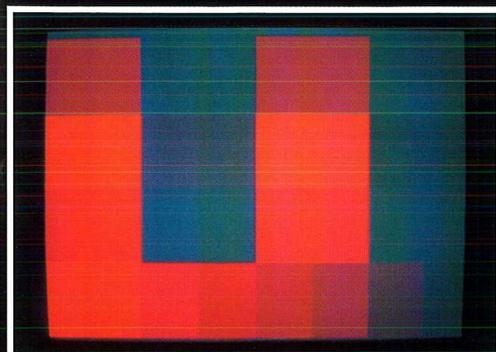
Mire TORA



Mode mixte couleur / noir et blanc



Mode noir et blanc seul



← Sélection en couleurs de base →

DUNKERQUE 59140  
14 RUE DU MAL FRENCH  
TEL 28 66 38 65

AMIENS 80000  
19 RUE GRESSET  
TEL 22 91 25 69

FONTAINEBLEAU 77000  
23 RUE A BRIAND  
TEL 1-64 22 35 25

ROUEN 76000  
19 RUE DU GAL GIRAUD  
TEL 35 88 59 43

LE HAVRE 76600  
13 PL HALLES CENTRALES  
TEL 35 42 60 92

LE MANS 72000  
16 RUE H LECORNUE  
TEL 43 28 38 63

RENNES 35000  
12 QUAI DUGUAY TROUIN  
TEL 99 30 85 26

ST BRIEUC 22000  
16 RUE DE LA GARE  
TEL 96 33 55 15

BREST 29200  
151 AV J JAURES  
TEL 98 80 24 95

NANTES 44000  
3 RUE J J ROUSSEAU  
TEL 40 48 76 57

ORLEANS 45000  
61 RUE DES CARMES  
TEL 38 54 33 01

POITIERS 86000  
8 PL A LEPETIT  
TEL 49 88 04 90

COGNAC 16100  
21 LE FIEF DU ROY- CH BERNARD  
TEL 45 35 04 49

BORDEAUX 33000  
10 RUE DU MAL JOFFRE  
TEL 56 52 42 47

BAYONNE 64100  
3 RUE DU TOUR DE SAULT  
TEL 59 59 14 25

LENS 62300  
43 RUE DE LA GARE  
TEL 21 28 60 49

LILLE 59800  
67 RUE DE PARIS  
TEL 20 06 85 52

VALENCIENNES 59300  
57 RUE DE PARIS  
TEL 27 46 44 23

REIMS 51100  
10 RUE GAMBETTA  
TEL 26 88 47 55

REIMS 51100  
46 AV DE LAON  
TEL 26 40 35 20

CHARLEVILLE 08000  
1 AV J JAURES  
TEL 24 33 00 84

CHALONS/MARNE 51000  
2 RUE CHAMORIN  
TEL 26 64 28 82

METZ 57000  
60 PASSAGE SERPENSOISE  
TEL 87 74 45 29

STRASBOURG 67000  
4 RUE DU TRAVAIL  
TEL 88 32 86 98

NANCY 54000  
133 RUE ST DIZIER  
TEL 83 36 67 97

MULHOUSE 68100  
CENTRE EUROPE  
TEL 89 46 46 24

MONTBELIARD 25200  
28 LA CRAY VOUGEACOURT  
TEL 81 90 24 48

TROYES 10000  
6 RUE DE PREIZE  
TEL 25 81 49 29

DIJON 21000  
2 RUE CH DE VERGENNES  
TEL 80 73 13 48

GRENOBLE 38000  
3 BD DU MAL JOFFRE  
TEL 76 47 58 62

AJACCIO 20000  
AV DU MARECHAL JUIN  
TEL 95 20 27 38

VALENCE 26000  
28 RUE DES ALPES  
TEL 75 42 51 40

ST ETIENNE 42000  
30 RUE GAMBETTA  
TEL 77 21 45 61

MONTPELLIER 34000  
46 BD DES ARCEAUX  
TEL 67 63 53 27

NEVERS 58000  
1 ET 2 PL MANCINI  
TEL 86 61 15 03

DISTRIBUE :



**TORA**  
KIT ELECTRONIQUE