

# ELEKTOR

*l'électronique créative*

## programmateur de PIC

pour les versions EPROM et OTP des  
PIC16C52, -55, -56, -57, -71, -84 & 71C42

**Intégral**  
ampli/préampli intégré

**anémo-  
alias fluxmètre**

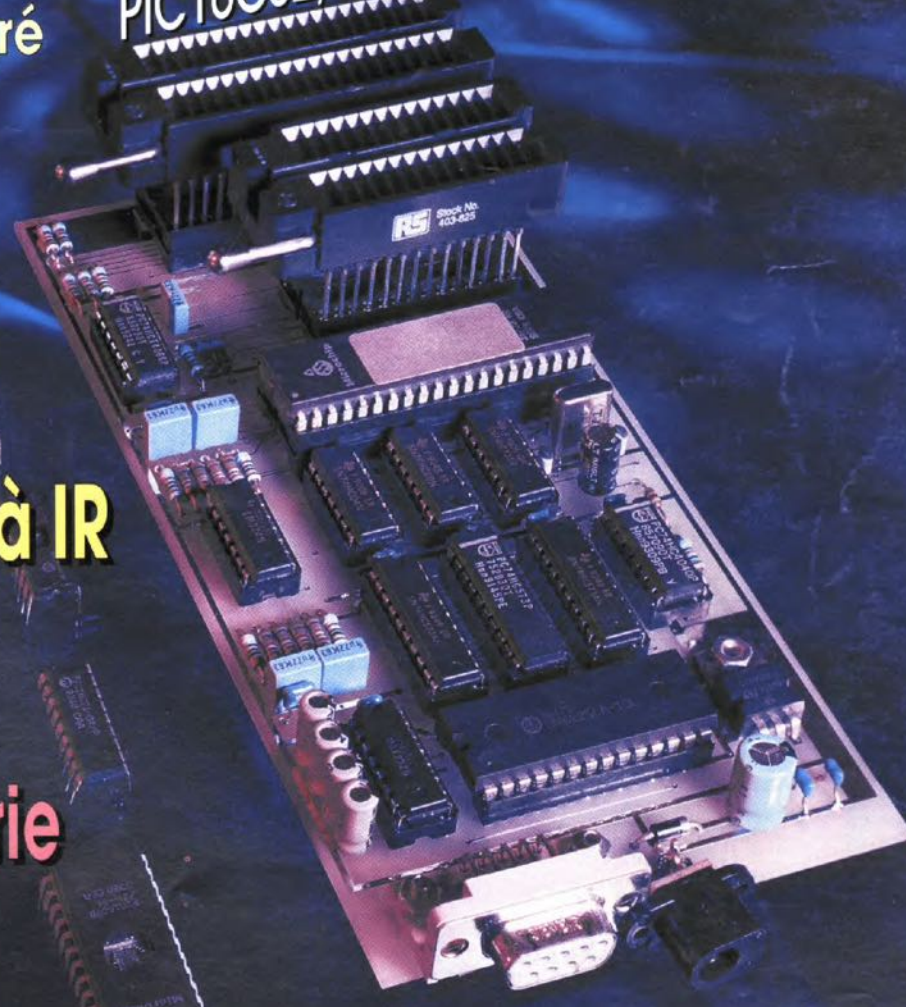
**télé-interrupteur à IR**

**indicateur de  
tension de batterie**

**moniteur MIDI**  
soyez maître des événements

mensuel 180 FB 8,20 FS

**ELEKTOR**



M 1531 - 189 - 25,00 F



# SOMMAIRE



n° 189  
mars 1994

Le montage-phare de ce numéro est le **programmeur de PIC**, appareil dont l'utilité deviendra, au fil des mois à venir, on ne peut plus évidente. Nous avons également prévu autre chose au menu de ce numéro, ne serait-ce que pour éviter de décevoir nos lecteurs pour lesquels l'informatique ne constitue pas la raison d'être de l'électronique : que diriez-vous d'un **ampli-préampli intégré, Intégral**, d'un **moniteur MIDI** pour les musiciens, d'un **télérupteur à IR** ou d'un instrument de **mesure de flux** en tous genres...

## INFORMATIONS

### Intérêt général

- 22 **CeBIT** coup d'œil sur la technologie de demain
- 26 **BP59, le Courrier Lecteurs**
- 35 **logiciel : CADPAK**  
saisie de schémas et dessin de circuits imprimés
- 59 **le tort : fusible électronique – résistance de charge électronique – chargeur «reflex» à ICS1700**

## RÉALISATIONS

### Audio, vidéo & musique

- 17 **Intégral** 1<sup>re</sup> partie : l'ampli de puissance

### Applikator

- 24 **SAE800** un circuit intégré pour gong

### Micro-informatique

- 28 **programmeur de PIC** M. Rose  
la toute-puissance à votre portée

- 60 **adaptateur monochrome**

### Voiture, moto & vélo

- 36 **indicateur de tension de batterie miniature**

### HF, radio

- 42 **étage de sortie DX**

### Domestique

- 45 **télérupteur à commande IR**

### Musique

- 50 **moniteur MIDI** W. Dunczewski

### Mesure et test

- 56 **anémomètre alias fluxmètre**
- 63 **testeur de codes IR** kit ELV

ELEKTOR infocarte 242		Information générale	codes MIDI
<b>Channel</b>		54	I
Les 4 bits de poids fort d'un octet d'état de canal ( <i>channel status byte</i> ), définissent l'instruction, les 4 bits de poids faible désignant le numéro de canal.			
<b>8<sub>h</sub></b>	<b>NOTE OFF EVENT</b>		
3 octets	1000 mmm + 0kkk kkkk + 0vvv vvvv Key-off-velocity		
<b>9<sub>h</sub></b>	<b>NOTE ON EVENT</b>		
3 octets	1011 mmm + 0kkk kkkk + 0vvv vvvv mmmm Code de canal 0 - 15 (soit un total de 16 canaux disponibles) 0kkk kkkk Numéro de touche 0-127 Quel que soit le clavier on a Do central = 60. 0vvv vvvv Key-on-velocity 1-127 (0 = NOTEOFF) Si le clavier ne comporte pas de capteurs de vélocité, c'est la valeur standard 64 qui est émise.		
<b>A<sub>h</sub></b>	<b>POLYPHONIC KEY PRESSURE</b>		
3 octets	1010 mmm + 0kkk kkkk + 0vvv vvvv 0vvv vvvv Valeur de pression/After-touch 0-127. Le code est utilisé en omni-mode.		
<b>B<sub>h</sub></b>	<b>CONTROL CHANGE</b>		
3 octets	1011 mmm + 0ccc cccc + 0vvv vvvv 0ccc cccc Adresse de commande 0-127 Exception faite du pitch bend (0) il n'est pas donné de spécification de ces adresses. 0vvv vvvv Valeur de commande - pour contrôleurs: 0-127 - pour commutateurs: 0 = OFF, 127 = ON (1-126 sont ignorés)		

## ELEKTOR - infocartes

ELEKTOR infocarte 243		Information générale	codes MIDI
<b>System Real Time</b>		55	II
Cette instruction permet une attaque directe du système. Ses applications englobent les processus de synchronisation et les systèmes générateurs de rythme. Les instructions de temps réel système sont émises sur tous les canaux. Les instruments ne reconnaissent par ces instructions les ignorent purement et simplement.			
<b>F<sub>Bh</sub></b>	<b>TIMING-CLOCK-IN-PLAY</b>		
	Cette horloge est émise pendant que l'émetteur se trouve en mode «Play». Le système est synchronisé et possède une fréquence de 24 impulsions d'horloge par note.		
<b>F<sub>Bh</sub></b>	<b>MEASURE-END</b>		
	On a émission de l'instruction fin de mesure (MEASURE-END) en substitution à TIMING-CLOCK-IN-PLAY à la fin de chaque mesure.		
<b>F<sub>Ah</sub></b>	<b>START-FROM-1st-MEASURE</b>		
	Ce code est émis directement lorsque la touche PLAY du maître (séquenceur ou générateur de rythmes) est enfoncée. La première TIMING-CLOCK-IN-PLAY doit être émise dans les 5 ms suivant cette instruction.		
<b>F<sub>Bh</sub></b>	<b>CONTINUE START</b>		
	Ce code est émis directement lorsque la touche CONTINUE du maître est utilisée. On a répétition d'une séquence à partir du point de réception de la dernière instruction TIMING-CLOCK-IN-PLAY. L'instruction TIMING-CLOCK-IN-PLAY suivante doit être émise dans les 5 ms à suivre.		
<b>F<sub>Cn</sub></b>	<b>TIMING-CLOCK-IN-END</b>		
	On a génération de ce signal d'horloge lorsque le maître est arrêté (wait-mode) et sert au verrouillage d'une PLL pendant les pauses. PLL chargée du maintien de la chronologie pendant les pauses.		
<b>F<sub>Eh</sub></b>	<b>ACTIVE SENSING</b>		

# Intégral

de l'audio solide, sans excès cependant

1<sup>e</sup> partie : l'ampli de puissance



La caractéristique marquante du monde des amplificateurs Hi-Fi (Haute Fidélité) semble être une compétition féroce et incessante en vue de la réalisation d'un amplificateur possédant la distorsion la plus faible possible. Un taux de distorsion extrêmement bas s'accompagne très souvent par une augmentation monstrueuse du prix et bien moins par une amélioration de la qualité sonore de l'appareil en question. C'est très exactement pour cette raison-là que l'Intégral, le nouveau ampli/préampli né dans les laboratoires d'Elektor, a choisi de se démarquer par l'utilisation d'un concept simple permettant cependant de maintenir la distorsion maximale hors des limites du perceptible. L'un des articles du mois prochain sera consacré au second module d'Intégral, un étage préamplificateur.

Il n'est sans doute pas nécessaire d'attirer votre attention sur le fait que le coût de développement d'un amplificateur aux caractéristiques (théoriques) « parfaites » est, en fin de compte, « payé » par son ache-

teur. On peut cependant se poser la question de savoir s'il faut être satisfait de cette situation.

L'écoute de l'Intégral prouve, par exemple, que l'oreille humaine est

incapable, à de très rares exceptions (???) près, de faire une différence entre le son produit par un amplificateur à taux de distorsion **faible** et un autre modèle caractérisé par un taux de distorsion **extrêmement faible**. De très nombreux amplificateurs disponibles dans le commerce se targuent de posséder un taux de distorsion harmonique (TDH) de 0,001%. L'Intégral prétend lui avoir un taux de distorsion harmonique de 0,2% à modulation maximale !

La puissance de sortie maximale de notre amplificateur compact est de 85 W dans 4 Ω et de 45 W dans 8 Ω. Le spectre des fréquences de l'Intégral devrait satisfaire même le plus exigeant des audiophiles vu qu'il s'étend de l'ordre de 10 Hz jusqu'à quelque 70 kHz.

## Généralités

Avant de nous lancer dans la réalisation de l'Intégral nous allons commencer par nous intéresser aux facteurs à la base de toute conception d'un amplificateur de sortie réalisé en électronique discrète.

La **figure 1** donne, sous forme synoptique, les éléments nécessaires à la réalisation d'un étage de sortie, un amplificateur de puissance donc, par opposition à un préamplificateur. Le signal audio entre dans le système par l'intermédiaire d'un étage d'entrée qui lui donne un certain gain; le signal ainsi amplifié est appliqué ensuite à l'étage de commande, capable lui de fournir un courant de sortie non négligeable, courant de sortie dont nous avons besoin pour pouvoir commander l'étage de sortie final proprement dit. Les transistors utilisés dans ce genre d'amplificateur de sortie se caractérisent par un faible gain en tension et demandent un courant de base relativement important. Il faudra donc que l'étage de commande puisse fournir un courant d'intensité suffisamment élevée pour assurer la pleine modulation des transistors de sortie.

Il suffit de quelques calculs pour se rendre compte que, dans le cas de notre étage de sortie, il s'agit en effet d'une amplification de courant.

Si l'on suppose une puissance de sortie de 80 W dans une charge (haut-parleur) de 4 Ω, la formule

$$I = \sqrt{\left(\frac{P}{R}\right)},$$

nous apprend que le courant traversant la charge est de

$$\sqrt{\left(\frac{80W}{4\Omega}\right)} = 4,5A!$$

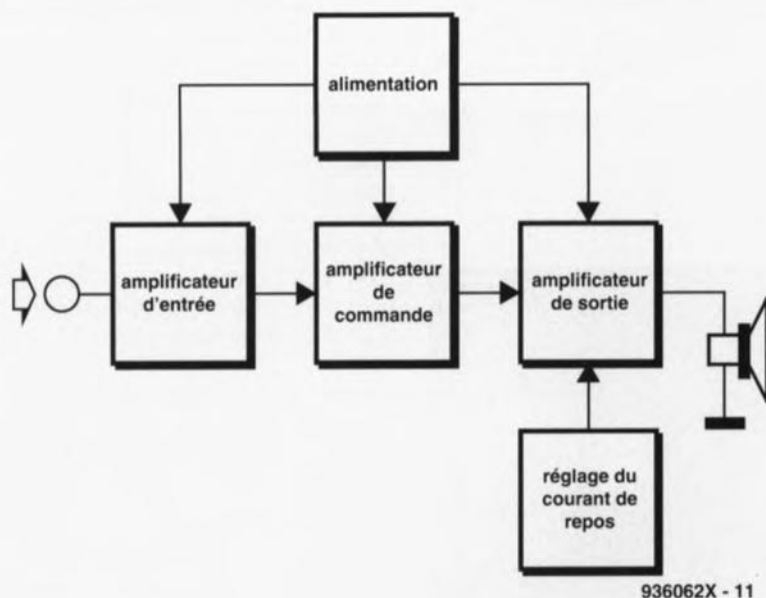


Figure 1. Une importante majorité de tous les amplificateurs de sortie discrets construits de par le monde respecte le synoptique proposé ici.

C'est donc aux transistors de sortie de veiller à fournir ce courant d'intensité relativement élevée à l'enceinte.

L'amplificateur de puissance est en outre doté d'un réglage en courant continu stable, de manière à définir le point de travail des transistors de sortie à une valeur fixe.

Le seul bloc du synoptique que nous n'ayons pas encore examiné est celui de l'alimentation. Il s'agit, comme c'est le cas pour la quasi-totalité des alimentations pour amplificateurs de sortie, d'une alimentation relativement simple sans la moindre fanfreluche, constituée d'un pont de redressement et de quelques condensateurs électrolytiques de lissage de bonne capacité.

## Le schéma

Ne soyez pas surpris, il ne faut vraiment rien de plus que l'électronique du schéma de la **figure 2** pour disposer de l'un des étages de sortie de l'Intégral.

Les transistors T1 et T2 remplissent une fonction de préamplificateur, la combinaison T3/T4 servant d'étage de commande pour la section de sortie centrée sur les transistors T6 et T7. L'électronique autour du transistor T5 se charge du réglage du courant de repos de l'amplificateur de sortie.

L'ensemble de l'électronique se caractérise par une symétrie quasi-totale. On pourrait basculer le schéma autour de son axe horizontal sans qu'il n'y ait le moindre changement. La raison pour cette symétrie parfaite est le fait que le montage a été conçu selon le principe de *push-pull*. L'une des caractéristiques fort attrayantes de cette technique est qu'il est possible, avec un montage relativement simple, d'arriver, quasi-automatiquement, à un taux de distorsion (relativement) faible.

L'ensemble constitué de la résistance R2 et des résistances R5 et R6, ces dernières prises en parallèle, définit l'impédance d'entrée du circuit. Via les condensateurs de couplage C2 et C3, le signal d'entrée est réparti sur les deux moitiés de l'amplificateur et arrive donc sur la base des transistors T1 et T2 respectivement. Les résistances R5 à R12 servent ici au réglage du point de fonctionnement des dits transistors. T1 et T2 transmettent le signal amplifié à l'étage de commande centré sur les transistors T3 et T4. La chute de tension aux bornes des résistances R11 et R12 définit le

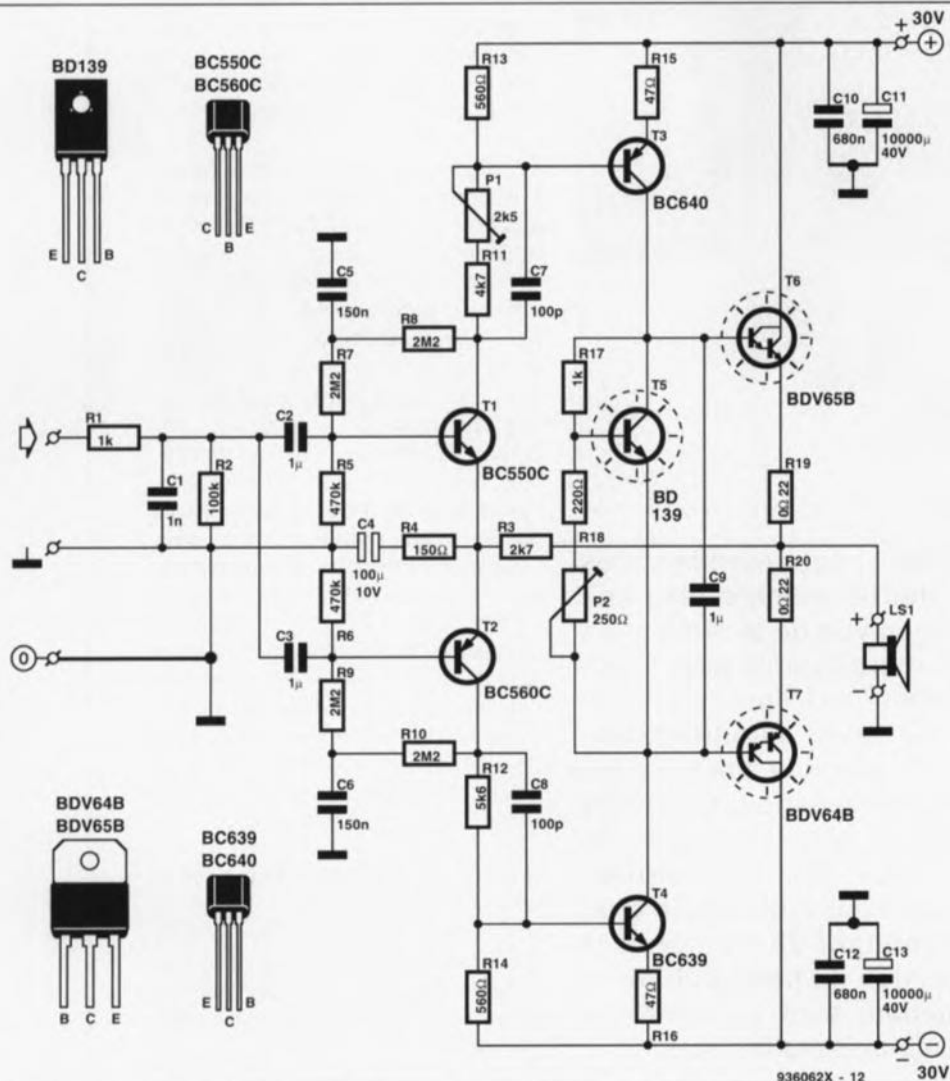


Figure 2. 2 transistors faible signal amplifient le signal d'entrée et le transmettent à un second étage à transistors. Chaque étage à transistors suivant dans la chaîne de l'amplificateur est capable de fournir un courant d'intensité plus importante que le précédent et se caractérise, en général, par un gain en tension plus faible. L'intensité du courant fourni par les transistors de sortie suffit à la commande d'un haut-parleur de faible impédance.

point de travail des transistors T3 et T4 respectivement. L'ajustable P1 pris en série sur la résistance R11 est destiné à permettre, ultérieurement, l'« accord » des deux moitiés de cet étage de commande. Il faudra, plus tard, jouer sur cet ajustable de façon à ce que la sortie de l'amplificateur présente, au repos, c'est-à-dire hors-signal, une tension de 0 volt très exactement.

L'étage situé en aval, et qui est d'ailleurs le dernier, comporte les transistors Darlington de puissance T6 et T7. Le signal d'émetteur des transistors T3 et T4 arrive sur la base des transistors de cet étage de sortie. T6 et T7 fournissent le courant de sortie requis pour la commande de l'enceinte – à un ou plusieurs haut-parleur(s). Les résistances R19 et R20 augmentent la stabilité du réglage de l'étage de sortie.

Nous avons, lors des explications précédentes, oublié – et ce pour ne pas compliquer inutilement les choses – de nous intéresser au fonctionnement du transistor T5.

Ce transistor assisté de son électronique périphérique se charge du réglage – indépendamment de la température – du courant de repos des transistors T6 et T7. L'ajustable P2 sert ici à fixer à une certaine valeur l'intensité du courant traversant ces transistors de sortie. On définira la tension de jonction collecteur-émetteur de T5 de façon à ce que les transistors T6 et T7 soient en très légère conduction ( $I_{\text{collecteur}} \approx I_{\text{émetteur}} \approx 100 \text{ mA}$ ).

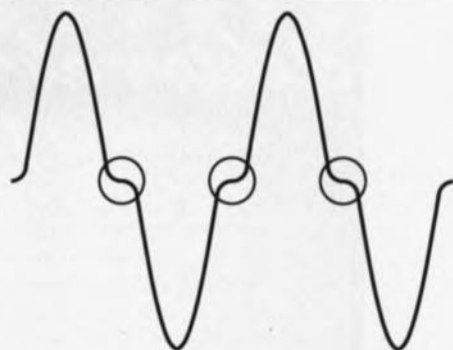
Ce réglage évite l'apparition dans le signal de sortie de l'amplificateur de la fameuse *distorsion de transition*. Cette distorsion (voir **figure 3**) naît lorsque les transistors ne réagissent pas immédiatement à l'application d'un faible signal à leur base. Dans ces conditions les transistors ne deviennent conducteurs que si l'amplitude du signal est supérieure à la valeur de la tension de jonction base-émetteur. En appliquant, à l'aide de T5, une certaine tension, faible, – dite « de polarisation » – à leur base, ces transistors se trouvent dans un état de très faible conduction en raison du fait que la tension continue de base est tout juste supérieure à la valeur de la tension de seuil.

Si l'on applique, dans ces conditions, un signal à la base de T6 et T7, ces transistors sont capables de réagir instantanément. Le condensateur C9 introduit, dans l'électronique destinée au réglage de l'intensité du courant de

repos, le découplage en tension alternative requise.

Comme les transistors T5 à T7 possèdent un coefficient de température quasiment identique et que l'on a établi une bonne interconnexion thermique (par montage sur un radiateur commun) le transistor T5 est capable de compenser toute fluctuation de la température tout en effectuant un réglage automatique du point de travail des transistors T6 et T7.

La fonction des condensateurs C7 et C8 est liée à celle des transistors T1 et T2. À l'image de n'importe quel transistor qui se respecte, T1 et T2 possèdent eux aussi une certaine capacité collecteur-base – on peut se l'imaginer sous la forme d'un condensateur théorique pris entre la base et l'émetteur. En raison de la



936062X - 13

Figure 3. Par la mise en oeuvre d'un réglage en courant continu correct, la distorsion de transition disparaît presque totalement. La contre-réaction de l'amplificateur se charge ensuite d'éliminer tout ce qui reste de la distorsion.

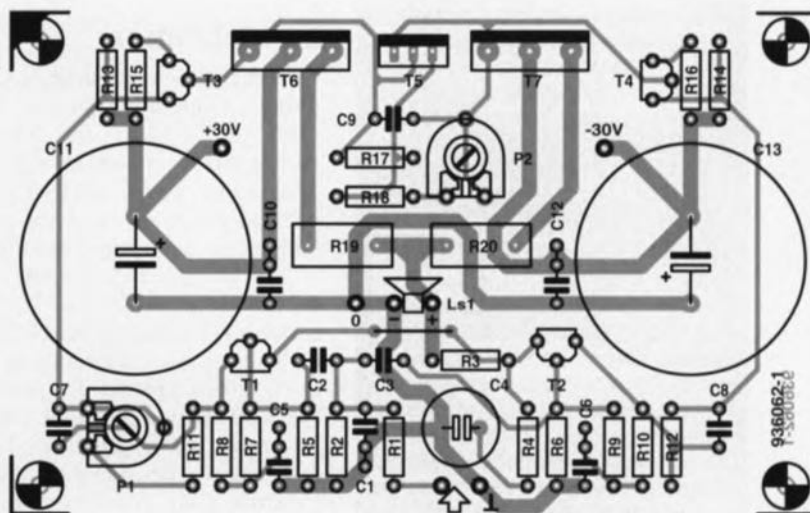


Figure 4. Le dessin du circuit imprimé pour l'étage de sortie de l'intégral répond à toutes les exigences requises pour la réalisation d'un amplificateur de sortie à très faible distorsion. Des points de masse à la disposition correcte et des pistes cuivrées de bonne largeur constituent quelques facteurs très importants lors du dessin de la platine.

#### Liste des composants

##### Résistances :

R1, R17 = 1 kΩ  
 R2 = 100 kΩ  
 R3 = 2kΩ7  
 R4 = 150 Ω  
 R5, R6 = 470 kΩ  
 R7 à R10 = 2MΩ2  
 R11 = 4kΩ7  
 R12 = 5kΩ6  
 R13, R14 = 560 Ω  
 R15, R16 = 47 Ω  
 R18 = 220 Ω  
 R19, R20 = 0Ω22/5 W (de la série MPC-71 par exemple)  
 P1 = ajustable 2kΩ5  
 P2 = ajustable 250 Ω

##### Condensateurs

C1 = 1 nF

C2, C3, C9 = 1 μF

C4 = 100 μF/10 V bipolaire

C5, C6 = 150 nF

C7, C8 = 100 pF

C10, C12 = 680 nF

C11, C13 = 10 000 μF/40 V radial

##### Semi-conducteurs :

T1 = BC550C

T2 = BC560C

T3 = BC640

T4 = BC639

T5 = BD139

T6 = BDV65B

T7 = BDV64B

##### Divers :

radiateur 0,6°C/W tel que Fischer SK85 (160 x 75 mm) par exemple

3 ensembles d'isolation céramiques (pour T5 à T7)

## elektor-abc

### Amplificateur push-pull

Amplificateur de puissance utilisant deux tubes électroniques ou deux transistors travaillant en opposition de phase. Dans le cas d'un amplificateur de puissance à tubes, ce résultat est obtenu grâce à un transformateur à point milieu au secondaire ou à un montage déphaseur attaquant les deux entrées en opposition de phase, de sorte qu'un composant amplifie les alternances positives du signal à amplifier et l'autre les alternances négatives. Les deux demi-signaux résultants étant combinés dans un transformateur de sortie à point milieu au primaire. Dans le cas d'un amplificateur à transistors, il est possible de supprimer le transformateur d'entrée ou le montage déphaseur. Il suffit pour cela d'employer deux transistors complémentaires. Une caractéristique attrayante de cette technique est le fait que, les deux moitiés de l'amplificateur travaillant en opposition de phase, les distorsions des signaux de sortie s'annulent partiellement et il en résulte donc un faible taux de distorsion.

### Distorsion de transition

Lors de la transition du signal de l'un des transistors (demi-signal positif) vers l'autre (demi-signal négatif) dans un amplificateur symétrique de puissance en classe-B, il se produit une distorsion dite «de transition». Cette distorsion naît par le fait que l'un des transistors n'est pas encore actif au moment où l'autre bloque déjà. Si l'on procède cependant à un réglage tel que les transistors se trouvent toujours dans un état de très faible conduction, on n'aura plus de distorsion de transition.

### transistor Darlington

Un transistor Darlington est en fait un composant comportant deux transistors distincts. La base du premier transistor constitue la base du Darlington et son émetteur est relié à la base du second transistor. Les collecteurs des deux transistors sont interconnectés et constituent le collecteur du Darlington. L'émetteur du Darlington prend la forme de l'émetteur du second transistor interne. Un transistor Darlington se caractérise par un comportement de transistor «standard» avec un facteur élevé de gain en courant.

### Contre-réaction

Un couplage négatif de la sortie vers l'entrée. Le signal d'entrée prend de ce fait la forme d'une combinaison du signal original et du signal de sortie. La présence d'une contre-réaction fait donc qu'à son entrée un amplificateur est confronté immédiatement à des erreurs qui se produisent à sa sortie. L'amplificateur dispose donc de la possibilité de pouvoir corriger lui-même ces erreurs.

présence de cette capacité, les fréquences élevées que comporte le signal d'entrée subissent une amplification moindre que le reste des fréquences. Les condensateurs C7 et C8 servent à compenser ce phénomène gênant et veillent à ce que le gain de la composante «hautes fréquences» corresponde exactement à celui du reste du signal.

Le gain introduit par l'ensemble de l'amplificateur est ajusté par la contre-réaction réalisée à l'aide des résistances R3 et R4. Le condensateur C4 évite que la dite contre-réaction n'ait d'influence négative sur la tension continue. La contre-réaction ne sert pas uniquement à définir l'amplification totale, elle diminue également, et cela de façon efficace, une éventuelle distorsion du signal.

### La réalisation

La figure 4 vous propose la sérigraphie de l'implantation des composants de l'étage de sortie de l'Intégral. Il va sans dire que l'on aura besoin, pour la réalisation de la version stéréo de cet amplificateur intégré, de deux étages de sortie.

Le circuit imprimé pour l'étage de sortie a été conçu en tenant compte de la disposition des points de masse et en faisant appel à des pistes cuivrées très larges destinées à faciliter la circulation de courants de forte intensité. Le dessin de cette platine garantit donc un fonctionnement optimal et fiable de l'amplificateur. La mise en place des différents composants ne devrait pas, formule consacrée, poser de problème. On

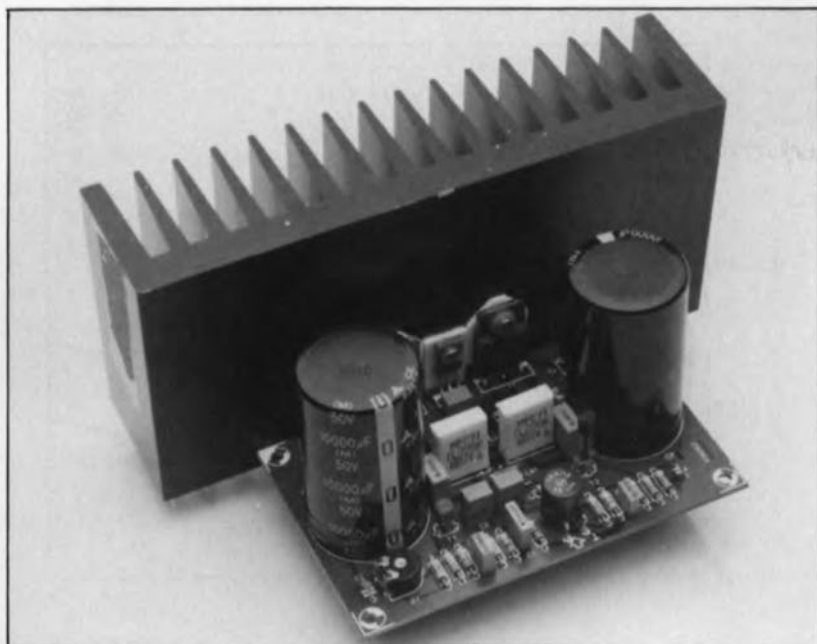
commencera, comme d'habitude, avec la mise en place et la soudure des ponts de câblage et des composants de petite taille, suivie par celle des composants plus grands. Il faudra bien vérifier la polarité des gros condensateurs électrolytiques C11 et C13. Une erreur de polarité à l'implantation se traduira sans aucun doute par un grand «boum» et une pagaille gigantesque. C4 n'est pas un condensateur électrolytique standard. Il s'agit en effet d'un condensateur électrolytique **bipolaire**, sans la moindre indication de polarité donc.

Il est recommandé, pour des raisons de meilleure dissipation, de monter les résistances de puissance R19 et R20 à une certaine distance de la platine. Il faudra faire appel, pour les connexions externes (sortie vers le haut-parleur, +30 V, -30 V et masse) qui véhiculent des courants d'intensité élevée, à des picots «épais» (ou, mieux encore, à des cosse mâles encartables du type «automobile»). On utilisera, pour le câblage de l'entrée, du câble blindé et pour la connexion des embases pour haut-parleur aux points Ls1+ et Ls1- à du fil de câblage isolé de 2,5 mm de section.

On montera les transistors de sortie T6 et T7 et le transistor T5 de réglage du courant de repos, sur un radiateur commun d'une résistance thermique de 0,6°/W (cf. figure 5). Il est requis, lors de ce montage, de doter chacun des transistors d'un ensemble d'isolation **céramique** et un rien de pâte thermoconductrice. Il ne faudra, en aucun cas, faire appel à des plaquettes d'isolation en mica ou en silicone !



Figure 5. Il faudra, pour le montage des transistors T5 à T7, absolument faire appel à des ensembles d'isolations céramique enduites d'un rien de pâte thermoconductrice. Toute autre technique de montage se traduira inévitablement par un mauvais couplage thermique entre ces transistors et, par conséquent, par un fonctionnement peu satisfaisant de l'amplificateur.



Le choix du coffret à utiliser est laissé à votre goût personnel. On pourra opter entre la réalisation d'un amplificateur de puissance en version mono ou stéréo.

Il est également possible, ce qui est très exactement ce que nous envisageons d'ailleurs, d'attendre l'article du mois prochain, dans lequel nous décrirons l'électronique de l'étage d'entrée, du préamplificateur et de l'alimentation, pour réaliser dans sa totalité l'amplificateur intégré qu'est en fait l'Intégral.

Quel que soit votre choix de coffret, il est recommandé d'en doter la face arrière d'un orifice rectangulaire, de taille suffisante pour permettre le passage des transistors T5 à T7. Cette technique permet de fixer le radiateur à l'extérieur du coffret et donc une meilleure dissipation de la chaleur produite par les dits transistors. L'orifice dans la face arrière du coffret vous permet de visser les transistors T5 à T7 contre leur radiateur (que l'on aura doté de trois orifices avec filetage M3 bien entendu).

L'alimentation de l'Intégral fera l'objet d'une description dans le second article consacré à ce montage, article publié le mois prochain dans ce même magazine. Si tant est que vous vous contentiez de réaliser un amplificateur de sortie, utilisant l'électronique décrite dans cet article, vous pouvez envisager de faire appel au schéma de la **figure 6** pour la réalisation d'une alimentation convenable. Les caractéristiques électriques mentionnées en ce qui concerne le transformateur à utiliser se rapportent à une version mono-phonique de l'étage de sortie. Pour

une version stéréo (deux étages de sortie donc) il faudra opter pour un transformateur capable de fournir un nombre de VA 2 fois supérieur à la valeur indiquée ici.

### Le réglage

de l'étage de sortie n'est pas sorcier et ne demande rien de plus qu'un bon voltmètre (**figure 7**). On commencera par la mise en position médiane des deux ajustables P1 et P2, la mise en court-circuit de l'entrée de l'amplificateur et l'application de la tension d'alimentation symétrique. Il faudra ensuite jouer sur P2 de façon à ce que l'on ait présence, aux bornes de R19 (et R20), d'une tension de l'ordre de 22 mV. L'intensité du courant de repos est, dans ces conditions, de quelque 100 mA.

Il suffit ensuite de jouer sur le curseur de l'ajustable P1 pour obtenir une tension de sortie la plus proche possible de 0 V. S'il s'avère impossible d'obtenir une tension de 0 V à la sortie de l'amplificateur, il ne vous restera pas d'autre solution que de remplacer le transistor T2 par un autre exemplaire (de même type bien sûr) permettant d'avoir à la sortie, cette fameuse tension de sortie de 0 V, pratiquement.

### En guise de conclusion à ...

ces paragraphes consacrés à la description de l'étage de sortie de l'Intégral, voici quelques caractéristiques spécifiques, destinées au nombre important d'enthousiastes de l'audio que connaît le lectorat d'Elektor.

La distorsion harmonique totale de l'Intégral, lorsqu'il fournit une puis-

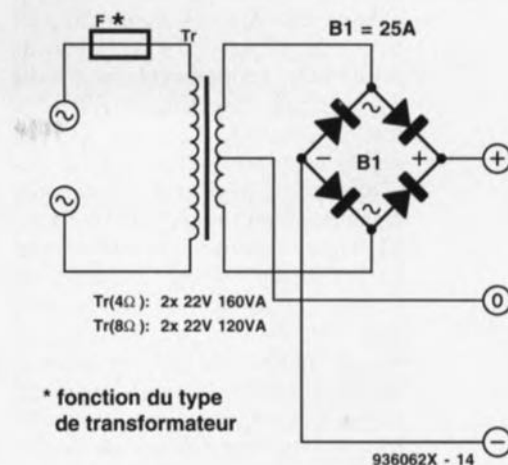


Figure 6. Ceux d'entre nos lecteurs qui sont avides de tester l'étage de sortie de l'Intégral sans son préamplificateur peuvent faire appel à cette alimentation.

sance de sortie de 45 W dans 8 Ω (1 kHz), n'est que de 0,1% (voir **figure 8**). Dans le cas d'une puissance de sortie de 85 W dans 4 Ω cette valeur est du double environ. Pour des puissances de sortie sensiblement plus faibles (on notera qu'en règle générale une puissance de 1 à 2 W est largement suffisante pour « animer » un living), la distorsion tombe même à une valeur extrêmement faible.

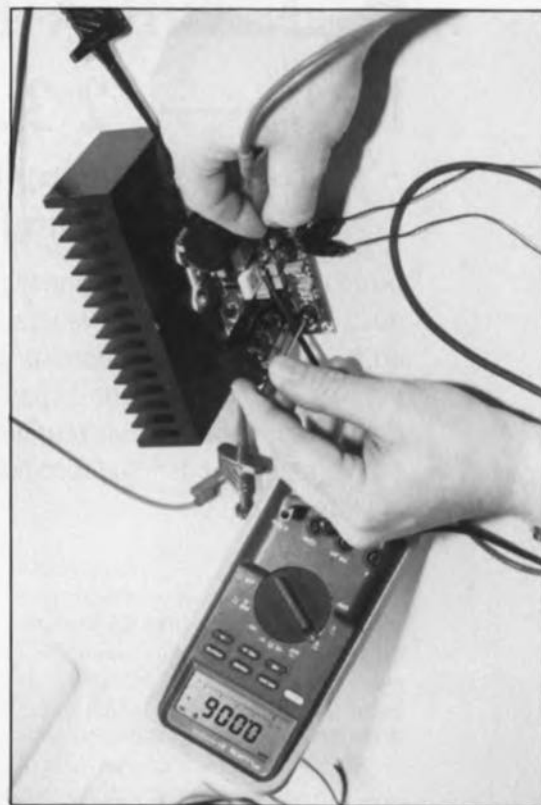
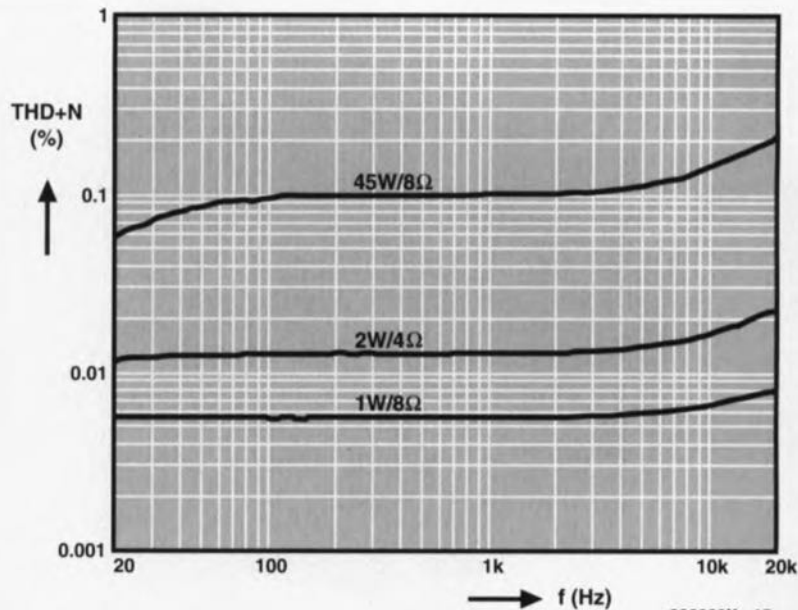


Figure 7. Avant de pouvoir soumettre l'amplificateur de sortie à un premier test, il suffira de régler l'intensité du courant de repos des transistors de sortie à 100 mA et de régler la tension de sortie (au repos) à 0 V.

La bande passante de l'Intégral s'étend, nous l'avons mentionné plus haut, de 10 Hz à 70 kHz (-3 dB, 80 W/4 Ω). Le rapport signal/bruit est très bon : supérieur à 100 dB à une puissance de sortie de 1 W avec entrée en court-circuit. Dans le cas d'une entrée « ouverte » ce rapport signal/bruit est toujours de 80 dB !

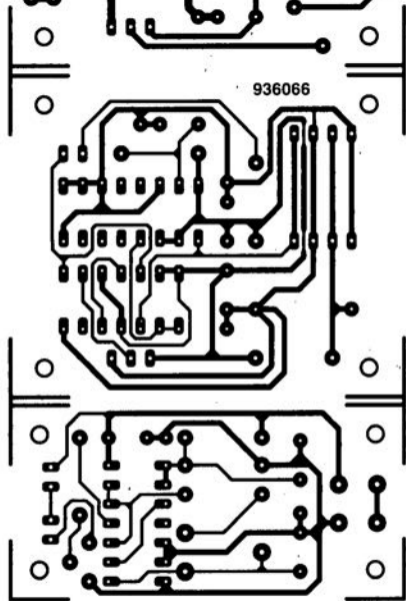
Et voici l'**ultime** caractéristique technique de l'étage de sortie de l'Intégral : le taux de montée (ou *slew-rate* en bon français). Cette valeur fournit une indication de la vitesse à laquelle l'amplificateur sait réagir à des signaux impulsionnels, tel que le toucher abrupt d'un instrument de musique. L'Intégral se caractérise par un taux de montée de **100 V/μs**. Pour vous convaincre qu'il s'agit en effet là d'un excellent chiffre, il suffit de mentionner que deux autres amplificateurs d'Elektor, réalisés par centaines dans le monde, et non plus seulement en Europe, le Virgin et le LFA-50 OptimA, possédaient eux un taux de montée de 50 V/μs (seulement) !



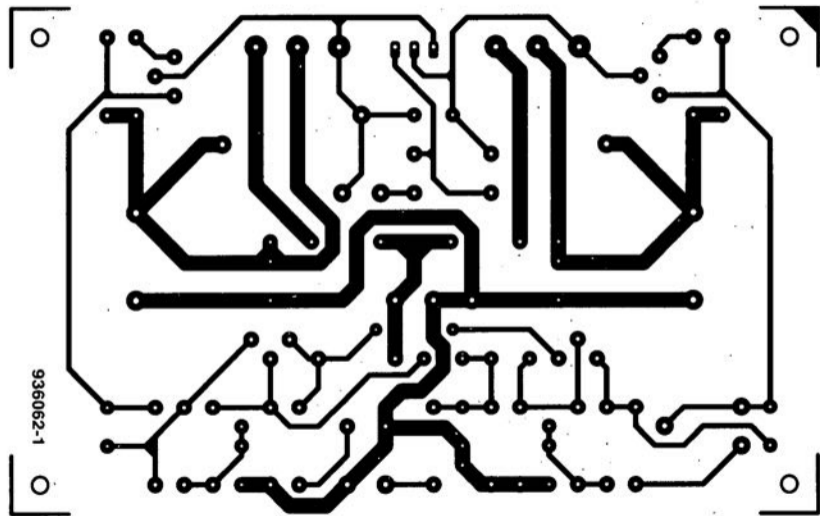
936062X - 15

Figure 8. Les courbes rendent la distorsion par rapport à la puissance de sortie. Aux faibles puissances de sortie, ces valeurs peuvent même être qualifiées d'excellentes. Les taux de distorsions plus élevés (à des puissances de sortie de 45 ou de 85 W) n'empêchent pas de « classer » l'Intégral dans la catégorie des amplificateurs de haute-fidélité.





Intégral





# CeBIT'94

## HANNOVER

### 16. — 23. 03. 1994

#### Un coup d'oeil sur la technologie de demain

Du 16 au 23 mars de cette année l'un des salons les plus prestigieux qui soient, la Hannover Messe, tenu bien entendu à Hannovre (RFA), sera entièrement dominé par le Salon «CeBIT». Ce ne sont pas moins de 5700 stands de 52 pays que l'on y attend cette année, répartis sur 21 halls! Le visiteur aura ainsi un panorama complet sur ce que peut proposer aujourd'hui la bureautique, l'automatisation et l'informatique.

Même en cette époque de conjoncture économique morose, le marché des systèmes d'automatisation continue d'exister, voire même de se consolider. Ceci explique que le nombre d'inscriptions au CeBIT soit, cette année aussi, fort important. La raison en est simple : pour survivre, les sociétés européennes devront poursuivre, dans les années à venir, leurs investissements dans la technologie de l'information. On ne pourra prendre de décision bien fondée qu'à condition de s'être informé suffisamment et correctement au préalable. Une palette mondiale de 5700 stands

en provenance de 52 pays garantit au visiteur, qui est aussi le preneur de décision de demain, la vitrine la plus variée qui soit dans ce domaine. L'exposition se subdivise en plusieurs rubriques : techniques d'information, informatique de réseaux, fabrication assistée par ordinateur (CIM), logiciels, conseils et prestations de service, télécommunications, techniques de protection et pour finir recherche & développement. L'organisation de ce salon s'est efforcée de regrouper les différentes sources de produits comparables dans le même hall.

#### Les tendances du marché

L'un des segments porteurs du marché, celui des « logiciels, conseils & prestations de service », se profile comme un phénomène anticyclique. Alors que les études de marché indiquent de manière indubitable que la hausse ininterrompue de longues années durant de l'industrie des logiciels s'était aujourd'hui nettement affaiblie, la croissance de l'offre dans ce secteur se poursuit inlassablement. L'éventail offert par le salon dépend pour une grande part des activités des sociétés internationales actives dans les domaines des matériels et des logiciels ayant défini le standard en la matière. Les dits standards ayant été repris au niveau mondial ils exercent une influence prépondérante sur le développement de systèmes « utilisateurs ». La plupart des producteurs de nouveaux logiciels pour l'industrie s'orientent vers les environnements Unix, Windows NT, OS/2 et Macintosh. La concentration de l'industrie du logiciel vers des solutions de base et la tendance mondiale vers des diminutions de taille ont déclenché un intérêt croissant pour les méthodes et auxiliaires de conversion de programmes et bases de données existants. Le CeBIT peut se targuer d'être, cette année encore, ouvert aux innovations.

#### Télécommunications

Le secteur des télécommunications a vu, cette année encore, son ampleur croître. Plus de 500 sociétés proposent au cours de CeBIT '94 un grand nombre de

INTÉRÊT GÉNÉRAL

concepts de marché innovateurs qui entraînent un changement radical des techniques de prestations de service sous réseaux qu'ils soient ou non locaux. De par l'intérêt croissant qu'il suscite le secteur des télécommunications est devenu le secteur le plus important de ce Salon. La libéralisation des services de télécommunications fortement propagée par l'Union Européenne entraîne une forte croissance et des impulsions novatrices dans les domaines des produits, réseaux et prestation de service. Les monopoles nationaux étant de plus en plus souvent mis en cause, on voit apparaître de plus en plus de candidats sur le marché de la privatisation. Le Salon offre un éventail complet des possibilités existantes et à prévoir dans le domaine de la communication, que ce soit via un réseau câblé ou via la transmission de données par paquets.



## Communications intercontinentales

Les firmes spécialisées dans la pose de réseaux inter-sociétés proposent des services globaux qui dépassent largement le cadre du transfert de données. Elles en sont arrivées aux applications multimédia et proposent à leurs clients une gestion électronique confortable et souple des documents, envisageant même une évolution vers la communication parlée entre interlocuteurs de réseaux d'utilisateurs non ouverts vers l'extérieur. L'un des domaines les plus prisés de ce segment de CeBIT est celui de la télécommunication mobile et tout ce qui s'y rapporte. Un peu partout dans le monde se fait l'acceptation des réseaux de téléphone numérique selon le standard GSM. Le nombre d'appareils vendus atteint enfin, voire dépasse largement, les prévisions chiffrées définies lors de l'établissement des plans concernés. Le « *satellite business* », comme l'appellent les initiés, fera l'objet lors de ce salon, d'expériences à sensation.

## Multimédia, un marché en pleine explosion

Le marché du PC ayant paru s'essouffler en raison d'une certaine saturation se lance à l'assaut de nouveaux segments du marché. CeBIT sera l'occasion de s'intéresser de plus près à 2 segments innovateurs du marché, à savoir ceux des ordinateurs individuels multimédia et des mini-PC, les fameux PDA (*Personnel Digital Assistant*).

CeBIT illustre très éloquemment les espoirs que suscitent les prévisions concernant les systèmes multimédia, systèmes qui permettent, outre le traitement de texte ou de données, la production de sons et d'images grâce au PC. Les fabricants de matériels et de

logiciels multimédia exposeront à CeBIT des systèmes de fabrication, de stockage, de traitement, de reproduction, tous processus assistés par ordinateur, d'images animées, de séquences filmées, de sons en tous genres, de production d'annonces, de données et de textes parlés. L'un des points forts de ce Salon est l'archivage, la récupération, la manipulation et la communication de l'image sous toutes ses formes. D'autres techniques concernent le traitement de documents mixtes utilisant de nombreuses polices et illustrations. L'un des domaines les plus attendus est celui du « *voice mailing* ». Le visiteur professionnel y trouvera de quoi alimenter son imagination dans les domaines de la PAO (*Publication Assistée par Ordinateur*) et de la vidéoconférence.

Autre centre d'intérêt, l'exposition « *Personal Computing and Communications* » où quelque 60 exposants proposent leur collection complète de subnotebooks, ainsi que les périphériques et les logiciels s'y rapportant.

Nous nous en arrêtons là; bien que nous sachions que ce Salon se passe en Allemagne, l'expérience des années précédentes nous a convaincu de son intérêt pour l'ensemble de nos lecteurs, qu'ils se trouvent à l'intérieur de l'Hexagone ou à sa périphérie.

Il nous faut cependant insister sur la nécessité de bien préparer auparavant son plan de bataille, car tenter de visiter les 21 halls en une journée voire 2, est loin d'être une sinécure.



# SAE800

**circuit intégré programmable pour sonnette de porte avec au choix 1, 2 ou 3 sons à la pression d'un bouton**

Le SAE800 de Siemens est un circuit intégré pour sonnette de porte programmable par l'utilisateur pour qu'il génère, 1, 2 ou 3 sons lors d'une action sur le bouton de la sonnette. La hauteur des différents sons dépend de la fréquence de l'oscillateur utilisé,  $f_0$ , et présente les rapports suivants :  $f_1 = f_0/20$ ,  $f_2 = f_0/24$  et  $f_3 = f_0/30$ .

## Caractéristiques techniques :

- Plage de la tension d'alimentation : 2,8 à 18 V
- Ne nécessite que peu de composants additionnels (pas de condensateur électrochimique)
- Programmable pour la génération d'1, de 2 ou de 3 sons
- Dispose d'un réglage du volume
- Courant de repos typique : 1  $\mu$ A
- Drain de courant de sortie de puissance
- Protégé contre les courts-circuits
- Protégé contre la surchauffe

Si donc on dispose d'une fréquence d'oscillateur de 13,2 kHz par exemple, le circuit intégré fournit en mode 1 son un signal de fréquence égale à 660 Hz ( $mi_5$ ), en mode 2 sons 2 signaux de 660 et 550 Hz ( $do^*_5$ ) respectivement et en mode 3 tons 3 signaux de 660, 550 et 440 Hz ( $la_4$ ). Les 3 tons se suivent à très bref intervalle.

La **figure 1** nous propose la structure interne du SAE800. La fréquence de l'oscillateur dépend des valeurs attribuées aux composants du réseau RC pris entre les entrées  $R_{osc}$  et  $C_{osc}$  (broches 5 et 6). La résistance prise à l'entrée L détermine le volume du signal sonore. Le haut-parleur est pris directement entre la sortie Q (broche 2) et la ligne d'alimentation positive.

L'amplificateur de courant pris à la sortie associé à une protection thermique avec hystérésis protège le circuit intégré à l'encontre de surcharges et de courts-circuits. Les 2 entrées de déclenchement, E1 et E2 (broche 8 et 7 respectivement) servent à définir le mode de fonctionnement du circuit intégré. De par l'importante « élasticité » de la plage des tensions d'alimentation ce composant utilisable en générateur de sons pour les applications les plus diverses.

Tant qu'il ne travaille pas, le circuit possède un courant de repos de quelques  $\mu$ A seulement. Le SAE800 est proposé en version DIP à 8 broches ou en CMS (DSO) à 8 broches également.

## Fonctions

**Déclenchement :** un flanc positif appliqué aux entrées E1 et/ou E2 se traduit par la mise en fonction du circuit intégré.

La liaison bouclée entre les sous-ensembles internes de fonction *Start* et *Logic Unit* entraîne un retard de quelques millisecondes. Une fois cette temporisation écoulée le circuit intégré démarre la séquence de signaux sonores. Cette technique fait perdre tout effet sur les entrées de déclenchement à d'éventuelles crêtes parasites.

Le **tableau** ci-dessous donne la correspondance entre la sélection des entrées de déclenchement et les modes de fonctionnement.

E1	E2	Mode
↑	↑	3 sons
↓/n.c.	↑	2 sons
↑	↓/n.c.	1 son

**L'oscillateur :** produit un signal triangulaire dont la constante de temps est définie par un réseau RC :  $f =$

$5/8 \cdot 1/(RC)$ . Après déclenchement du circuit le condensateur de charge à un courant constant jusqu'à une tension de 1 V pour ensuite se décharger jusqu'à 0,5 V. La taille du courant est définie par une résistance externe reliée à la masse. Au cours de la première charge du condensateur la logique est réinitialisée (Reset) pour garantir un déroulement complet de la séquence. Si, en cours de fonctionnement, on court-circuite la connexion COSC de l'oscillateur à la masse on aura répétition de la séquence.

## La logique

Ce groupe fonctionnel pilote l'ensemble de la séquence de génération de sons. Après avoir été initialisée par l'oscillateur le bloc *Logic Unit* se voit appliquer la fréquence d'horloge. Le mode de fonctionnement du circuit est déterminé par l'application d'impulsions positives aux entrées E1 et E2.

Les 3 convertisseurs N/A à 4 bits sont pilotés parallèlement. En cas de problème (de l'oscillateur) et en fin de séquence, la logique se charge, par une impulsion d'arrêt, de l'arrêt du convertisseur.

La courbe de la **figure 2** montre une séquence (courbes d'enveloppe) dans le cas d'une fréquence d'oscillateur de 13,2 kHz. Les sons apparaissent à un intervalle de 1,16 s et durent chacun 4,36 s. L'ensemble de la séquence dure ainsi de l'ordre de 7 s.

Ce n'est qu'après écoulement de cette durée que l'on pourra obtenir un nouveau déclenchement. On pourra, par application d'un courant à la broche L, obtenir, à des fins de test uniquement bien entendu, un raccourcissement selon un facteur 30

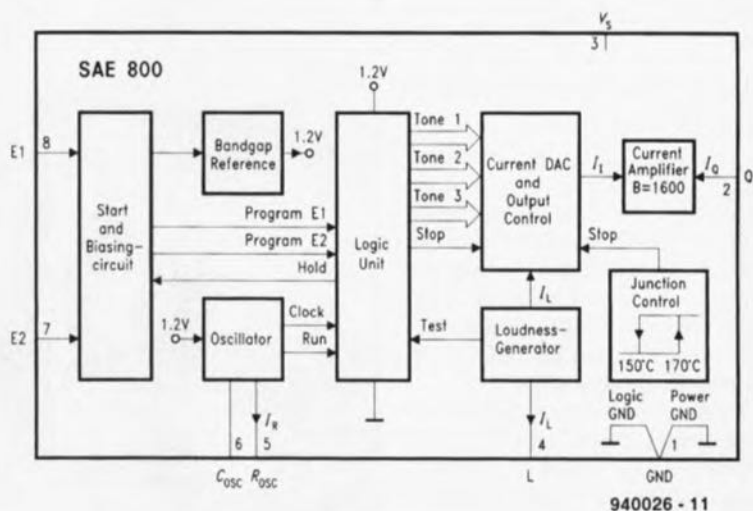


Figure 1. Synoptique de la structure interne du SAE800.

de la durée de la séquence. Les amplitudes maximales présentent un rapport de  $M3:M2:M1 = 1:0,89:0,67$ .

### Convertisseur N/A, Volume, surveillance de la température de jonction

Les convertisseurs N/A transforment les informations d'une largeur de 4 bits en un courant en marches d'escalier ayant la hauteur de son requise. Les convertisseurs étant montés en parallèle, c'est le courant de somme  $I_1$  qui attaque l'amplificateur de courant.

Le générateur de volume (*Loudness-Generator*) fournit le courant de référence  $I_L$  au convertisseur. La résistance externe  $R_L$  détermine l'importance du courant.

Comme le laisse supposer sa dénomination, le sous-ensemble *Junction Control* surveille la température de la puce. Si cette température dépasse de l'ordre de  $170^\circ\text{C}$  une impulsion d'arrêt stoppe le convertisseur de sorte que le courant  $I_1$  tombe à zéro. L'étage de sortie ne se remet en fonction que lorsque la dite température est retombée en-deçà de  $150^\circ\text{C}$  environ.

### Amplificateur de courant

Avec un gain de 1 600, l'amplificateur de courant (*Current Amplifier*) amplifie un courant de quelque  $470 \mu\text{A}$  jusqu'à  $I_Q = 750 \text{ mA}$ .

L'étage de sortie comporte un transistor NPN dont l'émetteur est relié à la masse et le collecteur à la broche Q (collecteur ouvert). Le pilotage en courant garantit la seule présence, dans l'étage de sortie, de courants bien définis. En combinaison avec la protection thermique, cette approche constitue, pour le circuit intégré, une excellente assurance contre les courts-circuits.

L'absence de contre-réaction donne à l'électronique une très grande stabilité et permet une utilisation sans arrière-pensée du circuit.

La résistance  $R_L$  à la sortie L (broche 4) définit l'amplitude de sortie, à condition que la composante résistive de l'impédance du haut-parleur ait le comportement de  $R_L$ .  $I_1$  atteint une amplitude maximale de  $3 \cdot U_L / R_L$  très exactement 2,33 s après le déclenchement (en mode 3 tons).  $R_L$  doit être calculée pour le dit maximum :

$$R_L = R_Q \cdot 4 \cdot 800 \cdot (U_L / 0,8 \cdot U_b)$$

Le schéma de la **figure 3** est celui de l'application-type. Une action sur la touche S1 démarre le circuit intégré en mode 1 ton, une pression sur la

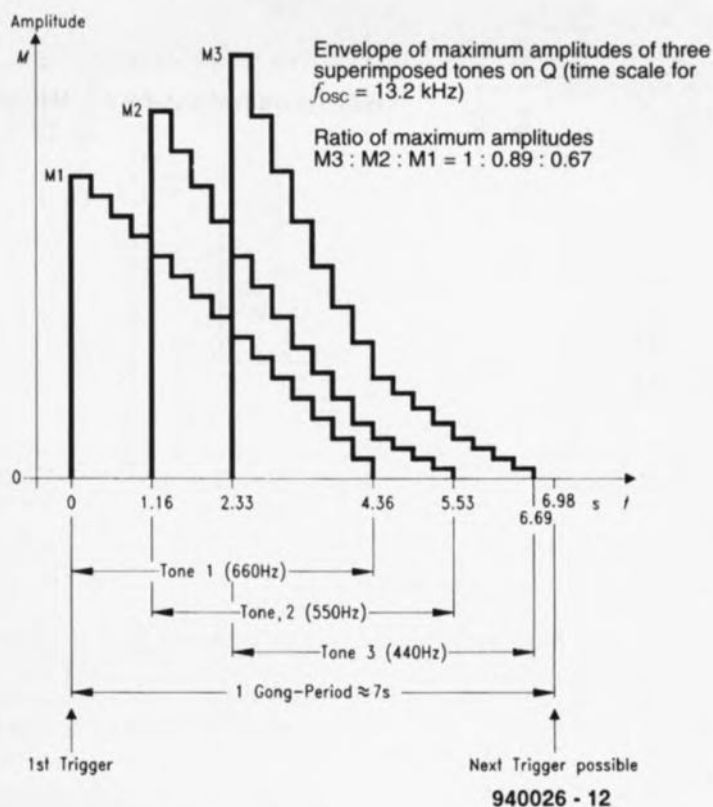
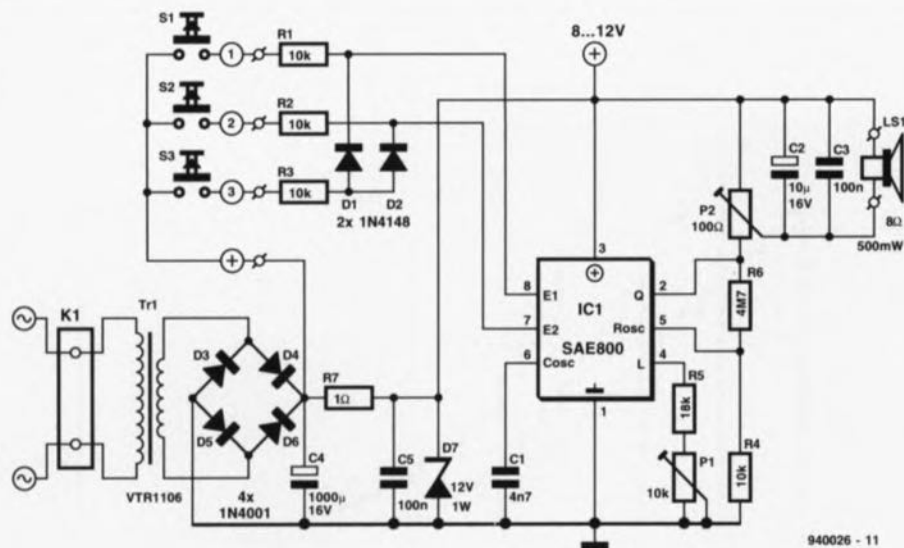


Figure 2. Courbes des enveloppes des signaux sonores générés lors d'une séquence à 3 tons.

Caractéristiques :					
$T_i = 25$ à $125^\circ\text{C}$ , $U_b = 2,8$ à $18 \text{ V}$					
Paramètre	Symbole	Min	Typ	Max	Unité
Courant de standby	$I_{S1}$		1	10	$[\mu\text{A}]$
Courant de repos, L ouvert	$I_{O_u}$		5	10	$[\text{mA}]$
Puissance de sortie					
$U_b = 2,8 \text{ V}$ ; $R_0 = 4 \Omega$ , $R_L = 8,2 \text{ k}\Omega$		250	330		$[\text{mW}]$
$U_b = 2,8 \text{ V}$ ; $R_0 = 8 \Omega$ , $R_L = 18 \text{ k}\Omega$		125	165		$[\text{mW}]$
$U_b = 5,0 \text{ V}$ ; $R_0 = 8 \Omega$ , $R_L = 10 \text{ k}\Omega$		450	600		$[\text{mW}]$
$U_b = 5,0 \text{ V}$ ; $R_0 = 16 \Omega$ , $R_L = 18 \text{ k}\Omega$		225	300		$[\text{mW}]$
$U_b = 12 \text{ V}$ ; $R_0 = 50 \Omega$ , $R_L = 33 \text{ k}\Omega$		450	600		$[\text{mW}]$
Dérive entre les niveaux					
Ton 1 par rapport au ton 3	$a_{13}$	-1		+1	$[\text{dB}]$
Ton 2 par rapport au ton 3	$a_{23}$	-1		+1	$[\text{dB}]$
Tension en broche 5 ( $R_L = 10 \text{ k}\Omega$ )	$U_R$		1,2		$[\text{V}]$
Courant par la broche 5	$I_R$	-200		-10	$[\mu\text{A}]$
Tension en broche 4 ( $R_L = 10 \text{ k}\Omega$ )	$U_L$		1,2		$[\text{V}]$
Courant par la broche 4	$I_L$	-200		-10	$[\mu\text{A}]$
Courant par la broche 4 (mode de test)	$I_R$	90		110	$[\mu\text{A}]$
Amplitude de l'oscillateur	$D_{UC}$		0,5		$[\text{V}]$
Fréquence ( $R_R = 10 \text{ k}\Omega$ , $C_C = 4\text{nF7}$ )	$f_0$		13,2		$[\text{kHz}]$
Dérive en température	$D_T$	-3		+3	$[10\text{-}4/\text{K}]$
Dérive en tension $U_b$	$D_V$		1		$[10\text{-}3/\text{K}]$
Tension de déclenchement sur E1,E2	$U_{E1,E2}$	1,6			$[\text{V}]$
Courant de déclenchement sur E1 E2	$I_{E1,E2}$	100			$[\mu\text{A}]$
Diaphonie à E1,E2	$U_{E1,E2}$			0,3	$[\text{V}]$
Retard de déclenchement à $f_0 = 13,2 \text{ kHz}$	$t_{dT}$	2		5	$[\text{ms}]$
Tension d'alimentation	$U_b$	2,8		18	$[\text{V}]$
Fréquence d'oscillation sur $C_{OSC}$	$f_c$			100	$[\text{kHz}]$



940026 - 11

Figure 3. Une application type du SAE800.

touche S2 le fait produire une séquence de 2 tons, et pour terminer, S3 permet la génération de la « gamme » de 3 tons.

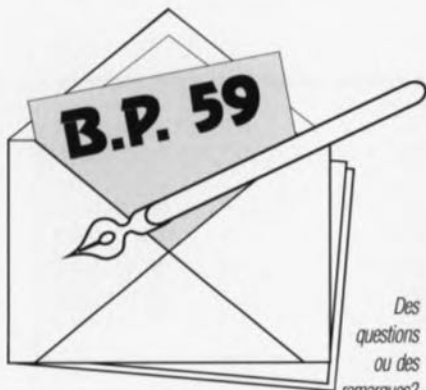
Les ajustables P1 et P2 permettent de jouer sur le volume. Les valeurs attribuées aux composants du réseau RC font osciller l'oscillateur

à une fréquence de 13,2 kHz. La résistance R6 étant uniquement destinée aux expériences, on pourra, en règle générale, la supprimer. La modification de cette résistance entraîne une modulation en fréquence des signaux sonores qui se traduit par une variante tonale fort intéressante.

L'alimentation du gong se fait par l'intermédiaire d'une alimentation non régulée. Le pont constitué par les diodes D3 à D6 font subir à la tension alternative de 6 V un redressement double alternance de sorte que l'on dispose aux bornes du condensateur C4 d'une tension à vide de l'ordre de 12 V. Une tension de niveau plus élevée se voit écrêtée à 12 V par la paire R7/D7, D7 étant une diode zener.

À l'instant de début du 3ème ton la tension chute, en raison de la consommation de courant de quelque 175 mA, à de l'ordre de 7,5 V, mais ceci est sans conséquence sur le bon fonctionnement du circuit intégré.





Des questions ou des remarques?

Elektor service «*Courier Lecteurs*» BP 59 59850 Nieppe

### Disponibilité

Il nous arrive régulièrement du courrier concernant la disponibilité de certains composants utilisés dans des réalisations décrites dans ce magazine.

Il nous faut reconnaître qu'il arrive qu'après publication un fabricant cesse la fabrication d'un composant utilisé dans un montage donné. Si tant est que les distributeurs aient encore un stock relativement important de ce type de composants cela ne pose pas, au départ, de problème sérieux. Cela peut en devenir un si l'on ne découvre et ne décide de réaliser ce montage que longtemps, bien longtemps après sa publication.

Nous avons des exemples de tentatives de réalisation du Junior Computer par exemple plus de 10ans après la date de parution de l'article...

Il nous semble donc judicieux pour ne pas dire prudent de commencer par s'assurer de la disponibilité des composants les plus «exotiques» que comporte le montage que l'on envisage de réali-

ser—il s'agit dans la majorité des cas de circuits intégrés sachant que les condensateurs et les résistances ne possèdent que très occasionnellement des caractéristiques spécifiques—avant de passer à l'étape achat des circuits imprimés et autres composants.

Prenez le temps de passer au peigne fin les pages de publicité les mois suivant la publication du dit article. Il se pourrait que vous y trouviez des (res)sources cachées. La question qui ne manquent pas de se poser certain est de savoir si nous ne nous assurons pas de la disponibilité en nombre suffisant des composants utilisés dans nos montages. Bien évidemment que si! Entre le moment où nous nous en assurons et la date de publication du magazine il s'écoule un, comme aurait dit Fernand Reynaud, «certain temps».

Conception, développement, mise au point, tests du montage et de la platine, dessin des schémas et prise des photos, impression et distribution de la revue, sont des étapes d'un processus qui s'étale inévitablement sur un certain intervalle de temps.

Lorsque l'on connaît la réticence des fabricants et des distributeurs à annoncer la cessation de fabrication d'un composant, annonce qui pourrait se traduire par le passage à une alternative, on comprend mieux que nous ne soyons pas au courant de tout.

Un mois avant la date de publication d'un magazine nous plaçons une avant-première sur le serveur d'Elektor, et envoyons aux revendeurs intéressés une avant-première donnant la liste des montages avec leur liste des composants. Si votre revendeur d'électronique ne possède pas les composants utilisés dans un montage, demandez-lui de donner un coup de fil à Elekotor qui se fera un plaisir de lui envoyer le document en question.

### Images PC à la télé

*Dans le numéro d'Elekotor vous avez publié un article décrivant la connexion d'une carte CGA à un téléviseur. Ma question: Cela est-il également possible avec une carte VGA? Je n'ai en effet pas encore découvert de montage le permettant.*

H. Broersma

Il nous arrive à intervalles plus ou moins réguliers des questions de ce genre, concernant le branchement à un téléviseur d'une carte vidéo pour PC. Dans le cas d'une carte CGA les fréquences de ligne et de trame correspondent d'assez près avec celles d'un téléviseur de sorte que l'adaptation est relativement simple. Dans le cas d'une carte VGA cela n'est pas le cas ce qui implique l'utilisation d'une électronique relativement complexe pour pouvoir visualiser une image VGA sur l'écran d'un téléviseur. Nous n'avons pas (encore) décrit un tel montage dans Elekotor. Il existe bien dans le commerce des boîtiers capables de remplir cette fonction mais leur prix est de l'ordre de 1500FF. (La rédaction)

### À concevoir S.V.P.

Nous trouvons également régulièrement dans notre courrier des lettres telles que celles-ci.

*J'aimerais bien que vous me fassiez parvenir le schéma d'une source de tension—une alimentation en d'autres termes—avec réglage de la tension et du courant. Je dispose d'un transformateur de 42V/1000VA. La plage de réglage doit aller de 0 à 40V et de 0 à 10A. Je suis prêt à participer aux frais d'un*

éventuel développement de cette réalisation.

R. Kroese

Il me faut, pour un testeur d'Ah pour batteries sèches à gel, un «voltage sensitive relay». J'imagine que vous devez savoir comment réaliser un tel composant ou que vous connaissez un montage en utilisant. Mon revendeur de composants électroniques local n'a pas pu apporter de solution à mon problème.

R. Kakebecke

Les demandes formulées ici à titre personnel concernent des réalisations «taillées sur mesure». Il nous faut également décevoir les auteurs de telles lettres. Nous apprécions toujours de recevoir des propositions d'idées, si tant est qu'elles puissent amener à la réalisation de montages pouvant intéresser un large «auditoire» et que leur publication se situe dans la perspective des réalisations tenant dans le cadre d'Elektor. En ce qui concerne des demandes de ce genre, nous ne disposons purement et simplement pas du personnel pour les satisfaire. De plus il faut bien se rendre compte que le coût de ce type de réalisations à la demande est prohibitif sachant qu'un montage nécessite souvent plusieurs jours de travail et lorsque l'on connaît le coût horaire des prestations d'un ingénieur... Si vous tenez à tout prix, c'est bien le cas de le dire, à faire développer l'une de vos idées personnelles, il vous faudra faire appel à un bureau spécialisé dans ce genre de travail.

(La rédaction)

### Onduleur

J'ai trouvé, en tant que lecteur de votre magazine, à plusieurs reprises la description d'alimentations à découpage. Dans la majorité des cas elles passent de 120V<sub>ca</sub> à 220V<sub>ca</sub>. Vous n'avez jamais décrit de montage permettant de passer de 150V<sub>ca</sub> à disons 500V<sub>ca</sub> ou 2 x 500V<sub>ca</sub>. J'ai l'intention de construire une alimentation de ce genre, mais il me manque les informations concernant le matériau du noyau, le nombre de spires, la section du fil de cuivre émaillé à utiliser, etc... Je vous demande de bien vouloir me fournir les informations nécessaires. J'ai l'intention d'utiliser cet onduleur pour l'alimentation en plein air d'un amplificateur de sonorisation.

J. Barkey

Ce n'est pas par hasard que nous travaillons actuellement sur un tel système dans nos laboratoires vu que vous n'êtes pas le seul lecteur à avoir formulé cette demande. Concevoir et mettre au point un onduleur présentant les pertes les plus faibles possible et fournissant une tension de sortie régulée stable n'est pas une sinécure. Nous n'avons pas encore terminé la mise au point du système mais ne désespérons pas de pouvoir vous le proposer en temps utile, c'est-à-dire lorsque le montage sera au point...

Un peu de patience S.V.P.

(La rédaction)

### Kits d'Elektor

Je me permets de vous adresser ce courrier afin que vous puissiez me donner, je l'espère, quelques renseignements au sujet du convertisseur - abaisseur de fréquence (page 69, numéro Hors-série 92).

Je voudrais savoir s'il existe en kit (finet à monter) et s'il est possible de se le procurer assez facilement. Si vous pouvez, d'autre part, me donner le prix de ce kit, cela m'arrangerait beaucoup. Si par hasard, ce kit n'existait pas, pourriez-vous m'indiquer où je pourrais trouver les Bobines Toko. Je vous remercie...

S. Leprovost

Encore une lettre typique. Nous aimerions bien lui apporter une réponse, ne serait-ce que partielle. Ce lecteur a au moins pris le temps d'indiquer dans quel numéro du magazine se trouvait l'objet de ses questions, ce qui est loin d'être le cas général. Combien de fois n'avons nous pas dû insister sur le fait qu'Elektor est un magazine consacré à l'électronique et non pas un magasin de vente au détail (ni en gros d'ailleurs) de composants et autres kits.

Vu les questions qui nous sont posées, nous aimerions bien de temps en temps avoir ouvert une petite officine bien cachée où nous vendrions toutes ces potions magiques à nos lecteurs désespérés par leurs recherches vaines de tel ou tel composant.

Il existe malheureusement un certain nombre de «passages obligés», tels que Toko en HF, cette société n'étant que difficilement distribuée en France. D'autres montages ayant suscité un intérêt vif capotent par ce que l'importateur du circuit intégré concerné en dispose bien - ce dont nous nous sommes assurés en temps utile - mais ne les livre pas, non seulement pas à la pièce, mais même pas en quantités pouvant intéresser un revendeur...

encore un problème dont nous nous serions fort bien passés.

(La rédaction)

### VU-mètre spectral

Je suis en train de réaliser le VU-mètre spectral décrit dans le numéro de juin 1993. J'ai l'intention de doter d'un afficheur à 7 colonnes. Voici mes questions à ce sujet:

- 1) Dois-je, oui ou non, implanter l'électronique basée sur IC5a et IC5b, et si oui, comment?
- 2) Que dois-je faire de la ligne ROW-8 de IC10?
- 3) Sur le schéma la résistance R43 a une valeur de 4M $\Omega$ , alors qu'en page 51 il est dit qu'en cas d'utilisation d'un afficheur à 7 colonnes les résistances R41 et R43 sont à remplacer par un pont de câblage. Où se trouve l'erreur?

P. vd. Heuvel

Commençons par la question n° 1. IC5 doit rester

sur la platine, sachant que nous en utilisons les sections c et d. On peut fort bien au contraire ne pas implanter les composants suivants: R39 à R43, C25 à C28 et D24 à D26. Pour éviter que les amplificateurs opérationnels IC5a et IC5b ne fassent des choses bizarres on implante un pont de câblage aux emplacements prévus à l'origine pour R41, R43 et D24.

En ce qui concerne le point n° 2 : la ligne ROW-8 reste en l'air, c'est-à-dire qu'elle n'est pas connectée.

Pour terminer une réponse à votre troisième question. Dans le schéma nous avons dimensionné l'ensemble de l'électronique centrée sur IC5b. Ceci n'est pas nécessaire en cas d'utilisation d'un afficheur à 7 colonnes. Vous pouvez procéder aux modifications telles que mentionnées quelques lignes plus haut. Si vous avez déjà implanté les composants entourant IC5b sur la platine vous pouvez les laisser sans problème.

Il ne faudra pas dans ce cas-là remplacer R43 (une résistance de 4M $\Omega$ ) par un pont de câblage.

NdlR: nous apprécions toujours les compliments (cf. la dernière ligne) en étant plus positif on aurait pu dire qu'est-ce qui est juste?

(La rédaction)

### Anti-bruit

Je travaille dans un environnement dans lequel des systèmes produisent, à plein régime, un son monotone de fréquence relativement élevée. J'ai entendu parler de ce que l'on a baptisé de l'«anti-bruit». Avez-vous connaissance de réalisations dans ce domaine et est-il possible de faire quelque chose de ce genre avec des composants ordinaires? J'ai pensé utiliser un petit microphone et un haut-parleur raccordés par le dit montage où l'on peut régler le domaine de fréquence à éliminer.

F. Velsink

Il existe en effet des systèmes anti-bruit, mais il s'agit d'un appareillage relativement complexe. Le problème qui se pose est qu'il faut en permanence analyser avec précision le bruit à «supprimer». La génération de l'anti-bruit doit se faire à proximité de la source et demande de faire appel à un certain nombre de haut-parleurs d'une puissance respectable dans la plupart des cas. L'électronique doit produire un anti-bruit dont la fréquence et l'amplitude doivent être modulées en permanence de manière à ce que la somme de tous les bruits soit la plus petite possible. Il n'est donc pas juste question de placer un petit micro à proximité de l'appareil bruyant et d'appliquer à quelques haut-parleurs le bruit capté en veillant à ce qu'il soit en contre-phase. Dès cet instant, l'environnement sonore change du tout au tout et le système doit être suffisamment sophistiqué pour pouvoir détecter les modifications à apporter au signal sonore produit pour que le niveau de bruit soit, si possible, abaissé, soit au pire maintenu au niveau le plus faible possible. Nous n'avons pas connaissance de réalisations «personnelles» dans ce domaine.

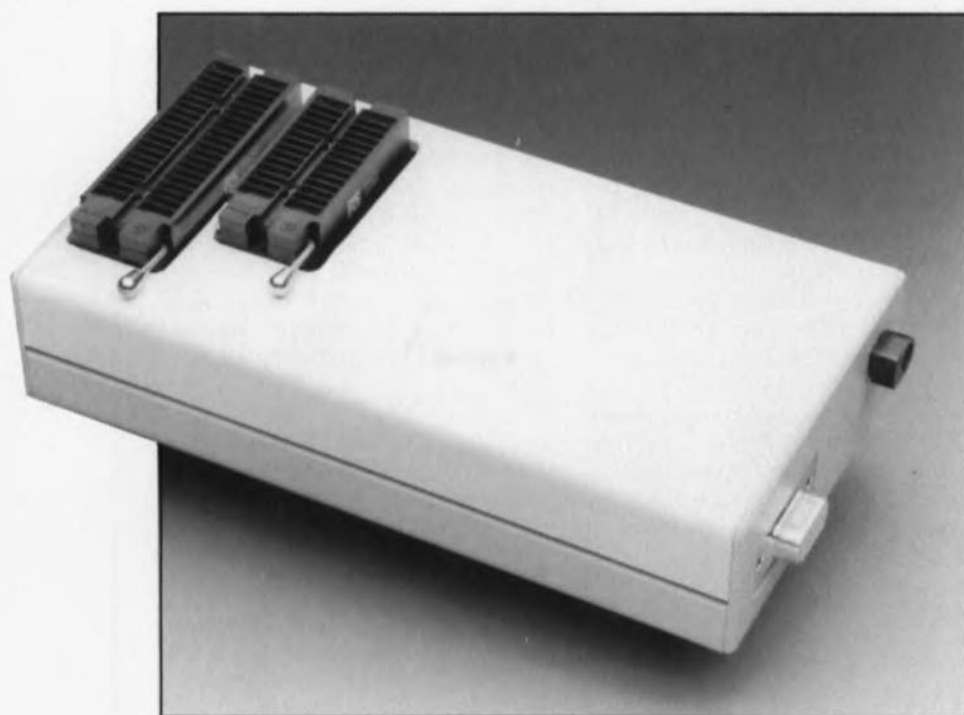
(La rédaction)



# programmateur de PIC\*

*programmez vous-même vos  
microcontrôleurs RISC*

projet : M. Rose



**Les premiers circuits intégrés programmables, les PROM et les EPROM, ont peu à peu fait place à d'autres composants dont la programmation est à la portée de chacun d'entre nos lecteurs, les microcontrôleurs. Le programmeur de PIC que nous nous proposons de décrire dans cet article permet la programmation d'un nombre important de microcontrôleurs PIC. Cette famille de microcontrôleurs d'origine américaine, sortant des usines de Microchip se caractérise par une unité centrale puissante de caractéristiques RISC. Dans les numéros à venir de ce magazine nous vous proposerons un « cours  $\mu$ -PIC et tutti-quantum » condensé qui vous fournira les éléments nécessaires et indispensables si vous envisagez la programmation de PIC à l'aide du programmeur décrit dans cet article.**

#### Caractéristiques techniques du programmeur de PIC:

- Processeur à 28 broches: PIC16C52, -55, -56, -57, -71, -84
- Processeur à 40 broches: PIC71C42
- Processeur: Version EPROM et OTP
- Programme: mémoire de code et configuration
- Supports pour CI: Type FIN (28 et 40 broches)
- Logiciel: embarqué dans le processeur PIC
- Support: par l'intermédiaire d'un PC MS-DOS
- Mémoire RAM: 32 Koctets (pour PIC17C42)
- Communication: via l'interface RS-232

Sous l'avalanche des familles de microcontrôleurs archiconnues telles que MSC51 et 68xx d'Intel et de Motorola respectivement on pourrait facilement oublier l'existence d'autres fabricants de microcontrôleurs et autres microprocesseurs. Ce black-out contrôlé explique que nous ayons profité de l'occasion de la

description d'un programmeur de PIC pour nous intéresser de plus près à une famille de microcontrôleurs compacts aux caractéristiques extrêmement intéressantes, les contrôleurs PIC de Arizona Microchip Technology.

Le fabricant a développé ces processeurs en vue d'une utilisation pour des applications très diverses. On les trouve, en environnement bureau-tique, dans les photocopieuses, les machines à écrire et autres lecteurs de code à barre. Les fabricants de périphériques pour micro-ordinateurs les utilisent dans les imprimantes, scanners et autres lecteurs de disque(s). De plus en plus souvent on les retrouve aujourd'hui dans les télécopieurs et téléphones cellulaires. Notons, pour terminer cette énumération non exhaustive des domaines d'utilisation des processeurs PIC, que les fabricants d'automobiles s'en servent dans leurs systèmes d'injection de carburant, de détecteur de radar et autres dispositifs anti-blocage des roues.

Nous ne doutons pas que ce type de processeur fera son petit bonhomme de chemin dans le monde de l'électronique amateur, en raison en particulier de l'existence à présent du programmeur de PIC universel à la compacité et au prix de revient remarquables. Une fois que vous aurez réalisé ce programmeur et que vous vous serez initié aux secrets des PIC grâce au « cours  $\mu$ -PIC et tutti-quantum », vous aurez en main un outil de développement d'un rapport puissance/prix étonnant.

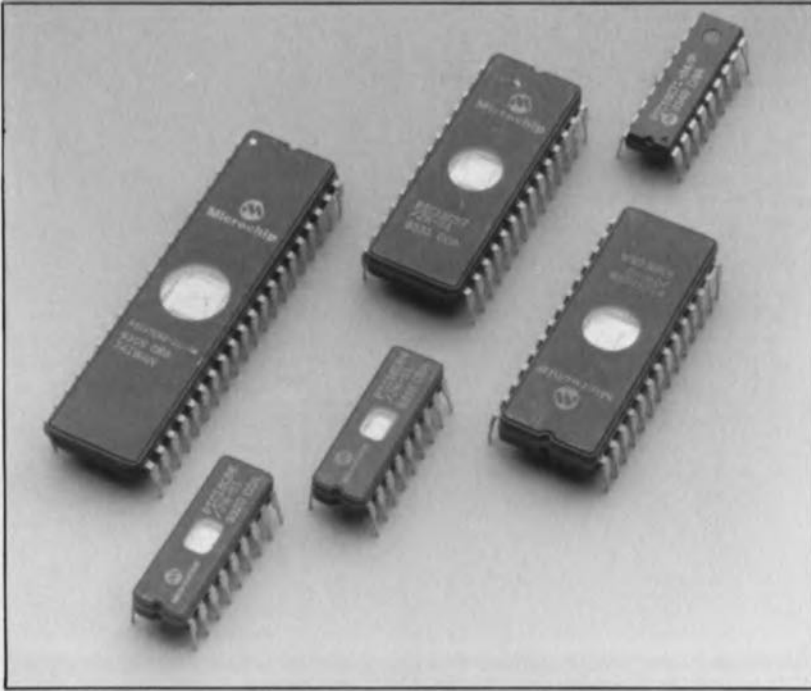
## Le programmeur

Le concept à la base du schéma de ce programmeur lui permet de programmer un nombre important de processeurs PIC de types différents. Cette approche a été permise par l'utilisation, au coeur de l'électronique, d'un..., vous vous en seriez douté, microcontrôleur, dont la présence a permis de simplifier très notablement le reste de l'électronique.

Voici, pour vous mettre tout de suite l'eau à la bouche, la liste des processeurs qu'est capable de programmer notre programmeur de PIC: PIC16C54, -55, -56, -57, -71, -84 et pour clore cette énumération, le PIC17C42. Le processeur à programmer est relié à l'électronique du circuit par l'intermédiaire de l'un des 2 supports FIN (à Force d'Insertion

**\*PIC est l'abréviation de Programmable Integrated Controller**

## Les processeurs PIC, une famille très spéciale



Type	EPROM	RAM	E/S	Nombre de broches
PIC16C54	512 × 12	32 × 8	13	18
PIC16C55	512 × 12	32 × 8	21	28
PIC16C56	1 K × 12	32 × 8	13	18
PIC16C57	2 K × 12	80 × 8	21	28

Nous avons, de façon à vous permettre de vous faire une idée générale des caractéristiques et des possibilités des processeurs PIC, réservé à leur intention cet emplacement pour y décrire les caractéristiques les plus importantes des processeurs pouvant être programmés par notre programmeur de PIC. Donner la structure interne de chacun des processeurs impliqués nous amènerait trop loin, raison pour laquelle nous nous limitons au schéma du PIC16C54. Tous les autres processeurs de cette famille présentent une structure très proche de celle du PIC16C54.

### PIC16C54

Les PIC16C5x de Microchip Technology constituent une famille de microcontrôleurs CMOS 8 bits 100% statiques à EPROM intégrée au prix extrêmement abordable. Le cœur du microcontrôleur présente une structure RISC (*Reduced Instruction Set Chip* = (micro)processeur à set d'instructions réduit) par opposition à CISC (*Complex Instruction Set...*) et possède un arsenal de 33 instructions différentes. La caractéristique typique d'une structure RISC est que le dit contrôleur traite une instruction par cycle machine. La seule exception à cette règle sont les instructions de saut qui nécessitent elles 2 cycles machine.

Les instructions de 12 bits de large présentent un concept très compact, à un point tel d'ailleurs que le fabricant prétend que le code a une compacité environ 2 fois plus grande que des processeurs à 8 bits comparables.

Le fabricant a en outre doté ces composants d'un certain nombre de caractéristiques permettant une réduction sensible de la consommation et de l'embonpoint du système complet.

Le circuit de remise à zéro à la mise sous tension (*Power On Reset*) et un temporisateur de mise en fonction (*Start-up Timer*) intégrés garantissent une parfaite initialisation du processeur après l'application de la tension d'alimentation; on peut donc se passer de l'électronique normalement nécessitée par les dites fonctions. L'utilisateur a le choix entre 4 types d'oscillateurs différents, dont un oscillateur à quartz ou à résonateur céramique à faible consommation et un oscillateur à réseau RC, solution au coût le plus abordable.

Dans le cas des versions à EPROM des processeurs —identifiées par le suffixe JW— l'utilisateur peut indiquer le type d'oscillateur utilisé. À l'opposé, dans le cas des versions OTP (*One Time Programmable* = à programmation unique) le fabricant a décidé, lors de la fabrication déjà, quel sera le type d'oscillateur avec lequel sera utilisé le processeur. Les lettres placées après le numéro de type indiquent quels sont les types d'oscillateur utilisable avec le processeur concerné. Les suffixes XT et HS identifient un quartz ou un résonateur céramique, LP un oscillateur à quartz faible consommation (LP = *Low Power*), RC un oscillateur à réseau LC classique. La quatrième option d'oscillateur est l'utilisation d'un signal d'horloge à disposi-

tion. Notons que tous les types de processeurs peuvent s'accommoder d'un tel signal.

#### Caractéristiques générales :

- Fréquence d'horloge : CC...20 MHz
- Durée d'instruction : ∞...200 ns
- Largeur des instructions : 12 bits
- Largeur du bus : 8 bits
- Capacité de mémoire en EPROM : 512 mots à 2 K mots × 12
- Nombre de registres : 25...72 × 8 (SRAM)
- Nombre de RFS (registres de fonction spéciale) : 7
- Pile matérielle : 2 niveaux
- Adressage : direct, indirect et relatif

#### Fonctions d'Entrées/Sorties :

- Lignes d'E/S : 10...20
- Compteur/RTC : 8 bits avec prédiviseur de 8 bits
- Temporisateur-chien de garde : embarqué, à oscillateur RC
- Protection : pour l'EPROM à l'aide d'un fusible
- Économie d'énergie : via mode de mise en sommeil

### PIC16C71

Ce processeur de la famille des PIC est une variante améliorée du PIC16C5x, comportant entre autres un convertisseur A/N intégré. Le processeur travaille avec des instructions d'une largeur de 14 bits traitées à l'intérieur d'un cycle machine (250 ns). Comme dans le cas des composants de la famille PIC16C5x les instructions de saut nécessitent 2 cycles machine. Le processeur connaît 4 sources d'interruption et possède une pile (*stack*) à 8 niveaux. Le convertisseur A/N intégré comporte 4 canaux, possède une fonction d'échantillonneur/bloqueur (*sample&hold*) et a une résolution de 8 bits. La tolérance est de ±1 LSB (*Least Significant Bit* = bit le moins significatif), la durée totale d'une conversion étant de quelque 30 μs.

#### Caractéristiques générales :

- Fréquence d'horloge : CC...16 MHz
- Durée d'instruction : ∞...250 ns
- Largeur des instructions : 14 bits
- Largeur du bus : 8 bits
- Capacité de mémoire en EPROM : 1 Kmot × 14
- Nombre de registres : 32 × 8 (SRAM)
- Nombre de RFS : 15
- Pile matérielle : 8 niveaux
- Nombre de broches : 18
- Adressage : direct, indirect et relatif

#### Fonctions d'Entrées/Sorties :

- Lignes d'E/S : 13
- Convertisseur A/N : 4 canaux, 8 bits



## Le matériel

Encore qu'elle puisse paraître, à l'examen de la **figure 1**, relativement complexe, l'électronique du programmeur de PIC reste d'un niveau de compréhension très abordable. Commençons par nous intéresser à la partie numérique de ce circuit. Les composants baptisés U11 et U12 sont les 2 supports FIN dans lesquels viennent prendre place les processeurs à programmer. Comme le processus de programmation varie d'un type de processeur à l'autre le principe de fonctionnement du circuit n'est pas toujours aussi facile à saisir. Ceci explique que nous ayons choisi de le décrire dans la perspective du type de microcontrôleur que l'on veut programmer.

### PIC17C42

Le PIC17C42 intègre une ROM (*Read Only Memory* = mémoire à lecture seule, on dit aussi tout simplement mémoire morte) interne qui lui permet de se programmer lui-même. Il faut, pour qu'il puisse utiliser cette routine de programmation, que le processeur ait accès à un domaine de mémoire de RAM (*Random Access Memory* = mémoire à accès aléatoire, ou mémoire vive tout simplement). Cette RAM prend l'aspect physique du circuit de mémoire U3, une RAM statique d'une capacité de 32 Koctets du type 62256 ou 43256.

Une paire de 74HC573, des registres octuples, constituent la mémoire intermédiaire dans laquelle peut être stockée l'adresse de 16 bits de large de la mémoire de RAM. Les signaux de commande nécessaires au stockage de données dans la dite mémoire sont disponibles sur les lignes de port PD0 et PD1 du microcontrôleur U5. En cours de programmation, les signaux de commande apparaissent sur les lignes de port PC6 et PC7 de U12, le contrôleur que l'on veut programmer. 2 portes OU du type 74HCT132, U1a et U1b accouplent comme il se doit les dit signaux.

L'électronique centrée sur le registre U8 présente des caractéristiques méritant que l'on s'y arrête. Cette mémoire se trouve pratiquement en permanence à l'état de haute impédance et de plus ses entrées et sorties sont interconnectées. Si donc, lors de l'examen du circuit imprimé vous découvrez cette situation « anormale » il ne faudra pas vous en inquiéter, nous avons attiré votre attention à ce sujet. Le schéma ne comporte pas d'erreur, cette interconnexion est voulue et nécessaire. Pendant que le cir-

cuit intégré se trouve à l'état de haute impédance (*tri-state* ou 3 états) les patrons de bit à stocker passent dans la mémoire de RAM via le court-circuit établi entre les entrées et les sorties.

Il est également possible, via l'entrée C (broche 11) de stocker dans le registre l'information véhiculée par le bus. Ce stockage se fait par octet, le mot de configuration. Tant que le circuit se trouve à l'état de haute impédance le contenu du registre reste blotti à l'intérieur du composant. À l'aide d'une impulsion sur le port PC3 le processeur PIC17C42 à programmer extrait par lecture la configuration stockée dans ce registre. Ce n'est que pendant la durée de cette courte impulsion de lecture que le registre quitte très brièvement son état de haute impédance. Comme les sorties des circuits U5 et U3 présentent alors une impédance élevée, on a, pendant cette courte impulsion de lecture, apparition sur le bus multiplexé de données et d'adresses du contenu de U8. Le circuit constitue ainsi une mémoire d'un octet de large d'une profondeur d'un emplacement, utilisé pour le stockage temporaire de la configuration du processeur. La composition de ce mot est l'affaire du logiciel tournant sur le PC (MS-DOS & Compatible). Le mot de configuration permet d'indiquer un certain nombre de choses, telles que le type de générateur d'horloge utilisé, l'activation ou non du dispositif de protection anti-lecture du circuit intégré, etc.

L'état de programmation (*programming status*) est à retrouver sur les broches PC0 et PC1 du PIC17C42 à programmer. Ces 2 sorties présentent un niveau logique bas pendant la programmation. La mise à terme réussie du processus de programmation est signalée par la présence d'un niveau haut sur la ligne PC0, une erreur et partant une programmation ratée l'étant par la mise au niveau haut de la ligne PC1.

Le lancement du cycle de programmation se fait par l'application à l'entrée de RAZ (remise à zéro = *Reset*) MCLR d'une tension de programmation ( $V_{pp}$ ) de 12,5 V. Il faut en même temps que l'entrée TEST soit mise au niveau haut. L'interrupteur analogique U10d met pour ce faire la tension d'alimentation du PIC17C42 en circuit pour, 1 microseconde plus tard fermer l'interrupteur U10c et placer la tension de programmation sur l'entrée de RAZ du processeur. La programmation débute.

### PIC16C55/57

Ces processeurs possèdent 28 broches et ne diffèrent entre eux que par la

taille de leur mémoire. À l'inverse de ce qui avait été le cas avec le PIC17C42, le PIC16Cxx n'a pas besoin de mémoire externe pour la programmation. Le microcontrôleur « aux commandes » procède tout simplement à un transfert dans le PIC16Cxx des données, mot après mot.

Il va falloir cependant, sachant que le support FIN à 28 broches sert également à la programmation des exemplaires de PIC à 18 broches, procéder à la configuration, sur le support, de quelques signaux. La fermeture de l'interrupteur analogique U10a établit la connexion avec U5, le processeur central. Il faut, simultanément, interrompre, par l'intermédiaire de U10b, la liaison vers la tension de programmation.

Le cycle de programmation est lancé dès que l'on a, via U10c et U10d respectivement, application des tensions d'alimentation et de programmation au processeur à programmer. L'algorithme de programmation utilisé permet une programmation individuelle d'octets désignés et leur relecture. Cela permet au processeur de commande, U5, de garder les rênes de l'ensemble du processus de programmation, à savoir test de virginité, programmation et vérification.

### PIC16C54/56

La programmation de ces types de contrôleurs nécessite une adaptation de branchement des lignes arrivant au support FIN. On a ouverture de l'interrupteur U10a vu que la broche 9 nous servira pour la tension de programmation. Ici encore, c'est via l'interrupteur analogique U10d que la tension d'alimentation est appliquée au support, l'interrupteur U10b assurant le transfert de la tension de programmation.

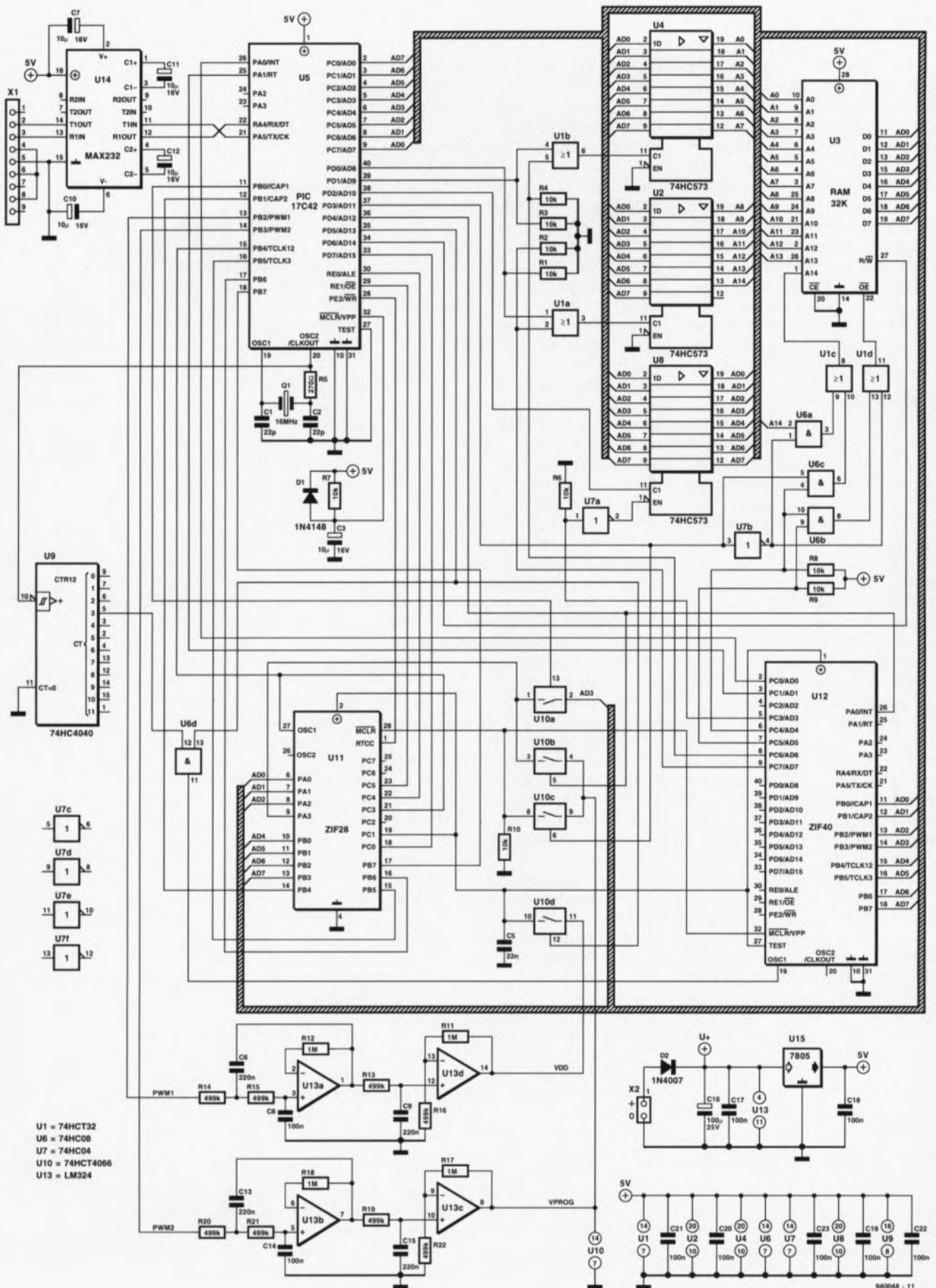
L'algorithme de programmation lui-même est identique à celui que connaît le PIC16C55/57.

### PIC16C71/84

La programmation de ces types de processeurs fait appel à la même configuration matérielle que celle décrite quelques lignes plus haut dans le cas des PIC16C54/56, la seule différence étant l'utilisation d'un autre algorithme de programmation. Il est heureux que l'utilisateur n'ait pas à se soucier d'une matière aussi complexe que des algorithmes de programmation, qui constitue le coeur du logiciel-système grillé dans le processeur PIC de commande, aussi nous en resterons là.

## La partie analogique

Un nouvel examen de la figure 1



- U1 = 74HCT32
- U6 = 74HC08
- U7 = 74HC04
- U10 = 74HCT4066
- U13 = LM324

Figure 1. L'électronique de l'ensemble du programmeur de PIC dont la plus grande partie est à base de composants numériques.

nous apprend que le schéma comporte également une partie non négligeable d'électronique analogique. L'oeil exercé de nos lecteurs n'aura pas manqué d'identifier un port sériel centré, comme on pouvait s'y attendre, sur un MAX...232 (comme RS-232, bizarre, bizarre). L'utilisation de ce composant tout à la fois spécialisé et courant permet la réalisation à moindre frais d'une interface RS-232 répondant aux normes officielles. Ce circuit intégré présente une autre caractéristique attrayante, celle de se contenter d'une tension d'alimentation unique de 5 V dont il se sert pour produire 2 tensions auxiliaires, l'une positive, l'autre négative. De ce fait, la structure de l'ensemble de l'alimentation nécessaire au montage a pu rester extrêmement simple.

Un régulateur de tension intégré du type 7805, U15, fournit la tension d'alimentation régulée de 5 V. Vu que la consommation de courant de l'appareil ne dépasse pas 50 mA, il n'est même pas nécessaire de le doter d'un radiateur.

La liaison au secteur se fera par l'intermédiaire d'un adaptateur secteur fournissant une tension continue de 15 V au minimum et de 20 V au maximum. Le seuil inférieur est impliqué par la valeur de la tension de programmation, le seuil supérieur par le désir d'éviter un décès prématuré du 7805. Nous mentionnons, dans la liste des composants, un adaptateur-secteur de 12 V.

À l'examen, il s'avère que la plupart de ces adaptateurs fournit, hors ou à charge faible, une tension dépassant notablement la tension nominale. Il vous faudra donc, si vous optez pour l'utilisation d'un tel module d'alimentation de 12 V, mesurer, en cours d'utilisation du programmeur de PIC, la tension de sortie fournie par l'adaptateur-secteur ceci pour éviter toute mauvaise surprise. Si vous disposez d'un adaptateur doté d'un circuit de régulation propre il vous restera à vérifier qu'il fournit bien une tension comprise entre 15 et 20 V.

La génération de la tension de programmation nécessaire est la tâche de U5, notre PIC17C42. Par l'intermédiaire de 2 sorties MLI (Modulation en Largeur d'Impulsion) PWM1 et PWM2 associées aux filtres passe-bas actifs montés en aval, ce circuit intégré génère la tension d'alimentation variable VDD et la tension de programmation variable elle aussi VPP. La fréquence de signal aux dites sorties MLI est de

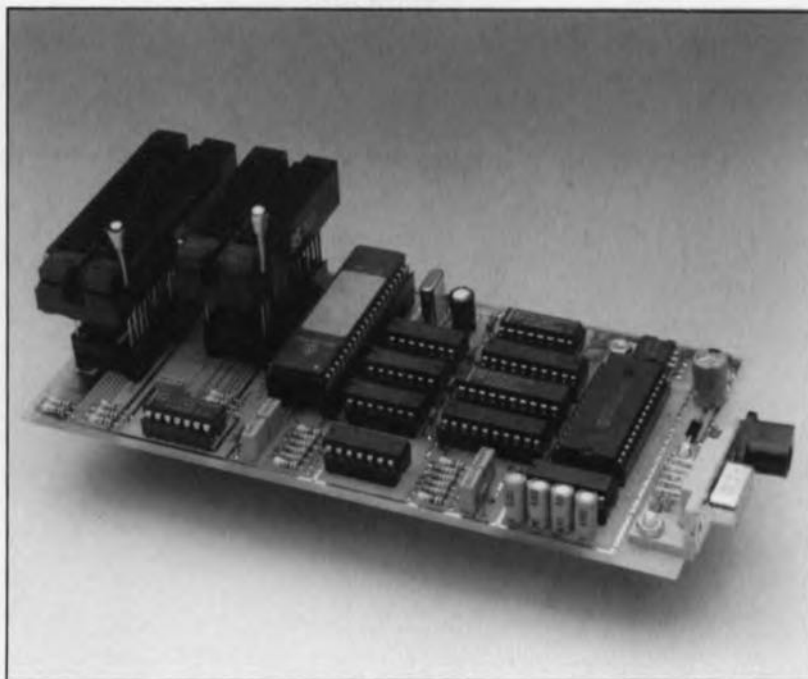


Figure 2. Exemple terminé du programmeur de PIC. Il trouvera place dans un coffret en plastique DB3 de LTP (La Tôlerie Plastique).

l'ordre de 64 kHz. Les sorties modulées en largeur d'impulsion du processeur attaquent 2 filtres passe-bas actifs du second ordre dont la fréquence de coupure se situe à 1 kHz. Ces filtres sont basés sur les 4 amplificateurs opérationnels intégrés dans un LM324, U13. La tension de sortie filtrée prend la forme d'une tension continue variable dont le niveau dépend du signal MLI et la valeur varie entre 0 et 5 V.

Il apparaît à l'examen qu'en dépit de la simplicité de structure de la section de filtrage la tension continue fournie est de très bonne qualité; on n'y retrouve pratiquement plus la moindre tension de ronflement résiduel. On trouve, en aval du filtre, un amplificateur CC (courant continu) qui donne un gain de 3 à la tension de sortie de l'étage de filtrage. C'est ainsi que l'on obtient une tension de sortie variable de 0 à 15 V maximum. Dans la pratique on utilise pour VDD une tension comprise entre 4 et 6,5 V, la tension de programmation variant elle entre 12 et 13,5 V.

Les amplificateurs opérationnels se caractérisent par une impédance de sortie suffisamment faible pour pouvoir servir directement à la commande des circuits intégrés à programmer. Ce sont les amplificateurs opérationnels U13a et U13d qui produisent la tension d'alimentation variable, U13b et U13c générant eux la tension de programmation variable. Le LM324 est alimenté directement par l'adaptateur-secteur, en amont du régulateur intégré.

### Et si l'on passait aux soudures...

Avant de pouvoir utiliser le programmeur il va bien évidemment falloir le construire.

L'utilisation de la platine double face à trous métallisés dessinée à son intention vous simplifiera énormément l'existence.

Nous vous proposons en **figure 3** la représentation de la sérigraphie de l'implantation des composants. Au coeur du magazine nous vous proposons les 2 dessins de cette platine, mais vu la finesse des pistes, nous déconseillons une gravure non professionnelle de cette carte, dont il ne faut pas oublier qu'elle est dotée de trous métallisés.

Il faudra veiller à ne pas faire de court-circuit lors de la soudure des composants, certaines des pistes étant relativement proches les unes des autres. Une erreur de ce genre est si vite commise et il est si difficile à posteriori de localiser la cause d'un problème.

Il vous suffira de respecter les indications de la sérigraphie de l'implantation des composants pour que cette réalisation ne pose pas de problème.

L'étape de implantation des composants commencera par celle des composants passifs en veillant à respecter la polarité des condensateurs électrochimiques. Il faudra, avant de mettre les supports FIN en place, accorder quelques instants de réflexion à l'aspect final de la réalisation. Le but de la manoeuvre est

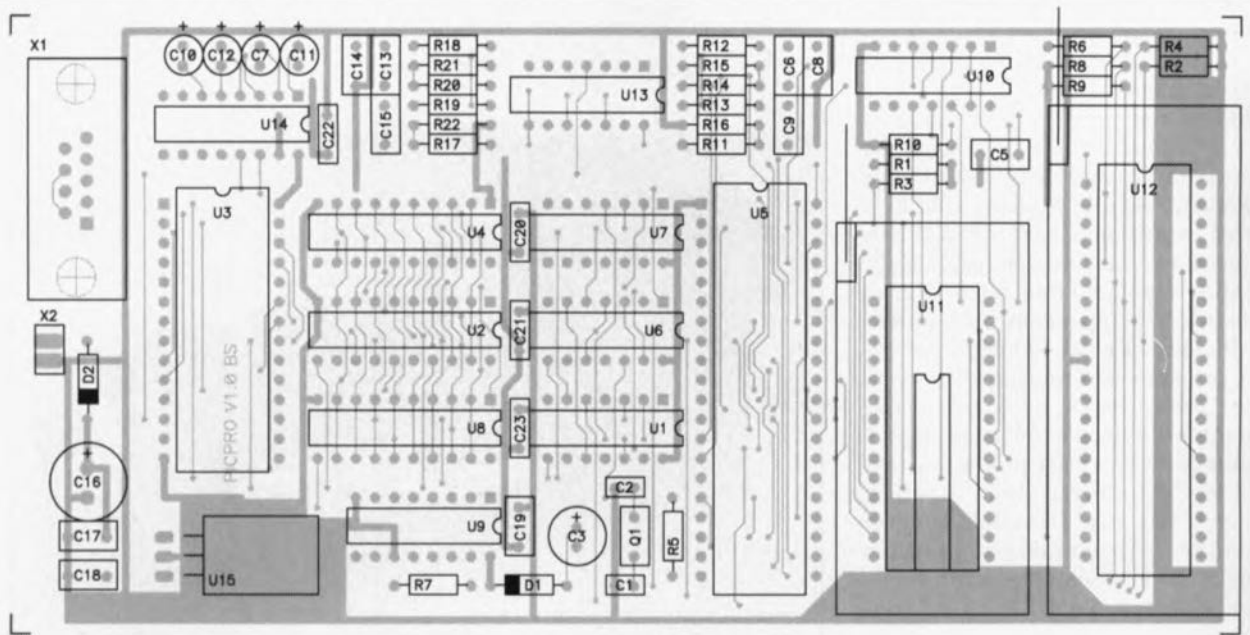


Figure 2. Représentation de la sérigraphie de l'implantation des composants de la platine double face à trous métallisés dessinée pour le programmeur de PIC.

Liste des composants		
<b>Résistances :</b>	C8, C14, C17 à C23 = 100 nF	U13 = LM324N
R1 à R4, R6 à R10 = 10 k $\Omega$	C16 = 100 $\mu$ F/25 V radial	U14 = MAX232 (Maxim)
R5 = 270 $\Omega$	<b>Semi-conducteurs :</b>	U15 = 7805
R11, R12, R17, R18 = 1 M $\Omega$	D1 = 1N4148	<b>Divers :</b>
R13 à R16, R19 à R22 = 499 k $\Omega$	D2 = 1N4002	Q1 = quartz 16 Mhz
<b>Condensateurs :</b>	U1 = 74HCT32	X1 = embase Sub D femelle à 9 broches en équerre encartable
C1, C2 = 22 pF	U2, U4, U8 = 74HCT573	U11 = support FIN à 28 broches pour circuits intégrés DIL étroits et larges (tel que Aries RS n°403825)
C3, C7, C10 à C12 = 10 $\mu$ F/16 V radial au pas de 2,5 mm	U3 = 62256 ou 43256	U12 = support FIN à 40 broches (tel que Aries RS n°403831)
C5 = 22 nF	U5 = PIC17C42 (ESS 7164)	module d'alimentation secteur 12 V/500 mA
C6, C9, C13, C15 = 220 nF	U6 = 74HC08	
	U7 = 74HC04	
	U9 = 74HC4040	
	U10 = 74HCT4066	

bien évidemment de faire en sorte, comme l'illustre la photographie en début d'article, si tant est que l'on prévoit de mettre le programmeur de PIC dans un boîtier, que les supports FIN dépassent suffisamment la surface supérieure du boîtier pour qu'il soit possible de manoeuvrer les leviers de verrouillage. Les plus fortunés d'entre nos lecteurs pourront utiliser des supports à wrapper à broches extra-longues (cf. la photographie de la platine terminée), les autres se résoudront à effectuer un échafaudage de supports pour circuits intégrés de hauteur adéquate. Nous avons opté pour un boîtier LTP de type DB3 dont l'avantage est de permettre une fixation du circuit imprimé à l'aide d'une paire de rails, ce qui évite d'avoir à percer des orifices de fixation dans la platine.

Il est recommandé d'utiliser un support non seulement pour les supports FIN mais également au minimum pour le processeur, U5, vu que cela facilitera énormément son éventuel remplacement en cas

d'actualisation (*update*) du logiciel. Le reste des composants pourra, en principe, être soudé directement en place, cette approche compliquant cependant beaucoup les choses en cas de problème nécessitant le remplacement de l'un ou l'autre composant.

Une fois que tous les composants ont trouvé leur place sur le circuit imprimé et que l'on est satisfait de sa réalisation on pourra passer au moment fatidique de la connexion du programmeur de PIC au PC. Pour vous éviter des interconnexions délicates du côté de l'interface RS-232 nous avons déjà prévues sur la platine toutes celles qui étaient nécessaires. Vous n'aurez donc plus à vous creuser la tête sur la connexion de lignes d'acquiescement (*handshake*); il vous suffira d'utiliser un câble sériel à 9 conducteurs ayant des connecteurs dont les broches de même numéro sont reliées 1 à 1. Il vous faudra, si la sortie sérielle de votre ordinateur possède un connecteur sub D à 25 broches, prévoir un adaptateur 25 broches vers 9 broches.

## Le logiciel

Vu les possibilités de cet appareil il est bien entendu inévitable de passer par les fourches caudines d'un logiciel pour PC (MS-DOS répétons-le).

Le dit logiciel (**ESS 7164**) se charge de la communication avec le programmeur et lance les routines nécessaires. Vu que le processeur possède lui-même une certaine « intelligence » le trafic prenant place sur la ligne de communication se résume à relativement peu de choses. Après avoir démarré le programme par l'instruction... PIC.EXE -on pouvait s'y attendre n'est-ce pas? - il faudra commencer par entrer le type de processeur que l'on envisage de programmer, choix se limitant bien entendu aux composants que le programmeur est capable de programmer (mentionnés en début d'article).

Les choses évoluant, il n'est pas exclu qu'un jour, après une actualisation du logiciel il devienne pos-

sible de programmer d'autres types de PIC, vu que nous serions très surpris de ne pas en voir apparaître d'autres d'ici l'an 2000.

Une fois entré le type de processeur concerné, opération suivie d'un retour chariot, on verra apparaître sur l'écran les caractéristiques techniques du dit composant, son type, les valeurs minimale et maximale de la tension d'alimentation, la tension de programmation et le nom du fichier que l'on veut programmer dans le processeur (cf. la recopie d'écran ci-contre). On est informé en outre des options prises en compte dans le mot de configuration, les options ouvertes variant d'un processeur à l'autre. Une instruction COM1 ou COM2 permet de choisir le port sériel de sortie à utiliser, encore que le logiciel s'assure lui-même de la présence sur l'un des ports sériels du programmeur de PIC. Un « ? » vous ouvre un fichier d'aide résumant les différentes instructions disponibles.

Le fichier que l'on envisage de programmer dans le processeur objet doit se trouver sur disque(tte), sachant que le programme PIC.EXE n'est pas un générateur de fichier-objet. Nous nous intéresserons de plus près à cet aspect des choses dans notre « cours  $\mu$ -PIC et tutti quanti ». On commence par charger le fichier à programmer dans le processeur à l'aide de l'instruction « File » avant de donner l'ordre de procéder à la programmation (avec vérification automatique S.V.P.) en entrant l'instruction « Prog ». L'instruction « Fuse » permet de griller la configuration dans le processeur. Il

```
PIC-Programmer V1.0 (C) Copyright Elektor Beek (NL) 1994
Written by Michael Rose

CPU: PIC17C42 Umin: 5.0 Umax: 5.0 Uprog: 12.5   File:
Communication port: COM2

Oscillator      : 3
WDT             : 3
Mode            : 3
Write protection: 1

)?
List of commands:

blank          - Blank Check.
com1, com2     - Communication Port.
file           - Program file.
                Formats: INHX8M for PIC16Cxx,
                HEX32 for PIC17Cxx.

.fuse          - Configuration Fuses.
pic16c54...    - CPU-Selection.
pic17c42       - CPU-Selection.
prog           - Programming with automatic verify.
quit          - End.
```

Recopie d'écran après exécution du programme PIC.EXE et de l'instruction « ? ».


ne faudra pas oublier cependant que le choix du type de l'oscillateur est fait par le fabricant, vu qu'il dépend du « matériel » utilisé.

L'instruction « Blank » permet de s'assurer de la virginité du processeur, « Quit » servant bien entendu à quitter le programme.

Le mois prochain nous démarrons notre « cours  $\mu$ -PIC et tutti quanti », de sorte que d'ici aux grandes vacances ce type de processeur n'aura plus, comme les 8051 et autres composants traités dans la série comparable « cours  $\mu$ C-8051 & assembleur », de secret pour vous.

Vous voici en possession d'un outil de travail qui vous aurait, il n'y a encore que quelques mois, coûté très

cher. Nous attendons avec impatience de voir ce que vous en ferez. N'hésitez pas à nous faire part de vos réalisations, elles pourront peut-être intéresser d'autres lecteurs de ce magazine et faire l'objet d'une publication dans plusieurs éditions, il n'y en a pas moins de 13, d'Elektor, le magazine d'électronique le plus international du monde qui soit, et nous n'en sommes pas peu fier...

Nous tenons, en guise de conclusion à cet article, remercier Arizona Microchip Technology (France) pour la documentation, les échantillons et les informations fournis. 

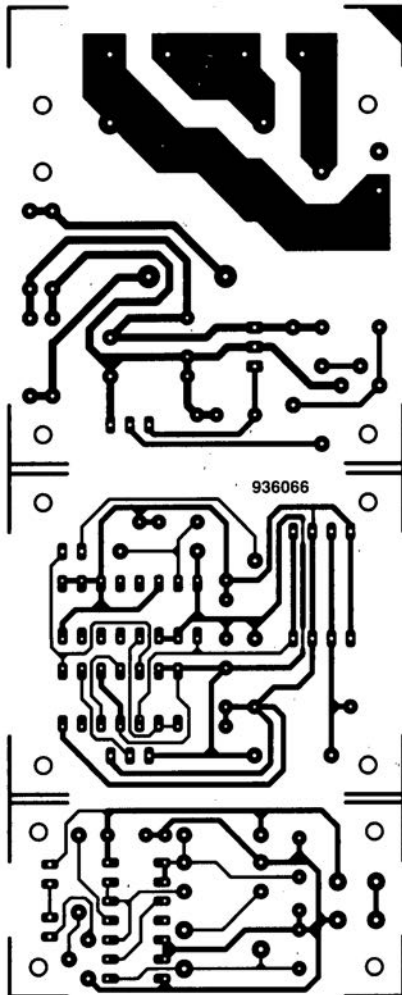
#### Bibliographie:

cours  $\mu$ C-8051 & assembleur, novembre 1991 à juin 1992 (Elektor n° 161 à 168)

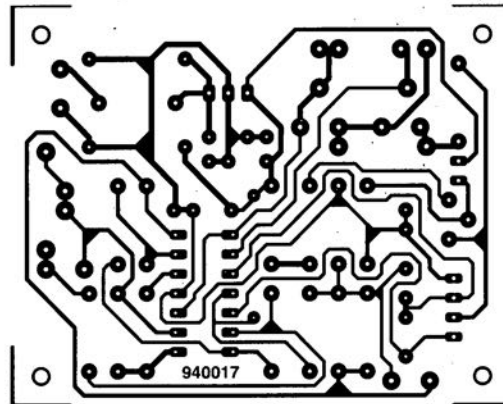


## CIRCUITS IMPRIMÉS EN LIBRE SERVICE

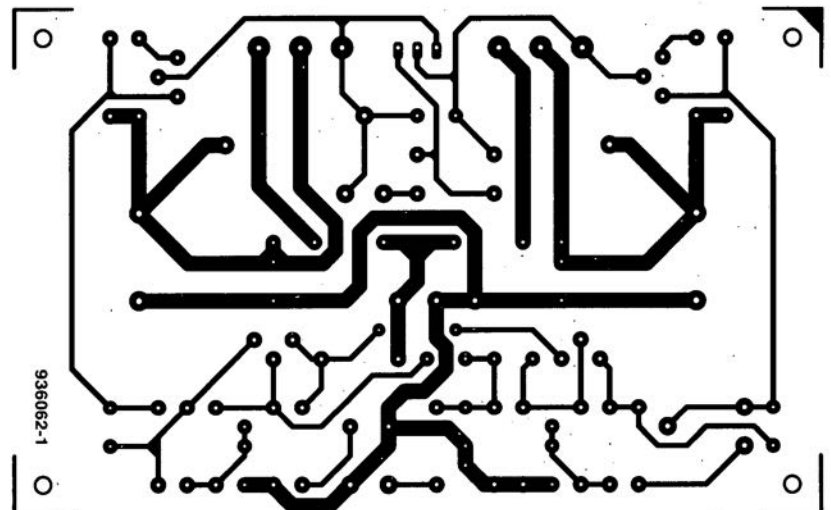
télérupteur à commande IR



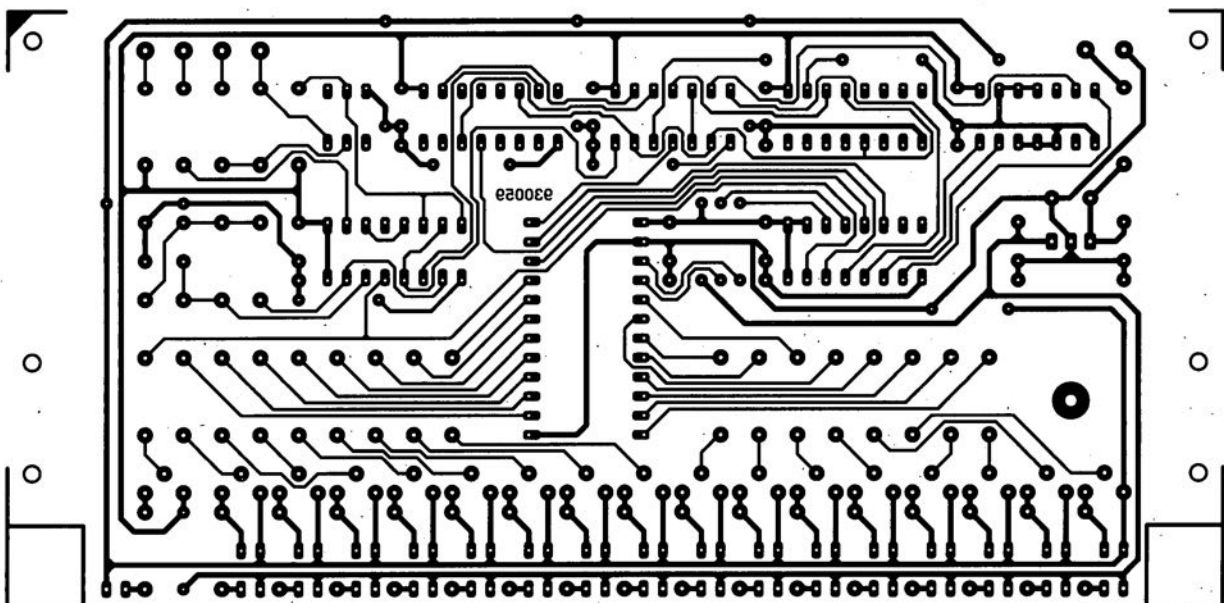
anémo &amp; fluxmètre



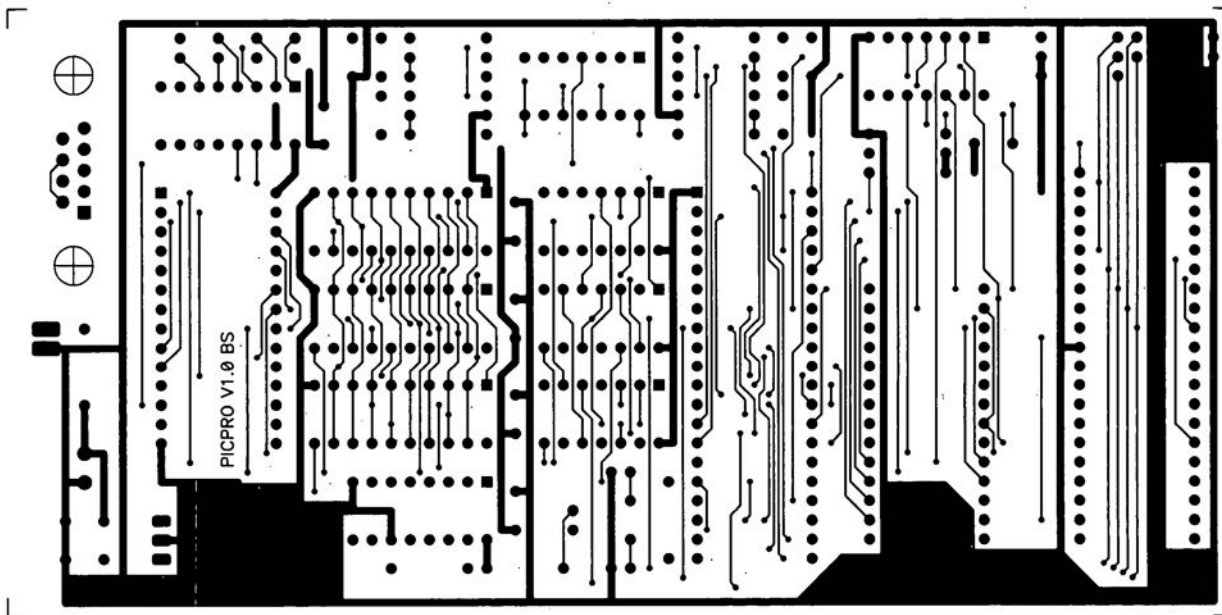
Intégral



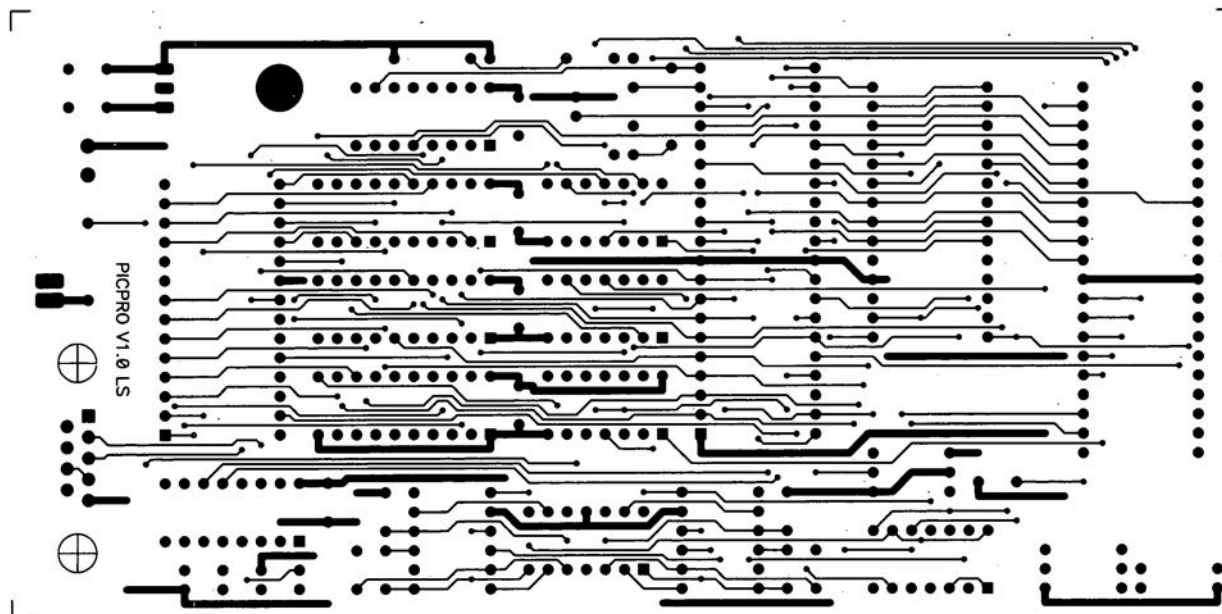
moniteur MIDI



**programmeur de PIC : côté composants**



**programmeur de PIC : côté pistes**



Seules des questions ou des remarques présentant un intérêt général pour les lecteurs d'Elektor et concernant des montages publiés dans Elektor au cours des 2 dernières années peuvent entrer en ligne de compte pour une éventuelle réponse. La rédaction se réserve le droit de procéder à une sélection des lettres ou d'en raccourcir le contenu. Vu l'abondant courrier nous arrivant chaque semaine, il n'est malheureusement pas possible de répondre à toutes les lettres et nous est totalement impossible de répondre aux souhaits et demandes d'adaptation ou d'information additionnelle concernant des projets décrits dans ce magazine.



Des questions ou des remarques?

Elektor service «Courrier Lecteurs» BP 59 59850 Nieppe

## Dolby Surround

J'ai lu récemment, dans un magazine de vulgarisation très prisé, un article sur le Dolby Surround. Sachant que certaines stations de télévision, dans l'hexagone et au-delà de nos frontières projettent des films en Dolby Stereo, je me suis dit, pourquoi pas moi. Il faut pour ce faire disposer d'un téléviseur stéréo et bien évidemment d'un tel décodeur. Avez-vous l'intention de parler prochainement de ce nouveau système, ou mieux encore, de publier un montage de ce genre pour que je puisse jouir chez moi d'une vraie ambiance de cinéma ?  
E. Caton

Le hasard fait bien les choses. Nous publions en effet dans ce numéro de janvier un article théorique consacré au Dolby Surround, ceci en avant-première à l'article du numéro 200, décrivant lui un Dolby Surround à réaliser soi-même. Le gros problème qui se pose est celui de la disponibilité, ou plutôt l'accessibilité des circuits intégrés spécialement destinés à cette fonction. Nous avons contourné cet écueil et vous proposerons une réalisation ne nécessitant pas de circuits intégrés impossibles à trouver.

(La rédaction)

## Problèmes avec le programmeur de PIC

Nos antennes internationales ont eu vent du fait qu'il semblerait que certains lecteurs aient des problèmes de fonctionnement avec le programmeur de PIC décrit dans le n° 189 d'Elektor, mars 1994. Après avoir demandé de plus amples renseignements il apparaît que la situation soit très exactement la suivante : chez les dites personnes, l'un des circuits intégrés rend spontanément l'âme. Il s'agit du 74HCT4066, U10 du montage. Ce circuit est utilisé dans ce schéma quelque peu hors des spécifications limites du fabricant de sorte que ce circuit intégré peut être endommagé, entraînant dans son trépas certains composants connexes. Ce problè-

me occasionnel peut être résolu par l'utilisation, pour U10, d'un quadruple interrupteur électronique capable de supporter les tensions présentes sur le montage. Vu qu'il n'existe pas de composant de ce type compatible broche à broche et capable de supporter ces niveaux de tension, nous avons dessiné une petite platine gigogne sur laquelle vient prendre place un quadruple interrupteur du type ADG201HSKN associé à quelques inverseurs servant à l'inversion des signaux de commutation (un 74HC04).

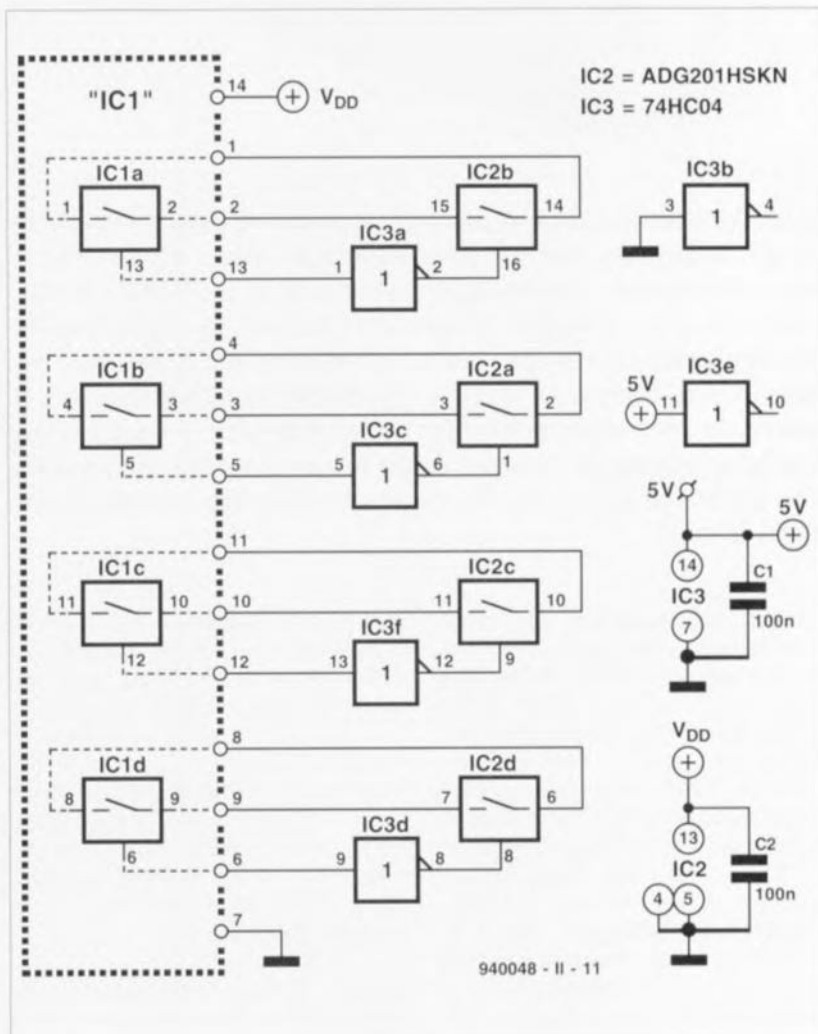
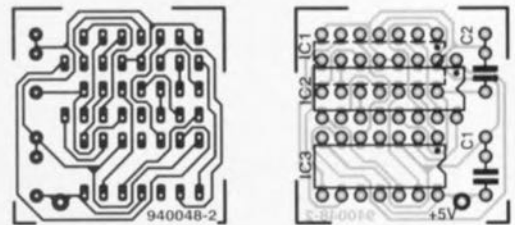
Les interrupteurs utilisés peuvent travailler jusqu'à 16,5 V et n'ont donc pas le moindre problème avec ce montage où la tension ne dépasse pas 13 V. Les commutateurs basculent d'un état ouvert à un état fermé à 3 V et sont donc parfaitement utilisables en environnement HCMOS. Sachant que les entrées du ADG201HSKN inversent il faut monter quelques inverseurs pris dans un 74HC04 en amont des entrées.

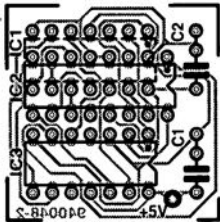
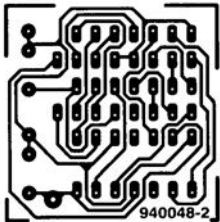
La platine comporte 3 numéros de circuits intégrés. IC2 et IC3 sont les circuits intégrés dont nous venons juste de parler, IC1 étant constitué lui de 2 rangées de broches tulipe pour circuit intégré qui débordent sur le dessous de la platine de façon à s'insérer dans

le support destiné à l'origine, sur la platine du programmeur de PIC, au 74HCT4066. Il faut donc extraire U10 de son support et implanter à cet endroit la platine gigogne. Cette platine additionnelle comporte en outre un picot à relier, à l'aide d'un petit morceau de conducteur isolé, à la tension d'alimentation de +5 V présente sur la platine principale, tension disponible à proximité immédiate des résistances R8 et R9.

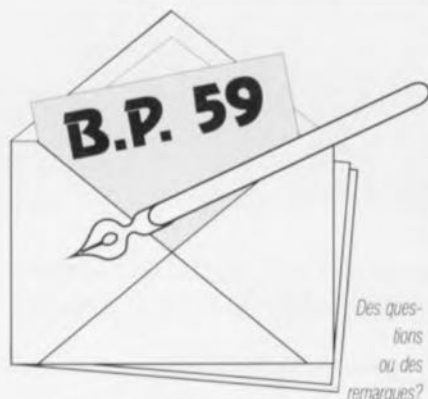
Nous vous proposons ici le schéma de cette électronique additionnelle ainsi que la représentation de la sérigraphie de l'implantation des composants de cette platine gigogne.

(La rédaction)





Seules des questions ou des remarques présentant un intérêt général pour les lecteurs d'Elektor et concernant des montages publiés dans Elektor au cours des 2 dernières années peuvent entrer en ligne de compte pour une éventuelle réponse. La rédaction se réserve le droit de procéder à une sélection des lettres ou d'en raccourcir le contenu. Vu l'abondant courrier nous arrivant chaque semaine, il n'est malheureusement pas possible de répondre à toutes les lettres et nous est totalement impossible de répondre aux souhaits et demandes d'adaptation ou d'information additionnelle concernant des projets décrits dans ce magazine.



Elektor service «Courrier Lecteurs» BP 59 59850 Nieppe

### Extension pour le programmeur de PIC

J'ai réalisé le programmeur de PIC du numéro de mars 94 d'Elektor. Après m'en être servi un certain nombre de fois, je me suis rendu compte qu'il m'arrivait, de temps à autre, de sortir le PIC de son support alors que la programmation n'était pas encore terminée. Pour éviter de commettre à nouveau cette erreur, j'ai ajouté le circuit d'indication de programmation reproduit ci-dessous. Comme le laisse voir ce petit schéma, je fais appel ici aux 4 portes restées inutilisées du circuit intégré U17. Vu que les dites portes ne sont pas câblées sur la platine d'origine, il est extrêmement aisé de procéder au câblage nécessaire en s'aidant de quelques longueurs de fil de cuivre

émaillé. Les 4 composants « rattachés » sont du type CMS. Il faudra faire attention, lors du montage, à ce que les diodes n'entrent pas en contact avec les pistes.

Il va sans dire qu'il n'est pas impératif d'utiliser des CMS, ne pas le faire a cependant l'inconvénient de donner un certain embonpoint à cette extension (la BAS32 pourra, dans ce cas-là, être remplacée par un 1N4148 « normale »).

Les liaisons avec les portes U7c et U7f avec les broches 36 et 37 du PIC (U15) sont elles aussi faites à l'aide d'un morceau de fil de cuivre émaillé de faible diamètre. Les signaux AD11 et AD12 présents sur les dites broches servent à la commutation de la tension de programmation pour le PIC à programmer et conviennent donc impeccablement pour une indication de programmation. J'ai en outre ajouté une LED de visualisation de la tension d'alimentation. Cette LED est prise, en série avec une résistance de 470  $\Omega$ , directement en aval du régulateur intégré U15 (7805), entre les broches 3 et 2 du dit composant.

M. Stingl

Merci de ces modifications que nous nous efforçons de transmettre à nos lecteurs.

(La rédaction)

### Moniteur ancien modèle + carte VGA

Dans le numéro 189, mars 1994, d'Elektor, il est décrit un adaptateur pour écran monochrome permettant de connecter du mieux possible un moniteur VGA à une carte VGA. Cette technique est-elle également utilisable avec des moniteurs d'un modèle plus ancien, tels que moniteurs monochrome, Hercules ou CGA dotés d'un connecteur à 9 broches ? Cela permettrait à de nombreux possesseurs de moniteurs destinés à des XT, de leur faire reprendre du service.

F. de Laet

Il nous faut malheureusement vous donner une réponse négative. Si, avec votre carte VGA, vous optez pour un format compatible avec une carte Hercules ou CGA, le signal vidéo concerné n'en garde pas moins les fréquences de ligne et de trame correspondant à un signal VGA standard. Ce que l'on a en fait est une sorte d'émulation à l'écran du dit mode vidéo qui présente alors des spécifications correspondant au standard Hercules ou CGA selon le cas. La fréquence de ligne des cartes et moniteurs VGA est de 30 kHz au minimum. Les moniteurs conçus pour travailler avec une carte Hercules ou CGA travaillent à une fréquence de ligne de l'ordre de 16 kHz. Il devrait vous être évident que de telles différences de fréquence de ligne sont insurmontables. Il n'est donc pas possible de ce fait de brancher un moniteur ancien (Hercules ou CGA) à une carte VGA moderne.

(La rédaction)

# CADPAK

## 2 logiciels : ISIS SUPERSKETCH + PCB II

NdlR : seuls pourront faire l'objet d'un compte-rendu rédactionnel les logiciels envoyés à la rédaction tels qu'ils le seraient à un éventuel acheteur.

Il ne se passe pas de mois que nous ne recevions un nouveau logiciel de saisie de schémas ou de dessin de circuits imprimés. Celui que nous vous proposons ce mois-ci nous a été adressé par MultiPower. CADPAK installe dans 2 sous-répertoires différents 2 programmes distincts qui ont cependant l'avantage majeur de pouvoir communiquer l'un avec l'autre sans nécessiter de passerelle instable ou à la mise en oeuvre délicate.

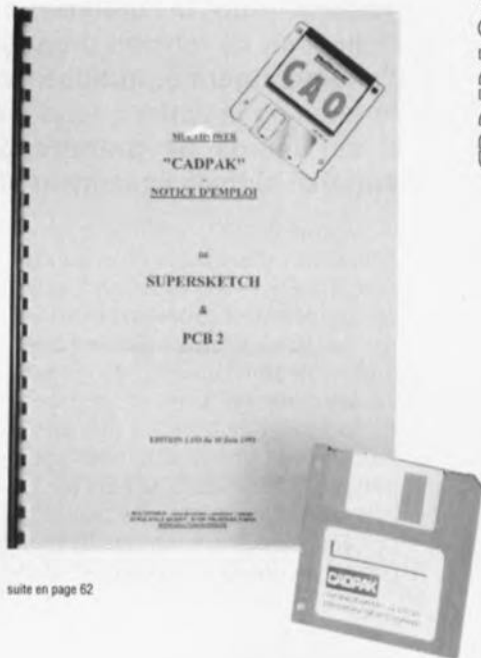
### CADPAK

Comme nous le disions plus haut, CADPAK comporte 2 logiciels : ISIS SUPERSKETCH V2.28

(saisie de schémas) et PCB II V2.54 (dessin de circuits imprimés). Tourmant sous DOS, ces logiciels restent rapides même avec un AT (80286). Si l'on veut tirer le meilleur bénéfice de cette rapidité il est recommandé de faire appel à un 386, voire 486. CADPAK est la version « non-autorouteur » de « ISIS&ARES » (la déesse de la lune égyptienne alliée au dieu de la guerre grec) et mise de ce fait plus à la portée des petits « budgets ».

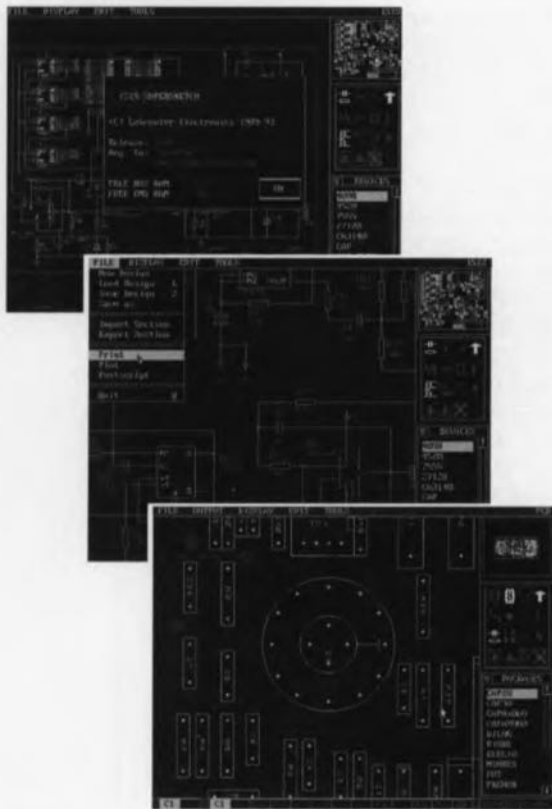
L'installation des 2 logiciels est on ne peut plus simple. On va sur le lecteur dans lequel se trouve la disquette du programme et l'on fait Install. On répond ensuite à l'une ou l'autre question « indiscreète » et le tour est joué.

Le logiciel sera installé en version standard VGA. Si l'on veut mettre à profit des résolutions plus élevées cela est possible à condition que votre carte graphique soit l'une de celles prévues (pour



suite en page 62

LOGICIELS



Recopies d'écrans en cours d'utilisation de CADPAK.

le moment). Les ordinateurs à Local Bus avec carte à haute résolution 1024 x 768 peuvent poser quelques problèmes. Le temps que vous lisiez cela les choses se seront peut-être arrangées. Le logiciel comporte un tutorial dont on aura intérêt à tirer profit en le lisant et le mettant en pratique du début à la fin.

## ISIS SUPERSKETCH

ISIS SUPERSKETCH, démarré par ISIS, présente un certain nombre de caractéristiques surprenantes par le confort d'utilisation qu'elles apportent et dont on se dit « mais c'est bien sûr... » pourquoi n'y a-t-on pas pensé plus tôt. En effet, que penser d'un placement automatique des noeuds dès que 2 pistes s'attouchent..., une mini-fenêtre de visualisation permettant à tout instant de savoir où l'on se trouve dans la fenêtre centrale. On a vite fait ainsi de centrer son schéma. La mini-fenêtre centrale regroupe en fait 3 groupes d'icônes, les 6 icônes objet telles que composants, noeud, bus situées dans la partie supérieure gauche de cette fenêtre, le reste de icônes, disposé en forme de L en miroir autour des 6 premières, représentant des outils d'édition de schéma comme orientation, miroir, graphique etc... et des organes de commande tels que copie, déplacement et effacement. Il faut s'y faire. Ainsi, pour entrer dans l'option d'édition il faut aller cliquer sur !!. Ce !! est en fait une sorte de «Sésame ouvre-toi » permettant d'accéder à différentes possibilités telles que la sélection des composants etc.

Le second !! que l'on rencontre alors permet de revenir au niveau précédent. Astucieux. C'était pour que vous le sachiez. Il faut reconnaître que l'utilisation de la souris est relativement intuitive (droite = marquage, gauche = action).

Les 8 bibliothèques de composants sont assez bien garnies, exception faite de celle des microprocesseurs qui se résume à près d'une douzaine de composants et la bibliothèque utilisateur qui attend bien entendu que vous la remplissiez...

La présence d'une fonction Undelete nous a sauvé la mise un certain nombre de fois.

## PCB II

Il est heureux que PCB II, que l'on démarre par l'instruction PCB, reprend de très nombreuses icônes d'ISIS SUPERSKETCH.

Comme c'est le cas pour la majorité des logiciels de cette classe il faut se donner le temps d'expérimenter et de comprendre pour tirer profit du temps investi.

Notons qu'il est possible, mais nous n'avons pas pu l'essayer, de passer à des versions professionnelles des dits logiciels, aux dénominations évocatrices de ISIS Designer (se substituant à SUPERSKETCH) et ARES AutoRoute (pour remplacer PCB2) qui permettent de faire de la simulation avant de réaliser un circuit imprimé avec LISA.

### 1 toute petite critique:

Le manuel traduit en français réfère à des termes et des fenêtres qui ont gardé leur dénomination anglaise de sorte qu'il vous faudra vous faire un petit lexique.

Ne voulant pas terminer sur cette note citron, nous pouvons confirmer l'opinion de nos confrères à savoir qu'il s'agit d'une approche de la saisie de schémas et du dessin de circuits intégrés bien imbriquée et donc aisément utilisable par tous ceux d'entre nos lecteurs qui aimeraient tant disposer de platines tirées à partir de nos schémas.

Notons pour finir, à l'intention des plus fortunés d'entre nos lecteurs que très récemment, c'est-à-dire au salon EXPOTRONIC, Multipower a démarré la commercialisation de « PROTEUS », une version de ISIS/ARES intégrant la saisie de schéma, la simulation analogique (LISA) et numérique et le routeur de circuit imprimé.

# indicateur de tension de batterie miniature

*vous évitera des surprises désagréables*



**Nous avons eu la chance, ces dernières années, à ne pas avoir eu à subir d'hiver rigoureux. Mais rien ne donne à penser que cette situation ne risque pas, l'an prochain, de changer du tout au tout. Rien n'est plus ennuyeux au cours des mois d'hiver, et en toute autre époque de l'année d'ailleurs, de constater, lors d'une tentative de démarrage de sa voiture, que la batterie est « à plat ». Le minuscule indicateur de tension proposé ici s'enfiche dans la prise de l'allume-cigare et indique avec un préavis suffisant que la tension de la batterie tend à devenir trop faible et que donc il est temps de prendre des mesures adéquates. Cet appareil signale également une tension batterie trop élevée.**

L'idée de ce petit montage, au rapport utilité/prix incomparable, nous a été proposée et le montage réalisé par l'un des ingénieurs du laboratoire d'Elektor, grand amateur de voyages au long cours. Lors d'un récent déplacement en URSS il fut surpris de constater que bien que les automobiles utilisées dans ce pays par les habitants des campagnes ne soient pas d'un modèle très récent elles sont cependant dotées d'accessoires élec-

troniques de fabrication-maison de toute sorte. Les plus fanatiques des électroniciens-amateurs de ce pays en particulier semblent mettre un point d'honneur à faire en sorte que l'intérieur de leur voiture ressemble le plus possible à un cockpit qui d'un Mig29 qui d'une capsule spatiale.

L'un des accessoires les plus fréquemment aperçus était un indicateur de tension de batterie, accessoire

vital dans un pays au climat aussi continental que l'URSS dont les hivers sont extrêmement sévères. Pouvoir démarrer son véhicule est, dans ces contrées, une question de vie ou de mort; on comprendra mieux ainsi que la plupart des moyens de locomotion emportent un réchaud à pétrole permettant à des automobilistes bloqués pour une raison ou une autre de se maintenir en vie en attendant d'hypothétiques secours. Trêve d'aparté.

Même dans un pays aussi « tempéré » que la France, il n'est sûrement pas inintéressant de doter sa voiture d'un indicateur de tension de batterie. Même nos « petits » hivers sont capables de mettre une batterie à dure épreuve. Nous ne pouvons que recommander à ceux d'entre nos lecteurs qui utilisent leur voiture pour de courts trajets fréquents de prévoir des recharges à intervalle régulier de leur batterie avec surveillance bi-hebdomadaire du niveau d'eau et de son degré d'acidité, en hiver tout particulièrement.

Rien n'interdit d'ailleurs de se trouver confronté à des problèmes de batterie en été. Il peut fort bien se faire que le régulateur de tension ou la dynamo, voire l'alternateur, tombe en panne. Une défectuosité du régulateur de tension peut entraîner une augmentation néfaste de la tension de batterie avec comme corollaire une réduction significative de la durée de vie utile de cette dernière. Bien souvent, habitués que nous sommes que tout se passe bien, l'automobiliste malchanceux ne s'en aperçoit que lorsqu'il est trop tard. Lorsque c'est la dynamo qui refuse ses services, en cas de charbons encrassés par exemple, la tension de charge tombe à une valeur trop faible pour être d'une utilité quelconque. Dans ce cas-là également le démarrage peut entraîner des surprises très désagréables. On l'aura compris, un indicateur de tension de batterie constitue, dans les 2 cas, un « révélateur » précieux.

L'instrument de mesure décrit ici, puisqu'en fait c'est de cela qu'il s'agit, fait appel à 3 LED. L'illumination de la LED centrale, de couleur verte, indique que tout va bien; l'illumination de la LED rouge signale une tension trop élevée, celle de la LED jaune une tension trop faible. La réalisation de ce montage pourra se faire de 2 façons différentes : soit à l'aide d'une « vraie » platine gravée à partir du dessin des pistes représenté dans les pages centrales de ce magazine, soit à l'aide d'un morceau de platine



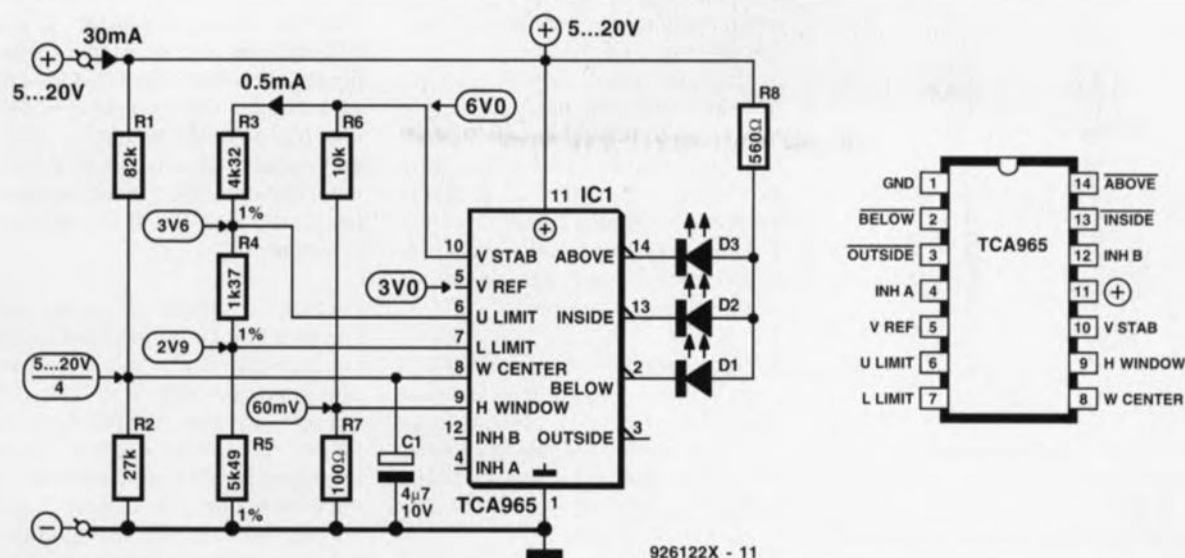


Figure 1. IC1 constitue un comparateur à fenêtre qui indique, via une triplette de LED, si la tension de la batterie concernée est trop faible, bonne ou trop élevée.

d'expérimentation à pastilles. Dans le premier cas il vous sera plus facilement possible de glisser la platine dans le corps d'une fiche pour allume-cigare – disponible dans de nombreux magasins d'accessoires auto.

## L'électronique

de l'indicateur de tension de batterie vous est proposée en **figure 1**. Un examen critique de ce schéma permet de se rendre compte qu'en fait l'électronique se résume à un circuit intégré entouré de quelques composants (pour faire joli !). IC1, un TCA965, est ce que l'on appelle un *comparateur à fenêtre*. Ce type de comparateur est constitué de 2 comparateurs distincts. Chaque comparateur s'inquiète de savoir si la tension appliquée à son entrée se trouve en-deçà ou au-delà d'une certaine limite, un seuil, fixée par l'utilisateur.

En fonction du résultat de cette comparaison il fait passer sa sortie à un niveau soit haut soit bas. Si donc on combine ces 2 comparateurs et qu'on donne à chacun d'entre eux un seuil de commutation différent on obtient un comparateur à fenêtre. Ce dispositif détecte non pas 2, mais 3 états : il indique si la tension d'entrée est inférieure aux seuils des 2 comparateurs, se situe à l'intérieur du domaine défini par les 2 seuils, ou est supérieure aux seuils des 2 comparateurs, ce qui est très précisément la fonction dont nous avons besoin pour notre indicateur de tension de batterie.

Il n'est pas difficile d'imaginer pourquoi le domaine compris entre les 2 seuils est appelé fenêtre. La tension de la batterie est « bonne »

lorsqu'elle se trouve à l'intérieur de la fenêtre.

Dans notre schéma, les limites inférieure et supérieure de la fenêtre sont définies par les résistances R3 à R5, triplette de résistances qui constitue un diviseur de tension. On dispose à l'extrémité supérieure de ce diviseur de tension (broche 10 de IC1) d'une tension constante de 6 V fournie via un régulateur intégré dans IC1. Les valeurs attribuées aux résistances R3 à R5 ont été choisies de manière à disposer aux 2 points nodaux du diviseur de tension d'une tension de 2,9 et de 3,6 V respectivement. La fenêtre va donc de 2,9 à 3,6 V.

La tension de la batterie doit être appliquée à la broche 8 de IC1; elle l'est via un diviseur de tension constitué par les résistances R1 et R2. Vu le rapport des valeurs de ces résistances, on a division par 4 très exactement de la tension de batterie. Ainsi, une tension de batterie de 12 V par exemple est convertie par le diviseur R1/R2 en une tension de 3 V. Cette tension-là se trouve à l'intérieur de la fenêtre définie plus haut et sera donc considérée comme « bonne ». Connaissant le facteur de division de 4, il n'est pas sorcier de retrouver à quelles tensions de batterie correspondent les limites de notre fenêtre (2,9 et 3,6 V). Une tension de batterie correcte doit se situer entre  $2,9 \times 4 = 11,6$  V et  $3,6 \times 4 = 14,4$  V. Une tension de batterie inférieure à 11,6 V est considérée comme trop faible, une tension supérieure à 14,4 V comme trop élevée.

Pour éviter que l'indication fournie par l'indicateur de tension de batterie ne devienne inutilisable en raison

de son instabilité il faut faire en sorte que le circuit ne réagisse qu'aux variations relativement lentes de la tension batterie et non pas aux crêtes parasites rapides véhiculées par le réseau de bord, et dues par exemple à l'allumage. Cette nécessité explique la présence d'un filtre passe-bas en aval du diviseur de tension d'entrée R1/R2. Notre filtre prend la forme de la combinaison de R1 et de C1. Toutes les tensions alternatives (caractéristique typique des crêtes parasites) sont court-circuitées à la masse par le condensateur C1.

Le dispositif de visualisation prend la forme, nous l'avons mentionné plus haut, de 3 LED, D1 à D3. L'illumination de la LED verte, D2, indique une tension de batterie correcte. Une tension de batterie trop faible se traduit par l'illumination de la LED de couleur jaune, D1, l'allumage de la LED rouge, D3, signalant l'existence d'un danger potentiel, la tension de batterie étant trop élevée.

Outre le dispositif d'élimination de crêtes parasites évoqué quelques lignes plus haut, R1/C1, le circuit comporte un second système destiné à éviter un va-et-vient effréné des 3 LED de l'indicateur de tension de batterie. Il prend la forme d'une certaine *hystérésis* que l'on peut donner à IC1. Le réglage de cette hystérésis se fait par l'intermédiaire du diviseur de tension R6/R7. Ce diviseur de tension divise par 100 la tension de 6 V présente à son extrémité supérieure. Un aparté à l'intention des amateurs de formules :

$$R7 / (R6 + R7) \times 6V$$

donne une tension partielle de

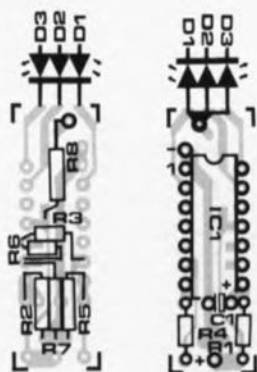


Figure 2. Les plus entreprenants d'entre nos lecteurs pourront à l'aide de la sérigraphie de l'implantation des composants représentée ici et le dessin des pistes de la rubrique circuits imprimés en libre-service au centre du magazine fabriquer leur propre platine. On peut également envisager l'utilisation d'un petit morceau de circuit imprimé d'expérimentation à pastilles.

#### Liste des composants

##### Résistances :

R1 = 82 kΩ  
 R2 = 27 kΩ  
 R3 = 4kΩ32/1%  
 R4 = 1kΩ37/1%  
 R5 = 5kΩ49/1%  
 R6 = 10 kΩ  
 R7 = 100 Ω  
 R8 = 560 Ω

##### Condensateurs :

C1 = 4μF7/10 V tantale

##### Semi-conducteurs :

D1 = LED jaune  
 D2 = LED verte  
 D3 = LED rouge  
 \* LED rectangulaires 2,5 x 5 mm  
 IC1 = TCA965

##### Divers :

une fiche pour allume-cigare

$$6V/100 = 0,06 V.$$

L'hystérésis vaut très exactement le double, soit 0,12 V. Ce n'est donc qu'en cas de variation de la tension de batterie supérieure à 0,12 V que l'on aura, si tant est que l'on sorte alors de la fenêtre, passage d'une LED à l'autre, de D2 à D1 par exemple. Il n'y a plus de risque de clignotement intempestif des LED.

## La réalisation

Bien que le charme de ce montage soit très précisément sa miniaturisation, certains d'entre nos lecteurs préféreront peut-être en réaliser une version plus massive. On pourra dans ce cas-là préférer un morceau de cir-

cuit imprimé d'expérimentation à pastilles plutôt que la minuscule platine dérivée du dessin proposé dans ce magazine. Ceux d'entre vous qui aimeraient placer le montage dans le corps vide d'une fiche pour allume-cigare pourront utiliser la sérigraphie de l'implantation des composants représenté en **figure 2** et se fabriquer leur propre platine simple face à partir du dessin proposé dans les pages centrales de ce magazine.

Il nous cependant reconnaître qu'il s'agit là d'une réalisation demandant un certain doigté en raison de sa miniaturisation extrême : munissez-vous d'un bon éclairage et d'une loupe !

Il est important de monter les composants dans l'ordre prescrit sous peine sinon de ne pas pouvoir glisser le montage dans le corps de la fiche pour allume-cigare.

On commencera donc par le montage de C1, R1, R4 et IC1. Les dits composants prennent normalement place côté « composants » de la platine comme l'illustre la sérigraphie de la figure 2 et la photographie de notre prototype représentée en **figure 3**. On veillera, lors du montage de ces composants, à utiliser le minimum de soudure. Il faudra ensuite couper les connexions des différents composants, y compris celles du circuit intégré, au ras de la platine pour éviter, ultérieurement, tout risque de court-circuit.

Il est temps maintenant de nous occuper des 3 LED. Nous allons commencer par raccourcir leurs connexions à une longueur de 5 mm environ. Ceci fait, on les glisse de part et d'autre de la platine et on les soude aux points prévus sur la platine (cf. la sérigraphie de la figure 2 et les photos des figures 3 et 4). Cette opération terminée, on pourra passer à la mise en place des 6 résistances à implanter côté « pistes ». On commencera par un examen approfondi de la photo de la figure 4.

La première résistance à être implantée sera R8 dont l'extrémité la plus

proche des LED est enfilée dans l'orifice prévu et soudée. L'autre extrémité de cette résistance est soudée à la broche 11 de IC1. On veillera à couper cette connexion aussi près que possible de la patte de IC1, en veillant cependant à ne pas abîmer cette dernière. On monte ensuite les résistances R7, R2 et R5, dans cet ordre.

On fera en sorte de placer ces résistances à plat sur la platine et à couper leurs extrémités à la longueur la plus courte possible.

L'étape suivante consiste à implanter les résistances R6 et R3 – dans cet ordre ! –; il s'agit en effet des composants les plus délicats à monter ! R3 doit en effet être montée en « se lovant » pour ainsi dire autour de la résistance R6 sans cependant provoquer de court-circuit. La solution la plus « sûre » consiste à doter les 2 extrémités de R3 d'un petit morceau de gaine thermorétractable de 2 à 3 mm de longueur. Le risque le plus grand d'établir un court-circuit avec R3 se situe au niveau de la broche 6 de IC1. Attention à ne pas produire de court-circuit entre les broches 10 et 11 de IC1.

Il va sans dire qu'il faudra, une fois terminée l'implantation de tous les composants sur la platine, procéder à un examen critique des connexions et à une recherche de courts-circuits éventuels. Ceci fait, on pourra mettre le montage sur sa table de travail et le connecter, en respectant la polarité, à une alimentation réglable; une alim de labo capable de fournir une tension comprise entre 0 et 20 V, il n'en faut pas plus. Si l'on procède à une augmentation progressive de la tension d'alimentation on devrait voir la LED jaune s'illuminer au bout d'un certain temps (le temps d'arriver à de l'ordre de 11 V), suivie de la LED verte et pour finir de la LED rouge. Si tel est bien le cas, on pourra implanter le montage dans le corps de la fiche pour allume-cigare.

Attention à ne pas produire de court-circuit par déplacement de l'un ou

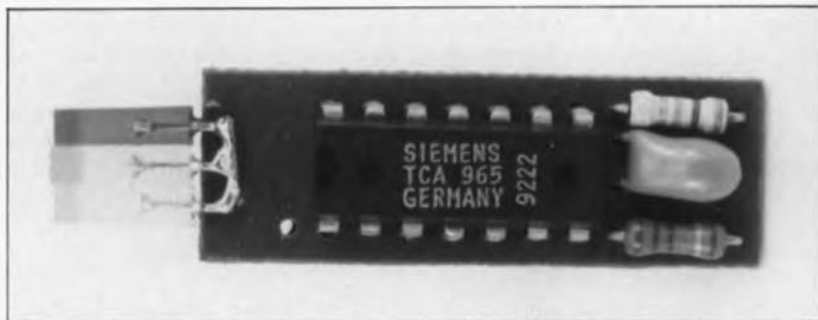


Figure 3. Vue du côté « composants » de la platine de notre prototype.

l'autre composant couché sur la platine. Il peut s'avérer nécessaire de déformer légèrement l'arceau métallique servant à établir l'un des contacts dans la prise pour allume-cigare de manière à pouvoir faire glisser le circuit intégré dans son « ventre ». On peut également envisager d'isoler l'arceau métallique voire de l'ensemble du montage à l'aide d'un morceau de gaine thermorétractable de section adéquate peut constituer une solution en cas de problème. On établit ensuite une liaison entre le picot du point de masse (-, à proximité de la broche 1 de IC1) de la platine et l'arceau métallique sans oublier ensuite de connecter également son pôle positif (le + près de R1) à la pointe de contact de la fiche pour allume-cigare. Il n'est pas inutile de procéder à une isolation et à une fixation de l'ensemble à l'aide de résine epoxy ou de colle.

Ceux d'entre vous qui auront opté pour une réalisation sur platine d'expérimentation à pastilles auront toute liberté quant à la taille finale de leur réalisation; ils pourront la mettre dans un boîtier disposé à un endroit convenable du tableau de la console de leur véhicule.

La consommation de courant du montage dépend de la valeur de sa tension d'alimentation - qui est en fait la tension de la batterie. À une tension d'alimentation de 5 V le montage consomme un courant de 10 mA, courant qui passe à de l'ordre de 30 mA sous 12 V et à quelque 40 mA à 20 V. La valeur du courant consommé dépend pour une grande part du type de LED utilisé.

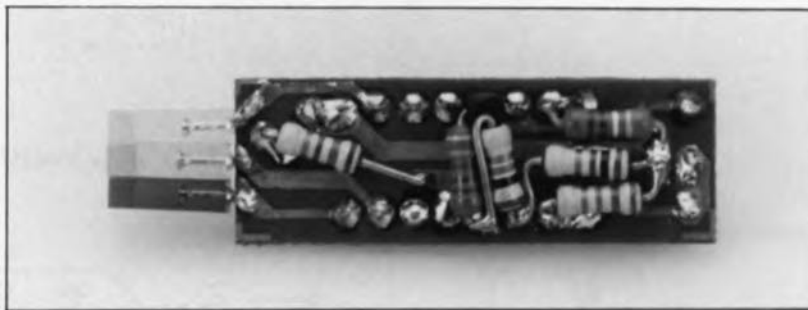


Figure 4. Le côté « pistes » de la platine comporte lui aussi un certain nombre de composants. Il faudra faire attention, en raison de la densité d'implantation, à ne pas produire de court-circuit entre les connexions des différents composants.

S'il vous semble intéressant d'ouvrir la fenêtre sur un domaine différent, pourra le faire en donnant d'autres valeurs aux résistances R3 à R5.

Le calcul de la tension au point nodal de R4 et R5 se fait à l'aide de la formule suivante :

$$R5 / (R3 + R4 + R5) \times 6V.$$

La tension présente au point nodal de R3 et R4 répond elle à la formule ci-après :

$$(R4 + R5) / (R3 + R4 + R5) \times 6V.$$

Le décalage de la fenêtre vers le haut ou vers le bas se fera par modification du facteur de division du diviseur de tension R1/R2; il est alors de :

$$R2 / (R1 + R2), \text{ soit } 1/4.$$

On pourra, pour R1 et R2, opter pour des résistances à tolérance de 1%.

Vous voici armés pour l'hiver prochain. Ne dites pas, en décembre 1994, que nous ne nous y sommes pas pris à temps. « Un homme averti en vaut deux » dit le proverbe. ◀

## elektor-abc

### comparateur à fenêtre

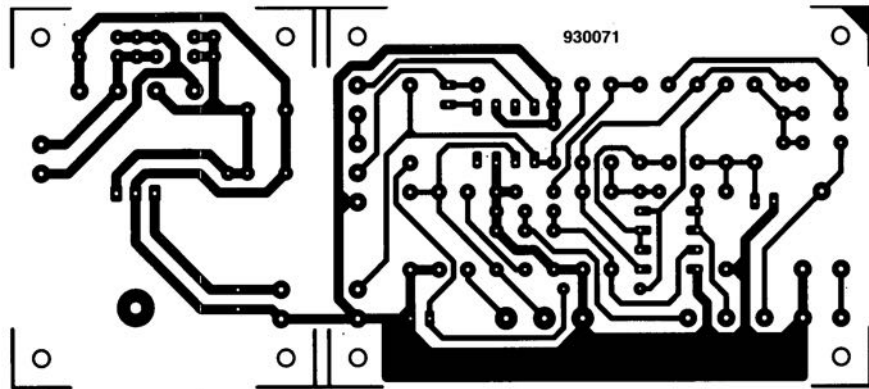
Un comparateur à fenêtre n'est en fait rien de plus ni de moins qu'une paire de comparateurs. Lorsque l'on sait qu'un comparateur est un circuit de comparaison de tensions, prenant le plus souvent la forme d'un amplificateur opérationnel sans contre-réaction, qui lorsque la tension appliquée à son entrée non inverseuse (+) dépasse celle appliquée à son entrée inverseuse (-) force sa tension de sortie en butée contre la ligne d'alimentation positive et lorsque c'est l'inverse, l'envoie en butée vers le niveau de la ligne d'alimentation négative, qui est également la masse en cas d'une alimentation asymétrique, on comprendra facilement qu'ils définissent à eux deux une fenêtre, d'où leur dénomination.

### hystérésis

Il faut, dans le cas d'un comparateur, d'un thermostat, etc, qu'il y ait une petite différence entre les points de mise en et hors-fonction pour éviter que le dit composant ne cesse de battre entre les 2 états. Cette différence est appelée hystérésis.

## CIRCUITS IMPRIMÉS EN LIBRE SERVICE

## Etage de sortie DX



indicateur de  
tension de batterie



# étage de sortie DX

à filtre vocal



**Les amateurs de liaisons à grande distance, les DXeurs, et les radio-amateurs ont souvent affaire à des signaux de parole présentant un niveau de distorsion élevé, au point d'être quasiment incompréhensibles. Il est possible dans ces cas-là d'améliorer très sensiblement l'intelligibilité des sons vocaux si l'on limite l'amplification et la reproduction aux seules fréquences importantes pour les signaux de parole. L'étage de sortie audio décrit dans cet article comporte à cet effet un filtre passe-bande actif à pente raide.**

L'électronique de notre étage de sortie DX – l'abréviation DX vient de l'anglais *Distance X*, c'est-à-dire distance inconnue et partant importante – peut être subdivisée en 3 sous-ensembles : un filtre de parole – que l'on peut ponter à l'aide d'un inverseur –, un étage de puissance à circuit intégré doté d'un potentiomètre de volume et pouvant fournir une puissance de 1,2 W et une alimentation. De par ces caractéristiques, ce montage pourra donc également servir d'étage audio pour un (émetteur-)récepteur de conception et/ou réalisation personnelle.

Le schéma de l'étage de sortie DX est représenté en **figure 1**. Le signal d'entrée arrive, via l'ajustable P1 qui

permet de jouer sur la sensibilité d'entrée, d'une part au filtre basé sur les amplificateurs opérationnels IC1a et IC1b et de l'autre à l'inverseur S1. De par la présence de P1 il est également possible de traiter des signaux d'entrée de niveau important, tels que ceux fournis par une sortie pour casque d'écoute ou par une sortie prévue pour un second haut-parleur. Cette approche permet d'utiliser ce montage avec des appareils CB auxquels il ne faut pas toucher si l'on ne veut pas mettre en péril leur homologation de type.

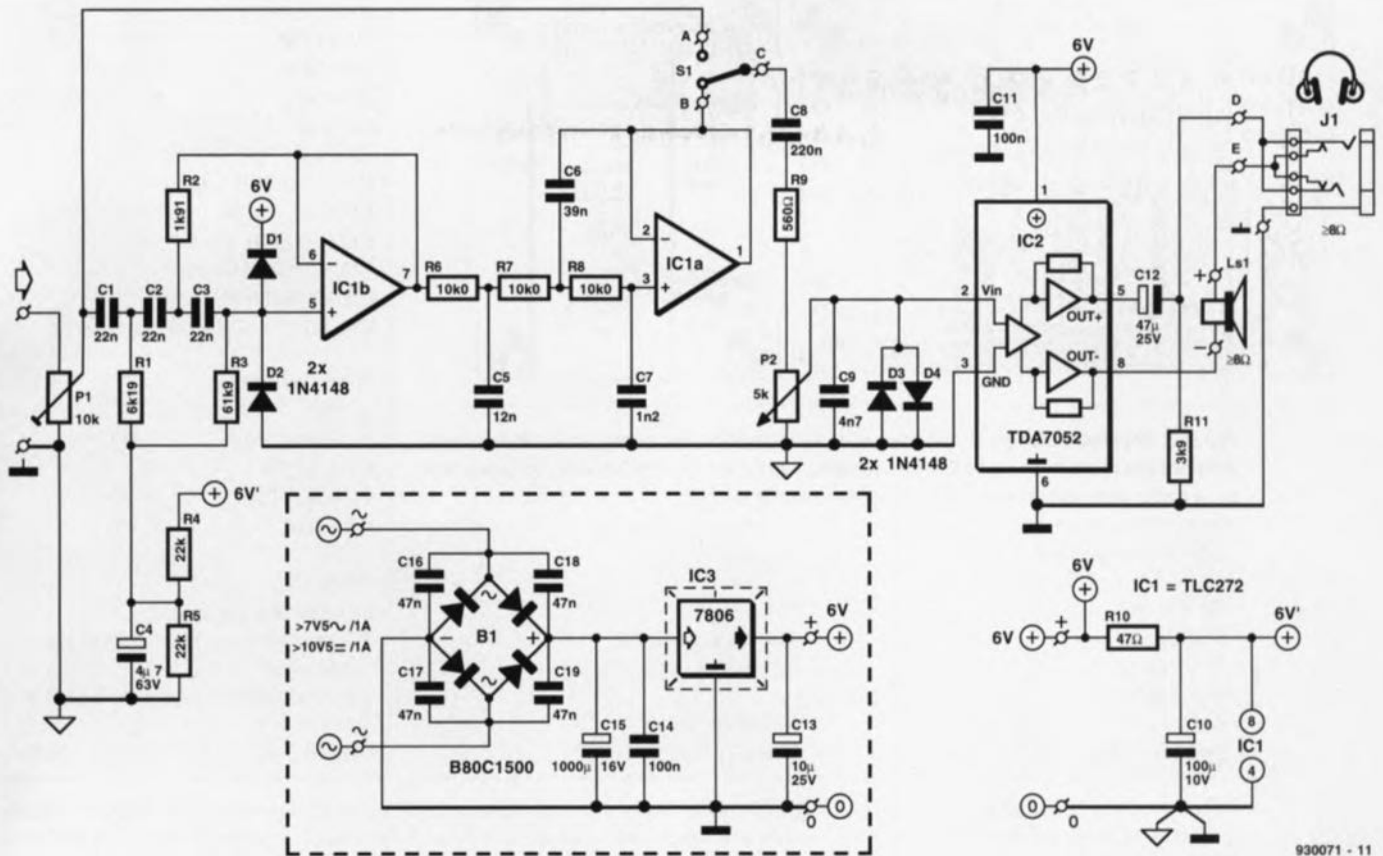
En fonction de la position donnée à l'inverseur S1 le signal d'entrée est transmis avec ou sans filtrage au potentiomètre de volume P2 puis en

aval à l'étage d'amplification. Le filtre comporte une double section : l'électronique centrée sur IC1a constitue un filtre passe-bas, celle basée sur IC1b un filtre passe-haut. La combinaison de ces 2 sections nous donne un filtre passe-bande du 3<sup>ème</sup> ordre doté de points – 3 dB à 740 Hz et 2,1 kHz environ. La bande passante du filtre est donc sensiblement plus étroite que celle d'un signal téléphonique. On filtre ainsi une quantité plus importante de parasite, ce qui ne peut que se traduire par une amélioration de l'intelligibilité. Ce filtrage supprime également une partie du signal vocal proprement dit ce qui rend plus délicate la reconnaissance d'une voix connue.

Le graphique de la **figure 2** donne la caractéristique de réponse en fréquence du filtre. Le réglage en tension continue des 2 amplificateurs opérationnels du filtre est défini par les résistances R4 et R5. Ces 2 résistances étant de valeur identique, elles fixent la tension appliquée à l'entrée non-inverseuse (+) de l'amplificateur opérationnel IC1b à une valeur égale à la moitié de la tension d'alimentation. Le gain de IC1b étant unitaire, le second amplificateur opérationnel IC1a se trouve lui aussi réglé à la moitié de la tension d'alimentation. Le condensateur C4 sert au découplage des résistances R4 et R5 de sorte que les composants du filtre R1 et R3 se trouvent, par rapport au signal audio, reliés, comme il convient, à la masse.

L'étage de sortie ne comporte en fait rien de plus qu'un unique circuit intégré intégrant un amplificateur en pont doté, comme il est de tradition aujourd'hui, de divers circuits de protection et d'un circuit chargé d'éliminer les bruits de mise en fonction. IC2, car c'est en effet de lui qu'il s'agit, ne nécessite pas, à strictement parler, de composants additionnels, mais nous avons opté pour un léger habillage de ce composant nu. Les diodes D3 et D4 montées en tête-bêche placées à l'entrée de l'amplificateur audio servent à l'écrêtage du signal d'entrée.

Dans ces conditions le circuit se trouve en surmodulation importante vu que la sensibilité d'entrée de l'amplificateur – et partant celle du filtre puisque ce dernier ne possède qu'un gain unitaire – se situe à une tension comprise entre 120 et 150 mV<sub>c</sub> pour une modulation maximale. Si vous comparez notre schéma avec la note d'application fournie par le fabricant vous constaterez que nous avons également « sévi » du



930071 - 11

Figure 1. L'étage de sortie DX se laisse subdiviser en 3 parties : un filtre de parole, un étage de puissance et une alimentation (la partie encadrée de pointillés).

côté de la sortie. Normalement, on prend directement le haut-parleur entre les 2 bornes de sortie. Disposer d'une possibilité de connexion d'un casque d'écoute peut aussi, vu les applications concernées, s'avérer fort pratique. Nous avons, de manière à disposer d'un niveau de sortie, un volume, plus faible côté casque d'écoute, nous ne l'avons pas branché entre les 2 sorties de l'amplificateur audio, mais pris à l'une des sorties seulement. La tension de sortie est ainsi 2 fois moindre. Les 2 sorties fournissent une tension continue (la moitié de la tension d'alimentation). Ces conditions n'ont pas de conséquence pour une utilisation en amplificateur en pont – le haut-parleur est pris entre les 2 sorties – mais il n'en va pas de même lorsque l'on envisage de brancher un casque d'écoute à l'une des sorties.

En d'autres termes, la présence d'un condensateur de couplage, C12 en l'occurrence, est alors nécessaire. La résistance R11 permet au condensateur C12 de se charger et de se décharger, même en l'absence de casque d'écoute ou de haut-parleur. Nous avons utilisé pour l'embase châssis pour casque d'écoute, JP1, une version stéréo vu que la grande majorité des casques d'écoute sont

eux aussi stéréophoniques, mais bien évidemment c'est le même signal que l'on retrouve sur les 2 écouteurs. L'alimentation de l'étage de sortie DX pourrait se faire à l'aide

de piles, cette approche ne permettant cependant qu'une utilisation temporaire vu la consommation de courant du circuit. Si l'on opte pour cette solution on pourra supprimer

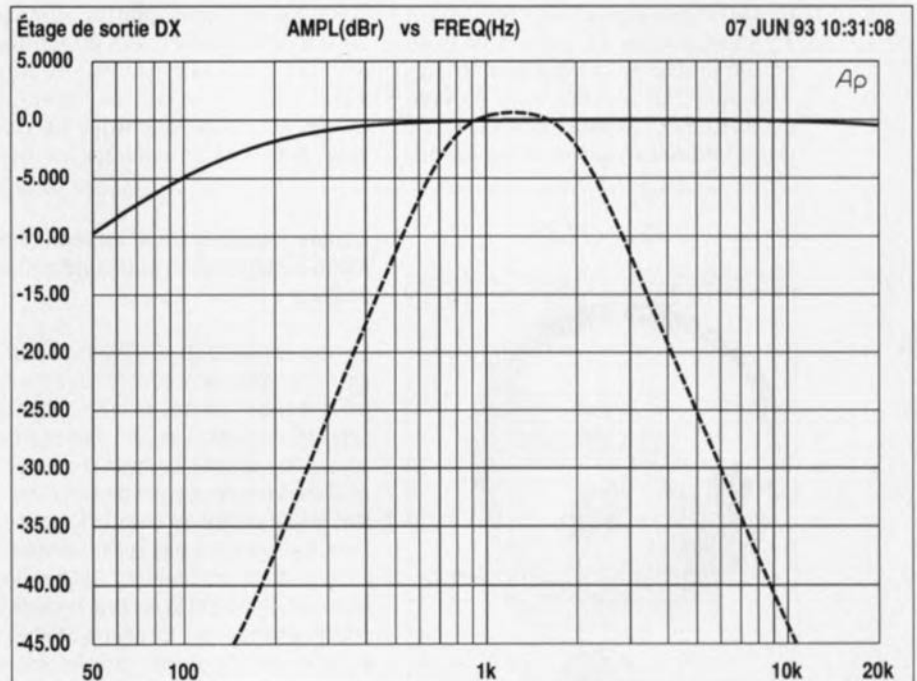


Figure 2. La courbe de réponse en fréquence à l'entrée de IC1 avec filtre vocal (courbe en pointillés) et sans ce filtre (tracé plein).

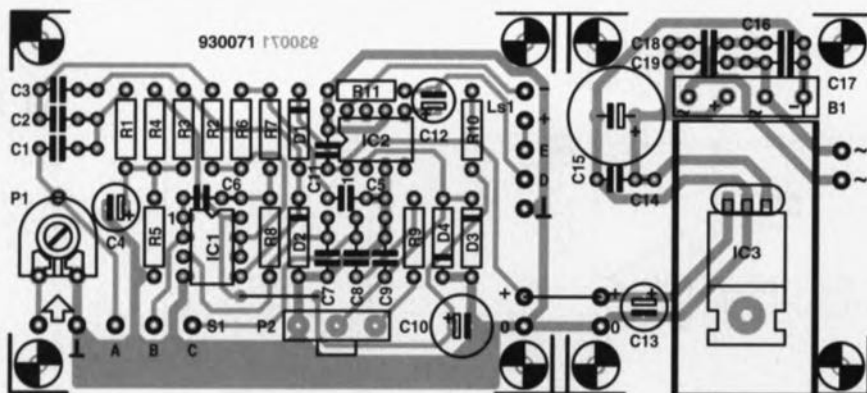


Figure 3. Représentation de la sérigraphie de l'implantation des composants de la platine dessinée pour l'étage de sortie DX. Le concept de ce circuit imprimé permet une séparation de la partie alimentation voire sa suppression pure et simple.

#### Liste des composants

##### Résistances:

R1 = 6k $\Omega$ 219/1%

R2 = 1k $\Omega$ 291/1%

R3 = 61k $\Omega$ 29/1%

R4, R5 = 22 k $\Omega$

R6 à R8 = 10 k $\Omega$ 20/1%

R9 = 560  $\Omega$

R10 = 47  $\Omega$

R11 = 3k $\Omega$ 29

P1 = ajustable 10 k $\Omega$

P2 = potentiomètre 5 k $\Omega$  log

##### Condensateurs:

C1 à C3 = 22 nF

C4 = 4 $\mu$ F/63 V radial

C5 = 12 nF

C6 = 39 nF

C7 = 1nF2

C8 = 220 nF

C9 = 4nF7

C10 = 100  $\mu$ F/10 V radial

C11, C14 = 100 nF

C12 = 47  $\mu$ F/25 V radial

C13 = 10  $\mu$ F/25 V radial

C15 = 1000  $\mu$ F/16 V radial

C16 à C19 = 47 nF céramique

##### Semi-conducteurs:

1N4148

B1 = B80C1500

IC1 = TLC272

IC2 = TDA7052

IC3 = 7806

##### Divers:

S1 = inverseur unipolaire

J1 = embase châssis stéréo 6,3 mm avec interrupteur

Ls1 = haut-parleur d'impédance  $\geq 8 \Omega$ /1 W environ

1 radiateur pour IC3 (de l'ordre de 17K/W)

l'électronique entourant le régulateur IC1 et le pont de redressement B1. La présence de ces 2 composants permet l'utilisation, pour l'alimentation, d'un adaptateur secteur modulaire devant être en mesure de fournir un courant minimum de 1 A sous soit une tension alternative de 7,5 V soit une tension continue de 10 V au minimum.

Les adaptateurs-secteur à tension de sortie commutable fournissent, en règle générale, une tension de sortie pouvant atteindre jusqu'à 15 V; ce niveau de tension ne pose pas de problème quant à son utilisation pour l'alimentation de l'étage de sortie DX. Si vous envisagez de doter cette réalisation de sa propre

alimentation vous pourrez utiliser le « circuit imprimé universel pour transformateur » décrite en réf.1 de la bibliographie, sans perdre de vue les règles de sécurité à respecter en toutes circonstances

Comme le prouve un rapide examen de la sérigraphie du circuit imprimé représenté en **figure 3**, nous avons réservé à l'alimentation une partie de la platine. Cette approche vous permettra, si vous optez pour une alimentation par pile, de découper cette partie de la platine donnant ainsi à cette dernière des dimensions encore plus compactes. L'étape « construction » de ce montage n'appelle pas de remarque particulière. Il suffira d'implanter les diffé-

rents composants aux emplacements prévus, en respectant la polarité si tant est que ce soit le cas. Le potentiomètre P2 peut être soudé directement aux picots correspondants présent sur la platine, soit encore être relié à ces picots par l'intermédiaire du nombre de conducteurs nécessaire, tout comme sera le cas pour l'embase JP1 et l'inverseur S1, le connecteur d'entrée prenant la forme requise par la sortie de l'appareil où l'on envisage la connexion de l'étage de sortie DX.

Bonne écoute....

#### Bibliographie :

[1] Circuit imprimé universel pour transformateur, *Elektor* juillet/août 1993, page 43 et suivante.

CHIP SELECT

### SSM-2135



#### Double amplificateur opérationnel mono-tension (+5 V) pour applications audio

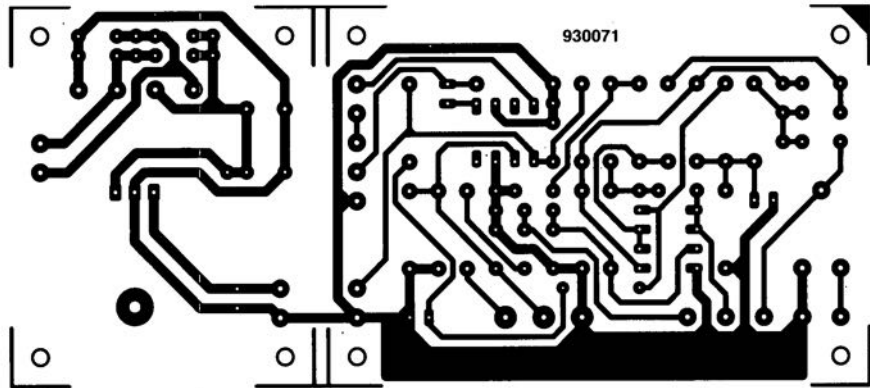
Le nouveau SSM-2135 d'Analog Devices est un amplificateur double qui offre des performances exceptionnelles pour les applications audio à tension d'alimentation unique : de très faibles niveaux de bruit et de distorsion, un courant de sortie important et une grande excursion de la tension de sortie. Les systèmes audio numériques ainsi que les ordinateurs (applications Multimedia) tireront le meilleur parti de ce nouveau composant. En effet le SSM-2135 est capable de driver directement un casque stéréophonique (d'une charge de 24  $\Omega$ ) avec une très faible distorsion sans nécessiter l'ajout de tension externe négative ou de niveau élevé. Par ailleurs, la

densité de bruit de 5,2 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$  à 1 kHz fait du SSM-2135 un bon choix comme préamplificateur de microphone. D'autres applications audio sont possibles avec le SSM-2135 comme par exemple l'émission et la réception de signaux sur des lignes symétriques ou encore l'amplification du signal en amont d'un convertisseur  $\Sigma\Delta$ .

On peut réaliser également un filtre passe-bas ou un convertisseur courant-tension en aval d'un convertisseur numérique-analogique de 18 bits. Le SSM-2135 est le compagnon idéal des CODEC's d'Analog Devices AD1848 ou AD1849 utilisés dans les ordinateurs dotés de fonctions multimedia. Le SSM-2135 est disponible en boîtier 8 broches DIP ou SOIC. Il est garanti pour une plage de fonctionnement s'étendant de -40 à +85°C.

## CIRCUITS IMPRIMÉS EN LIBRE SERVICE

## Etage de sortie DX



indicateur de  
tension de batterie





# télérupteur à commande IR

par mini-émetteur IR



Les émetteurs à infrarouge utilisés dans les télécommandes pour les téléviseurs et autres magnétoscopes se caractérisent par leur capacité de produire un nombre élevé de codes différents et, par conséquent, par des dimensions physiques relativement importantes. Si, cependant, tout ce que l'on envisage est de mettre simplement en ou hors-fonction – à une certaine distance, bien entendu – un appareil électrique quel qu'il soit, il suffit d'un émetteur IR « rustique » tel celui faisant l'objet de cet article. Dans les paragraphes à suivre nous décrirons en outre la réalisation du récepteur à commander par le mini-émetteur.

Les télécommandes IR, fournies de nos jours avec la quasi-totalité des appareils audio et vidéo, font appel – dans la plupart des cas – au code RC5. Ce système de codage faisant appel à des impulsions et permettant de générer un nombre important de codes différents, est indispensable pour la commande des

multiples fonctions que possèdent les appareils audio et vidéo modernes.

On fait appel, pour le transfert des codes impulsionnels entre l'émetteur (à commande manuelle) situé dans la télécommande et le récepteur intégré dans l'appareil en question, à la lumière infrarouge. À cette intention,

l'émetteur est équipé d'une LED IR, mise en et hors-fonction 36 000 fois par seconde à l'aide d'un oscillateur et d'un transistor de commande, le dit oscillateur étant, quant à lui, commandé par les impulsions de codage.



Un transistor ou une photodiode, sensible à la lumière infrarouge, capte les impulsions IR, générées selon la technique décrite plus haut, et les transmet à un récepteur 36 kHz. Un détecteur associé retransforme le signal reçu en une série d'impulsions électriques appliquée elle à un décodeur capable de reconnaître le code émis, à l'origine, par la télécommande. En fonction du code émis et reconnu, on aura activation de l'une des fonctions de l'appareil audio ou vidéo : volume, contraste, luminosité, changement de programme etc...

Dès lors que l'on sait que le récepteur IR comporte un décodeur il est logique de supposer que l'émetteur est doté d'un circuit de codage, ce qui est bien le cas. Cette électronique détecte quelle est, parmi les différentes touches que possède la télécommande, celle ayant été actionnée et transforme cette donnée dans le code impulsionnel correspondant.

Le récepteur IR que nous allons décrire ci-après ne fait pas appel au système de codage RC5, mais à un code sensiblement plus simple : une porteuse non modulée ayant une fréquence de 30 kHz. Le principe de fonctionnement de ce système rudimentaire est extrêmement simple : la première action sur l'unique touche de l'émetteur IR se traduit par la mise en fonction de l'appareil connecté au récepteur, une seconde action sur cette touche se traduira par la mise hors-fonction de l'appareil en question. Chaque action sur la touche de l'émetteur se traduit par l'émission d'une courte salve du signal de 30 kHz.

## L'émetteur IR miniature

Le schéma électronique de la figure 1 montre que l'on se trouve en effet en présence d'un émetteur IR très compact.

À l'extrême droite du schéma nous trouvons deux LED IR mises en série (D7 et D8). Au moment où le transistor T2, pris en série avec ces deux LED, devient conducteur, un courant traverse les LED de sorte qu'elles émettent de la lumière infrarouge.

Le transistor T2 reçoit son courant de base (ou de commande si l'on veut) et

DOMESTIQUE

passé à l'état conducteur au moment où la sortie de la porte NON-ET (NAND) à trigger de Schmitt, IC4d (broche 11), passe au niveau haut. Les deux entrées (broches 12 et 13) de cette porte NON-ET étant interconnectées le fonctionnement de cette porte est celui d'un tampon inverseur.

Les deux LED IR ne sont pas commandées, nous l'avons déjà souligné, par l'intermédiaire d'un courant continu constant, mais au rythme d'une porteuse de 30 kHz. Un générateur rectangulaire réalisé à l'aide de IC4c se charge de la génération de cette porteuse. Si la broche 9 de IC4c se trouve au niveau haut – condition se présentant chaque fois que l'on appuie sur la touche S1 – cette porte entre en oscillation à une fréquence définie à l'aide du réseau RC R7/P1/C9. L'ajustable P1 nous donne la possibilité de régler la fréquence d'oscillation dans le domaine autour de 30 kHz pour accorder la porteuse le mieux possible à la fréquence de fonctionnement du récep-

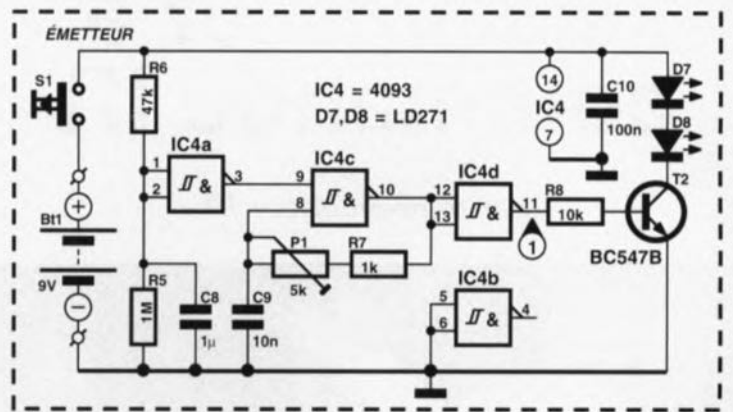


Figure 1. L'émetteur IR. Au moment d'une action sur la touche S1, IC4a met brièvement en fonction l'oscillateur 30 kHz et les deux LED IR (D7 et D8) émettent une salve de lumière infrarouge.

teur IR intégré (IC5, voir plus loin).

Une action sur la touche S1 devant se traduire invariablement par une émission brève du signal IR, et ce quelle que soit la durée d'activation de cette touche on comprend pour-

quoi le générateur de signal 30 kHz, IC4c doté de son réseau RC, est doté d'une limitation de durée de fonctionnement prenant l'aspect physique de la porte IC4a associée aux résistances R5 et R6 et au condensateur C8. Le fonctionnement de cette électronique est le suivant : au repos (contacts de S1 ouverts) les entrées de IC4a se trouvent au niveau bas; une charge éventuelle du condensateur C8 s'est « évanouie » vers la masse via la résistance R5.

Une action sur la touche S1 – la fermeture de ses contacts donc – se traduit par l'application de la tension d'alimentation à l'émetteur. Après quelques instants le condensateur C8, qui s'est chargé via la résistance R6, est capable de « changer » l'état de démarrage de IC4a. À cet instant la tension présente sur ses deux entrées a atteint un niveau tel que la sortie de IC4a bascule du niveau haut au niveau bas. Ce phénomène se traduit alors par la mise hors-fonction de l'oscillateur IC4c. Il faudra, avant que l'on puisse émettre une nouvelle impulsion, attendre que le condensateur se soit déchargé via la résistance R5.

Comme les LED IR n'ont à « digérer » que des impulsions de 30 kHz très brèves, il n'est pas nécessaire de les doter d'une résistance-série pour limiter leur courant d'alimentation (vu d'autre part que la résistance interne de la pile utilisée introduit elle aussi une certaine limitation du courant).

## Le récepteur IR

La figure 2 représente l'électronique constituant le récepteur IR (partie inférieure) avec son alimentation secteur (partie supérieure).

L'alimentation se compose d'un transformateur (Tr1), d'un pont de

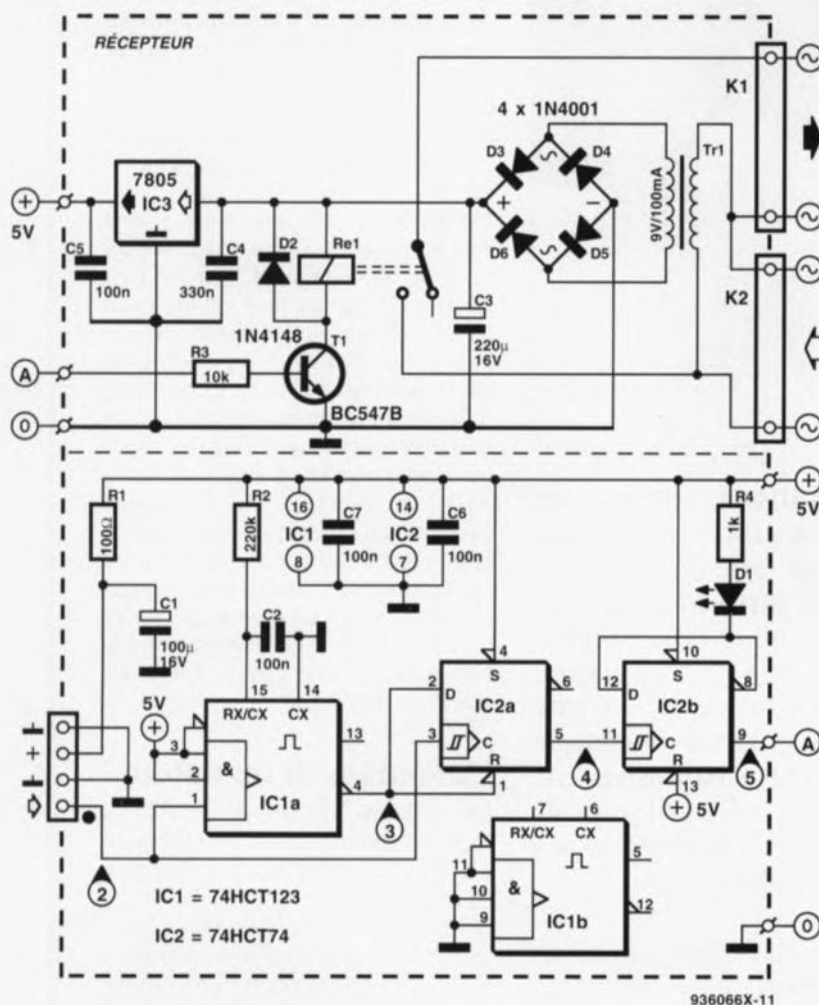


Figure 2. L'ensemble du récepteur (partie inférieure) avec son alimentation secteur (partie supérieure). Si le sélecteur d'impulsion d'émetteur, IC1a/IC2a, reçoit une impulsion de l'émetteur, la bascule bistable IC2b est mise dans sa position marche ou arrêt. L'appareil connecté à l'étage de commande T1/Re1 sera donc mis en ou hors-fonction, état visualisé selon le cas par l'illumination ou l'extinction, de la LED D1.

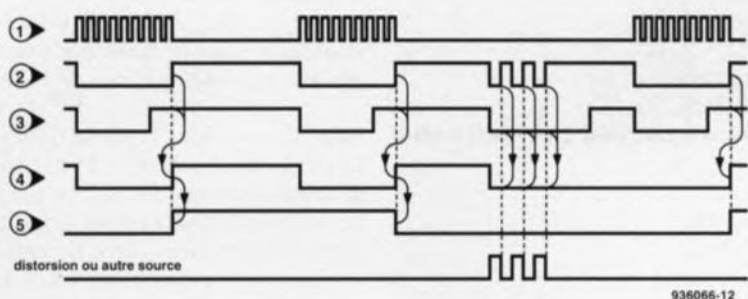


Figure 3. Les différents signaux et impulsions de commutation dans l'émetteur et le récepteur (la numérotation des différentes courbes correspond aux différents points de mesure indiqués dans les schémas des figures 1 et 2).

- 1: une salve de signal IR de provenance de l'émetteur IR, mise en et hors-fonction à une cadence de 30 kHz,
- 2: la même salve après détection par IC5,
- 3: l'impulsion de la bascule monostable, produit par IC1a,
- 4: une impulsion de commutation (mise en ou hors-fonction) et
- 5: un niveau haut qui excite le relais (Re1) et met en fonction l'appareil connecté.

redressement (constitué des 4 diodes D1 à D4), d'un condensateur électrolytique de lissage (C3) et d'un régulateur de tension (IC3). Ce dernier fournit une tension stable de 5 V à l'électronique du récepteur. La tension d'excitation requise par le relais Re1, est dérivée directement du condensateur de lissage C3. Elle est présente aux bornes de la bobine du relais dès que le transistor T1, commandé par l'électronique du récepteur, passe à l'état conducteur. Dans ces conditions le transistor T1 reçoit son courant de base à travers la broche 9 de IC2b.

La bascule D bistable, IC2b, fait office de diviseur par deux. Le chronodiagramme de la figure 3 montre nettement que chaque flanc montant présent sur l'entrée d'horloge de IC2b (broche 11) résulte en une inversion de niveau des sorties (broche 8 : sortie inverseuse et broche 9 : sortie non inverseuse). Le signal rectangulaire appliqué à l'entrée d'horloge de IC2b apparaît donc, divisé par deux, sur les sorties. En bref : une première impulsion d'horloge sur la broche 11 fait passer la broche 9 au niveau haut; une seconde impulsion fait (re)passer cette broche au niveau bas. C'est ainsi que le relais Re1 est excité, voire relâché, via le transistor de commande T1. L'appareil connecté aux contacts du relais via le bornier encartable K1, recevra donc ou ne recevra pas, de tension secteur.

## La sélection

Les impulsions d'horloge de mise en et hors-fonction appliquées à l'entrée d'horloge de IC2b (broche 11) proviennent de la bascule D bistable IC2a. Cette bascule, associée à la bascule monostable IC1a, constitue le circuit de

sélection qui garantit que seule une salve de 30 kHz de longueur suffisante aura pour résultat une impulsion d'horloge sur la broche 11 de IC2b. Une éventuelle impulsion parasite – dont la longueur est inévitablement plus courte que celle d'une impulsion de mise en ou hors-fonction de l'émetteur IR – sera bloquée par le circuit de sélection.

Il nous faut, pour comprendre comment cette partie de l'électronique fonctionne, examiner d'un peu plus près la figure 3. La courbe supérieure (1) représente le signal de 30 kHz. Chaque action sur la touche S1 se traduit par l'apparition d'une salve brève. À l'intérieur du circuit intégré de réception (IC5), qui comporte un récepteur/détecteur IR complet, on a capture et détection (redressement) de la lumière IR modulée.

On trouve, normalement, une tension continue de niveau haut à la sortie du récepteur IR, IC5. Cette tension passe au niveau bas à chaque fois que l'on appuie sur la touche S1 de l'émetteur IR. La courbe 2 de la figure 3 représente cette impulsion

de niveau bas. Les flancs montants de ces impulsions commandent la circuiterie de sélection (IC1a/IC2a).

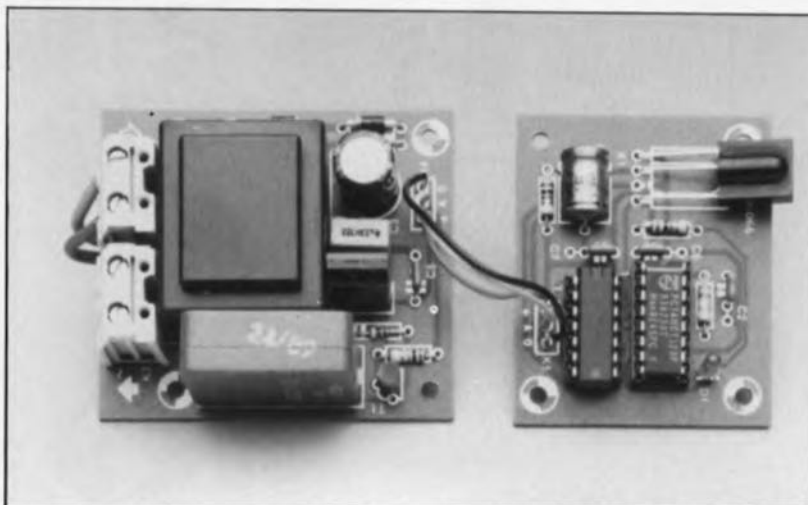
Les flancs montants en provenance du circuit intégré de réception IR sont appliqués et à la broche d'entrée (1) de la bascule monostable IC1a et à l'entrée d'horloge (broche 3) de la bascule D bistable IC2a. Chaque flanc montant venant du circuit intégré de réception IR déclenche la bascule monostable IC1a. Cette bascule fournit alors une impulsion de sortie de niveau bas à sa sortie inverseuse (broche 4).

La courbe 3 de la figure 3 montre cette impulsion de sortie dont la longueur est définie à l'aide de la résistance R2 et du condensateur C2.

L'électronique de sélection réalisée à l'aide de IC1a et IC2a – et destinée, nous l'avons expliqué plus haut, à faire la distinction entre les impulsions émises par l'émetteur IR et des impulsions parasites – ne fournira une impulsion de mise en ou hors-fonction à la broche 11 de IC2b que si elle reçoit une impulsion de IC5 dont la durée est supérieure à la pseudo-période de IC1a.

Ce n'est que dans ces conditions que l'entrée D (broche 2) et l'entrée de remise à zéro (broche 1) de IC2a se trouvent au niveau haut au moment où une impulsion d'horloge (flanc montant) est appliquée à l'entrée d'horloge (broche 3) de IC2a (cf. figure 3). Résultat : le niveau haut présent sur l'entrée D de IC2a est transmis à la sortie de IC2a (broche 9) et fait donc passer cette sortie au niveau haut. L'apparition de ce niveau haut se traduit, comme indiqué plus haut, par la mise ou non en fonction de IC2b et de l'étage à relais (T1/Re1).

Nous avons supposé, en ce qui concerne les explications données plus haut, que nous nous trouvons



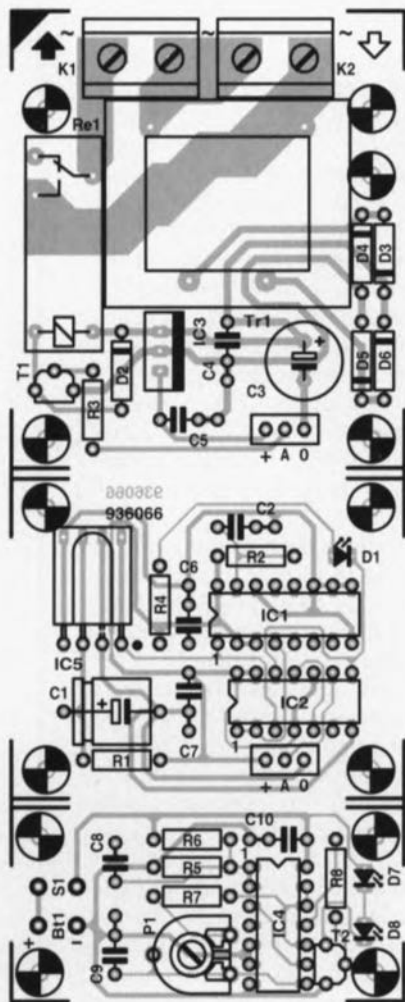


Figure 4. Représentation de la sérigraphie de l'implantation des composants de (de haut en bas) l'alimentation, du récepteur et de l'émetteur. Il faudra séparer ces trois parties avant de procéder à la mise en place des composants.

#### Liste des composants

##### Résistances :

R1 = 100  $\Omega$   
 R2 = 220 k $\Omega$   
 R3, R8 = 10 k $\Omega$   
 R4, R7 = 1 k $\Omega$   
 R5 = 1 M $\Omega$   
 R6 = 47 k $\Omega$   
 P1 = ajustable, 5 k $\Omega$

##### Condensateurs

C1 = 100  $\mu$ F/16 V  
 C2, C5 à C7, C10 = 100 nF  
 C3 = 220  $\mu$ F/16 V radial  
 C4 = 330 nF  
 C8 = 1  $\mu$ F MKT  
 C9 = 10 nF

##### Semi-conducteurs :

D1 = LED 3 mm rouge  
 D2 = 1N4148  
 D3 à D6 = 1N4001  
 D7, D8 = LD271 (Telefunken)  
 T1, T2 = BC547B  
 IC1 = 74HCT123  
 IC2 = 74HCT74  
 IC3 = 7805  
 IC4 = 4093  
 IC5 = SFH505A, SFH506-30 (Siemens)  
 ou 1S1460 (Sharp)

##### Divers :

K1, K2 = bornier encartable à 2 contacts au pas de 7,5 mm  
 S1 = bouton poussoir unipolaire à contact travail  
 Re1 = relais encartable 12 V unipolaire à contact travail/repos  
 BT1 = pile « bloc » 9 V avec son connecteur à « boutons-pression »  
 Tr1 = transformateur encartable 1 x 9 V/100 mA  
 (tel que Monacor VTR1109 par exemple)

en présence d'une impulsion d'émetteur normale, c'est-à-dire d'une impulsion dont la durée était supérieure à la pseudo-période de IC1a.

Nous voyons, dans la partie droite la figure 3 (courbe 2 : des impulsions descendantes très brèves), ce qui se passe cependant si le circuit reçoit des impulsions parasites (dont la caractéristique est une durée inférieure à la pseudo-période de IC1a). À l'instant où se termine une telle impulsion parasite brève (après avoir produit un flanc montant, une impulsion d'horloge donc, sur la broche 3 de IC2a), IC1a se trouve toujours encore à l'intérieur de sa pseudo-période. Cela signifie que la broche 4 de IC1a se trouve encore au niveau bas.

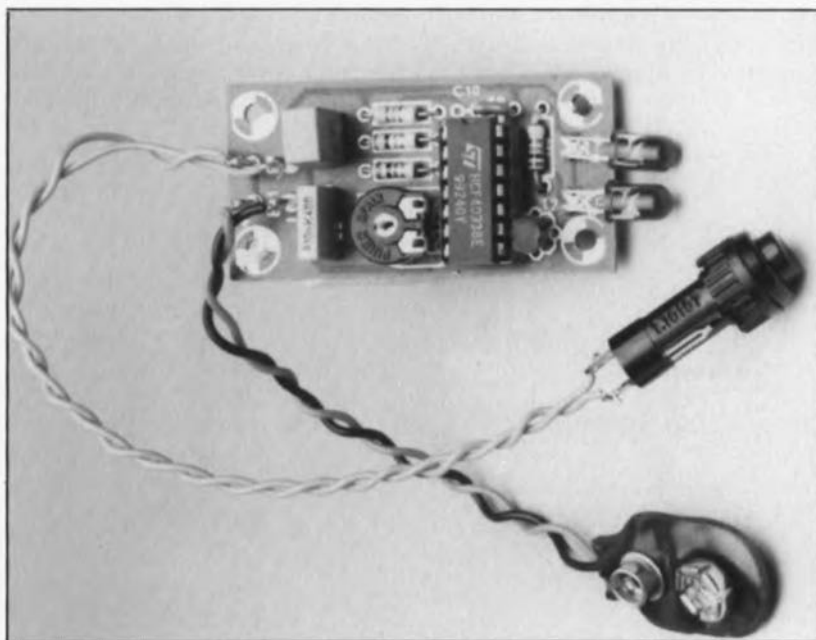
La suite des événements : la broche 4 de IC1a maintient IC2a (via sa broche 1) en état de remise à zéro et l'impulsion parasite ne sera pas transmise vers la sortie de IC2a. Du fait que les impulsions parasites se caractérisent par une durée sensiblement plus courte que la pseudo-période de IC1a, elles seront impeccablement bloquées – tout comme nous l'avions prévu d'ailleurs !

## La réalisation

La figure 4 montre la sérigraphie de l'implantation des composants de l'émetteur IR, le récepteur IR et son alimentation. Avant de commencer la mise en place des composants il faudra séparer ces trois platines à l'aide d'une scie à chantourner.

La réalisation de l'émetteur ne devrait pas poser le moindre problème. Il est recommandé d'attendre le dernier moment pour mettre IC4 à sa place (dans son support). Il suffira ensuite de bien contrôler le circuit et de vérifier que l'on n'a pas fait d'erreur de soudage. Pour tester l'émetteur on pourra envisager de souder des LED « standard » à la place des LED IR. Une action sur la touche S1 devrait se traduire par une illumination très brève des LED. Si tout fonctionne comme il faut on remplacera les LED « standard » par les exemplaires générant de la lumière infrarouge (par définition invisible rappelons-le).

La photo de la figure 5 montre qu'il faudra monter l'ensemble – et les LED IR en particulier – dans son boîtier de façon à ce que le rayonnement IR de chacune des LED pointe vers l'avant, c'est-à-dire dans la direction de la petite lentille dont est dotée le récepteur IR, IC5. Il va sans dire que l'ensemble optique du récepteur doit pointer vers l'émetteur.



Bien que le choix d'un boîtier pour l'émetteur soit laissé à votre totale discrétion (n'importe quel petit coffret avec un compartiment pour pile 9 V convient), il faudra noter qu'il est requis, dans le cas du récepteur avec son alimentation secteur et ce pour des raisons de sécurité personnelle, de faire appel à un boîtier assurant une isolation électrique parfaite. On pourra même envisager de mettre le récepteur et l'alimentation dans un coffret distinct propre. Il suffit d'un simple câble à trois conducteurs pour les interconnecter.

La réalisation pratique du récepteur se déroule tout comme celle de l'émetteur. Il faudra terminer son montage par la mise en place des circuits intégrés IC1, IC2 et IC5. Nous avons, en ce qui concerne IC5, le choix entre trois types différents (cf. **figure 6**). Les trois types de composants utilisables se caractérisent chacun par un brochage distinct. Ceci explique que nous ayons doté le circuit imprimé de deux possibilités de montage. Il faudra toujours faire en sorte que le point de marquage sur le boîtier de IC5 se trouve bien en face du repère de la sérigraphie dessinée sur la platine.

L'indicateur à LED, réalisé à l'aide

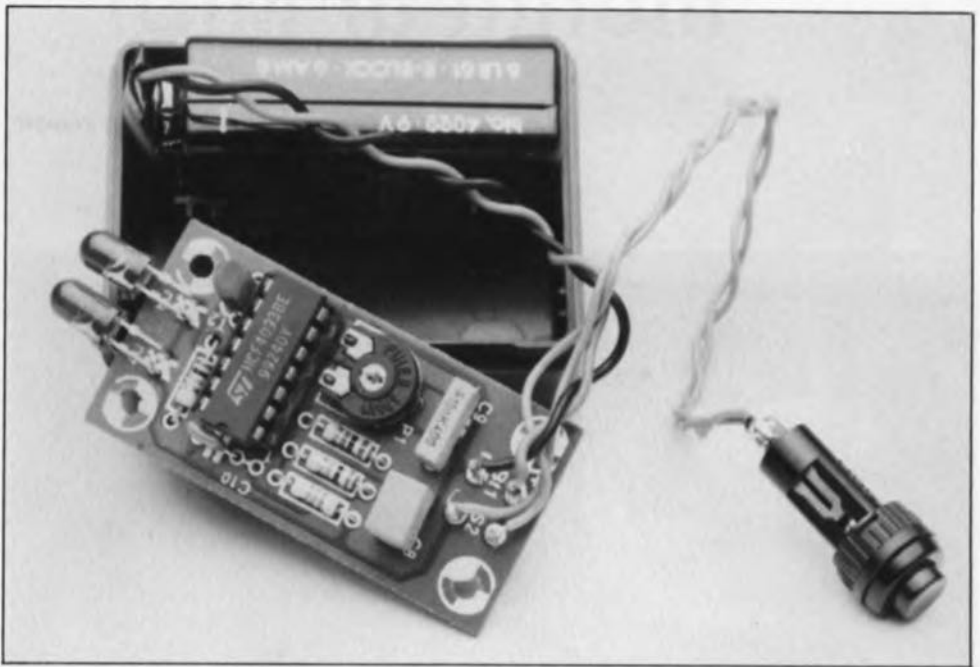


Figure 5. Les dimensions de la platine de l'émetteur permettent de faire de l'ensemble de l'électronique et de la pile d'alimentation un tout petit montage « de poche ».

de la LED D1 associée à sa résistance-série R4, rendra d'excellents services lors du test du récepteur.

Il faudra, pour procéder à ce test, appliquer une tension d'alimentation de 5 V au circuit, pointer l'émetteur vers la partie frontale de IC5 et appuyer plusieurs fois sur la touche S1 de l'émetteur. La LED D1 devrait alors s'allumer et s'éteindre successivement. Si tout ça se passe bien il ne reste qu'à jouer sur l'ajustable P1 de l'émetteur pour régler au maximum la portée de cette petite télécommande.

Pour des raisons de sécurité bien évidentes, la réalisation de la platine de l'alimentation secteur et sa mise en boîtier est une affaire qui mérite toute votre attention. Il faudra faire en sorte que toute partie du circuit véhiculant la tension secteur (dange-

reuse, voire dans certains cas mortelle, comme vous n'êtes pas sans le savoir) ne puisse jamais entrer en contact avec les autres sous-ensembles (à basse tension). Réaliser une parfaite isolation de tout le câblage à l'aide de morceaux de gaine thermorétractable est une impérative nécessité.

Le test de l'alimentation est des plus simples.

Il suffit de bien écouter, après avoir effectué une connexion correcte au récepteur, si l'on entend, en appuyant sur la touche S1 de l'émetteur, les clics de commutation produits par les contacts du relais. Si tout fonctionne comme il se doit, il ne vous reste qu'à connecter l'appareil ou la lampe à commander au circuit pour procéder au test ultime de votre nouveau gadget électronique de grand confort domestique. ◀

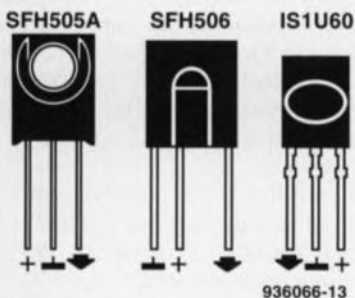


Figure 6. Les trois types de récepteur/détecteur à infrarouge que l'on peut utiliser dans ce montage. On notera que chacun de ces composants se caractérise par un brochage différent.

## TMP-01

### Contrôleur de température doté d'un capteur associé à un thermostat programmable

Analog Devices offre une solution monolithique faible coût pour les applications de contrôle de température. Le TMP-01 est un capteur de température qui délivre une tension proportionnelle à la température absolue, ainsi qu'un niveau de commande provenant de l'une des 2 sorties lorsque le capteur est au-delà ou en-dessous d'une gamme de température spécifique. Associé à un thermostat programmable et d'un capteur relativement

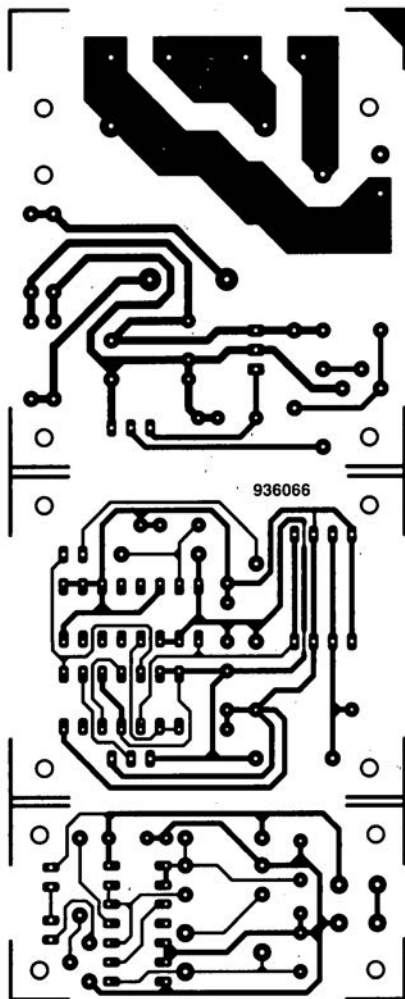
précis, le tout commercialisé en boîtier DIP-8, SOIC-8 et TO-99, le TMP-01 est parfaitement indiqué dans les applications de protections de circuits électroniques, appareillages domestiques, ventilation et conditionnement d'air (chambres froides etc...) Le TMP-01 s'alimente à partir d'une alimentation unipolaire de 4,5 à 13, 5 V et consomme au repos 450  $\mu$ V seulement à 5 V. Un générateur interne fournit une référence stable de 2,5 V ainsi que la tension de sortie du capteur possédant un coefficient de température dont la précision est de 5 mV/K (valeur nominale de 1,49 V à 25°C). La précision obtenue sur l'ensemble de la plage de

température de fonctionnement est de :  $\pm 2^\circ\text{C}$ . 2 transistors à collecteur ouvert sont associés au comparateur à fenêtre, permettant d'exciter 2 relais suivant les seuils programmés à l'aide d'un réseau de résistance externe.

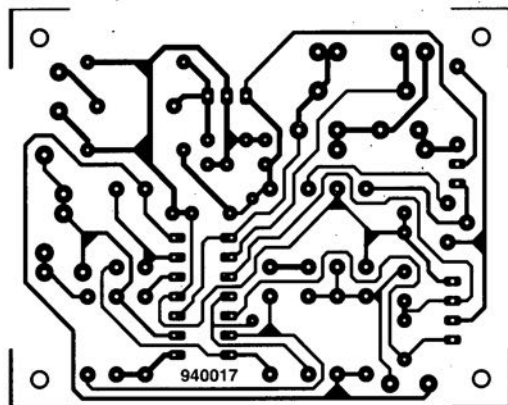
Un disquette gratuite contenant un programme de simulation sous Windows permet de déterminer les valeurs de résistance du réseau externe en fonction des seuils souhaités. Une fiche produit de 16 pages fournit une description détaillée du produit ainsi qu'une caractérisation complète des différents paramètres.

CHIP SELECT

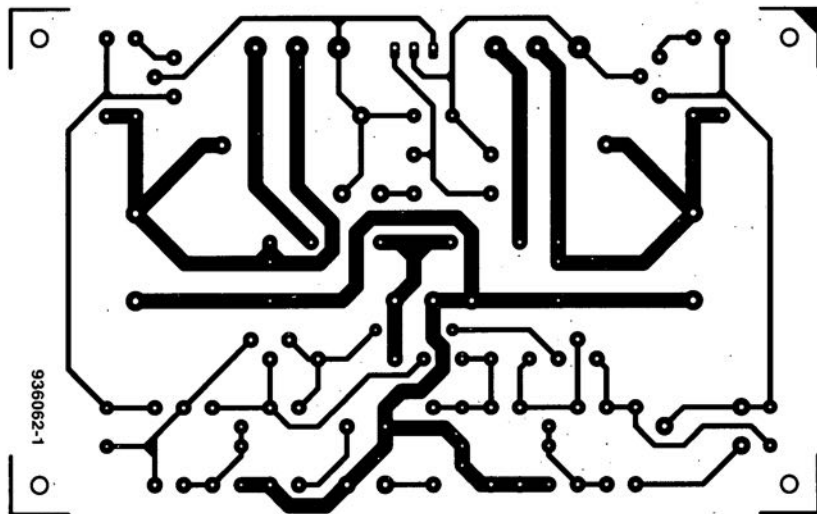
télérupteur à commande IR



anémo & fluxmètre



Intégral



## **TMP-01**

### **Contrôleur de température doté d'un capteur associé à un thermostat programmable**

Analog Devices offre une solution monolithique faible coût pour les applications de contrôle de température. Le TMP-01 est un capteur de température qui délivre une tension proportionnelle à la température absolue, ainsi qu'un niveau de commande provenant de l'une des 2 sorties lorsque le capteur est au-delà ou en-dessous d'une gamme de température spécifique. Associé à un thermostat programmable et d'un capteur relativement

précis, le tout commercialisé en boîtier DIP-8, SOIC-8 et TO-99, le TMP-01 est parfaitement indiqué dans les applications de protections de circuits électroniques, appareillages domestiques, ventilation et conditionnement d'air (chambres froides etc...) Le TMP-01 s'alimente à partir d'une alimentation unipolaire de 4,5 à 13,5 V et consomme au repos 450  $\mu$ V seulement à 5 V. Un générateur interne fournit une référence stable de 2,5 V ainsi que la tension de sortie du capteur possédant un coefficient de température dont la précision est de 5 mV/K (valeur nominale de 1,49 V à 25°C). La précision obtenue sur l'ensemble de la plage de

température de fonctionnement est de :  $\pm 2^\circ\text{C}$ . 2 transistors à collecteur ouvert sont associés au comparateur à fenêtre, permettant d'exciter 2 relais suivant les seuils programmés à l'aide d'un réseau de résistance externe.

Un disquette gratuite contenant un programme de simulation sous Windows permet de déterminer les valeurs de résistance du réseau externe en fonction des seuils souhaités. Une fiche produit de 16 pages fournit une description détaillée du produit ainsi qu'une caractérisation complète des différents paramètres.

# moniteur MIDI

*surveillez vos canaux!*

projet : W. Dunczewski



**En règle générale, les musiciens ne s'intéressent guère à la technique: le but de leur vie, leur passion, est de faire de la musique pas de l'électronique! Il faut reconnaître cependant que s'il est un domaine où l'électronique a percé, c'est bien celui de la «musique». La combinaison clavier + ordinateur + systèmes électroniques divers s'est avéré être une combinaison gagnante, ayant déclenché une véritable révolution de palais. De nombreux musiciens ne redoutent plus de dévoiler leur(s) ordinateur(s) au yeux d'un public de plus en plus enthousiaste. Telle une grande araignée au coeur de sa toile, l'ordinateur est relié par des mètres de câble multibrin multicolore à toute une ribambelle de boîtes plus noires les unes que les autres. C'est à l'intention particulière de cette génération de musiciens, qui ne sauraient faire de la musique sans instruments MIDI, que nous avons mis au point notre moniteur MIDI.**

Nous ne ferons pas l'injure, au lecteur de ce magazine, d'entrer dans le détail de tout ce qui fait MIDI (*Musical Instrument Digital Interface* = Interface Numérique pour Instrument de Musique), un protocole de communication dont le domaine d'application le plus connu est celui de la musique servant au couplage des instruments entre eux ainsi que de ces derniers à des systèmes à microprocesseurs et microcontrôleurs, sans oublier des ordinateurs, les plus divers. L'universalité du protocole MIDI est telle que l'on se sert même de cette interface pour la commande de

l'éclairage de scène, de générateurs de bulles, de générateurs de fumée et autres accessoires « actifs » présents sur scène.

MIDI ouvre en fait des perspectives illimitées à l'imagination créatrice et débordante qui caractérise tant de musiciens.

MIDI présente cependant un gros inconvénient : l'échange des instructions se fait en règle générale le plus secrètement du monde via des longueurs de câble anonymes. L'utilisateur est dans l'incapacité totale de voir ce qui se passe lors de la com-

munication inter-instruments. Tant que tout se passe bien cela ne pose pas de problème digne d'intérêt. C'est lorsqu'apparaissent des difficultés que les choses se corsent vu que la localisation de la source d'un problème est loin d'être une sinécure.

Heureusement qu'il existe une matière assez mystérieuse appelée l'électronique pour nous sortir d'affaire et c'est très exactement là la fonction de ce moniteur MIDI. Cet appareil aux dimensions peu impressionnantes permet de mettre l'échange électronique d'informations en carte. Chaque instruction MIDI destinée à un canal (*channel*) spécifique est visualisée par l'illumination d'une LED qui permet ainsi d'identifier le canal concerné.

## Le signal MIDI

Comme le donne à penser le sigle MIDI (cf. quelques lignes plus haut) une communication effectuée selon les normes de ce protocole fait appel à des signaux numériques. À y regarder de plus près, l'ensemble de la communication n'est en fait ni plus ni moins qu'une boucle de courant sur laquelle se promènent des courants impulsifs. Le débit de données prend place à une vitesse de 32 Kbits/s. Côté émetteur l'interface prend la forme d'un simple étage inverseur à transistor doté d'une sortie en collecteur ouvert. Côté récepteur l'interface MIDI est un opto-coupleur.

Aujourd'hui, très nombreux sont les instruments de musique modernes à être capables de produire de la musique multi-canaux.

Normalement, un expandeur ou un clavier peut générer simultanément plusieurs sons (ou notes) via plusieurs canaux. Il est possible, par exemple, de produire le son d'un piano via le canal 1 et celui d'une trompette via le canal 2. Une connexion MIDI permet ainsi de travailler, en pratique, en multi-voix. Pour faire en sorte que seule la voix concernée réagisse à une instruction donnée, on a intégré une adresse à 4 bits dans le code MIDI. Cette approche permet la commande d'un maximum de 16 voix différentes via une unique connexion MIDI. Ce que l'on attend de l'utilisateur est qu'il accouple, côté récepteur, une voix à chacun des numéros de canal et côté émetteur qu'il attribue le bon numéro de canal aux instructions MIDI. Et c'est très précisément pour ces opérations-là que l'on pourra faire appel à notre moniteur MIDI.



# Tous les codes MIDI

La quasi-totalité des instruments de musique modernes et de plus en plus d'ordinateurs dotés d'une carte sonore additionnelle comportent une interface MIDI. Nous vous proposons ici la liste complète des codes MIDI utilisés lors de la communication non seulement entre les instruments de musique et les ordinateurs mais aussi lors d'une conversation inter-instrumentale.

## Channel

Les 4 bits de poids fort d'un octet d'état de canal (*channel status byte*) définissent l'instruction, les 4 bits de poids faible désignant le numéro de canal.

### 8x<sub>H</sub> NOTE OFF EVENT

3 octets 1000nnnn + 0kkk kkkk + 0vvv vvvv  
0vvv vvvv  
Key-off-velocity

### 9x<sub>H</sub> NOTE ON EVENT

3 octets 1011nnnn + 0kkk kkkk + 0vvv vvvv  
nnnn  
Code de canal 0 - 15 (soit un total de 16 canaux disponibles)  
0kkk kkkk  
Numéro de touche 0-127  
Quel que soit le clavier on a Do central = 60.  
0vvv vvvv  
Key-on-velocity 1-127 (0 = NOTE OFF)  
Si le clavier ne comporte pas de capteurs de vélocité, c'est la valeur standard 64 qui est émise.

### Ax<sub>H</sub> POLYPHONIC KEY PRESSURE

3 octets 1010nnn + 0kkk kkkk + 0vvv vvvv  
0vvv vvvv  
Valeur de pression/After-touch 0-127.  
Le code est utilisé en omni-mode.

### Bx<sub>H</sub> CONTROL CHANGE

3 octets 1011nnnn + 0ccc cccc + 0vvv vvvv  
0ccc cccc  
Adresse de commande 0-127  
Exception faite du *pitch bender* (0) il n'est pas donné de spécification de ces adresses.  
0vvv vvvv  
Valeur de commande  
- pour contrôleurs : 0-127  
- pour commutateurs : 0 = OFF, 127 = ON (1-126 sont ignorés)

### Cx<sub>H</sub> PROGRAM CHANGE

2 octets 1100nnnn + 0ppp pppp  
0ppp pppp  
Numéro de programme 0-127

### Dx<sub>H</sub> CHANNEL PRESSURE

2 octets 1100nnnn + 0vvv vvvv  
0vvv vvvv  
Pression/after touch canal 0-127  
En mode mono, ce n'est pas une touche que l'on signifie mais un canal.

### Ex<sub>H</sub> PITCH WHEEL CHANGE

3 octets 1110nnnn + 0vvv vvvv (LSB) + 0vvv vvvv (MSB)

## System Exclusive

Ce format est défini pour l'émission d'instructions exclusives. L'instruction comporte une entête (*header*) de 2 octets, les octets de donnée et un code de fin de mot de 1 octet.  
Format: F0<sub>H</sub> + 0iii iiiii + donnée(s) + F7<sub>H</sub>

### F0<sub>H</sub>

Octet d'état, doit être suivi d'un code d'identification.

#### 0iii iiiii

Le code d'identification du fabricant peut prendre une valeur comprise entre 0 et 127.

Les valeurs attribuées sont, entre autres : Sequential Systems (01<sub>H</sub>), Kawai (40<sub>H</sub>), Roland (41<sub>H</sub>), Korg (42<sub>H</sub>) et Yamaha (43<sub>H</sub>).

### data

Bloc d'octet de données libre-choix de valeur comprise entre 0 et 127. Les données sont destinées à tous les canaux.

### F7<sub>H</sub>

Ce code « Fin de bloc » (END OF BLOCK) termine l'instruction. Un code SYSTEM-RESET termine lui aussi l'instruction en cours.

## System Real Time

Cette instruction permet une attaque directe du système. Ses applications englobent les processus de synchronisation et les systèmes générateurs de rythme. Les instructions de temps réel système sont émises sur tous les canaux. Les instruments ne reconnaissant pas ces instructions les ignorent purement et simplement.

### F8<sub>H</sub> TIMING-CLOCK-IN-PLAY

Cette horloge est émise pendant que l'émetteur se trouve en mode « Play ». Le système est synchronisé et possède une fréquence de 24 impulsions d'horloge par noire.

### F9<sub>H</sub> MEASURE-END

On a émission de l'instruction fin de mesure (MEASURE-END) en substitution à TIMING-CLOCK-IN-PLAY à la fin de chaque mesure.

### FA<sub>H</sub> START-FROM-1st-MEASURE

Ce code est émis directement lorsque la touche PLAY du maître (séquenceur ou générateur de rythmes) est enfoncée. La première TIMING-CLOCK-IN-PLAY doit être émise dans les 5 ms suivant cette instruction.

### FB<sub>H</sub> CONTINUE START

Ce code est émis directement lorsque la touche CONTINUE du maître est utilisée. On a répétition d'une séquence à partir du point de réception de la dernière instruction TIMING-CLOCK-IN-PLAY.

L'instruction TIMING-CLOCK-IN-PLAY suivante doit être émise dans les 5 ms à suivre.

### FC<sub>H</sub> TIMING-CLOCK-IN-END

On a génération de ce signal d'horloge lorsque le maître est arrêté (*wait-mode*) et sert au verrouillage d'une PLL pendant les pauses, PLL chargée du maintien de la chronologie pendant les pauses.

### FE<sub>H</sub> ACTIVE SENSING

## System Common

Les informations « System Common » sont destinées à tous les instruments sur tous les canaux.

### F1<sub>H</sub> non défini

### F2<sub>H</sub> MEASURE INFORMATION

3 octets F2<sub>H</sub> + 0mmm mmmm (LSB) + 0mmm mmmm (MSB)  
Les 2 octets de données codent le numéro de mesure sous la forme d'un code à 14 bits.

### F3<sub>H</sub> SONG SELECT

2 octets F3<sub>H</sub> + 0sss ssss  
Ce code à 7 bits comporte le numéro de pièce « musicale » (*song*) (0-127).

### F4<sub>H</sub> non défini

### F5<sub>H</sub> non défini

### F6<sub>H</sub> TUNE REQUEST

Initialise les routines d'accord du synthétiseur

## System Reset

Ce code permet une réinitialisation (Reset) de l'ensemble du système.

### FF<sub>H</sub> SYSTEM RESET

Pour mémoire: MSB = Most Significant Byte = octet de poids (le plus) fort; LSB = Least Significant Byte = octet de poids le moins significatif et partant de poids (le plus) faible.

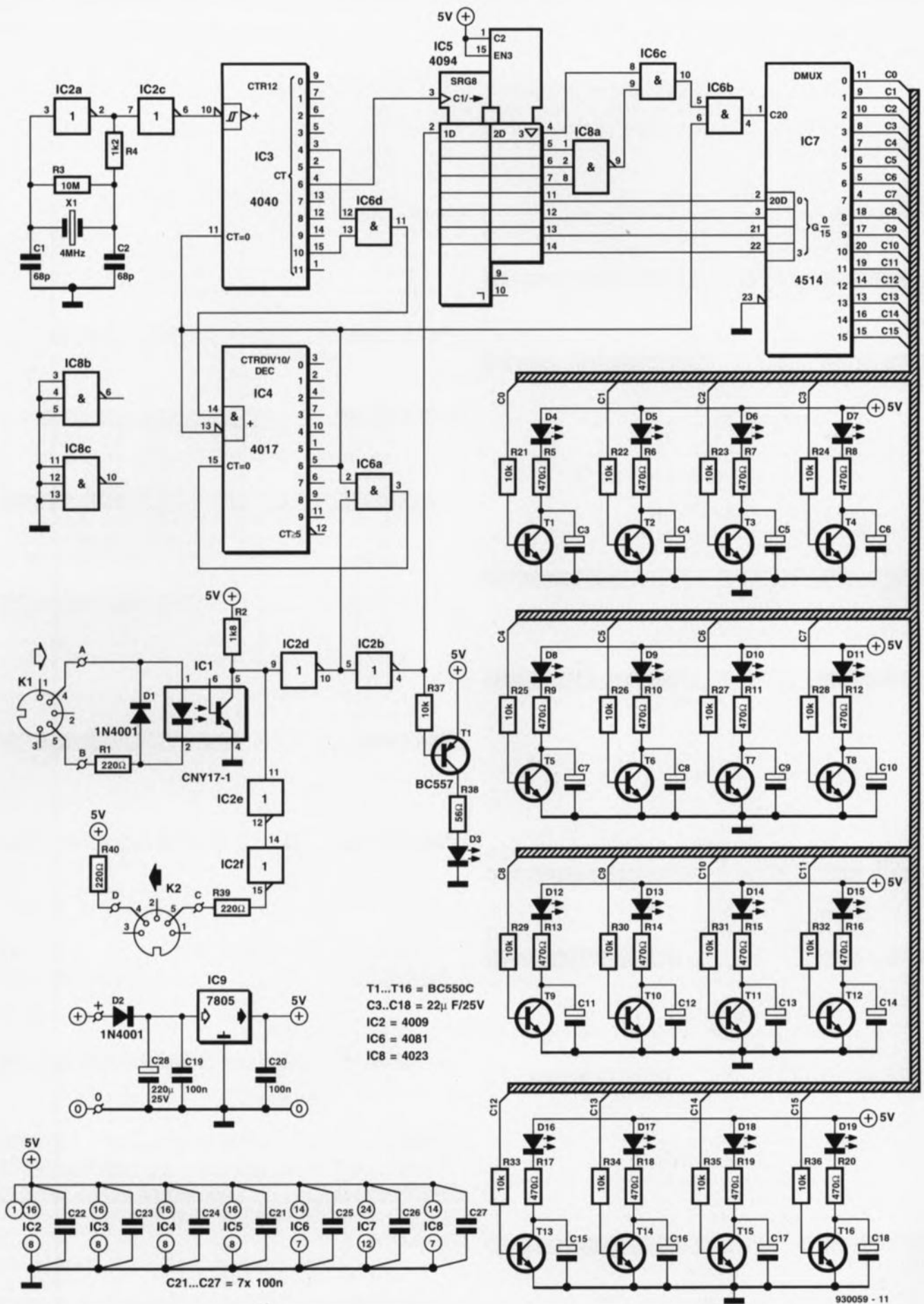


Figure 1. Le dispositif à visualisation par LED, 2 tiers de la moitié droite du schéma, représente une partie non négligeable de l'électronique du moniteur MIDI.

On peut dire, si l'on n'entre pas dans le détail, qu'il existe 4 types d'instructions MIDI: Channel, System Exclusive, System Real Time et System Common.

Seules les instructions Channel sont destinées directement à l'une des voix d'un appareil. On utilise à cette intention une adresse incorporée dans le code.

Les instructions de la catégorie System Exclusive comportent un code référant à un fabricant et servent en règle générale à la transmission vers un appareil d'une information spécifique. Cette instruction peut servir à un transfert de fichiers complets directement d'un PC vers un instrument de musique. Les 2 autres types de codes, System Real Time et System Control concernent tous les appareils connectés à l'interface MIDI. Ils remplissent une fonction lors de la synchronisation, la réinitialisation (*Reset*), la mise en et hors-fonction des instruments.

Les instructions les plus courantes sont les instructions Channel qui comportent également des informations concernant l'action sur les touches et le choix de la voix. Nous vous proposons dans un encadré distinct l'ensemble des instructions MIDI.

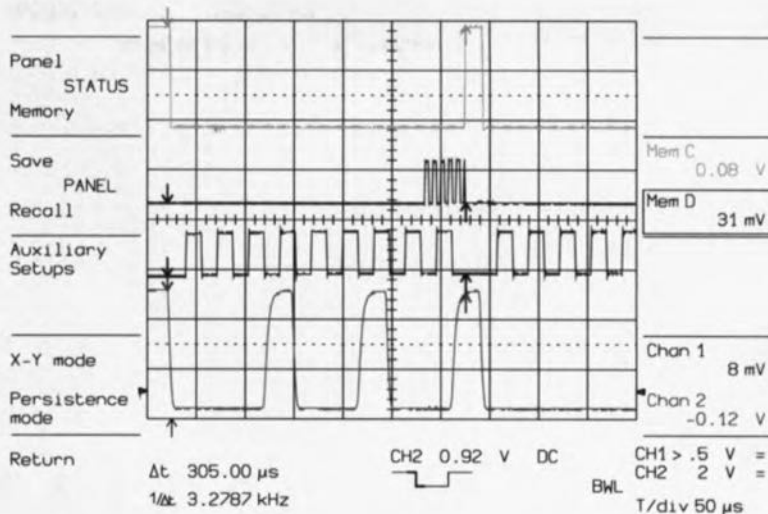
Notre moniteur MIDI visualise par l'intermédiaire de 16 LED quelle adresse est intégrée à l'intérieur d'une instruction Channel. Voici la liste des instructions Channel interceptées à cet effet par le moniteur MIDI :

Code	Instruction
\$8n	Note off
\$9n	Note on
\$An	Poly key
\$Bn	Control Change
\$Cn	Program Change
\$Dn	Channel Pressure
\$En	Pitch Wheel

Dans ce tableau, le symbole **n** représente le code d'adresse à 4 bits. La tâche du matériel constituant le moniteur MIDI est alors la suivante : inspecte le flux de données véhiculé par la liaison MIDI, détecte une instruction MIDI Channel et extrait de cette instruction le numéro de canal. Il ne reste plus ensuite, qu'à produire en fonction du canal concerné l'illumination de la LED correspondant au dit canal. Il faut, pour finir, pour éviter que le moniteur MIDI n'accapare une connexion MIDI le doter d'une embase MIDI THRU.

Il est temps maintenant de passer de la théorie à la pratique.

25-Jun-93  
10:33:43



930059 - 11

Figure 2. Ce chronodiagramme illustre l'échantillonnage et le stockage du code MIDI dans le démultiplexeur IC7.

## L'électronique

Nous vous proposons en **figure 1**, le schéma complet du moniteur MIDI dont la caractéristique la plus frappante est l'absence... de composants exotiques. Le signal MIDI attaquant l'embase K1 génère un flux de données numériques à la sortie de l'opto-coupleur IC1, un CNY17-1. Les tampons IC2e et IC2f procèdent à une reconversion immédiate de ce signal en un signal MIDI dont on dispose sur l'embase K2, la fameuse sortie MIDI THRU. Ce signal MIDI numérique poursuit, via les inverseurs IC2d et IC2b son petit bonhomme de chemin vers le reste de l'électronique. Le signal ainsi tamponné arrive à l'entrée 1D de IC5 et à la base du transistor T1; ce transistor est chargé de provoquer l'illumination de la LED D3 dès l'arrivée d'une information MIDI.

IC5, un 4094, procède à une conversion série-parallèle de l'information MIDI entrante en mots de 8 bits de largeur. Les 8 sorties de ce circuit intégré, à savoir ses broches 4 à 7 et 11 à 14, sont subdivisées en 2 quartets (*nibble*). Le premier quartet comporte l'information de type d'instruction, le second fournit le numéro de canal. Le quartet du numéro de canal se trouve sur les broches 11 à 14 (sorties Q5 à Q8). L'information contenue dans ces 4 bits est utilisée par le démultiplexeur IC7, un 4514, pour la commande de l'illumination, via un transistor, de l'une des 16 LED de visualisation, D4 à D19.

Le démultiplexeur engrange les 4 bits à l'instant de l'apparition

d'une impulsion sur son entrée d'échantillonnage (*strobe*, broche 1), impulsion en provenance d'un circuit générateur de base de temps constitué d'un oscillateur 4 MHz, (IC2a + X1), un compteur décimal (IC4), un compteur binaire (IC3) et de quelques portes additionnelles.

La relative complexité de cette base de temps est due à la nécessité de disposer d'une durée de mesure d'une longueur de 9 périodes et demie. Un mot MIDI comporte en effet, outre les 8 bits de données, aussi 1 bit de début et 1 bit d'arrêt. Ceci explique qu'il faille disposer d'un intervalle de temps d'une longueur de 9 périodes et demie pour la prise en compte, après la détection du bit de début, de toute l'information disponible.

IC3 effectue une division du signal d'horloge arrivant de l'oscillateur 4 MHz. On dispose à la sortie Q4 (broche 3), du signal d'horloge divisé par exemple 2, à la sortie Q10 (broche 15) de ce même signal après division par 2 048. La broche 4 (Q6) met à disposition un signal présentant une fréquence de 31,25 kHz, à savoir celle du signal d'horloge divisé par 128. Cette fréquence correspond à la fréquence de débit (*baudrate*) du signal MIDI. On comprend alors que ce signal serve de signal d'horloge pour IC5.

Le flanc montant de ce signal se présente au beau milieu d'un bit du mot MIDI et sert à l'échantillonnage de la donnée MIDI. Le signal présent à la sortie Q10 de IC3 présente une fréquence égale au 1/16 de celle du signal disponible à la sortie Q6. Ceci

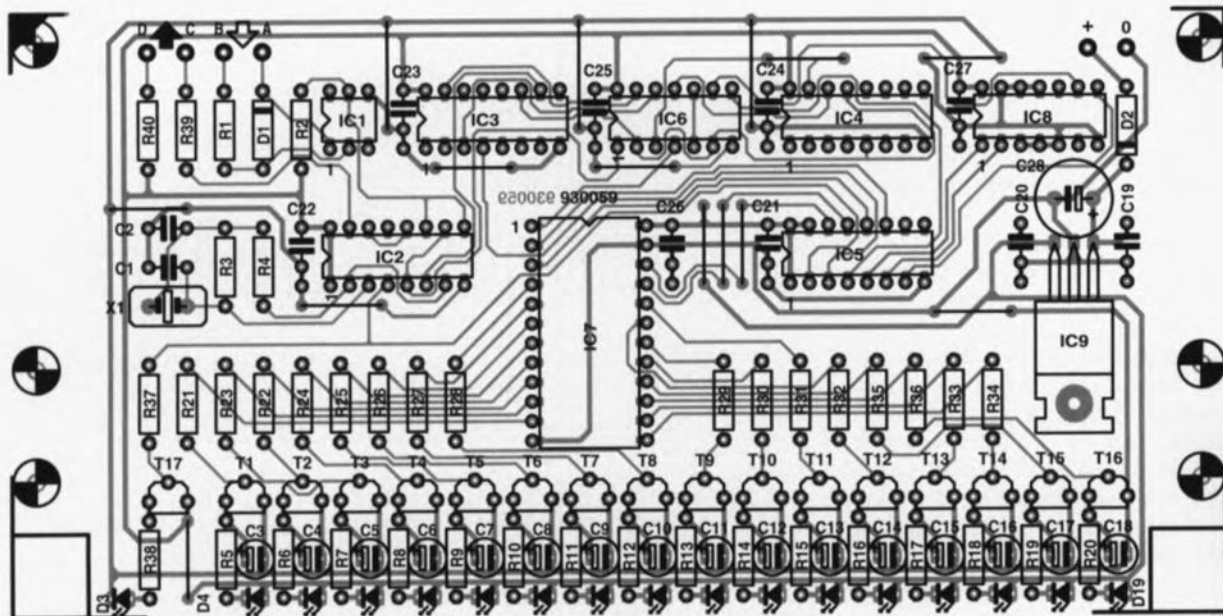


Figure 3. Représentation de la sérigraphie de l'implantation des composants du circuit imprimé dessiné à l'intention de cette réalisation. Il faudra en tous cas replier les LED à l'équerre à un endroit fonction de la hauteur à laquelle sera placée la platine.

#### Liste des composants

##### Semi-conducteurs :

D1, D2 = 1N4001  
 D3 = LED rouge haute intensité  
 D4 à D19 = LED verte  
 T1 à T16 = BC550C  
 T17 = BC557  
 IC1 = CNY17-1 (Telefunken)  
 IC2 = 4009  
 IC3 = 4040  
 IC4 = 4017

IC5 = 4094

IC6 = 4081

IC7 = 4514

IC8 = 4023

IC9 = 7805

##### Résistances :

R1, R39, R40 = 220  $\Omega$   
 R2 = 1k $\Omega$ 8  
 R3 = 10 M $\Omega$   
 R4 = 1k $\Omega$ 2  
 R5 à R20 = 470  $\Omega$

R21 à R37 = 10 k $\Omega$

R38 = 56  $\Omega$

##### Condensateurs :

C1, C2 = 68 pF  
 C3 à C18, C28 = 22  $\mu$ F/25 V radial  
 C19 à C27 = 100 nF

##### Divers :

K1, K2 = embase DIN châssis à 5 broches 180°  
 X1 = quartz 4 MHz  
 éventuellement, boîtier Retex RE2

signifie que cette sortie passe au niveau haut après l'apparition de 8 impulsions sur la sortie Q6. Comme nous l'indiquons plus haut, il faut 9 périodes et demie avant que ne soit terminé le stockage des données dans IC7. La période et demie manquante est obtenue par l'addition à la demi-durée de période de la sortie Q10 de 6 impulsions de signal de sortie de Q4.

Le chronodiagramme de la **figure 2** donne un certain nombre d'informations plus éloquentes qu'un paragraphe de texte additionnel.

Dès que les sorties Q4 et Q10 sont hautes on a également apparition d'un niveau haut à la sortie de la porte ET IC6d. Ce signal sert de signal d'horloge pour IC4. À la sixième impulsion d'horloge arrivant à ce circuit intégré après validation de l'entrée de remise à zéro (Reset) la sortie Q6 passe au niveau haut. Au cours du premier flanc montant à venir dans le signal MIDI on a alors passage au niveau haut de la sortie

de IC6a elle aussi. On a, en fonction du niveau logique de la sortie du décodeur constitué par l'association de IC8a et de IC6c transfert de l'impulsion d'horloge à IC7. Dans la pratique cela signifie que l'on a transfert d'une impulsion d'horloge à IC7 lorsque le quartet de poids fort du code MIDI pris en compte est \$8, \$9, \$A, \$B, \$C, \$D ou \$E.

On a ainsi décodage de tous les codes MIDI intégrant une adresse. Après le passage au niveau haut de la sortie Q6 de IC4 (broche 5) on a blocage de l'entrée de validation (*enable*) de ce compteur et remise à zéro de IC3. IC4 est remis à zéro, quant à lui, dès que la sortie de IC2d passe au niveau haut. Un nouvel intervalle de mesure peut alors débuter.

Le dernier ensemble dont il nous faille parler est celui de l'affichage. Dès stockage dans le démultiplexeur IC7 du code de canal à 4 bits on aura passage au niveau haut de la sortie correspondant à ce code. Le transis-

tor pris dans la ligne électrique de la dite sortie passe en conduction, entraînant l'illumination de la LED correspondante. Comme il est apparu qu'en cas d'action rapide sur les touches les données ne restent présentes que très brièvement chaque transistor s'est vu doté d'un condensateur électrochimique dont la présence ralentit l'extinction de la LED, permettant ainsi une meilleure identification du canal adressé. Vous pourrez, s'il devait vous sembler que la durée d'illumination de la LED est trop brève, augmenter la valeur de ces condensateurs, sans dépasser 220  $\mu$ F cependant.

La description de l'alimentation de ce montage se résume à bien peu de choses. La diode D2 prise dans la ligne d'alimentation positive sert de protection en cas d'inversion de la polarité de la tension d'alimentation. Le régulateur intégré IC9 stabilise la tension à +5 V très exactement. L'alimentation du montage pourra de ce fait se faire à l'aide d'un adaptateur secteur fournissant entre 9 et 20 V.

## La réalisation

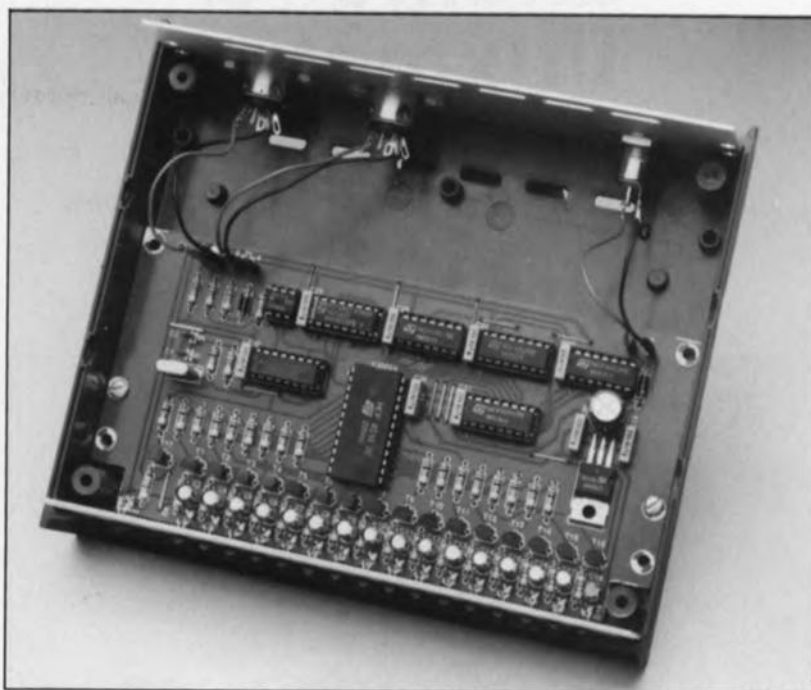
Nous vous proposons en **figure 3** la représentation de la sérigraphie de l'implantation des composants de la platine dessinée pour le moniteur MIDI.

La première étape de la construction de ce circuit imprimé consistera à la mise en place des ponts de câblage. On implantera ensuite les composants passifs à « faible développement vertical » tels que résistances, diodes et petits condensateurs. On repliera toutes les LED à l'équerre en un point bien défini de manière à ce qu'elles se retrouvent toutes à la même hauteur dans la face avant.

Il est important, si l'on veut obtenir un bel alignement des LED, de faire en sorte qu'elles soient toutes soudées à la même profondeur dans la platine.

Il n'est pas nécessaire, dans les conditions normales, de prévoir de radiateur pour IC9, de sorte que l'on pourra le monter directement sur la platine. Une fois que l'on aura terminé la mise en place du reste des composants on pourra entreprendre l'implantation de la platine dans la demi-coquille inférieure du boîtier.

La photographie de la **figure 4** montre la disposition que nous avons adoptée pour notre prototype. Une fois le circuit imprimé fixé en place dans le boîtier il ne restera plus qu'à implanter les 2 embases DIN dans la face arrière, à en effectuer le câblage – on se reportera au schéma pour savoir quelles sont les liaisons à établir – et à mettre en place, dans la face arrière également, l'embase destinée à recevoir le jack de l'alimentation. Le choix vous est laissé quant au type d'embase à utiliser. La solution la plus courante consiste à faire appel à une embase jack mâle pour châssis



**Figure 4.** Vu les dimensions réduites de la platine, il est facile de réaliser un appareil relativement compact. Un boîtier Re2 de Retex tombe à pic.

de la section (2,5 ou 2,1 mm) que l'on préférera, le tout étant qu'elle corresponde au jack femelle que comporte le cordon en provenance du module d'alimentation secteur. On reliera les bornes + et – de l'embase aux points + et 0 de la platine.

Il ne reste plus maintenant qu'à procéder aux premiers essais.

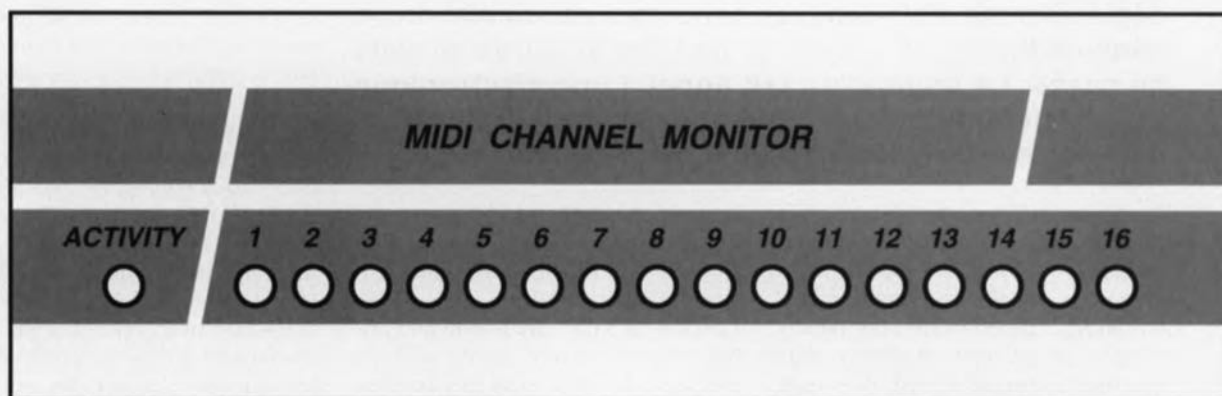
Après avoir mis l'appareil sous tension on intercale le moniteur MIDI dans une liaison MIDI et l'on actionne la touche de l'instrument de musique correspondant. Si tout fonctionne correctement on devrait voir s'illuminer l'une des 16 LED, qui visualise le canal sur lequel se fait la communication. ◀

### Le mois prochain :

Nous tenterons, comme chaque mois, de vous proposer un « menu » aussi varié que possible. Nous disposons, dans nos cartons, des sujets suivants :

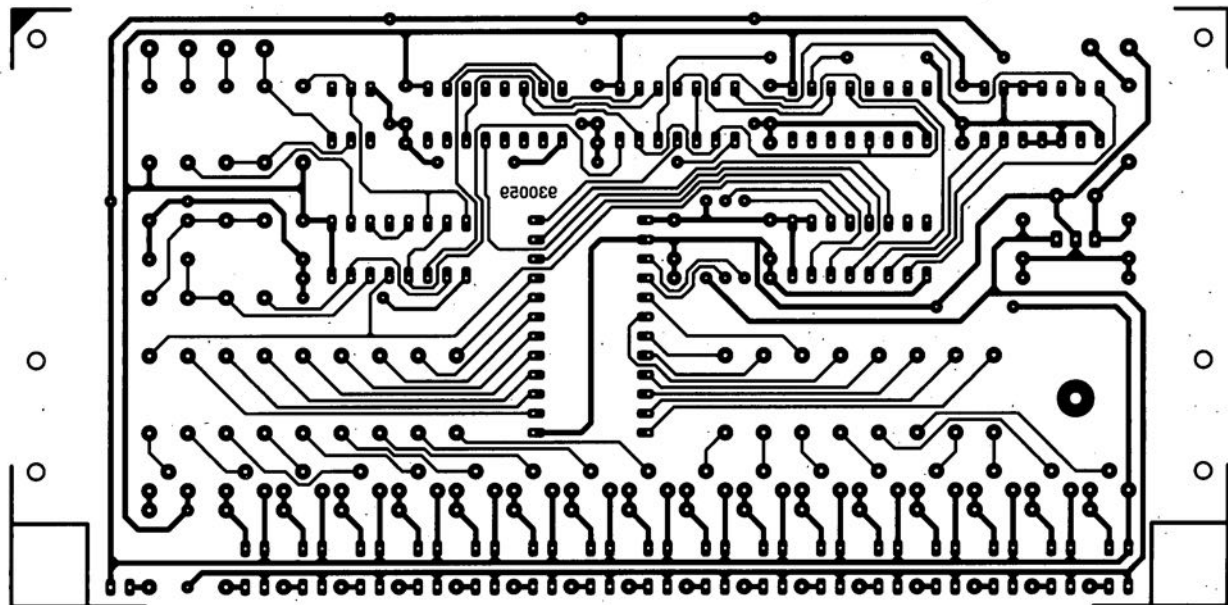
- un télétransmetteur par le secteur,
- un débitmètre pour interface RS-232,
- le second article consacré à Intégral, l'ampli/préampli intégré,
- la première partie d'un cours dédié aux PIC et à tout ce qui s'y rapporte, intitulé « cours  $\mu$ P et tutti quanti »,
- un applikator décrivant un microcontrôleur Basic de la taille d'un timbre-poste (ou presque),
- etc, etc...

Au mois prochain.



930059 - F

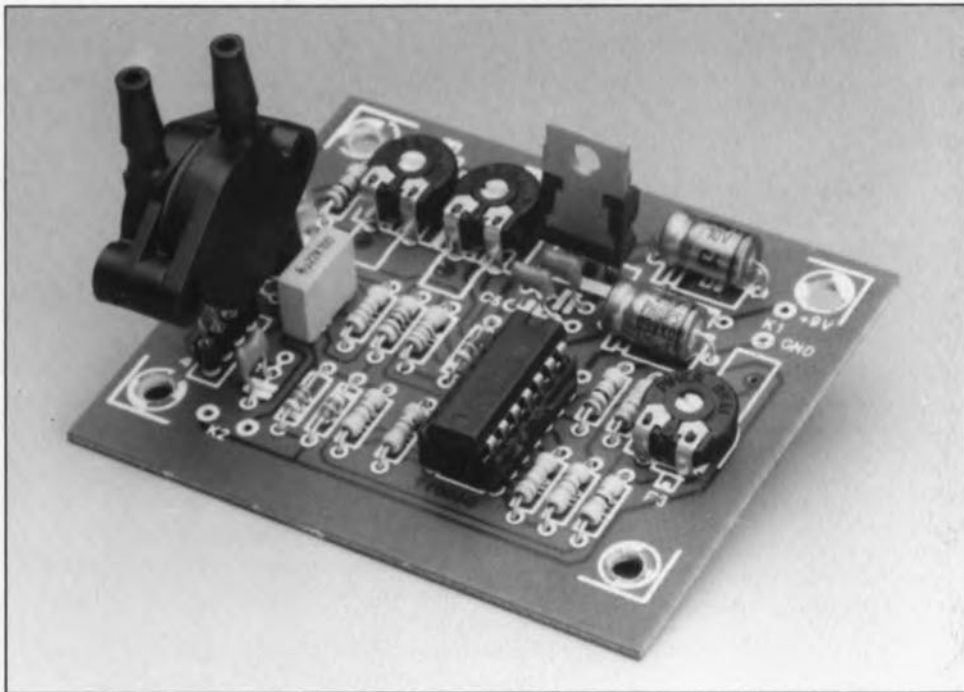
**Figure 5.** Exemple de face avant. Il est beaucoup plus facile, dans ces conditions, d'identifier canal où il se passe quelque chose et celui où il ne se passe rien alors qu'il devrait s'y passer quelque chose.



# anémo- & fluxmètre

à capteur de pression différentielle  
pour la mesure de vitesse de déplacement de fluides

projet : K. Bachun



**À quoi peut bien servir l'instrument de mesure décrit dans cet article pourront se demander nombre d'entre nos lecteurs. L'anémo- & fluxmètre, appareil servant à la mesure de vitesses de déplacement de fluides, ne convient pas uniquement aux véliplanchistes, adeptes de la voile comme tout le monde le sait, intéressés par la vitesse du vent. Doté d'accessoires convenables cet instrument permet de mesurer également des déplacements d'air dans les conduites de ventilation, le débit de fluides, la vitesse de mobiles et autres niveaux de cuves. La réalisation fait appel à une électronique tout à fait standard, impliquant cependant l'utilisation d'un capteur de Motorola à effet piézo-résistif.**

La disponibilité sur le marché d'un capteur de pression différentielle de Motorola permet de réaliser – de façon très simple – un anémomètre miniature fonctionnant sans pièces mobiles dont l'inconvénient majeur est, tout le monde le sait, de s'user inévitablement. Outre une utilisation primaire en tant qu'anémomètre de poche, ce montage se caractérise par sa faculté d'adaptation à toute une palette de domaines d'applications pratiques, tels ceux mentionnés plus

haut. Comme l'électronique ne fonctionne pas seulement avec une pile « bloc » de 9 V mais aussi à une tension d'alimentation de 12 V, l'anémo- & fluxmètre pourra être utilisé avec n'importe quelle auto ou tout autre « mobile » dès lors qu'il est doté d'un réseau électrique de 12 V.

## L'électronique

Le schéma de la **figure 1** prouve bien que l'électronique requise pour

la réalisation de l'anémo- & fluxmètre se limite réellement au strict minimum. Le capteur, R3, constitue le composant principal. Les capteurs de pression de ce genre font appel à l'effet piézo-résistif induit par 4 résistances montées sur une membrane en silicium. L'application d'une certaine pression sur cette membrane se traduit par l'apparition d'une tension proportionnelle sur l'une des diagonales du pont de résistances. Pour la réalisation pratique du montage, objet de cet article, nous avons choisi, parmi le nombre relativement grand de capteurs de pression actuellement sur le marché, le capteur différentiel MPX10DP de Motorola.

Le croquis de la **figure 2** vous montre une vue « éclatée » du composant ainsi que son brochage.

Une source de courant constant, réalisée à l'aide du transistor T1, de la diode D1, de la LED D5 et des résistances R1 et R2, se charge de l'alimentation du pont de mesure qu'est, en fait, R3. L'illumination de la LED verte, D5, et la chute de tension aux bornes de la résistance R2, entraînent un courant de collecteur de 3 mA environ. Dans ces conditions la tension de collecteur du transistor T1 est comprise entre 2,5 et 3,5 V.

Le capteur de pression se caractérise par un coefficient de température de  $-0,19\%/K$  (1/500 environ). Une augmentation de la température ambiante se traduira donc par une tension de sortie de valeur plus faible. La source de courant, servant d'alimentation pour le capteur de pression, a été construite, quant à elle, de façon à posséder un coefficient de température positif de  $+0,17\%/K$ , compensant quasi-totalement le coefficient de température négatif du pont de mesure. Le très faible coefficient de température positif est négligeable dans la plupart des applications pratiques.

Le reste de l'électronique est un amplificateur d'instrumentation doté d'un affichage analogique. L'amplificateur opérationnel IC1a, associé aux résistances R4, P1 et P2, sert à la compensation de l'erreur d'*offset* (décalage) inévitables du capteur. Ce sous-ensemble garantit donc, qu'en absence de pression, la différence en tension entre les entrées non inverseuses de IC1b et IC1c soit vraiment de 0 V. La tension continue présente, pour une raison ou une autre, sur les broches du capteur en l'absence de pression, peut être ramenée à 0 V à l'aide des ajustables P1 et P2.

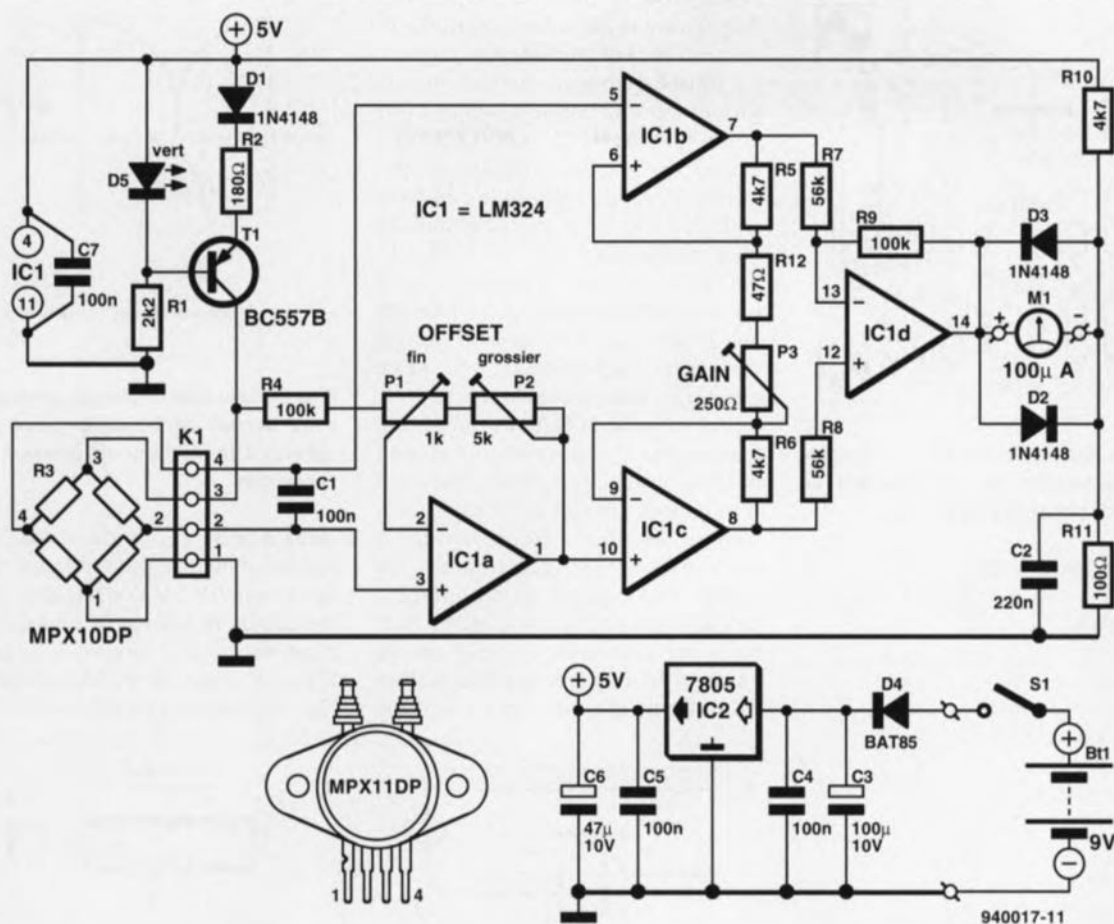


Figure 1. L'électronique du montage se compose d'un capteur de pression différentielle, un amplificateur d'instrumentation et un affichage.

Pour faire en sorte que le capteur se voit confronté à une charge aussi faible que possible, nous avons choisi une valeur relativement élevée pour l'impédance d'entrée de l'amplificateur d'instrumentation. Les valeurs des résistances R5 et R12 et des ajustables P3 et P6 définissent le gain en tension introduit par l'amplificateur. L'ajustable permet donc d'étalonner l'instrument, voire encore de régler la largeur de la plage de mesure.

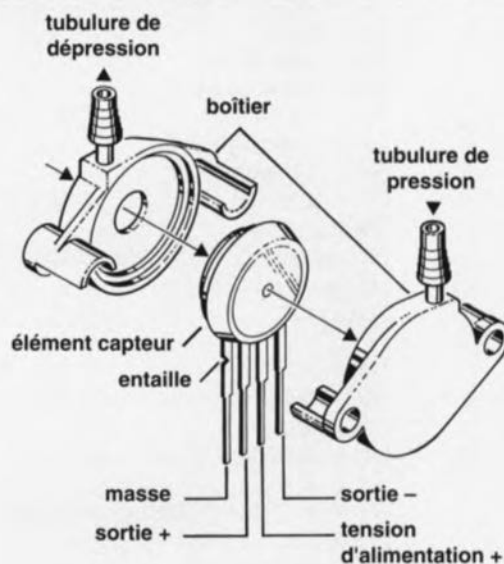
L'amplificateur opérationnel IC1d transforme le signal de mesure symétrique en une tension asymétrique. L'intensité du courant traversant le galvanomètre à bobine mobile, M1, est donc proportionnelle à la différence en pression mesurée par le capteur R3.

Sachant que la compensation de la tension de décalage de R3 ne fonctionne que dans le sens positif, le diviseur de tension R10/R11 applique une tension de polarisation de 0,1 V environ au galvanomètre. Cette caractéristique présente une importance certaine pour tous ceux d'entre nos lecteurs qui envisageraient de doter l'instrument d'un autre affichage.

## La réalisation

La figure 3 montre la sérigraphie de l'implantation des composants sur le circuit imprimé dessiné pour notre capteur de pression. Le nombre limité de composants utilisés permet de réaliser ce montage en l'espace d'une heure environ. On pourrait éventuellement remplacer les ajustables multitour par des modèles standard. Sachant cependant que les réglages de la compensation de la tension de décalage et de la température sont relativement critiques il est recommandé de faire appel ici à des ajustables Cermet multitour. Le circuit imprimé a été conçu de façon à permettre l'utilisation des deux types d'ajustables.

On fait appel, pour la connexion du capteur R3 à la platine, à un connecteur femelle à quatre contacts du type HE14. La broche de masse du capteur étant dotée d'une petite entaille (figure 2), l'orientation de ce composant pour une implantation correcte ne devrait pas constituer de casse-tête (chinois). Il est possible, tout en fonction de l'application choisie, de remplacer le capteur MPX10DP par le MPX11DP qui est légèrement plus sensible (5 mV/kPa).



plage de mesure :	10 kPa au maximum
sensibilité :	3,5 mV/kPa environ
surpression maximale :	100 kPa
linéarité :	±1%
tension de décalage :	0 mV au minimum 35 mV au maximum
plage de température :	-40 à +125°C

Figure 2. Croquis illustrant la construction mécanique du capteur, son brochage et quelques-unes de ses caractéristiques techniques les plus importantes.



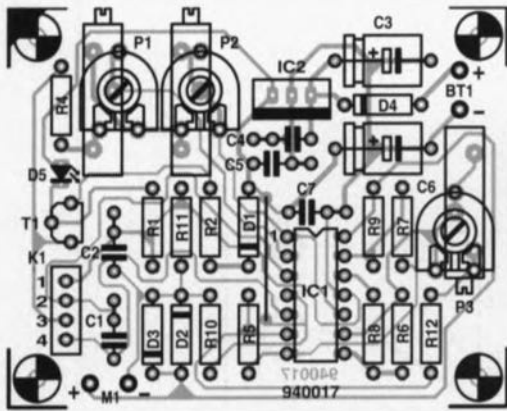


Figure 3. Représentation de la sérigraphie de l'implantation des composants du capteur de pression différentielle.

#### Liste des composants

##### Résistances :

- R1 = 2k $\Omega$
- R2 = 180  $\Omega$
- R3 = capteur différentiel de pression  
MPX10DP ou MPX11DP (Motorola)
- R4, R9 = 100 k $\Omega$
- R5, R6, R10 = 4k $\Omega$ 7
- R7, R8 = 56 k $\Omega$
- R11 = 100  $\Omega$
- R12 = 47  $\Omega$
- P1 = ajustable multitour 1 k $\Omega$
- P2 = ajustable multitour 5 k $\Omega$
- P3 = ajustable multitour 250  $\Omega$

##### Condensateurs :

- C1, C4, C5, C7 = 100 nF
- C2 = 220 nF
- C3 = 100  $\mu$ F/10 V axial
- C6 = 47  $\mu$ F/10 V axial

##### Semi-conducteurs :

- D1 à D3 = 1N4148
- D4 = BAT85
- D5 = LED verte
- T1 = BC557B
- IC1 = LM324
- IC2 = 7805

##### Divers :

- K1 = connecteur femelle HE14 encartable, 4 contacts
- M1 = galvanomètre à bobine mobile de 100  $\mu$ A
- Bt1 = pile « bloc » 9 V avec son connecteur à contacts « pression »
- S1 = interrupteur simple

Du fait que les piles se caractérisent, lors de l'usage, par une chute de tension relativement rapide, il est recommandé, dans le cas d'une alimentation par pile bien entendu, de faire appel à un régulateur à faible chute de tension (*low drop*) tel que le 4805 en remplacement du 7805 mentionné dans la liste des composants. L'utilisation d'un 4805 se traduira par une vie « active » sensiblement plus longue de la pile.

Deux petits tubulures de connexion, de pression et de dépression respectivement, sortent du boîtier du capteur. La figure 4 montre que l'on pourra glisser sur chacun de ces tubes une demi-sphère (telle que la moitié d'une balle de ping-pong par exemple). Cette technique constitue en fait le moyen le meilleur marché pour réaliser un dispositif d'amplification de pression et de dépression. Le fait de faire appel à une telle (ou autre) paire de demi-sphères permet de mesurer la vitesse du vent et en outre d'en détecter la direction.

Les croquis de la figure 5 proposent 6 exemples d'applications pratiques et les techniques de connexion à utiliser en fonction des différentes utilisations possibles. Nous voyons, à titre d'exemple, 2 techniques de mesure de la vitesse de déplacement de l'air dans un conduit (figures 5a et 5b), une technique permettant de détecter le degré de pollution d'un filtre (figure 5c), une application des-

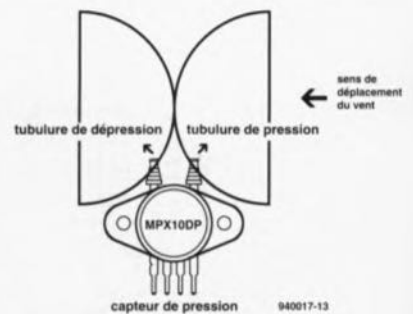


Figure 4. Une balle de ping-pong coupée en deux permet de fabriquer deux demi-sphères d'amplification de pression et de dépression.

tinée à la détection du niveau d'un liquide dans une cuve (figure 5d) et deux possibilités destinées à la mesure de la vitesse de déplacement d'un navire par rapport à la masse d'eau (figures 5e et 5f, en version fixe ou amovible respectivement).

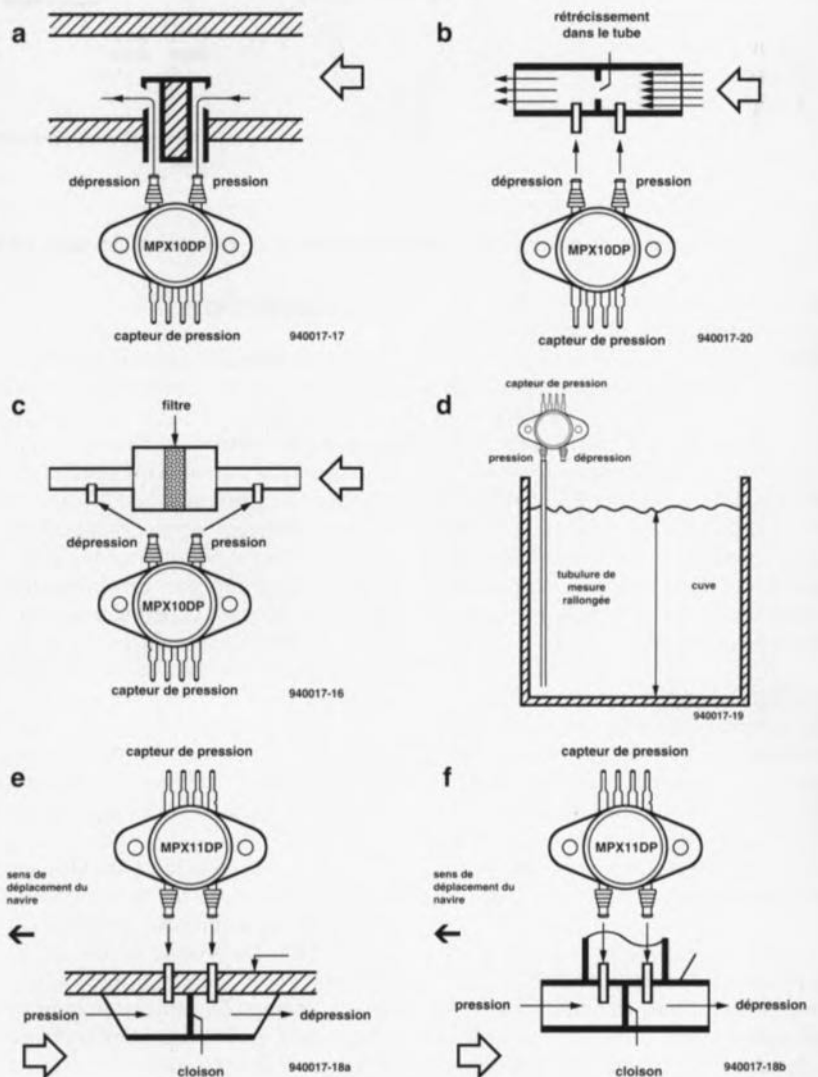


Figure 5. La palette des applications pratiques pour l'anémo- & fluxmètre à capteur de pression différentielle est très variée. Il va sans dire qu'il pourra s'avérer nécessaire, pour l'une ou l'autre utilisation, de bricoler (vive la France !) un peu pour adapter le capteur à la mesure de la grandeur choisie.

## L'étalonnage

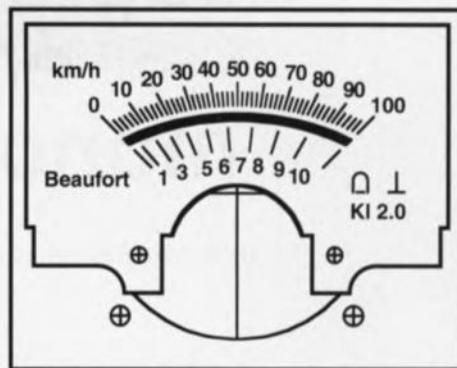
du capteur de pression différentielle est une opération relativement simple. On commencera par la mise en position médiane des curseurs des ajustables P1 et P3. On jouera ensuite sur P2 (offset grossier) pour amener l'aiguille du galvanomètre (aussi précisément que possible) sur le zéro en début d'échelle.

L'ajustable P1 (offset fin) permet de mettre l'aiguille de M1 à zéro très exactement. Notons qu'il faut, lors de l'étalonnage et aussi de l'utilisation du capteur, accepter une certaine durée de « mise en train » de quelque 15 à 30 s; au bout de ce temps le capteur a trouvé son équilibre thermique. La durée exacte de cette durée « d'échauffement » dépend en outre de la sensibilité choisie.

La sensibilité de l'instrument de mesure dépend du capteur utilisé et du gain choisi. Il est recommandé, pour éviter de se voir confronté à des problèmes d'instabilité, de limiter la sensibilité du capteur de pression. Le processus d'étalonnage de la sensibilité dépend largement du caractère de l'application choisie. Il nous est impossible de vous proposer des

directives absolues convenant à toutes les applications imaginables. Si l'on se contente par exemple de réaliser un anémomètre, il suffit d'exposer l'instrument à un ouragan de référence convenable, soufflant à une vitesse de 100 km/h (faire Minitel 3615 Éole pour l'avoir le jour requis), et de jouer sur l'ajustable P3 pour obtenir un débattement pleine échelle de l'aiguille du galvanomètre. Si tant est que dans vos parages il n'y ait d'ouragan soufflant à cette vitesse que tous les lustres bissextiles, voire moins, vous pourriez attendre également une journée sans un souffle de vent pour faire un petit tour sur l'autoroute. En roulant à une vitesse de 100 km/h très exactement, votre aide-conducteur (!) n'aura qu'à tenir l'anémomètre à l'extérieur de la voiture pour effectuer le réglage mentionné plus haut.

La **figure 6** montre un exemple d'une échelle dont on pourra doter le galvanomètre si l'anémo- & fluxmètre est destiné à servir d'anémomètre. La vitesse du vent sera affiché en km/h et en Beaufort. Il existe d'autres applications pour lesquelles il sera nécessaire de redessiner l'échelle pour avoir une



940017-21

Figure 6. Si tant est que l'on envisage de faire un anémomètre, on pourra doter le galvanomètre de cette graduation indiquant la vitesse du vent en km/h et en échelle de Beaufort.

graduation en m/s ou autre m<sup>3</sup>/h par exemple. On pourra, bien que l'utilisation d'un instrument d'affichage analogique soit, en raison de son inertie, relativement confortable lors de la mesure de grandeurs à variations brusques, envisager de doter notre montage d'une électronique additionnelle pour la commande d'un affichage barregraphe à LED voire encore un affichage numérique à LED ou à cristaux liquides. À vous l'honneur de bricoler les premiers donc Messieurs les Anglais ! ◀

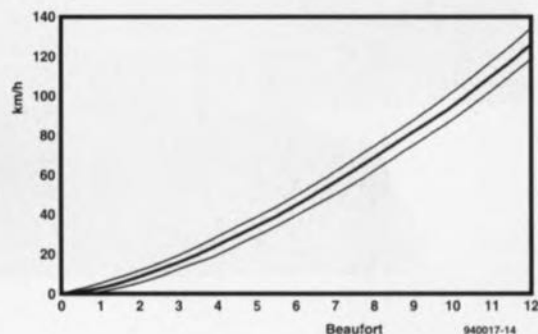
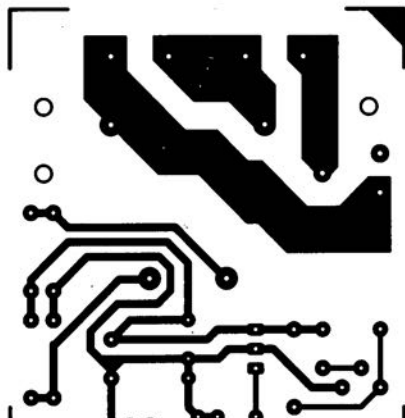


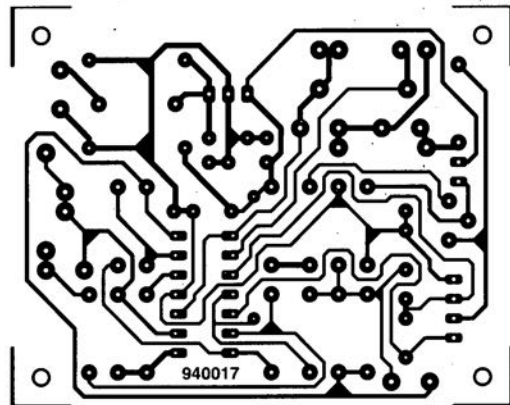
Figure 7. Ce graphique traduit la correspondance entre l'échelle de Beaufort et la vitesse du vent exprimée en kilomètre/heure.

## CIRCUITS IMPRIMÉS EN LIBRE SERVICE

télérupteur à commande IR



anémo &amp; fluxmètre



# adaptateur pour écran monochrome

*une meilleure image pour presque rien*

T. Scherer



MICRO

De nos jours la micro-informatique domestique ne connaît plus guère que 2 modèles de moniteurs : les moniteurs VGA monochromes (à teintes de gris) et les moniteurs VGA couleurs. Ces 2 types de moniteurs sont connectés directement à une carte VGA ordinaire qui fournit des signaux couleurs analogiques. Si l'on connecte un moniteur VGA monochrome à la sortie V(ert) ou R(ouge) de la carte VGA couleurs il peut arriver que l'image visualisée par l'écran soit mal définie. Nous nous proposons ici de voir comment réaliser la meilleure interconnexion entre une carte VGA couleurs et un moniteur monochrome.

Tout acheteur d'ordinateur potentiel se trouvera un jour ou l'autre, confronté à la question : « quel type de moniteur voulez-vous avec votre nouvel ordinateur ? » un écran couleurs ou monochrome ? Les temps étant ce qu'ils sont, on se résignera bien souvent pour un moniteur monochrome restituant les couleurs sous la forme de teintes de gris, vu que ce type de moniteur coûte quelques centaines de francs de moins qu'un moniteur couleurs.

Il va sans dire que le choix de moniteur dépend aussi énormément de l'application principale pour laquelle on l'acquiert; ainsi, si vous n'utilisez votre ordinateur pour votre correspondance ou pour les compte-rendus de TP, un écran monochrome fera parfaitement l'affaire. Aujourd'hui, tout PC moderne est doté d'une carte VGA 256 couleurs complète. Il n'est pas nécessaire de ce fait de modifier le logiciel pour pouvoir afficher une image monochrome. (Remarquons au passage que le mode N&B que possèdent nombre de cartes VGA couleurs n'est pas un miracle d'ergonomie). Il n'est pas rare cependant que la qualité de l'image laisse à désirer.

Cela tient au fait que le moniteur convertit les couleurs en teintes de gris, processus qui peut se traduire par la disparition de l'une ou l'autre couleur. Il n'est pas très difficile d'en découvrir la raison : la liaison entre la carte VGA et le moniteur est de concept bien trop simpliste. Bien souvent le moniteur ne traite que l'un des signaux de couleur que fournit la carte, ne tenant pas compte des autres couleurs. Nous vous proposons ici, une solution de quelques dizaines de centimes se traduisant, dans bien des cas, par une amélioration sensible de la qualité de l'image.

## Une image optimale

Il est possible de visualiser sur un

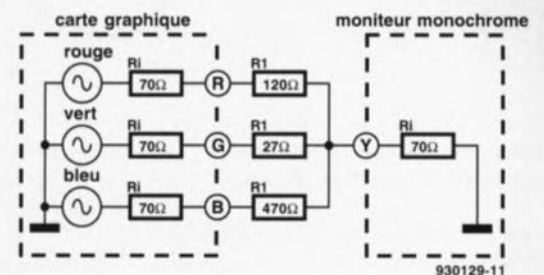


Figure 1. La solution la plus élémentaire à notre problème. Il n'est pas tenu compte ici des impédances caractéristiques.

moniteur monochrome une image optimale à condition de procéder à

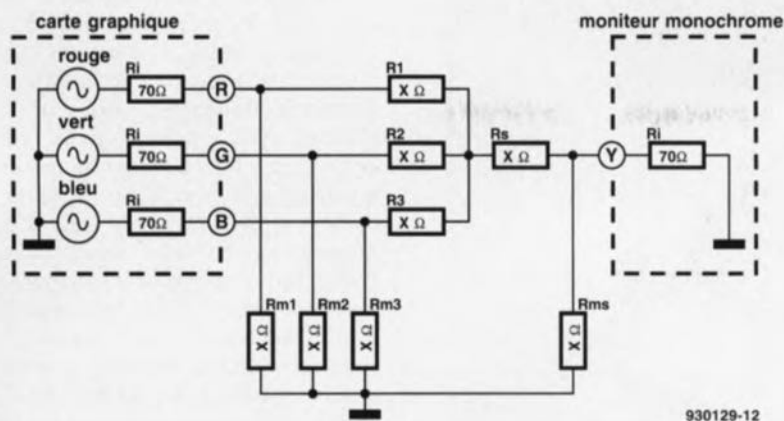


Figure 2. Une addition pondérée des signaux RVB (Rouge Vert Bleu) permet l'obtention d'un signal Y correct.

une conversion bien pensée de toute couleur prise au hasard dans la teinte de gris correspondante. Les moniteurs à teintes de gris les moins chers n'utilisent, nous le disions plus haut, que l'un des signaux de couleur (la plupart du temps le signal rouge ou vert) pour générer l'image à partir de là.

Ceci explique qu'il manque à une image visualisée par un moniteur monochrome un certain nombre de détails. Les surfaces où auraient dû se trouver les autres couleurs primaires apparaissent à l'écran sous la

forme de taches parfaitement noires. Il n'y a cependant aucune raison que la conversion des 3 signaux RGB en une image aux jolies teintes de gris soit coûteuse. Il est possible, à l'aide de quelques résistances, de combiner ces 3 signaux de couleurs en un signal composite.

Avant de pouvoir nous lancer dans la réalisation de cet adaptateur il nous faut prendre le temps de voir comment il faut coupler ensemble les 3 signaux. Vous n'êtes peut-être pas sans savoir que l'oeil humain possède une sensibilité différente pour chacune des couleurs primaires à

savoir le rouge, le vert et le bleu. Des recherches scientifiques complexes nous ont appris que le signal de luminosité Y, la luminance d'une image doit répondre à la formule suivante :

$$Y = 0,3 \cdot \text{ROUGE} + 0,59 \cdot \text{VERT} + 0,11 \cdot \text{BLEU}.$$

À l'examen de cette formule on a vite fait de comprendre que si l'on n'utilise que le signal Vert on perd près de 40% de l'information présente dans l'image. Si nous additionnons les 3 signaux de couleurs primaires R, V et B d'une carte VGA en respectant les rapports de la formule ci-dessus on obtient un signal de teintes de gris permettant une excellente visualisation d'une image couleurs sur un moniteur noir et blanc.

### « L'électronique »

Il apparaît, dans la pratique, que la réalisation de la fonction d'addition requise est loin d'être aussi simple qu'il y paraît au premier abord. Il faut en effet, lors du choix de la valeur des résistances constituant le réseau, non seulement tenir compte du rapport entre les signaux mais encore du fait que tant les sorties de la carte VGA que l'entrée du moniteur doivent être confrontées à une impédance de 70 Ω.

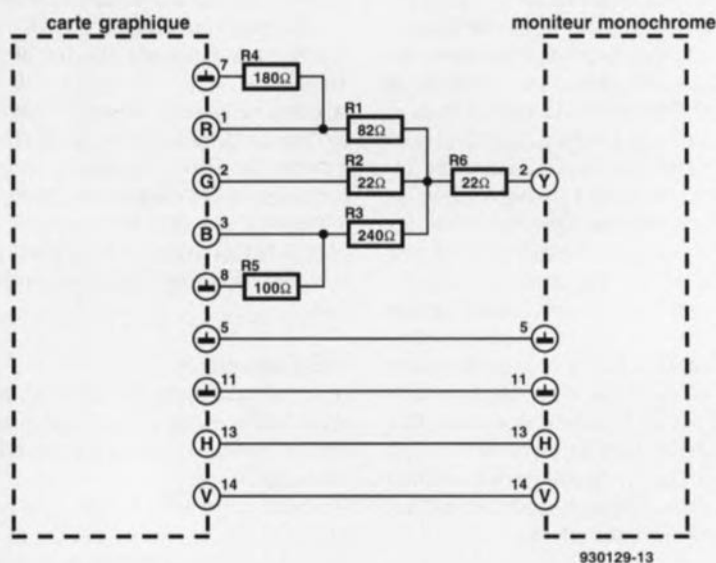


Figure 3. Il suffit de 6 résistances pour tout à la fois effectuer l'addition et obtenir une impédance correcte.

#### Liste des composants

Résistances :  
(1% à film métal)

R1 = 82 Ω  
R2, R6 = 22 Ω  
R3 = 240 Ω

R4 = 180 Ω  
R5 = 100 Ω

Divers:  
un connecteur D15 mâle à 3 rangées de contact

Le schéma de la **figure 1** montre une solution simple où les rapports entre les différents signaux collent, mais où l'on s'est moins inquiété de l'impédance caractéristique de 70 Ω. On peut de ce fait parler d'inadaptation entre la carte et le moniteur. Il nous faut donc, si l'on veut nous faire en sorte que tant la carte que le moniteur « voient » une impédance de 70 Ω, ajouter un certain nombre de résistances additionnelles.

La **figure 2** montre comment, à l'aide des résistances Rm1 à Rm3, on corrige la résistance terminale des sorties de la carte VGA. Il reste à modifier l'impédance que « voit » l'entrée du moniteur, opération qui fait appel à la résistance Rms.

Nous avons laissé faire par l'ordinateur les calculs des valeurs exactes à donner aux différentes résistances. On retrouve en **figure 3** le résultat de ces opérations mathématiques. Un coup d'oeil suffit pour comprendre la raison de l'absence ici des résistances Rm2 et Rms de la figure 2. La raison est qu'elles présentaient une impédance si forte (>10 kΩ) que l'on pouvait les supprimer sans arrière-pensée.

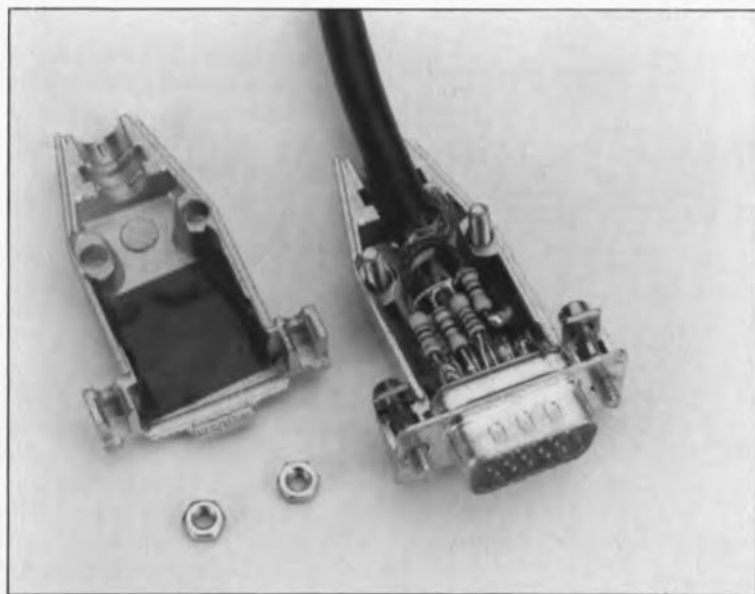


Figure 4. De la théorie à la pratique. On voit parfaitement ici la technique utilisée pour l'implantation des résistances dans le connecteur du moniteur.

Nous avons en outre réussi à arrondir les valeurs de résistances de manière à pouvoir utiliser des valeurs de la série-E12 (R3 prendra l'aspect physique d'une paire de  $120 \Omega$  montées en série). Rien n'interdit l'utilisation de résistances à tolérance de 1%,

mais du 5% permet une précision de conversion largement suffisante. Il ne nous reste plus maintenant qu'à nous intéresser à l'aspect réalisation.

Les plus habiles d'entre nos lecteurs n'auront pas de peine à planter les

6 résistances nécessaires dans le connecteur D15 du moniteur, si tant est qu'il ne s'agisse pas d'un connecteur moulé. Il n'est pas rare, comme les fabricants de moniteurs évitent les dépenses inutiles, qu'ils n'aient pas prévu dans les connecteurs D15 de leurs moniteurs les broches non utilisées. Il faudra dans ce cas-là faire les frais d'un nouveau connecteur. Avant de se lancer dans l'opération de soudure il faudra doter l'intérieur de la coquille du connecteur d'une couche de ruban isolant car il n'est pas exclu que la couche de métal dont on l'a enduit soit conductrice avec les risques de court-circuit que cette caractéristique sous-entend.

La photographie de la **figure 4** montre la technique d'implantation des résistances dans le connecteur D15. Une fois cette opération terminée, on obtient, comme l'illustre la photographie en début d'article, une image aux teintes de gris impeccable. Si tel n'était pas le cas, il vous faudra révéifier la configuration de la carte. Avez-vous bien opté pour une résolution VGA à 256 couleurs ? **◀**

Seules des questions ou des remarques présentant un intérêt général pour les lecteurs d'Elektor et concernant des montages publiés dans Elektor au cours des 2 dernières années peuvent entrer en ligne de compte pour une éventuelle réponse. La rédaction se réserve le droit de procéder à une sélection des lettres ou d'en raccourcir le contenu. Vu l'abondant courrier nous arrivant chaque semaine, il n'est malheureusement pas possible de répondre à toutes les lettres et nous est totalement impossible de répondre aux souhaits et demandes d'adaptation ou d'information additionnelle concernant des projets décrits dans ce magazine.



Elektor service «Courrier Lecteurs» BP 59 59850 Nieppe

### Extension pour le programmeur de PIC

J'ai réalisé le programmeur de PIC du numéro de mars 94 d'Elektor. Après m'en être servi un certain nombre de fois, je me suis rendu compte qu'il m'arrivait, de temps à autre, de sortir le PIC de son support alors que la programmation n'était pas encore terminée. Pour éviter de commettre à nouveau cette erreur, j'ai ajouté le circuit d'indication de programmation reproduit ci-dessous. Comme le laisse voir ce petit schéma, je fais appel ici aux 4 portes restées inutilisées du circuit intégré U17. Vu que les dites portes ne sont pas câblées sur la platine d'origine, il est extrêmement aisé de procéder au câblage nécessaire en s'aidant de quelques longueurs de fil de cuivre

émaillé. Les 4 composants « rattachés » sont du type CMS. Il faudra faire attention, lors du montage, à ce que les diodes n'entrent pas en contact avec les pistes.

Il va sans dire qu'il n'est pas impératif d'utiliser des CMS, ne pas le faire a cependant l'inconvénient de donner un certain embonpoint à cette extension (la BAS32 pourra, dans ce cas-là, être remplacée par un 1N4148 « normale »).

Les liaisons avec les portes U7c et U7f avec les broches 36 et 37 du PIC (U15) sont elles aussi faites à l'aide d'un morceau de fil de cuivre émaillé de faible diamètre. Les signaux AD11 et AD12 présents sur les dites broches servent à la commutation de la tension de programmation pour le PIC à programmer et conviennent donc impeccablement pour une indication de programmation. J'ai en outre ajouté une LED de visualisation de la tension d'alimentation. Cette LED est prise, en série avec une résistance de 470  $\Omega$ , directement en aval du régulateur intégré U15 (7805), entre les broches 3 et 2 du dit composant.

M. Stingl

Merci de ces modifications que nous nous efforçons de transmettre à nos lecteurs.

(La rédaction)

### Moniteur ancien modèle + carte VGA

Dans le numéro 189, mars 1994, d'Elektor, il est décrit un adaptateur pour écran monochrome permettant de connecter du mieux possible un moniteur VGA à une carte VGA. Cette technique est-elle également utilisable avec des moniteurs d'un modèle plus ancien, tels que moniteurs monochrome, Hercules ou CGA dotés d'un connecteur à 9 broches ? Cela permettrait à de nombreux possesseurs de moniteurs destinés à des XT, de leur faire reprendre du service.

F. de Laet

Il nous faut malheureusement vous donner une réponse négative. Si, avec votre carte VGA, vous optez pour un format compatible avec une carte Hercules ou CGA, le signal vidéo concerné n'en garde pas moins les fréquences de ligne et de trame correspondant à un signal VGA standard. Ce que l'on a en fait est une sorte d'émulation à l'écran du dit mode vidéo qui présente alors des spécifications correspondant au standard Hercules ou CGA selon le cas. La fréquence de ligne des cartes et moniteurs VGA est de 30 kHz au minimum. Les moniteurs conçus pour travailler avec une carte Hercules ou CGA travaillent à une fréquence de ligne de l'ordre de 16 kHz. Il devrait vous être évident que de telles différences de fréquence de ligne sont insurmontables. Il n'est donc pas possible de ce fait de brancher un moniteur ancien (Hercules ou CGA) à une carte VGA moderne.

(La rédaction)

description d'un kit d'ELV

# IRC 100, testeur de codes IR

pour télécommandes infrarouge

La grande majorité des appareils grand public modernes comportent un dispositif ou un autre de télécommande par rayonnement infrarouge. La transmission des informations de l'émetteur vers le récepteur connaît chez les fabricants européens 2 standards :

- le code RECS80 (modulation en largeur d'impulsion avec une longueur de mot de 11 voire 12 bits)
- le code RC5 (modulation biphase avec une longueur de mot de 14 bits).

Étant au niveau mondial le seul à respecter une norme internationale en ce qui concerne les instructions et les adresses de sous-système, le code RC5 ne peut à l'avenir que voir sa popularité grandir. La multiplication exponentielle du nombre de télécommandes utilisées ne fait qu'augmenter le besoin d'une intercompatibilité des télécommandes.

L'attribution des instructions et des adresses des sous-systèmes (*subsystem*) est l'affaire du siège de Philips, le géant de l'éclairage. Avec les 2 systèmes l'émission de la lumière IR de la diode IR d'émission peut se faire soit sous forme d'impulsions soit sous celle de modulation. En raison de la multiplicité des codes



L'appareil décrit ici, que nous avons baptisé testeur de codes IR, est destiné, comme le suggère sa dénomination, au test des télécommandes IR courantes. Un affichage comportant 2 paires d'afficheurs 7 segments à LED visualise chaque instruction accompagnée de son adresse sous-système de la télécommande en cours de test.

d'émission possibles (on ne dispose pas, dans le cas du code RC5, de moins de 2048 codes subdivisés en 64 instructions et 32 sous-systèmes, et de 1280 codes subdivisés en 64 instructions et 20 niveaux dans le cas du code RECS 80, il devient de plus en plus impératif pour le technicien de maintenance ou de service après-vente, de pouvoir suivre le déroulement précis du processus d'émission de signaux par la télécommande en vue d'analyser la cause d'une éventuelle panne. Cette analyse exige cependant un matériel d'analyse encombrant et coûteux vu que le fonctionnement de la diode d'émission ne constitue pas une garantie de l'émission de l'instruction correcte (il suffit de penser à une matrice de touches défectueuse).

Le testeur de codes IR objet de cet article apporte une réponse tout à la fois pratique et compacte à cette délicate question. Le montage, qui comporte un microcontrôleur spécialement prévu à cet effet, est capable de

traiter tant le code RECS 80 que le code RC5. Il est même fait, en ce qui concerne le code RECS 80, la distinction entre les longueurs de mots de 11 et de 12 bits. La transmission des bits d'adresses se fait, dans le cas du code RECS 80, en code ternaire de sorte qu'à l'aide de 4 bits d'adresse il est possible d'accéder à 20 sous-systèmes. En code ternaire on ne traite pas seulement les états 0 et 1, mais aussi celui de haute impédance (*tri-state*) de sorte que l'on peut transmettre des mots de données d'une longueur de 11 ou de 12 bits. De ce fait l'adresse indiquée ne peut pas correspondre au niveau attribué, comme le prouve éloquentement l'examen des niveaux 2 et 8 par exemple. 3 bits d'adresse se trouvant au niveau logique 0 renvoient à l'adresse 0 tout comme le feraient 4 bits se trouvant à 0.

Le **tableau 1** donne la correspondance entre l'adresse indiquée, les bits d'adresse transmis et le niveau attribué.

Tableau 1

Attribution des sous-systèmes pour le code RECS 80

Adresse indiquée	Bits d'adresse transmis				Niveau attribué	
	S3	S2	S1	S0		
0	X	0	0	0	2	Mots de donnée de 11 bits
1	X	0	0	1	3	
2	X	0	1	0	4	
3	X	0	1	1	5	
4	X	1	0	0	6	
5	X	1	0	1	7	
7	X	1	1	1	1	
0	0	0	0	0	8	Mots de donnée de 12 bits
1	0	0	0	1	12	
4	0	1	0	0	10	
5	0	1	0	1	14	
6	0	1	1	0	17	
7	0	1	1	1	19	
8	1	0	0	0	9	
9	1	0	0	1	13	
10	1	0	0	0	16	
12	1	1	0	0	11	
13	1	1	0	1	15	
14	1	1	1	0	18	
15	1	1	1	1	20	



Tableau 2

## Codes RC5 attribués actuellement

Commande	Symbole	Fonction	Commande	Symbole	Fonction
0-9		Chiffres 0-9	37		Image par image arrière
10		non attribué actuellement	38		Avance lente avec image
11		Programme/Canal	39		Retour lent sans image
12		Fonction	40		Avance lente sans image
13		Silencieux	41		Image par image avant
14		Touche standard	42		Avance rapide avec image
15	<b>Display</b>	Affichage	43	—	non-attribué actuellement
16		Volume +	44		Recherche arrière avec image
17		Volume -	45		Ejecter
18		Luminance +	46		Recherche avant avec image
19		Luminance -	47		Défilement normal arrière
20		Chrominance +	48		Pause
21		Chrominance -	49		Effacer
22		Graves +	50		Retour rapide
23		Graves -	51	<b>go to</b>	Aller à
24		Aigus +	52		Avance rapide
25		Aigus -	53		Start
26		Balance droite	54		Stop
27		Balance gauche	55		Enregistrement
28	—	non attribué actuellement	56	-----	Liaison
29	—	non attribué actuellement	57	—	non-attribué actuellement
30		Recherche vers l'avant jusqu'au repère suivant	58	—	non-attribué actuellement
31		Recherche vers l'arrière jusqu'au repère suivant	59	-----	Bras vers le haut
32	—	non attribué actuellement	60	-----	Bras vers le bas
33	—	non attribué actuellement	61		Fonction
34		Retour image lent	62	<b>System Select</b>	choix de système
35	—	non attribué actuellement	63	<b>System Select</b>	choix de système
36	—	non attribué actuellement			

À chaque fois, le testeur de codes IR visualise l'instruction émise ainsi que l'adresse du sous-système sur une double paire d'afficheurs 7 segments à LED. L'appareil possède un préamplificateur IR à sensibilité élevée grâce auquel il est possible de déterminer avec une bonne approximation la portée de l'émetteur à tester. La réception de tout code valide est visualisée par l'illumination du point décimal droit de l'affichage des instructions.

Le bit de basculement (*toggle bit*) est rendu lui par le point décimal de l'affichage des adresses. Le signal d'acquiescement clignote à la réception de tout mot de donnée correct. Il est possible, à l'aide du bit de basculement, de faire la différence entre une série d'instructions répétitives appelées par des interruptions de transmission et des instructions émises par des actions répétées sur les touches. Cette distinction prend

toute son importance lors de la saisie de série de chiffres comme lors de l'appel d'une page de télétexte, l'entrée de l'heure etc. Le bit de basculement change ainsi d'état à chaque nouvelle manoeuvre de touche de la télécommande.

Comme nous l'indiquons plus haut, le code RC5 connaît une normalisation internationale. Les **tableaux 2** et **3** récapitulent les instructions et adresses de sous-systèmes attribués jusqu'à présent, de sorte qu'il est aisé, en pratique, de vérifier le parfait fonctionnement d'une télécommande utilisant le code RC5.

Nous allons voir, avec un exemple, combien l'utilisation du testeur de codes IR simplifie la vérification du bon fonctionnement d'une télécommande. Supposons que vous vouliez vérifier l'efficacité de la touche d'augmentation du volume (Volume +) comme on pouvait se l'imaginer).

Tableau 3

## Codes RC5 des adresses des sous-systèmes actuellement attribués

Adresse système	Symbole	Système
0		télévision
1	-----	récepteur avec décrypteur
2		vidéo-texte
3		extension pour TV1 et TV2 (tel que Bildschirm Text, BTX, par exemple)
4		Disque laser 1
5		Magnétoscope (VCR1)
6		Magnétoscope (VCR2)
7	—	libre à des fins d'expérimentation
8	-----	vidéo-texte
9		Caméra vidéo
10	—	non-attribué actuellement
11	—	non-attribué actuellement
12	—	Disque laser 2
13	—	non-attribué actuellement
14	—	non-attribué actuellement
15	—	non-attribué actuellement
16	-----	Préamplificateur audio
17		Tuner/récepteur radio
18		Magnétocassette
19	—	libre à des fins d'expérimentation
20	-----	Lecteur de disque compact
21		Phono
22	—	non-attribué actuellement
23	—	non-attribué actuellement
24	—	non-attribué actuellement
25	—	non-attribué actuellement
26	—	non-attribué actuellement
27	—	non-attribué actuellement
28	—	non-attribué actuellement
29		Applications d'éclairage
30	—	non-attribué actuellement
31	—	non-attribué actuellement

Vous allez bien évidemment appuyer sur la touche « Volume + » et devriez voir apparaître, comme l'indique le tableau, un « 00 » sur l'affichage de l'adresse et un « 16 » sur celui des instructions. Un autre exemple : vous aimeriez vérifier la télécommande d'un magnétoscope et appuyez à cette intention sur la touche « Pause ». Si tant est que la télécommande soit en bon état vous devriez voir apparaître un « 48 » sur l'affichage des instructions et « 05 » sur celui de l'adresse. Après nous être intéressés au mode de fonctionnement du testeur de codes IR, il est temps de passer à son électronique.

## Le schéma

La **figure 1** vous propose l'électronique du testeur de codes IR. Comme cela est souvent le cas pour les montages de télécommandes IR le coeur du circuit est à nouveau un composant de Valvo (Philips), à savoir le microcontrôleur SAA3049. Ce composant fabriqué en technologie CMOS est en mesure de traiter tant le code RECS80 - modulation en largeur d'impulsion - que le code RC5 - modulation biphase.

Le train d'impulsions en provenance du préamplificateur IR, IR1, est appliqué sous forme sérielle à la broche 9 du microcontrôleur, IC9. L'élément important pour le décodage du signal d'entrée en est la transition haut-bas. L'oscillateur d'horloge intégré du contrôleur est accessible à ses broches 12 et 13 entre lesquelles a été pris un quartz de 4 MHz. La qualité d'un récepteur IR dépend, outre du microcontrôleur, également beaucoup du préamplificateur utilisé. Les critères importants sont ici une portée importante, une insensibilité aux parasites et aux rayonnements incidents parasites la meilleure possible.

Le préamplificateur IR, un SFH505 de Siemens, réunit toutes ces caractéristiques. Outre la diode de réception infrarouge à optique miniature intégrée, ce composant dispose d'un préamplificateur sensible protégé par un blindage métallique. La masse noire dans laquelle a été incluse la puce et son blindage a été optimisée pour une longueur d'onde de 950 nm dans l'infrarouge garantissant ainsi une bonne insensibilité aux rayonnements extérieurs. Le SFH505 se caractérise aussi par une portée importante (sensibilité élevée), son format compact, sa faible consommation de courant et le très faible nombre de composants externes qu'il nécessite, cours qui se

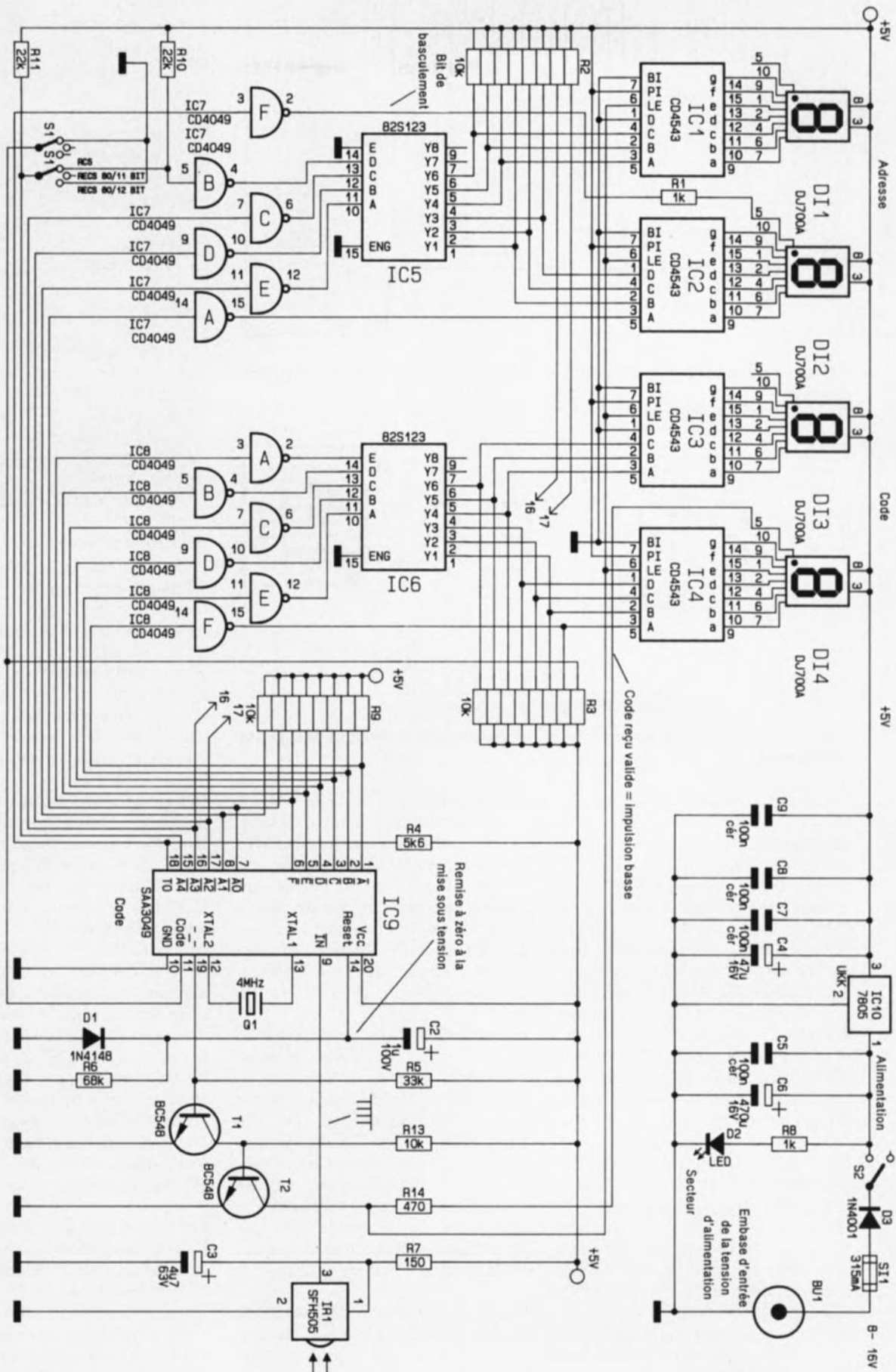


Figure 1. L'électronique du testeur de codes IR se subdivise en 2 parties : un convertisseur, IC9, et une paire de décodeurs associés chacun à un double afficheur 7 segments à LED.

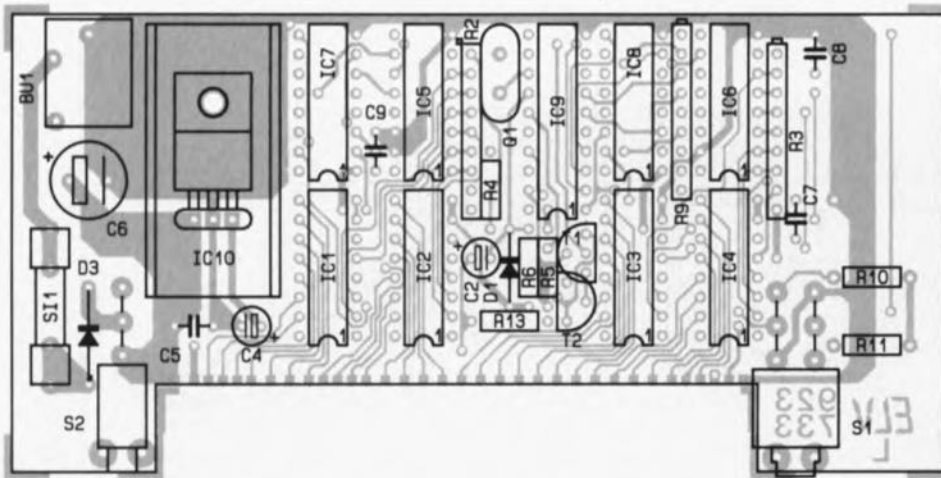


Figure 2. Représentation de la sérigraphie de l'implantation des composants de la platine principale.

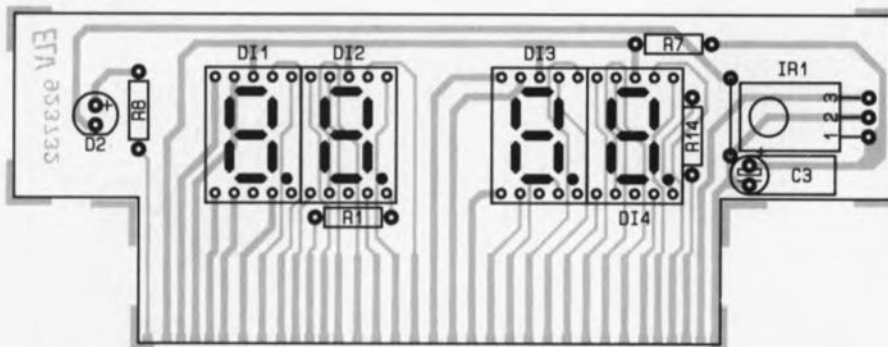


Figure 3. Représentation de la sérigraphie de l'implantation des composants de la platine de l'affichage.

limite à un condensateur de blocage, C3, et à une résistance de limitation de courant, R7. Le rayonnement infrarouge émis par l'émetteur est traité par le préamplificateur avant d'être transmis, nous le disions plus haut, à la broche 9 du contrôleur IC9. Dès acceptation d'un code correct on dispose aux broches de données, broches 1 à 6, de l'information correspondante et ce sous forme inversée. L'adresse est quant à elle disponible aux broches 7, 8 et 15 à 17, sous forme inversée, cela va de soi, le bit de basculement se trouvant lui à la broche 18.

Les informations présentes aux sorties de données et d'adresses y restent jusqu'à ce qu'elles soient ou écrasées par un nouveau code IR valide ou effacées par une remise à zéro du contrôleur. Le niveau logique présent à la broche 11 (Code) du microcontrôleur détermine si le traitement concerne une modulation biphase (code RC5) ou MLI (code RECS80).

La broche 15 remplit elle plusieurs fonctions. Dans le cas d'un code RC5 on trouve à cet endroit le

bit de poids fort (MSB = *Most Significant Bit*) de l'adresse du sous-système, alors qu'en mode de MLI le niveau logique externe appliqué à cette broche détermine si l'on doit prendre en compte un mot de donnée de 11 ou de 12 bits (haut= 11, bas = 12). La sélection du type de code utilisé se fait à l'aide de l'inverseur bipolaire à position centrale S1.

Le niveau logique présent à la broche 19 est un autre élément important pour le traitement du code. Si, dans le cas de la présence d'un niveau logique bas sur cette fameuse broche 19 on a décodage de toutes les adresses reçues, les mêmes broches se transforment, en cas d'application d'un niveau haut à la dite entrée, en entrées de sorte que l'on ne peut avoir traitement que des codes d'une adresse présélectionnée.

Dans le cas du testeur de codes IR la broche 19 du décodeur est, dans le cas normal, forcée, via la jonction base-émetteur du transistor T1, à 0,7 V, de sorte que l'on peut avoir traitement de toutes les adresses. Cette broche fournit en outre, à la réception d'un code correct, une

#### Liste des composants

##### Résistances :

- R1,R8 = 1 k $\Omega$
- R2,R3,R9 = réseau SIL de 8 résistances de 10 k $\Omega$
- R4 = 5k $\Omega$ 26
- R5 = 33 k $\Omega$
- R6 = 68 k $\Omega$
- R7 = 150  $\Omega$
- R10,R11 = 22 k $\Omega$
- R13 = 10 k $\Omega$
- R14 = 470  $\Omega$
- Il n'y a pas de R12

##### Semi-conducteurs :

- D1 = 1N4148
- D2 = LED rouge 3 mm
- D3 = 1N4001
- DI 1 à DI4 = DJ700A
- T1,T2 = BC548
- IC1 à IC4 = CD4543
- IC5,IC6 = 82S123 programmée
- IC7,IC8 = CD4049

impulsion de niveau bas d'une longueur de 10  $\mu$ s. Les transistors T1 et T2 amplifient ce signal « d'acquiescement » qui est alors visualisé par l'intermédiaire du point décimal droit de l'afficheur de code. La triplette C2/R6/D1 constitue un dispositif de remise à zéro à la mise sous tension (*Power On Reset*), assurant une initialisation correcte du microcontrôleur à la mise sous tension.

Revenons à nos sorties de code et d'adresse. Alors que le bit de basculement est immédiatement visualisé, via l'inverseur IC7F, par le point décimal droit, les 6 bits de donnée et les 5 bits d'adresse subissent eux aussi une inversion, via les inverseurs IC7A à IC7E d'une part et IC8A à IC8F de l'autre, avant d'être appliqués au circuit de conversion de code, sachant que le cinquième bit d'adresse est uniquement traité dans le cas du code RC5, vu qu'il est mis hors-circuit par l'inverseur S1 lorsque l'on se trouve en mode MLI (code RECS80). Il reste à signaler que certaines des sorties du contrôleur sont dotées de résistances externes de forçage au niveau haut.

Le processus de traitement de l'information de sortie du contrôleur se poursuit sous la forme d'une conversion en code BCD des 2 informations binaires (6 bits de code, 5 bits d'adresse). La conversion est réalisée à l'aide du convertisseur de code constitué des PROM programmées du type 82S123, IC5 et IC6. On pourrait penser que le fait que ce type de composant ne possède que 5 entrées alors que l'on se trouve en

IC9 = SAA3049  
IC10 = 7805

**Condensateurs :**

C2 = 1  $\mu$ F/100 V  
C3 = 4  $\mu$ F/63 V  
C4 = 47  $\mu$ F/16 V  
C5, C7 à C9 = 100 nF céramique  
C6 = 470  $\mu$ F/16 V  
Il n'y a pas de C1

**Divers :**

Q1 = quartz 4 MHz  
S1 = inverseur double à position centrale  
encartable en équerre  
S2 = inverseur simple encartable en  
équerre  
IR1 = SFH505  
radiateur SK13  
BU1 = embase encartable mono 3,5 mm  
SI1 = fusible 315 mA  
porte-fusible encartable  
vis M3 x 6 mm  
écrou M3

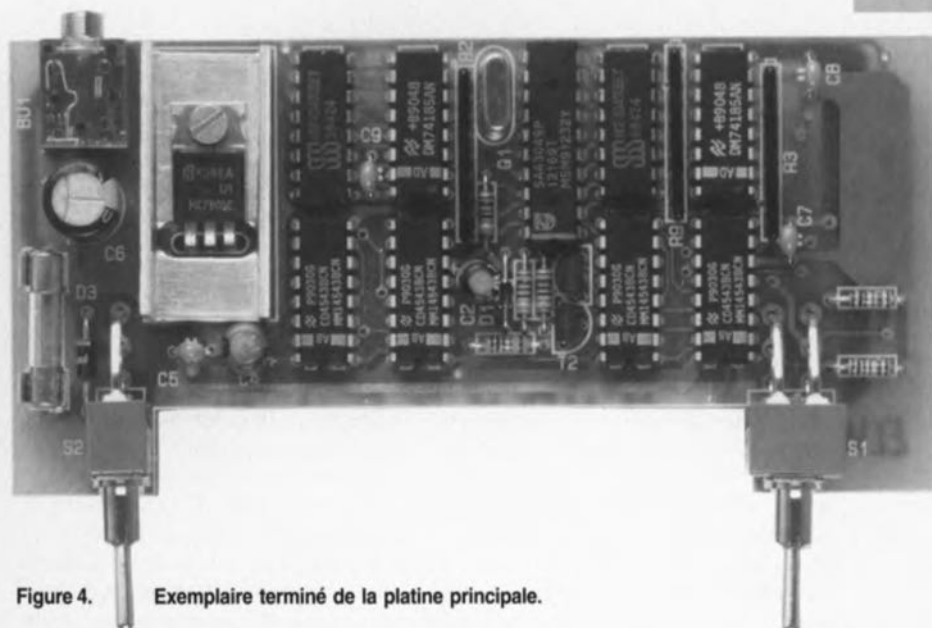


Figure 4. Exemple terminé de la platine principale.

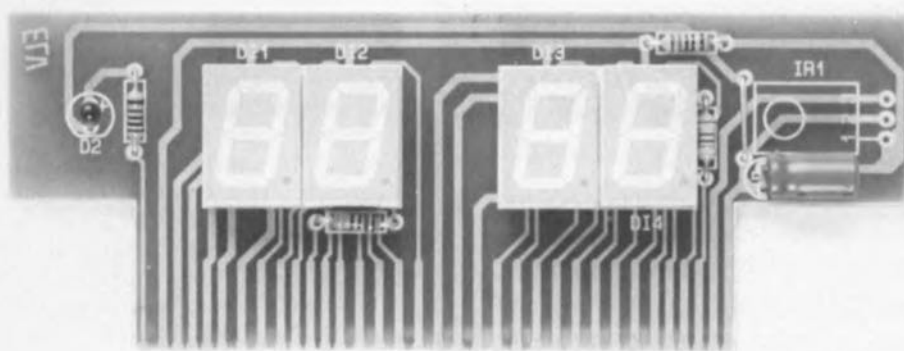


Figure 5. Exemple terminé de l'affichage. Il ne reste plus qu'à monter ces 2 platines à l'équerre l'une sur l'autre.

présence d'un code à 6 bits pourrait poser quelques problèmes : il n'en est rien. On tire en effet parti du fait que les bits de poids faible (LSB = *Least Significant Bit*) du code binaire et du code BCD correspondent très exactement l'un avec l'autre. L'entrée A de la 82S123 représente de ce fait la position de poids faible numéro 2 du code binaire à 6 bits. Côté sorties, ce composant possède des circuits de commande (*driver*) en collecteur ouvert, ce qui explique la présence impérative de résistances de forçage qui sont ici les réseaux de résistances R2 et R3. Les signaux de sortie pour le code et l'adresse sont appliqués à 2 paires de décodeurs BCD-7 segments montés en cascade, IC1 à IC4 qui se chargent d'une conversion de code additionnelle pour la commande des afficheurs à 7 segments. Dès que l'on se trouve en présence d'une réception de code correct on a chargement, sous la houlette du signal d'acquiescement sur le collecteur de T2, de l'information présente sur les registres d'entrée (mémoire intermédiaire) et sa visualisation.

Le testeur de codes IR nécessite une tension d'alimentation régulée de 5 V, tension produite à l'aide de la partie du schéma représenté dans le coin supérieur droit de la figure 1. On applique tension d'alimentation non régulée à l'embase d'entrée BU1; cette tension fournie par un adaptateur secteur devra être comprise entre 8 et 16 V. Via le fusible SI1, la diode de protection contre une inversion de polarité D3 et l'interrupteur marche/arrêt S2, la

dite tension arrive au régulateur intégré IC10. On dispose à la sortie de ce régulateur d'une belle tension de 5 V servant à l'alimentation de l'ensemble du montage. C6 fait office de condensateur-tampon pour la tension non-réglée. Le reste des condensateurs, à savoir C4, C5 et C7 à C9 servent au filtrage et éliminent toute velléité d'entrée en oscillation de l'alimentation.

### La réalisation

L'existence de 2 platines, dont on retrouve la sérigraphie en figure 2 et figure 3 respectivement, simplifie énormément la construction du testeur de codes IR. La platine principale est une double face à trous métallisés, le circuit imprimé de l'affichage étant lui un simple face. Une petite note pour commencer. Un petit nombre de platines principales tirées pour cette réalisation comportent une interruption de piste malencontreuse. Veuillez vérifier, avant la mise en place des composants que le trou de métallisation se trouvant à proximité des broches 6 et 7 de IC3 est bien en contact, côté composants, avec la broche 6. Si tel est le cas, pas

de problème, sinon, il vous faudra rétablir cette interconnexion. Revenons à la réalisation.

L'ensemble des composants, y compris les inverseurs et l'embase d'alimentation prennent place sur leur platine respectives qui seront ensuite montées à l'équerre de sorte qu'il n'est pas nécessaire de réaliser un câblage toujours délicat. Cette approche a également permis d'éliminer tout pont de câblage sur la platine principale. La platine des afficheurs n'en comporte qu'un seul.

On débutera l'étape de l'implantation des composants par la mise en place des résistances et des diodes en respectant la sérigraphie présente sur les platines. On veillera au positionnement correct des réseaux de résistances R2, R3 et R9 ainsi qu'à la polarité des condensateurs électrochimiques. La borne 1 des réseaux de résistance est identifiée, sur le composant, par la présence d'un point. Ce point devra se trouver en regard de la marque correspondante sur la sérigraphie.

On pourra ensuite passer à l'implan-

tation des circuits intégrés. Nous n'allons pas vous faire l'injure de vous apprendre que la broche 1 de ce type de composant se trouve – composant vu de dessus – est la première broche se trouvant sur la gauche de l'encoche qu'il comporte. Les 2 PROM ont le même codage, de sorte qu'il n'est pas nécessaire de faire de distinction.

On implante ensuite les transistors à leurs emplacements respectifs où ils sont soudés, puis les 4 condensateurs céramique et du quartz Q1. On termine par la mise en place des inverseurs, de l'embase jack, du porte-fusible Le régulateur de tension est monté couché après avoir replié ses broches à l'équerre et fixé

par une vis M3, l'écrou venant se visser par le dessus. C n'est qu'une fois cette opération terminée que l'on procédera à la soudure des pattes du régulateur.

Après en avoir terminé avec la platine principale il est temps de nous intéresser à la platine de l'affichage. L'implantation des composants se fera selon les indications de la et n'appelle pas de remarque particulière exception faite de la diode IR et du condensateur C3 qui seront montés couchés.

Il est important de veiller à ce que le haut de la LED D2 se trouve à quelque 8 mm de la surface de la platine pour qu'elle se trouve directement derrière la face avant du boîtier. Les broches du préamplificateur IR sont repliées à 5 mm environ du boîtier avant que le dit composant ne soit soudé à sa place sur et contre la platine. Une fois terminée la mise en place des composants sur les 2 platines il est temps de les souder l'une à l'autre à l'équerre. On commencera par mettre un peu de soudure sur les 2 plots situés aux extrémités de la rangée de connexions pour chercher le positionnement correct. La platine de l'affichage doit déborder le dessous de la platine principale sur une

hauteur de 3 mm environ. Une fois trouvée la position correcte, on procédera au reste des soudures en évitant cependant l'excès vu le faible espacement des plots de soudure.

On pourra, en cas de doute, se référer aux photographies des figures 4 et 5 qui montrent un exemplaire terminé de chaque platine. Il est temps maintenant de vérifier le bon fonctionnement du montage en enfichant le jack de l'adaptateur secteur dans l'embase prévue et à faire quelques essais avec une télécommande. Si tout se passe comme prévu, on pourra couper l'alimentation et passer à l'étape de la mise en boîtier.

On dévisse pour ce faire les vis de fixation de l'embase jack et des inverseurs pour en permettre le passage dans les orifices prévus à cet effet dans les faces avant et arrière du boîtier. Il ne reste plus qu'à glisser la platine principale dans la glissière prévue pour cela, à faire passer les inverseurs dans les trous présents dans la face avant, à veiller à ce que la LED D1 et la LED IR se trouvent bien en face des endroits prévus et à encliquer la face avant.

Vous voici maintenant en possession d'un nouvel instrument de contrôleur fort pratique et peu coûteux. ►

## 3615 + Elektor

*Vous avez des questions techniques concernant la source d'un composant, le fonctionnement d'un montage, vous aimeriez savoir ce que vous réserve le prochain numéro d'Elektor, mettez à profit votre Minitel qui enfin servira à autre chose qu'à demander des numéros de téléphone.*



**Pour éviter que votre collection**

**ELEKTOR** ne s'envole  
électronique créative

**ACHETEZ DÈS AUJOURD'HUI  
LA CASSETTE DE RANGEMENT**

**49 FF (+ port)**

Vous pouvez également l'acquérir chez certains revendeurs de composants électroniques. Il est également possible de les recevoir par courrier ou directement chez vous et dans les plus brefs délais ; pour cela, faites parvenir le bon de commande en encart, et libellez votre règlement à Publitrionic.



COMMANDEZ aussi par Minitel : 3615 + ELEKTOR Mot Clé : A.T.