

NUMÉRO 219 - NOVEMBRE 1997

Dossier Spécial



"Modélisme Ferroviaire"

Block-system, Commande d'aiguillages, Démarrage progressif, Feux de
convoi permanents, Transmission vidéo embarquée, etc.



**CODEUR
STÉRÉOPHONIQUE**

DÉCIBELMÈTRE

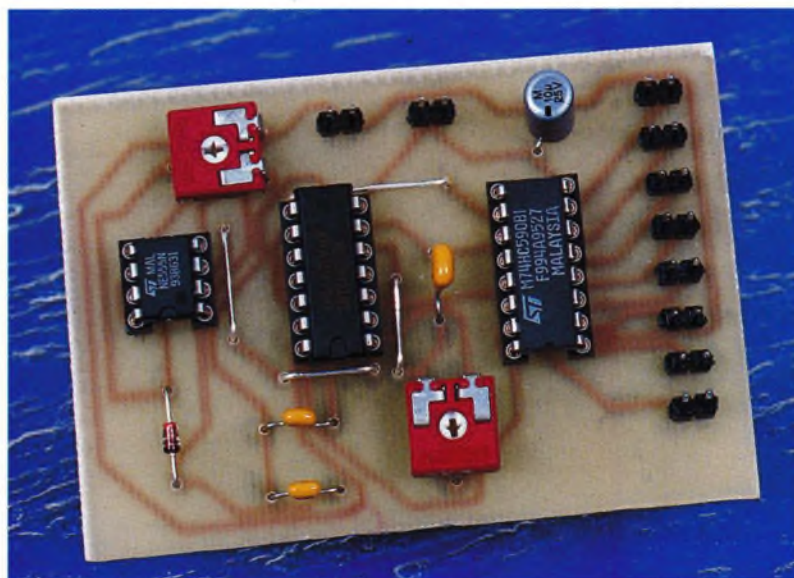
**INTERNET
PRATIQUE**

T 2437 - 219 - 25,00 F



CODAGE NUMÉRIQUE D'UN POTENTIOMÈTRE ANALOGIQUE

Le circuit réalisé dans cet article présente un moyen simple de transformer une valeur analogique d'un potentiomètre en une valeur numérique codée sur huit « bits » avec une très bonne précision. Nous allons en étudier le fonctionnement dans la suite du texte.



Description du montage

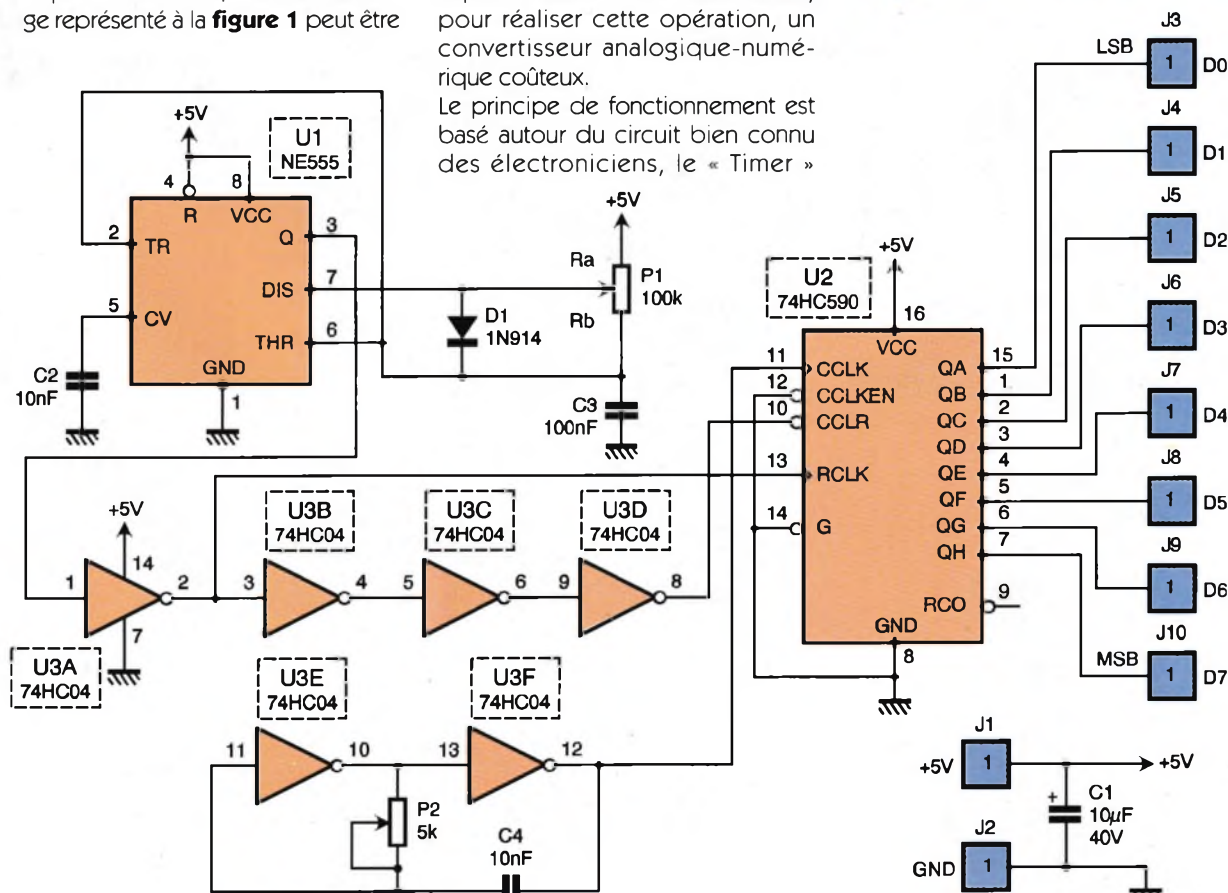
Le potentiomètre P1 de notre montage représenté à la **figure 1** peut être

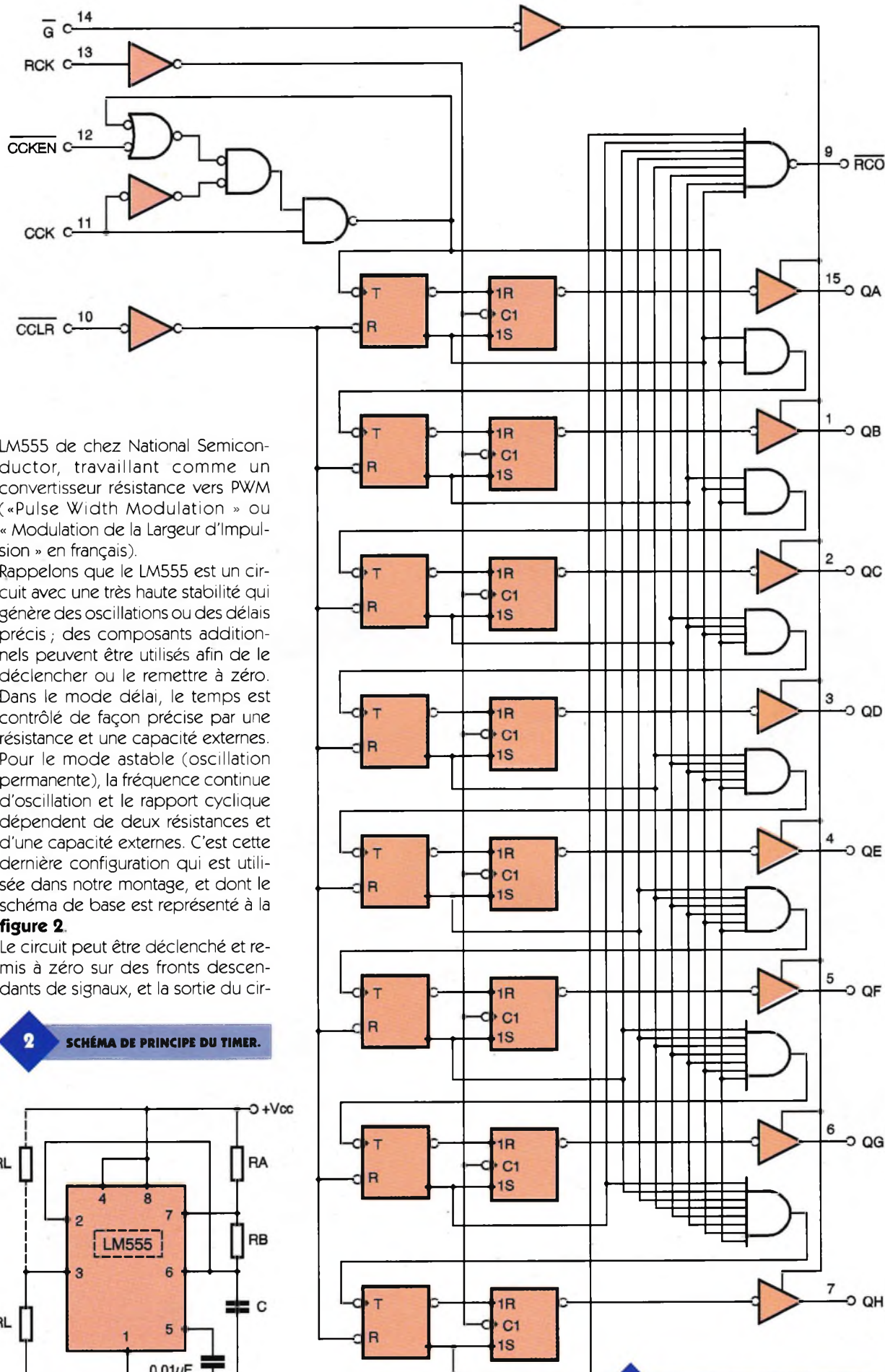
considéré comme un encodeur de position analogique dont la valeur est convertie en une donnée numérique sur huit « bits » sans utiliser, pour réaliser cette opération, un convertisseur analogique-numérique coûteux.

Le principe de fonctionnement est basé autour du circuit bien connu des électroniciens, le « Timer »

1

SCHEMA DE L'ENCODEUR DE POSITION ANALOGIQUE.



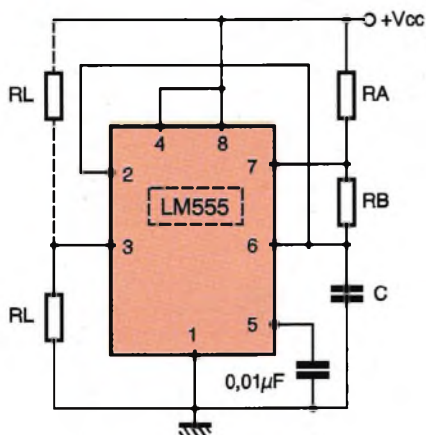


LM555 de chez National Semiconductor, travaillant comme un convertisseur résistance vers PWM (« Pulse Width Modulation » ou « Modulation de la Largeur d'impulsion » en français).

Rappelons que le LM555 est un circuit avec une très haute stabilité qui génère des oscillations ou des délais précis ; des composants additionnels peuvent être utilisés afin de le déclencher ou le remettre à zéro. Dans le mode délai, le temps est contrôlé de façon précise par une résistance et une capacité externes. Pour le mode astable (oscillation permanente), la fréquence continue d'oscillation et le rapport cyclique dépendent de deux résistances et d'une capacité externes. C'est cette dernière configuration qui est utilisée dans notre montage, et dont le schéma de base est représenté à la **figure 2**.

Le circuit peut être déclenché et remis à zéro sur des fronts descendants de signaux, et la sortie du cir-

2 SCHÉMA DE PRINCIPE DU TIMER.



3 LE COMPTEUR 8 BITS.

cuit peut fournir ou accepter un courant de 200 mA maximum, ou encore s'interfacer avec des circuits TTL. Dans notre circuit, une variation de la valeur du potentiomètre produit un changement proportionnel du rapport cyclique de la sortie du « Timer », qui code ainsi la valeur de la résistance en un signal PWM. De plus, un rapport cyclique de 50 % se produit lorsque le potentiomètre est au milieu de son échelle maximale, grâce à la diode D₁ qui est responsable du fait que T (niveau haut) = T (niveau bas) quand R_a = R_b. Ainsi, nous obtenons les équations suivantes pour le LM555 monté en PWM :

$$T(\text{niveau haut}) = 0,695 \times R_a \times C_3$$

$$T(\text{niveau bas}) = 0,695 \times R_b \times C_3$$

$$f = 1/(0,695 \times P_1 \times C_3), \text{ avec } P_1 = R_a + R_b$$

La seconde partie du circuit comprend un oscillateur indépendant P₂-C₄, qui fournit à un compteur huit « bits » une fréquence donnée par la relation $f = 1/(2 \times P_2 \times C_4 \times \ln 3)$, égale à 256 fois la fréquence PWM. Le compteur huit « bits » utilisé dans notre montage est un 74HC590 dont le schéma interne est représenté en **figure 3**. Ce circuit contient un compteur huit « bits » suivi de huit registres pour la mémorisation dont les sorties sont en parallèle. Des hor-

loges séparées sont fournies à la fois pour le compteur binaire (CCK) et les registres de mémorisation (RCK). L'entrée/G est positionné à 0 pour valider la sortie des registres de mémorisation. Le compteur binaire comprend une entrée directe de remise à zéro/CCLR et une entrée de validation du comptage/CKEN. Le compteur et les registres de mémorisation sont déclenchés sur des fronts positifs de leur horloge respective. Non utilisée dans notre application, la sortie de retenue/RCO permet la mise en cascade de plusieurs 74HC590.

Ainsi, dans notre montage, lorsque la sortie Q (broche 3) du LM555 est au niveau bas, elle maintient le compteur dans son état de remise à zéro ; quand cette sortie passe au niveau haut, le compteur démarre et le comptage commence. Quand la sortie PWM retourne à son niveau bas, le compteur transfère son contenu dans les registres de mémorisation et la valeur finale est immédiatement disponible en sortie. Cette valeur est l'équivalent, en valeur numérique sur huit « bits », de la valeur analogique de la position du potentiomètre P₁. A ce moment, le compteur retourne de nouveau dans son état de remise à zéro, attendant un nouveau front montant pour re-

mettre à jour la mesure précédente. Pour obtenir des résultats bien filtrés et une réponse rapide, choisissez les valeurs des composants comme il est indiqué sur le schéma. Par exemple, pour le LM555, un potentiomètre de 100 kΩ et une capacité de 100 nF produisent une fréquence PWM de 143,8 Hz. Ainsi, si vous fixez la valeur de la capacité C₄ à 10 nF et en tenant compte du fait que la fréquence de sortie de l'oscillateur doit être égale à 256 fois la fréquence PWM, vous devez ajuster le potentiomètre P₂ de 5 kΩ afin d'obtenir une fréquence d'environ 36,8 kHz.

Réalisation pratique

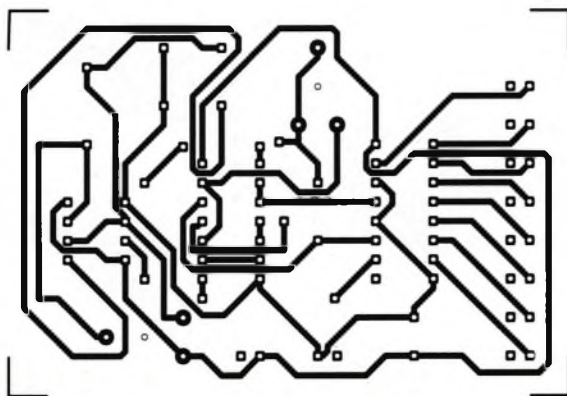
Le câblage du circuit ne présente pas de difficulté majeure. La **figure 4** représente le tracé du circuit imprimé côté soudures tandis que la **figure 5** montre l'implantation des composants.

Commencer par souder les quatre straps. Il est préférable de mettre les circuits LM555 et 74HC590 sur des supports au cas où ils devraient être remplacés par la suite. Pour ajuster la fréquence de l'oscillateur P₂-C₄, faire varier le potentiomètre P₂ jusqu'à obtenir la fréquence désirée.

Conclusion

Ce montage présente une interface qui permet de transformer très simplement un encodeur de position analogique en une valeur numérique codée sur huit « bits » avec une très bonne précision, sans pour cela utiliser des composants coûteux. Ainsi, ce schéma peut être utilisé dans de nombreuses applications qui ont besoin de la valeur numérique d'un potentiomètre pour un traitement numérique.

M. LAURY

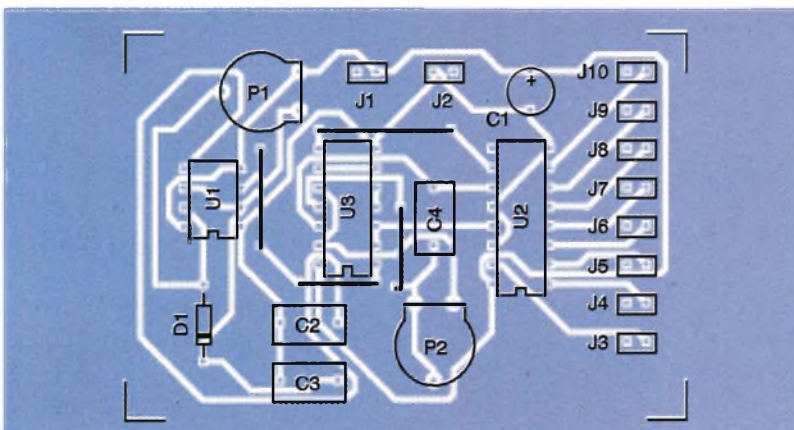


4

TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ.

5

IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS.



Nomenclature

- C₁ : 10 µF/40V**
- C₂, C₃ : 10 nF**
- C₄ : 100 nF**
- D₁ : 1N914 (ou 1N4148)**
- J₁ à J₁₀ : Prises de test**
- P₁ : 100 kΩ**
- P₂ : 5 kΩ**
- U₁ : NE555**
- U₂ : 74HC590**
- U₃ : 74HC04**

Beaucoup d'électroniciens, notamment ceux qui pratiquent régulièrement le dépannage, utilisent encore le multimètre analogique à cadre mobile. Ces derniers malheureusement, possèdent quelques défauts. Le montage proposé permettra dans une certaine mesure de les minimiser.

Caractéristiques électriques du galvanomètre à cadre mobile

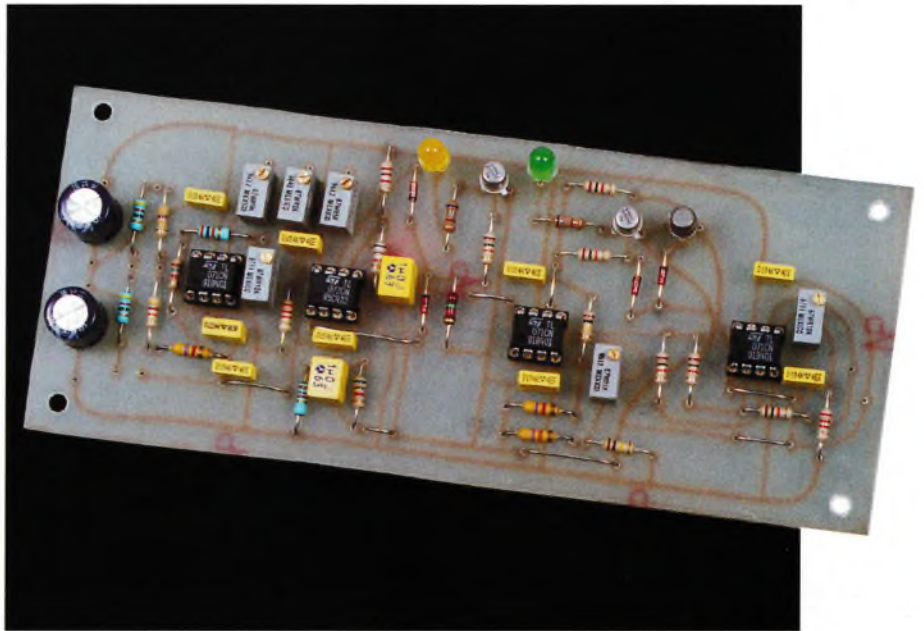
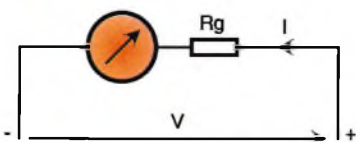
Le schéma électrique d'un galvanomètre à cadre mobile est donné à la **figure 1**. R_g est la résistance ohmique de l'enroulement bobiné sur le cadre mobile, tandis que I est l'intensité du courant nécessaire à la déviation totale de l'aiguille. La loi d'ohm nous indique que : $R = V/I$ et donc $T/V = 1/I$. Cette dernière relation permet de définir la sensibilité du galvanomètre et s'exprime en Ω/V .

Prenons un exemple :

Supposons que le courant nécessaire à la déviation totale du galvanomètre de la figure 1 soit de $50 \mu A$, sa sensibilité est de : $S = 1/50 \times 10^{-6} = 20 \text{ k}\Omega/V$. Ainsi, si nous désirons construire un voltmètre avec ce galvanomètre nous aurons une résistance interne de $20 \text{ k}\Omega$ sur le calibre $1V$, elle sera de $60 \text{ k}\Omega$ sur le calibre $3V$, de $200 \text{ k}\Omega$ sur le calibre $10V$, de $600 \text{ k}\Omega$ sur le calibre $30V$, etc.

Les lecteurs intéressés pourront se reporter à la revue n°192 où un ar-

1 SCHÉMA D'UN GALVANOMÈTRE.



ADAPTATEUR POUR MULTIMÈTRE ANALOGIQUE

Présentation de l'adaptateur

Le présent article est consacré aux calculs des résistances et autres shunts se rapportant à un multimètre analogique à cadre mobile.

Les limites du voltmètre analogique

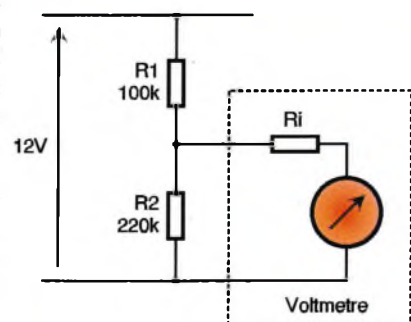
Reportons-nous au schéma de la **figure 2** où un diviseur de tension a été représenté.

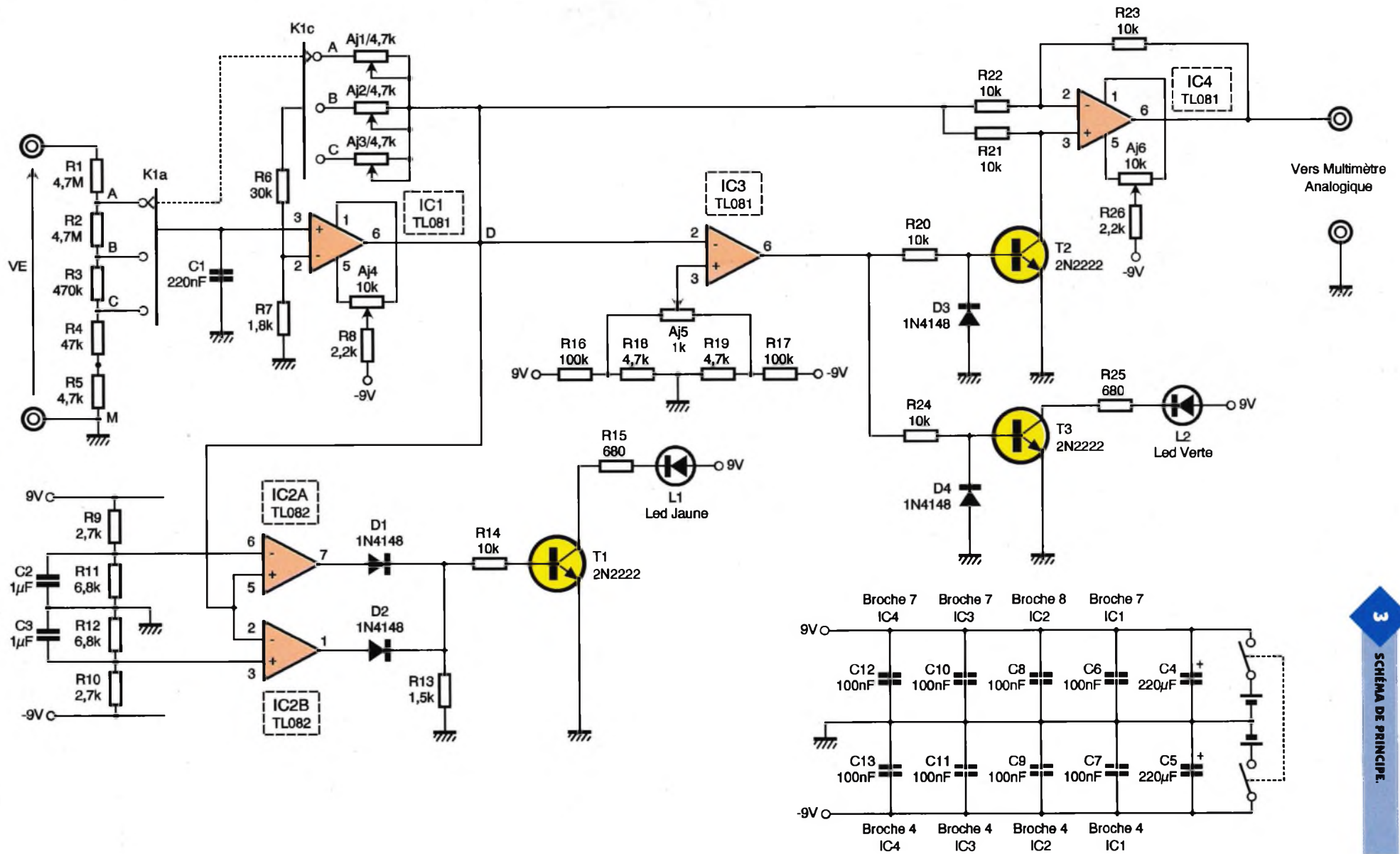
Un rapide calcul nous indique que la tension aux bornes de R_2 est de $8,25V$ à vide. Si nous désirons mesurer la tension aux bornes de cette résistance de $220 \text{ k}\Omega$, nous positionnerons notre voltmètre sur le calibre $10V$, R_2 sera alors shuntée par la résistance interne de notre appareil qui vaut ici $200 \text{ k}\Omega$. Nous lisons alors sur le cadran une tension d'environ $6V$. La mesure est donc fautive. Nous refaisons la mesure en utilisant cette fois un multimètre numérique dont l'impédance d'entrée vaut $10 \text{ M}\Omega$. Sur l'afficheur nous lisons une tension d'environ $8,2V$. La mesure peut être considérée comme correcte. On perçoit l'intérêt de posséder un voltmètre à très haute impédance d'entrée.

L'adaptateur sera disposé entre le montage sur lequel on veut effectuer des mesures de tension et le multimètre analogique. Il présente les caractéristiques suivantes :

- L'impédance d'entrée est de $10 \text{ M}\Omega$ indépendamment du calibre choisi,
- Une meilleure précision de mesure pour les faibles tensions ($< 600 \text{ mV}$),
- Trois calibres sont à la disposition de l'utilisateur permettant ainsi une grande souplesse d'utilisation,
- Une LED sur la face avant indique

2 LE DIVISEUR DE TENSION.





tout dépassement de calibre et évite ainsi les fausses mesures,

- Une fonction valeur absolue évite au manipulateur d'inverser les cordons, une seconde LED indique que le potentiel relevé est inférieur à celui de référence,
- L'appareil ne permet de mesurer que des tensions continues et ce jusqu'à 65V au maximum ce qui est plus que suffisant pour bon nombre d'applications.

Schéma de principe (figure 3)

L'étage d'entrée

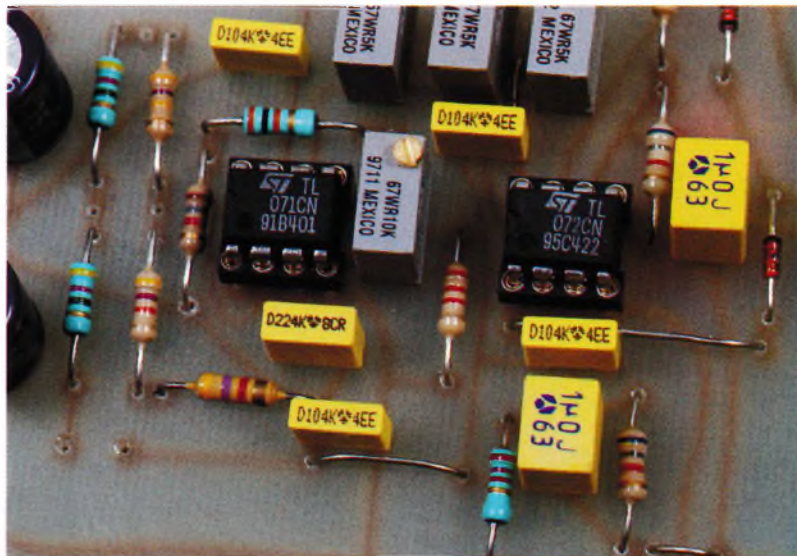
Le pont diviseur de tension R_1 à R_5 et l'amplificateur opérationnel IC_1 constituent le cœur du montage. Plusieurs solutions étaient possibles quant à la réalisation du diviseur d'entrée. Notre première idée était d'utiliser un diviseur de tension intégré et normalisé, mais le coût prohibitif de ce composant nous y fit renoncer. Nous avons ensuite pensé utiliser des résistances de précisions, mais là nous nous sommes heurtés à des problèmes d'approvisionnement. Finalement, nous avons opté pour des résistances de la série E12 pour réaliser notre fameux pont. Le signal traité sera appliqué à l'extrémité supérieure de la résistance R_1 , tandis qu'une fraction de la tension à mesurer sera prélevée par le premier circuit du commutateur K1 et présenté sur l'entrée E+ de IC_1 qui est câblé en amplificateur non inverseur. Trois fractions possibles de la tension d'entrée peuvent être sélectionnées par le commutateur rotatif, si bien qu'entre les points A et M nous aurons : $V_{AM} = 0,526 VE$, entre les points BM et CM nous aurons respectivement : $V_{BM} = 0,0526 VE$, $V_{CM} = 0,00521 VE$.

Si nous faisons en sorte que le gain de IC_1 soit de 19, la tension VDM disponible à la sortie de IC_1 vaudra pour le calibre A : $V_{DM} = 0,0526 VE \times 19$, $V_{DM} \# 10 VE$. L'utilisateur devra diviser par 10 la valeur lue sur l'appareil de mesure.

Pour le calibre B nous avons : $V_{DM} = 0,0526 VE \times 19$, $V_{DM} \# VE$

Pour le calibre C nous obtenons : $V_{DM} = 0,00521 VE \times 19$, $V_{DM} \# 0,1 VE$. Pour le calibre C l'utilisateur devra multiplier par 10 la valeur lue sur le contrôleur.

Nous avons vu plus haut que le pont d'entrée était composé de résistances dont la tolérance était de 5 %, cela entraîne des erreurs plus ou moins importantes. Afin de pal-



lier cet inconvénient, le second circuit du commutateur K1 sélectionne une des trois résistances ajustables présente dans la boucle de contre-réaction de IC_1 , chaque calibre possède alors son propre gain et les dispersions des résistances d'entrées sont ainsi compensées. Un point essentiel à respecter est de ne pas sortir du domaine de linéarité de IC_1 , notre montage possédant une alimentation de $\pm 9V$, la tension de sortie VDM ne devra jamais être supérieure en valeur absolue à 6,5V. Au-delà de cette valeur des mesures erronées sont possibles. On s'aperçoit alors que la tension maximale VE que l'on pourra mesurer sur le calibre A vaut $\pm 650 mV$, sur le calibre B elle vaut $\pm 6,5V$, tandis que sur le calibre C elle vaudra $\pm 65V$, tension maximale que l'on pourra mesurer avec notre adaptateur. Les résistances R_2 à R_5 associées à C_1 constituent un filtre passe-bas ayant pour rôle de drainer vers la masse toute composante variable qui serait présente aux entrées de IC_1 .

Dépassement de calibre

Les AOP IC_{2A} et IC_{2B} constituent un comparateur à fenêtre. L'entrée E+ de IC_{2A} ainsi que l'entrée E- de IC_{2B} sont reliées à la sortie de IC_1 . L'entrée E- de IC_{2A} est soumise à un potentiel de 6,5V grâce au pont diviseur constitué des résistances R_9 et R_{11} , de la même manière l'entrée E+ de IC_{2B} est fixée à un potentiel de -6,5V. Le fonctionnement est le suivant : Si VDM est supérieure à 6,5V, la sortie de IC_{2A} est à l'état haut, tandis que la sortie de IC_{2B} est à l'état bas. Si maintenant VDM est inférieure à -6,5V, c'est la sortie IC_{2B} qui passe à l'état haut tandis que la sortie de IC_{2A} reste à l'état bas. Dans tous les autres cas les deux sorties sont à l'état bas. Les diodes D_1 et D_2 associées à la ré-

UTILISATION D'AJUSTABLES MULTITOURS.

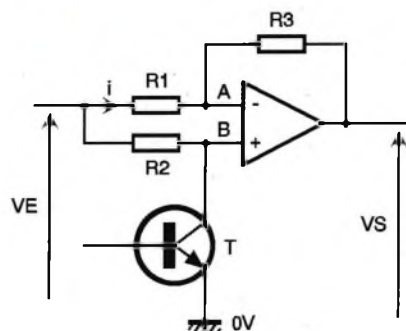
sistance R_{13} constituent un OU logique câblé. Ainsi, si l'une ou l'autre des deux sorties de IC_2 est à l'état haut, le transistor T_1 devient passant et la LED L_1 s'allume indiquant à l'utilisateur de passer au calibre supérieur. Les condensateurs C_2 et C_3 stabilisent les ddp présentes aux bornes des résistances R_{11} et R_{12} .

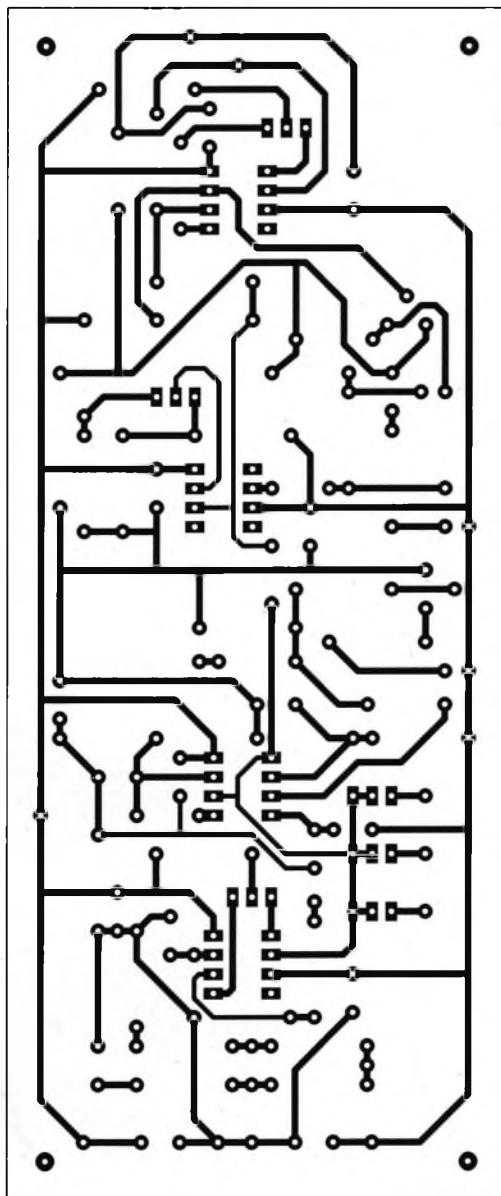
Le détecteur de valeur absolue

Les AOP IC_3 et IC_4 associés aux transistors T_2 et T_3 constituent notre détecteur de valeur absolue. Le schéma utilisé est reproduit à la figure 4. Lorsque VE est positif, nous faisons en sorte que le transistor T soit bloqué, nous sommes en régime linéaire. Nous avons donc $V_A = V_B = VE$. Le courant i traversant R_1 et R_3 est nul, on obtient alors $VE = VS$. Lorsque VE est négatif, le transistor T est passant, le point B est donc soumis au potentiel de référence.

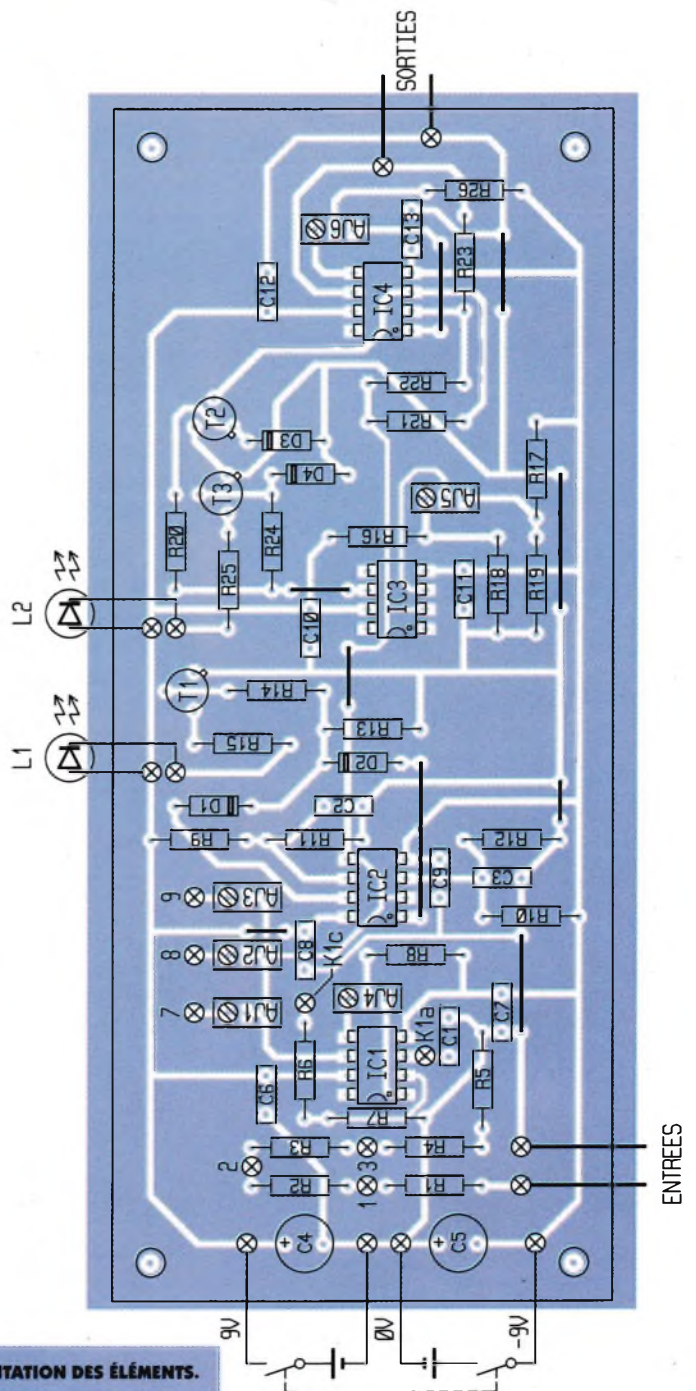
L'AOP fonctionne en amplificateur inverseur $VS = -VE R_3/R_1$, si $R_1 = R_3$ on obtient $VS = -VE$. Nous avons réalisé un amplificateur de gain +1-1. D'une manière générale on a $VS = |VE|$.

4 DÉTECTEUR DE VALEUR ABSOLUE.





5 TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ.



6 IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS.

Sur la **figure 3** on s'aperçoit que le transistor T_2 est commandé par l'AOP IC₃ qui est câblé en détecteur de zéro inverseur. Si l'entrée E- est positive, la sortie est à l'état bas, tandis qu'elle passe à l'état haut si E- est négative. L'entrée E+ est reliée à un réseau résistif, son potentiel pouvant varier de + 400 mV à -400 mV environ. Nous y reviendrons lors de la mise au point. Lorsque la sortie de IC₃ est haute, le transistor T_3 est passant provoquant l'allumage de la LED L_2 signalant de cette façon à l'utilisateur que la tension mesurée est négative. Les diodes D_3 et D_4 sont destinées à protéger les transistors T_2 et T_3 . Les condensateurs C_6 à C_{13} constituent de classiques condensateurs de découplage. La maquette est alimentée par deux piles de 9V de type 6F22.

Les condensateurs C_4 et C_5 permettent de minimiser leur résistance interne.

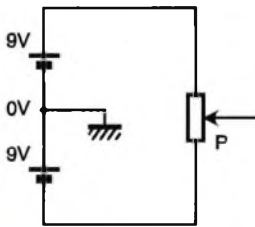
Réalisation pratique (figures 5 et 6)

La réalisation du circuit imprimé ne pose aucune difficulté particulière. Les moyens habituels de reproduction peuvent être utilisés : éléments de transferts directs ou méthode photographique. Après la gravure dans un bain de perchlorure de fer, le circuit sera rincé puis on vérifiera soigneusement la continuité des pistes. On procédera alors au perçage de la plaquette à l'aide de forets de 0,8 et 1 mm, et ensuite à l'implantation des composants. On

commencera par les straps, les diodes, les résistances, les supports de circuits intégrés, puis on finira par les condensateurs, les transistors et les résistances ajustables multitours. Il conviendra de faire attention à l'orientation des composants polarisés. L'étape suivante consistera au câblage de la face avant du coffret sur laquelle se situe les deux LED, le commutateur, l'interrupteur bipolaire ainsi que les douilles d'entrées et de sorties. Les deux piles sont disposées dans le fond du coffret sous le circuit imprimé.

La mise au point

On reliera ensemble les deux bornes d'entrées par un fil très court puis,



7

ÉTALONNAGE DE L'APPAREIL.

après une ultime vérification, on procédera à la mise sous tension du montage. On attendra une dizaine de minutes, temps nécessaire à la stabilisation en température des composants. L'étape suivante consiste en l'opération de tarage de l'adaptateur. Pour ce faire, on reliera un voltmètre entre la masse et la sortie de IC₁ et on agira avec un petit tournevis sur le curseur de l'ajustable multitours AJ₄ afin d'obtenir une tension nulle sur le cadran du voltmètre. Cette opération est destinée à annuler la tension de décalage d'entrée de l'AOP. On suivra la même procédure pour IC₄ associé à l'ajustable AJ₆. Une fois ces deux réglages effectués, on agira dans un sens ou dans l'autre, sur l'ajustable AJ₅ de manière à provoquer franchement l'allumage de L₂ puis on reviendra doucement en arrière jusqu'à la juste extinction de la LED.

Pour effectuer l'étalonnage, on utilisera une alimentation symétrique et

un potentiomètre de 2,2 à 10 k Ω conformément à la **figure 7**, deux piles de 9V en série font parfaitement l'affaire. Le 0V de l'alimentation sera relié à l'entrée de l'adaptateur qui est connectée au point M, tandis que le curseur du potentiomètre P sera branché sur la seconde entrée. Dans un premier temps, on sélectionne le calibre B puis on règle le potentiomètre P de manière à obtenir une tension de 5V. On branche le voltmètre à la sortie de l'adaptateur et on agit sur l'ajustable AJ₂ de façon à lire 5V sur le cadran de l'appareil. On passe ensuite sur le calibre C, on règle la tension d'entrée à 9V et on agit sur l'ajustable AJ₃ de manière à obtenir 0,9V en sortie. On finira en sélectionnant le calibre A et en réglant la tension d'entrée à 400 mV, on ajuste AJ₁ afin d'obtenir 4V en sortie. En diminuant la tension d'entrée VE, la LED L₂ doit s'allumer à 0V. A VE # -650mV L₁ s'allume également, on passe alors au calibre B. Elle s'allumera de nouveau lorsque VE # -6,5V, nous indiquant à nouveau de passer au calibre supérieur. Le même résultat est obtenu pour des tensions positives (L₂ est éteinte bien entendu).

Nous ne doutons pas que ce petit appareil donnera une seconde jeunesse à votre voltmètre à cadre mobile.

T. PIOUS

Nomenclature

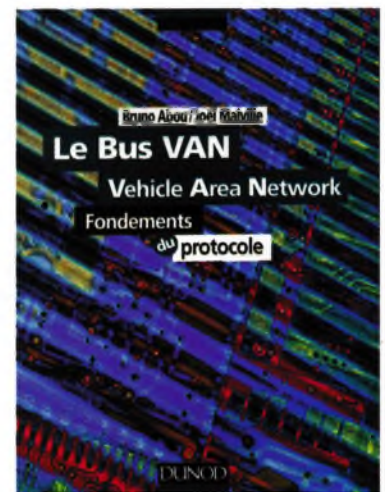
R₁, R₂ : 4,7 M Ω
(jaune, violet, vert)
R₃ : 470 k Ω
(jaune, violet, jaune)
R₄ : 47 k Ω
(jaune, violet, orange)
R₅, R₁₈, R₁₉ : 4,7 k Ω
(jaune, violet, rouge)
R₆ : 30 k Ω
(orange, noir, orange)
R₇ : 1,8 k Ω
(marron, gris, rouge)
R₈, R₂₆ : 2,2 k Ω
(rouge, rouge, rouge)
R₉, R₁₀ : 2,7 k Ω
(rouge, violet, rouge)
R₁₁, R₁₂ : 6,8 k Ω
(bleu, gris, rouge)
R₁₃ : 1,5 k Ω
(marron, vert, rouge)
R₁₄, R₂₀ à R₂₄ : 10 k Ω
(marron, noir, orange)
R₁₅, R₂₅ : 680 Ω
(bleu, gris, marron)
R₁₆, R₁₇ : 100 k Ω
(marron, noir, jaune)

AJ1 à AJ3 : 4,7 k Ω multitours
AJ4, AJ6 : 10 k Ω multitours
AJ5 : 1 k Ω multitours
C1 : 220 nF milfeuilles
C2, C3 : 1 μ F milfeuilles
C4, C5 : 220 μ F chimique
C6 à C13 : 100 nF milfeuilles
D1 à D4 : 1N4148
T1, T3 : 2N2222
T2 : BC107C ou BC109C
IC1, IC3, IC4 : TLO71
IC2 : TLO72
L1 : LED jaune \varnothing 5
L2 : LED verte \varnothing 5
2 supports de LED \varnothing 5
1 commutateur 2 circuits 6 positions
4 supports pour CI 8 broches
1 inverseur bipolaire
2 douilles rouges pour châssis \varnothing 4
2 douilles noires pour châssis \varnothing 4
2 coupleurs de pile à pression
Fil de câblage

LE BUS VAN (VEHICLE AREA NETWORK)

Fondements du protocole

Le Bus VAN (Véhicule Area Network) est un protocole de communication moderne particulièrement bien approprié aux applications à fortes contraintes économiques. Récemment devenu une norme ISO, ce Bus équipe toutes les voitures françaises.



Cet ouvrage vous expose en détails les principes du protocole, il présente également les différentes architectures possibles fondées sur un réseau VAN, et décrit ses applications de base.

Les composants, les outils et quelques exemples d'applications sont également traités dans ce livre. Un index et un glossaire viennent compléter cette étude.

Cet ouvrage s'adresse d'une part aux professionnels qui pourront faire une lecture sélective en fonction de leurs besoins, et d'autre part aux étudiants qui y trouveront un exposé, progressif en difficulté et agréablement de nombreux approfondissements, apportant une solide culture du domaine des réseaux locaux.

B. ABOU/J. MALVILLE - Editions DUNOD
160 Pages - 148 Frs



RADIO

CODEUR STÉRÉOPHONIQUE SIMPLE POUR ÉMETTEUR FM

Il peut être intéressant de réaliser un codeur stéréophonique, à titre expérimental, par exemple pour retransmettre dans une autre pièce du domicile, à l'aide d'un petit émetteur FM, le son d'un programme issu d'un téléviseur nicam, ou d'un magnétoscope stéréophonique.



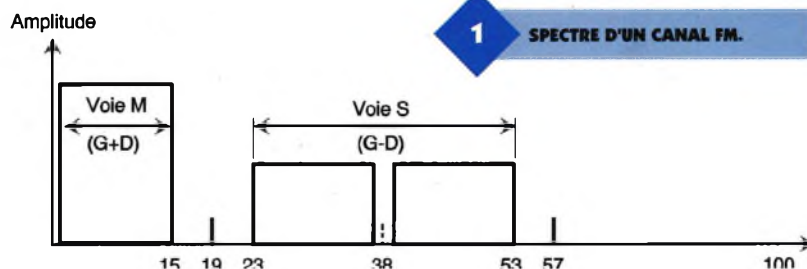
Principe de la transmission en stéréophonie

Le but est de transmettre sur une même fréquence porteuse deux signaux audio (canal gauche et canal droit, ou G et D), avec un taux de diaphonie le plus faible possible (séparation maximum entre ces canaux), tout en assurant la compatibilité monophonique. Ce résultat est obtenu en transmettant la somme des signaux G + D (voie monophonique) ainsi que leur différence G-D (voie stéréophonique). Il en découle que l'amplitude du signal de la voie monophonique est maximum lorsque les signaux appliqués sur les voies G et D sont exactement identiques en amplitude et en phase. Le signal de la voie stéréophonique est alors théoriquement nul. Inversement, l'amplitude du signal de la voie stéréophonique atteint son maximum lorsque les signaux G et D sont d'égale amplitude, mais de phase opposée. Le signal de la voie monophonique est alors nul. A la réception, le décodeur stéréo recrée les canaux gauche et droit en effectuant les relations $G = 1/2 ((G + D) + (G - D))$ et $D = 1/2 ((G + D) - (G - D))$. Le signal de la voie stéréophonique est transmis par modulation d'ampli-

tude d'une porteuse à 38 kHz. Cette porteuse est supprimée, de façon qu'elle n'interfère pas avec le signal utile. Un signal à 19 kHz, dit fréquence pilote, et synchrone avec la porteuse à 38 kHz, permet au récepteur de recréer cette porteuse, afin d'en extraire le signal contenu dans ses bandes latérales. Un canal de transmission FM stéréo se compose donc d'une bande de fréquence de 30 Hz à 15 kHz correspondant à la voie mono, de la fréquence du pilote à 19 kHz, et des bandes latérales du 38 kHz, s'étendant de 23 à 53 kHz et correspondant à la voie stéréo. En l'occurrence, les voies gauche et droite sont multiplexées à la fréquence de 38 kHz, chacune des voies étant transmise successivement pendant une durée de 13 μs environ. Le haut du canal peut servir à diverses transmissions de données, comme le RDS (Radio Data System). La **figure 1** illustre le spectre d'un tel canal FM.

Le schéma électrique

S'il existe maintenant des circuits intégrés réalisant la fonction de codage stéréo (utilisés par exemple dans certains casques stéréo HF sans fils), ceux-ci, ainsi que certains composants qu'ils mettent en œuvre, sont très peu distribués dans l'hexagone. La réalisation que nous vous proposons utilise des composants conventionnels, dans un montage offrant quelques garanties quant à l'encombrement spectral, et possédant les réglages de niveaux permettant de s'adapter à la plupart des situations. Le synoptique de la **figure 2** résume le fonctionnement de ce codeur stéréo, et la **figure 3** en représente le schéma électrique. La génération du 38 kHz et du 19 kHz est obtenue à partir d'un oscillateur à 456 kHz. En effet, plutôt que d'utiliser un quartz de fréquence "exo-





VUE DE LA CARTE PRINCIPALE.

tique", nous avons recours ici à un résonateur céramique à 455 kHz. De faible coût, ce composant est taillé par le fabricant pour fonctionner à sa fréquence caractéristique de 455 kHz, lorsqu'il est chargé par une capacité de l'ordre de 40 pF, mais accepte volontiers d'osciller à 456 kHz grâce à une capacité série, constituée, en l'occurrence, par C_3 en parallèle avec CV_1 , dans le montage constitué par le trigger IC_{1a} . Le signal en sortie 3 de celle-ci est tamponné par IC_{1b} , permettant en outre la commutation en mode mono, avant d'être appliqué sur l'entrée clock de IC_2 . Il s'agit d'un 4018, câblé ici en diviseur par 6. Le signal à 76 kHz disponible sur sa sortie est dirigé ensuite sur l'entrée clock de la bascule D de IC_{3a} , en sortie de laquelle nous disposons du 38 kHz, mis en forme par IC_{1c} et IC_{1d} , pour être acheminé sur la commande du

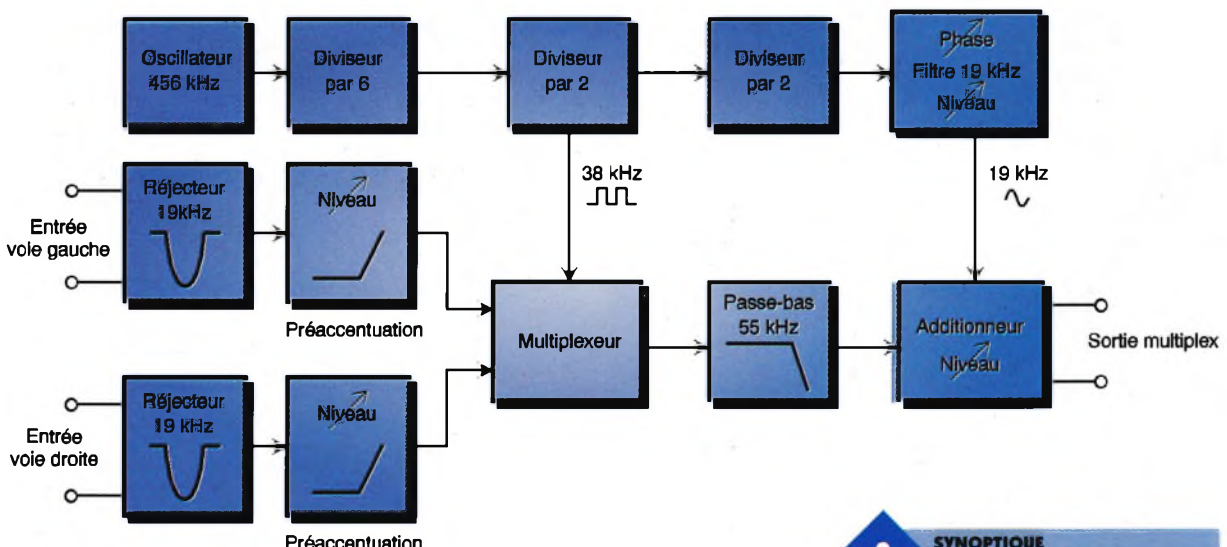
multiplexeur IC_9 . Il s'agit en l'occurrence d'un classique 4053, dont un tiers se consacre au multiplexage des voies G et D, lesquelles parviennent à ses entrées en broches 12 et 13. L'entrée VEE est connectée au -8V, de façon à exploiter le maximum de dynamique possible. En mode monophonique, la porte IC_{1c} force la commutation sur le canal droit. La deuxième bascule D contenue dans IC_3 se charge de diviser par 2 le signal à 38 kHz. Le signal rectangulaire à 19 kHz qui en résulte subit une intégration par le réseau $R_3/R_4/P_1/C_5$ avant d'être appliqué sur l'entrée de l'ampli opérationnel, monté en boucle ouverte, constitué par IC_{4a} . Le signal disponible en sortie de celui-ci, réglable en phase par P_1 , est appliqué sur l'entrée du filtre passe-bas IC_{4b} . Le circuit oscillant formé par $L_1/C_8/C_9$ sélectionne la fréquence fondamentale de 19 kHz,

tandis que la capacité C_{10} en affaiblit les harmoniques. On dispose finalement, sur la sortie 7 de IC_{4b} , d'un signal sinusoïdal à 19 kHz, dont l'amplitude est ajustable par le potentiomètre P_2 .

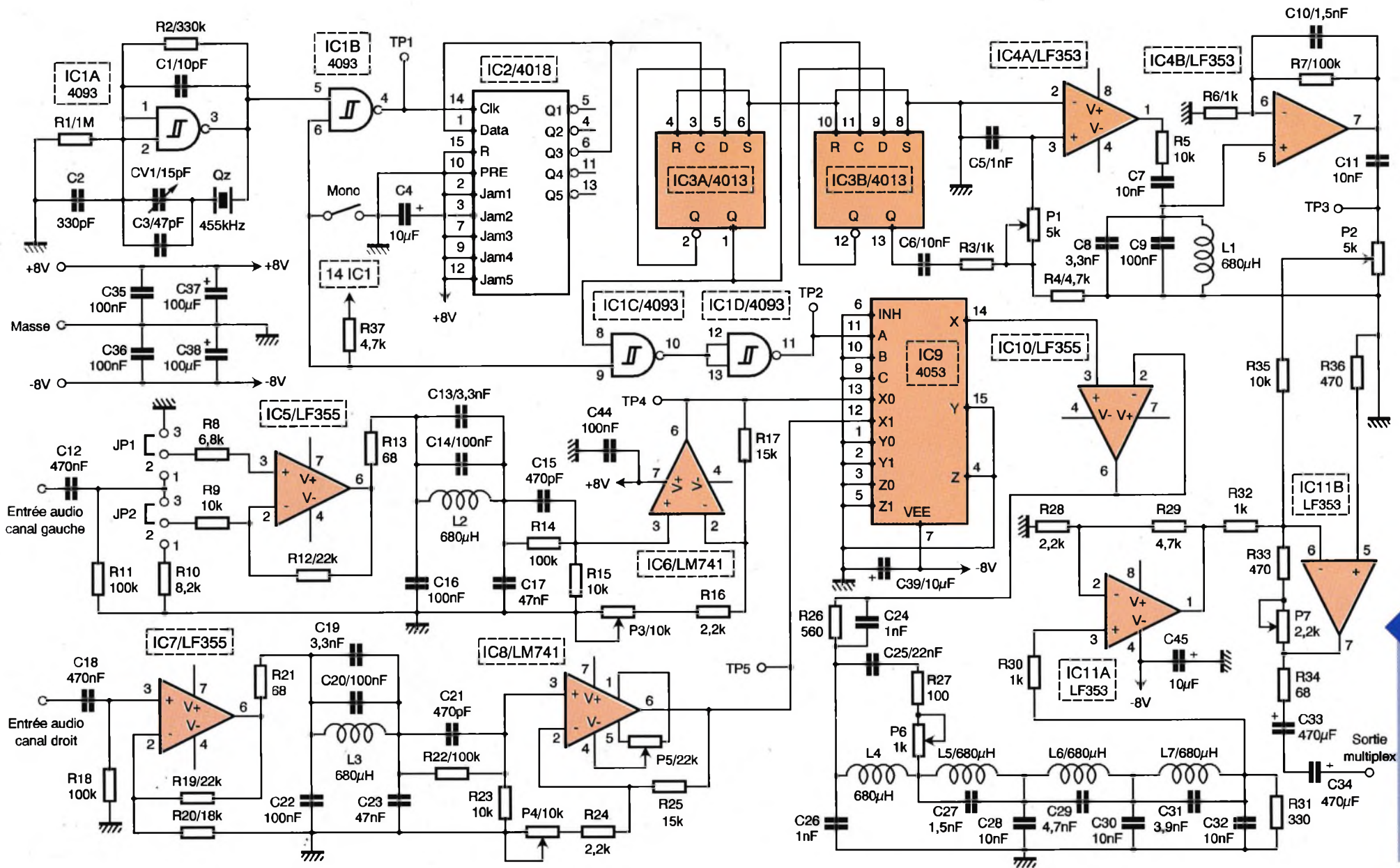
Les circuits d'entrée des canaux gauche et droit sont identiques, à deux différences près : Le canal gauche comporte en entrée un jeu de deux cavaliers qui permettent d'inverser la polarité du signal, ceci à des fins de réglage, comme nous le verrons plus loin. Les valeurs des résistances afférentes à l'étage IC_5 sont telles que le gain de tension est identique si l'amplificateur fonctionne en mode inverseur. Le canal droit possède un réglage d'offset, opéré par P_5 , sur IC_8 , afin d'annuler la tension résiduelle à 38 kHz, en sortie de IC_9 .

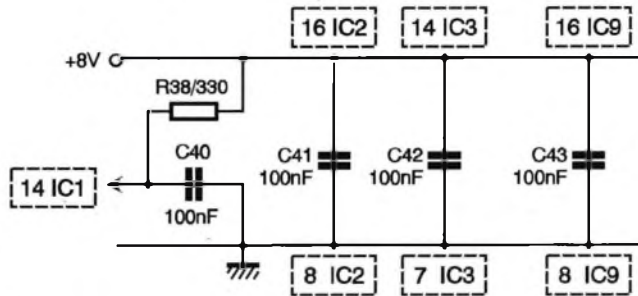
En sortie du premier étage IC_5 (ou IC_7 sur la voie droite) se trouve un circuit réjecteur accordé sur 19 kHz, constitué par L_2 (ou L_3), et ses capacités associées. Ce réjecteur a pour but d'affaiblir les signaux à 19 kHz, ou proches de cette fréquence, éventuellement présents à l'entrée. En effet, en raison de la préaccentuation qui suit, ces signaux pourraient atteindre une amplitude préjudiciable à la sous-porteuse pilote.

On trouve ensuite la cellule de préaccentuation à 50 μs , formée par C_{15} (ou C_{21}), et R_{14}/R_{15} (ou R_{22}/R_{23}). Rappelons que la préaccentuation a pour but d'augmenter l'amplitude des signaux de fréquence élevée, afin de maintenir le rapport signal sur bruit. En effet, l'amplitude du signal est par nature d'autant plus faible que sa fréquence est élevée. La préaccentuation s'exprime en général



2 SYNOPTIQUE DE FONCTIONNEMENT.



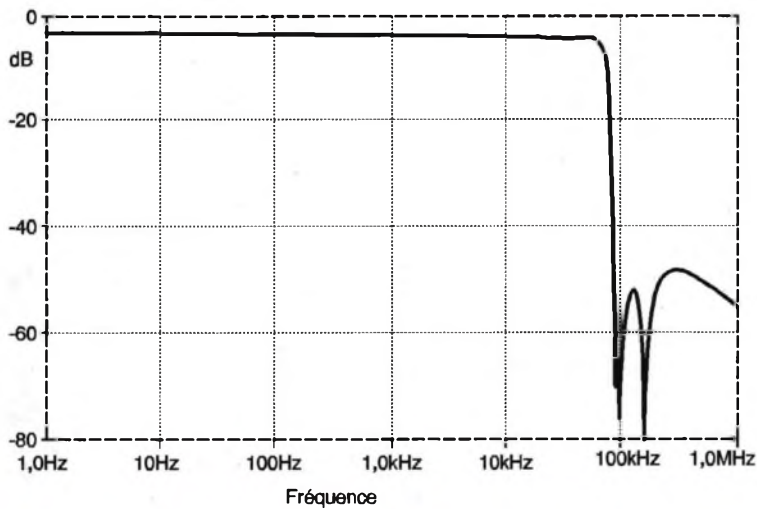


par la constante de temps de la cellule qui l'établit. Sa valeur standard est de 50 μ s en Europe, tandis qu'elle est fixée à 75 μ s aux USA. A la réception, une cellule de désaccentuation effectue l'opération inverse afin de rétablir l'amplitude originale du signal.

Il faut noter au passage que l'émetteur sur lequel sera raccordé ce codeur stéréo, ne devra pas comporter lui-même de circuit de préaccentuation. S'il en comporte un, celui-ci

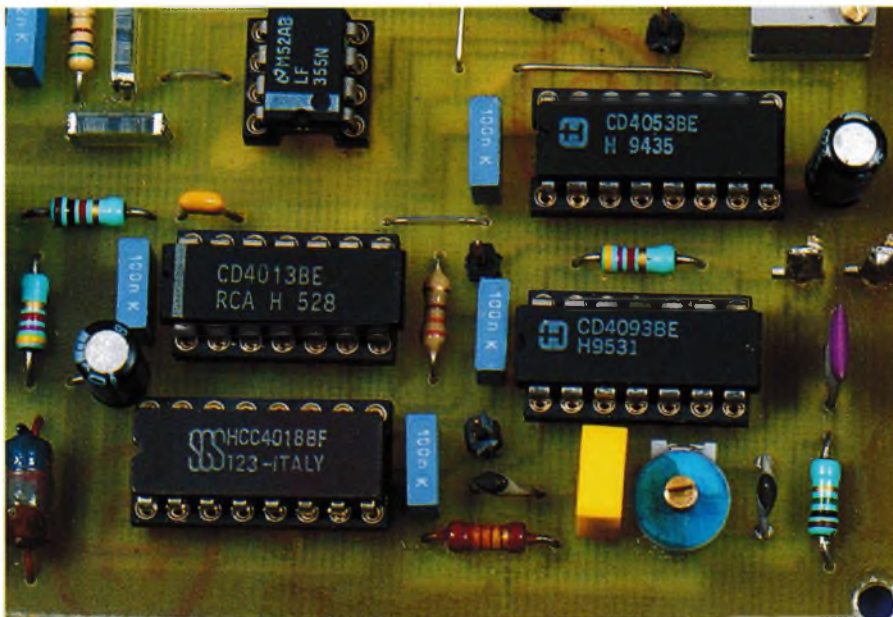
devra impérativement être désactivé. Bien entendu, cet émetteur devra par ailleurs être en mesure de "passer" la bande nécessaire au signal multiplex.

Le signal multiplex en sortie 14 de IC₉ est tamponné par IC₁₀ avant d'être appliqué au filtre passe-bas, à basse impédance, qui fait suite. Ce filtre est destiné à éliminer les harmoniques dues au multiplexage à 38 kHz, et sa réponse amplitude-fréquence théorique est reproduite sur la **figure 4**.



4

RÉPONSE DU FILTRE PASSE-BAS.

EN JAUNE LE RÉSONATEUR
455KHz.

Un filtre actif, de mêmes caractéristiques, à base d'amplis opérationnels, aurait nécessité un plus grand nombre de composants de précision. Le potentiomètre P₆ permet de régler finement le haut de la bande du filtre. Il importe en effet que cette bande soit la plus "plate" possible afin de ne pas introduire de diaphonie entre les voies G et D. L'amplificateur qui suit en compense la perte d'insertion, et applique le signal sur l'étage additionneur. En sortie de celui-ci, dont le gain est réglable à l'aide de P₇, on dispose bien du signal multiplex comprenant le 19 kHz du pilote.

A l'exception des entrées et de la sortie, toutes les liaisons entre étages sont directes. Cela est rendu possible par l'utilisation d'une alimentation symétrique.

L'alimentation

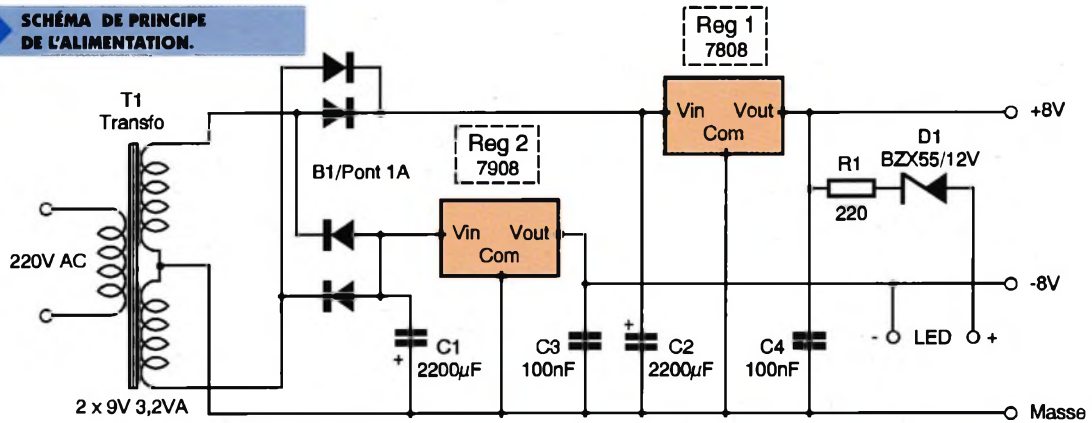
L'alimentation est réalisée sur un circuit séparé, et n'appelle pas de commentaire particulier. La faible consommation du montage permet de se contenter d'un transformateur de 3 VA, de 2 fois 9V. Les régulateurs utilisés sont d'ailleurs dépourvus de dissipateurs. La zéner D₁ n'autorise l'allumage de la LED que si les deux sources d'alimentation sont présentes. Le schéma électrique de l'alimentation est visible en **figure 5**.

Réalisation

Il n'y a pas de difficulté à signaler quant à la réalisation des deux circuits. On commencera de préférence par se procurer les composants. En cas de différences physiques (nombre de pas), il sera encore possible de modifier le tracé du circuit imprimé. Il est par contre impératif de respecter au plus près les valeurs des composants, en particulier ceux qui concernent le filtre passe-bas. Si l'on a le bonheur de disposer de lots de composants, et d'un multimètre équipé des fonctions selfmètre et capacimètre, on pourra sélectionner avantageusement les valeurs les plus proches.

Comme à l'habitude, il est recommandé de souder d'abord les straps. Les dessins des circuits imprimés sont représentés respectivement sur les **figures 6 et 7**, tandis que l'implantation des composants est visible sur les **figures 8 et 9**. Les

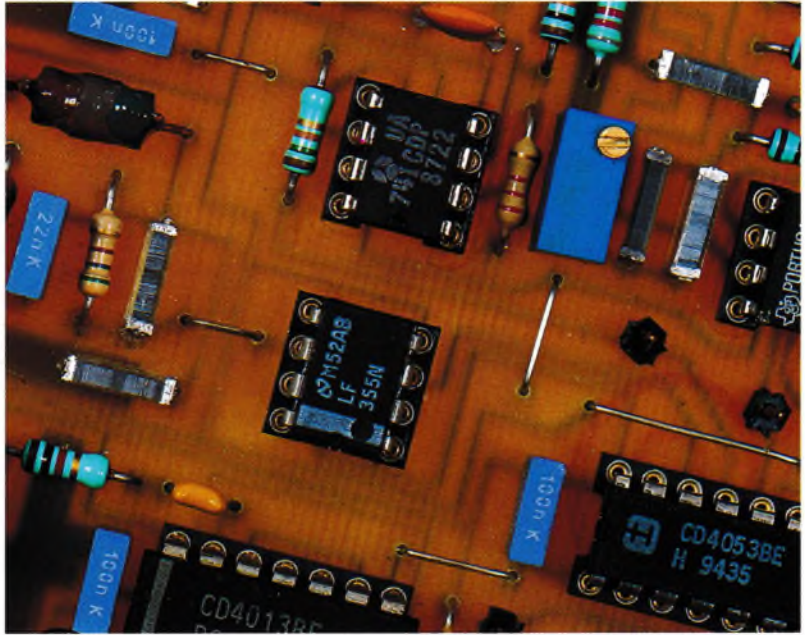
5

SCHEMA DE PRINCIPE DE L'ALIMENTATION.


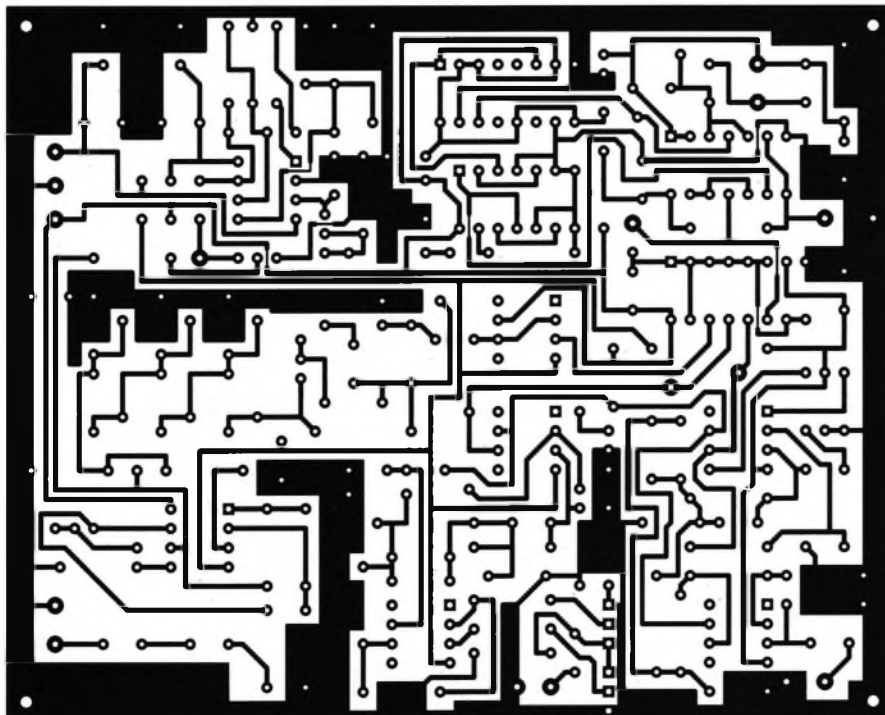
potentiomètres seront positionnés conformément au plan d'implantation. Une fois câblées, les cartes seront montées dans un boîtier de préférence métallique, en ayant soin de disposer la carte codeur de façon que ses entrées G et D soient le plus possible éloignées du transformateur d'alimentation. Les liaisons entre les entrées et la sortie multiplex de la carte avec les connecteurs du boîtier seront réalisées de préférence par du câble blindé.

Mise en service et réglages

Après les contrôles habituels, mettre sous tension et vérifier les tensions d'alimentation. Pour mener à bien le réglage de ce montage, il faut dispo-



6

TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ.


À GAUCHE DU 741, ON DISTINGUE L4 680µH.

ser au moins d'un fréquencemètre, d'un oscilloscope, et d'un générateur audio (sinus). Dans la procédure de réglage qui suit, nous supposons que le niveau nominal à 1 kHz des sources audio G et D, ainsi que le niveau de sortie multiplex (ou d'entrée de l'émetteur) sont de 0 dBm, soit 775mVeff/600Ω.

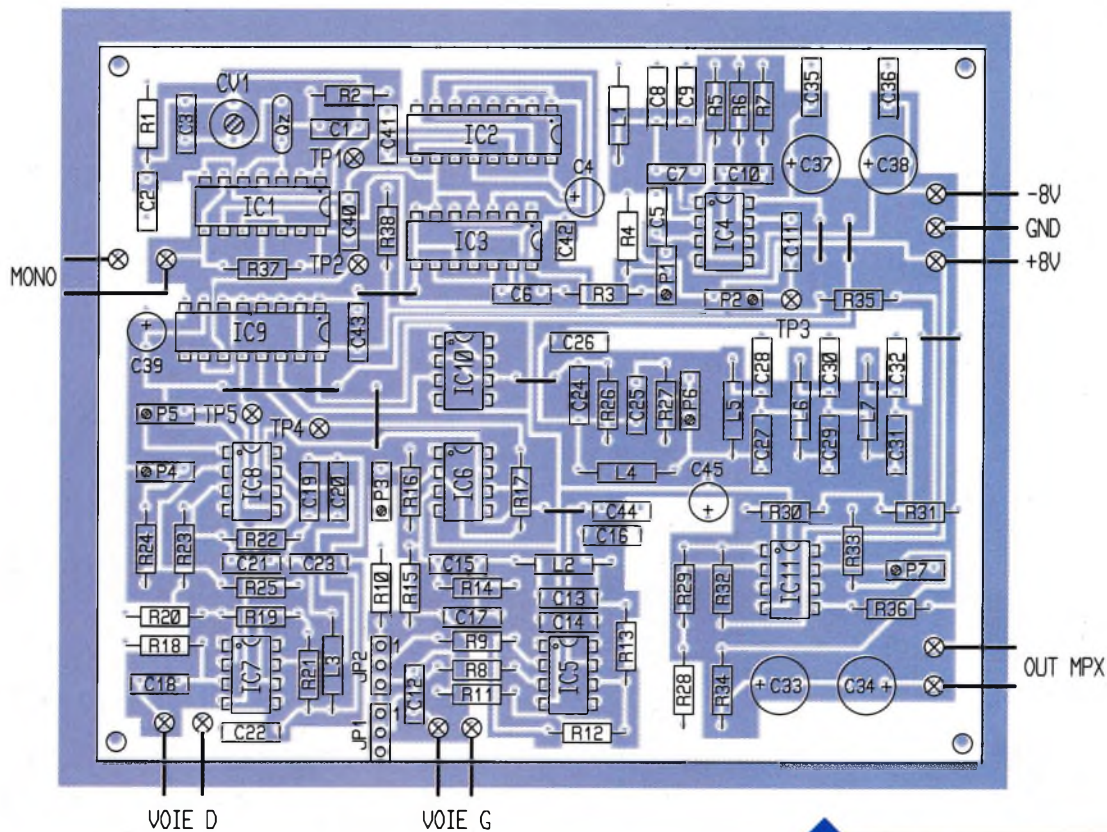
- Connecter l'entrée du fréquencemètre sur TP₁.

- Mettre l'inverseur en position stéréo, et régler CV₁ pour obtenir exactement 456 kHz sur le fréquencemètre.

- Connecter le fréquencemètre sur TP₂, et vérifier que l'on mesure bien 38 kHz.

- Vérifier à l'oscilloscope (entrée en DC) sur TP₂, que le signal rectangulaire, a une amplitude d'environ 8V et que les fronts sont bien raides.

- Connecter la sonde de l'oscilloscope en TP₃. On doit observer un signal parfaitement sinusoïdal, dont l'am-



8

IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS.

plitude, peu critique, doit se situer autour de 8V C/C. Vérifier au fréquencesmètre que la fréquence est bien de 19 kHz.

- Retirer IC₄ de son support. Placer les cavaliers JP₁ et JP₂ en position "normal", c'est-à-dire en 1 et 2. Connecter le générateur audio simultanément sur les voies G et D (strapper les entrées en parallèle).

- Connecter la sonde de l'oscilloscope en TP₄ (voie gauche) et vérifier que la composante continue n'excède pas quelques mV. Régler le générateur à 1 kHz et 0 dBm, soit 2,2V C/C (vérifier ce niveau à l'oscilloscope) et régler P₃ pour obtenir 2,2V C/C.

- Réduire le niveau du générateur de 10 dB (soit 730mV C/C) et en régler la fréquence à 10 kHz. Vérifier que l'on retrouve environ 2,2V C/C, par

l'effet de la préaccentuation. Augmenter progressivement la fréquence du générateur. Le niveau en TP₄ doit continuer à monter jusqu'à environ 15 kHz, puis redescendre progressivement pour atteindre un minimum à 19 kHz, par l'effet de la réjection. Ce minimum doit être au moins cinq fois inférieur au niveau mesuré à 15 kHz (-14dB).

- Effectuer le même réglage sur la voie droite en reprenant les points 7 et 8 et en remplaçant TP₄ par TP₅ et P₃ par P₄.

- Déconnecter le générateur et mettre les entrées G et D en court-circuit.

- Brancher la sonde de l'oscilloscope sur la sortie multiplex du codeur. Régler P₅ pour obtenir un minimum de résidu à 38 kHz (pousser la sensibilité verticale de l'oscilloscope

pour une observation plus facile).

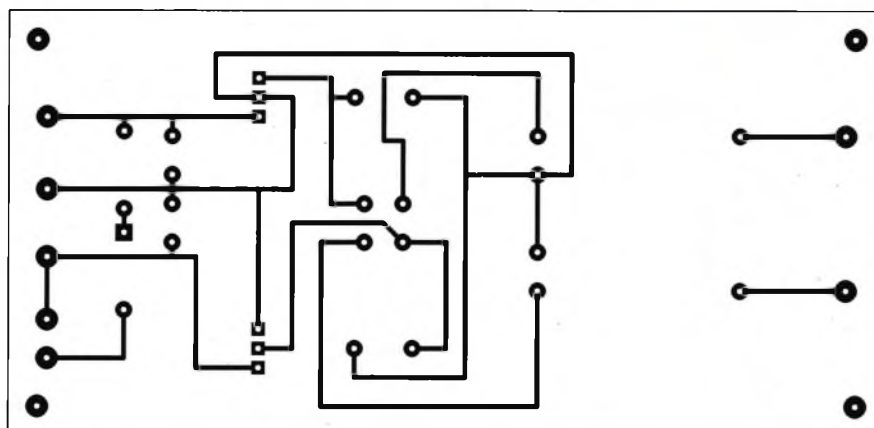
- Enlever le court-circuit sur les entrées, et rebrancher le générateur, à 1 kHz et 0 dBm. Si les réglages précédents ont été effectués correctement, on doit observer en sortie multiplex une trace parfaitement fine. Si tel n'est pas le cas, on peut reprendre légèrement le réglage de P₃ ou P₄ (mais pas les deux !), de manière que les deux traces G et D soient confondues.

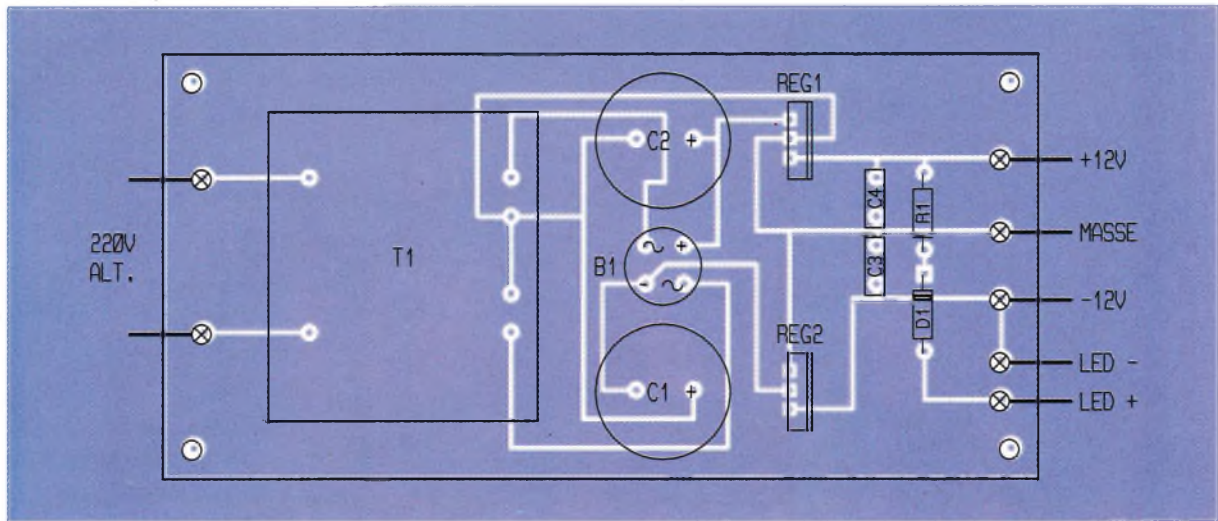
- Régler P₇ pour obtenir l'amplitude de 2,2V C/C en sortie multiplex.

- Déconnecter du générateur l'une des entrées G ou D, et court-circuiter celle-ci.

7

TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ.





9 IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS.

- Synchroniser l'oscilloscope par son entrée de synchronisation externe, en connectant celle-ci sur le générateur, ou, si l'on possède une deuxième sonde, sur TP₃ ou TP₄ selon l'entrée restée branchée sur le générateur.

- Régler le générateur autour de 5 kHz, de façon à visualiser une image stable de l'enveloppe du signal en sortie multiplex.

- Régler P₆ de manière à obtenir la base du signal la plus plate et horizontale possible, comme indiqué sur la **figure 10**. Le rapport entre la crête du signal et celle de l'ondulation résiduelle à la base du signal exprime le taux de diaphonie entre les voies G et D.

- Déconnecter le générateur, et mettre les entrées en court-circuit. Replacer IC₄ sur son support. Laisser la sonde de l'oscilloscope branchée sur la sortie multiplex et repasser l'oscilloscope en synchro interne.

- Régler P₂ pour obtenir un signal sinusoïdal à 19 kHz d'environ 200mV C/C. En effet, il doit exister un rap-

port de 10 entre l'excursion due au signal modulant total et celle due au pilote seul.

- Placer les cavaliers JP₁ et JP₂ en position "réglage", c'est-à-dire en 2 et 3. Ceci permet d'obtenir deux signaux G et D en opposition de phase sans avoir recours à un générateur disposant de deux sorties indépendantes, rare chez l'amateur.

- Reconnecter le générateur sur les deux entrées G et D, synchroniser à nouveau l'oscilloscope en externe et régler le générateur autour de 1 kHz afin de visualiser les pointes du signal de façon stable.

- Régler la phase du pilote avec P₁ de façon à aligner au mieux les pointes du signal comme indiqué sur la **figure 11** (en poussant éventuellement la sensibilité verticale de l'oscilloscope pour une observation plus facile).

- Replacer les cavaliers en position "normale". Le codeur est réglé.

Essais

Connecter la sortie multiplex du codeur sur l'entrée de l'émetteur. Mettre sous tension codeur et émetteur, et allumer un récepteur FM (stéréo !) accordé sur la fréquence de l'émetteur. En toute rigueur, il

conviendrait maintenant de régler le niveau d'entrée de l'émetteur pour obtenir une excursion de 7,5 kHz sans signal sur les entrées du codeur (pilote seul). Il faudrait, pour ce faire, disposer d'un

démodulateur-excursionmètre ou au moins d'un analyseur de spectre, ce qui n'est pas le lot de tout un chacun ! En pratique, et dans l'enceinte du domicile avec

un émetteur de faible puissance, on peut procéder de la façon suivante :

- Sans signal sur les entrées, augmenter progressivement le niveau d'entrée de l'émetteur, ou à défaut, le niveau de sortie du codeur par P₇ jusqu'à obtenir l'allumage du voyant stéréo sur le récepteur. Continuer à augmenter un peu le niveau au-delà de manière à avoir une petite marge et être sûr que le décodeur du récepteur est franchement verrouillé.

- Brancher le générateur à 1 kHz, 0 dBm sur l'entrée gauche du codeur. Vérifier que le son "sort" bien du haut-parleur gauche du récepteur. Si le récepteur dispose de prises de sorties gauche et droite, on pourra connecter l'oscilloscope sur la sortie droite et reprendre légèrement le réglage de P₁ et P₆ sur le codeur afin d'obtenir le minimum de signal.

- Débrancher le générateur de la voie gauche pour le connecter sur la voie droite, et vérifier que c'est bien le haut-parleur droit du récepteur qui est sollicité.

- Basculer l'inverseur du codeur en position mono et vérifier que les deux haut-parleurs du récepteur sont en action et que le voyant stéréo est éteint. A noter qu'en position mono, seule la voie droite du codeur est active.

- On peut maintenant connecter les sources audio dédiées aux voies gauche et droite.

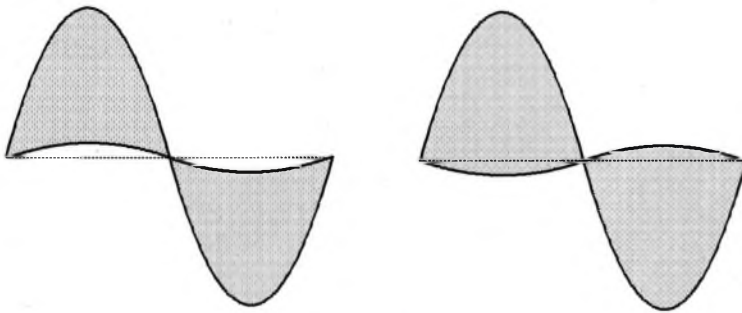
Rappelons que l'émission est interdite sans autorisation spéciale et que ces essais ne peuvent être qu'expérimentaux en utilisant un émetteur de très faible puissance.

L'ALIMENTATION.

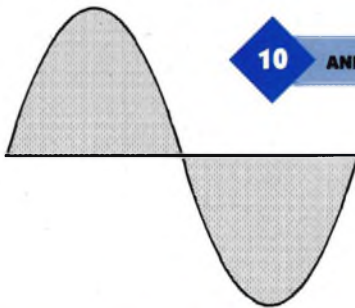


B. LEBRUN

Mauvais



Bon



10

ANNULATION DE LA DIAPHONIE.

Nomenclature

Carte codeur

R₁ : 1 MΩ (marron, noir, vert)
R₂ : 330 kΩ (orange, orange, orange)
R₃, R₆, R₃₀, R₃₂ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R₄, R₂₉, R₃₇ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R₅, R₉, R₁₃, R₂₃, R₃₅ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R₇, R₁₁, R₁₄, R₁₈, R₂₂ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R₈ : 6,8 kΩ (bleu, gris, rouge)

R₁₀ : 8,2 kΩ (gris, rouge, rouge)
R₁₂, R₁₉ : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
R₁₃, R₂₁, R₃₄ : 68Ω (bleu, gris, noir)
R₁₆, R₂₄, R₂₈ : 2,2 kΩ (rouge, violet, rouge)
R₁₇, R₂₅ : 15 kΩ (marron, vert, orange)
R₂₀ : 18 kΩ (marron, gris, orange)
R₂₆ : 560 Ω (vert, bleu, marron)
R₂₇ : 100 Ω (marron, noir, marron)

R₃₃, R₃₆ : 470 Ω (jaune, violet, marron)
R₃₁, R₃₈ : 330 Ω (orange, orange, marron)
C₁ : 10 pF Céramique
C₂ : 330 pF Céramique
C₃ : 47 pF Céramique
C₄, C₃₉, C₄₅ : 10 μF Chimique
C₅ : 1 nF Céramique
C₆, C₇, C₁₁ : 10 nF Céramique
C₈, C₁₃, C₁₉ : 3,3 nF MKT 5 %
C₉, C₁₄, C₁₆, C₂₀, C₂₂ : 100 nF MKT 5 %
C₁₀ : 1,5 nF Céramique
C₁₂, C₁₈ : 470 nF Céramique
C₁₅, C₂₁ : 470 pF Céramique
C₁₇, C₂₃ : 47 nF MKT 5 %
C₂₄, C₂₆ : 1 nF MKT 5 %
C₂₅ : 22 nF Céramique
C₂₈, C₃₀, C₃₂ : 10 nF MKT 5 %
C₂₇ : 1,5 nF MKT 5 %
C₂₉ : 4,7 nF MKT 5 %
C₃₁ : 3,9 nF MKT 5 %
C₃₃, C₃₄ : 470 μF/16V Chimique
C₃₅, C₃₆, C₄₀ à C₄₄ : 100 nF Céramique
C₃₇, C₃₈ : 100 μF/25V Chimique
P₁, P₂ : 5 kΩ 25t
P₃, P₄ : 10 kΩ 25t
P₅ : 20 kΩ 25t
P₆ : 1 kΩ 25t
P₇ : 2 kΩ 25t
IC₁ : 4093
IC₂ : 4018
IC₃ : 4013
IC₄, IC₁₁ : LF353
IC₅, IC₇, IC₁₀ : LF355
IC₆, IC₈ : LM741
IC₉ : 4053
L₁ à L₇ : 680 μH (# 6 Ω)
Qz : Résonateur 455 kHz ZTB455E
CV₁ : Ajustable 2/15 pF

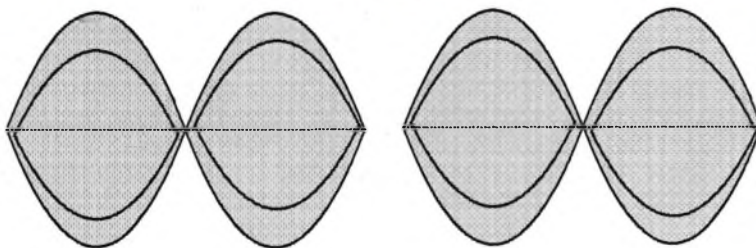
Carte alimentation

T₁ : Transfo ERA 2x9V/3,2VA
B₁ : Pont redr.1A
C₁, C₂ : 2200 μF/25V Chimique
C₃, C₄ : 100 nF Céramique
Reg₁ : 7808
Reg₂ : 7908
R₁ : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
D₁ : BZX55 12V

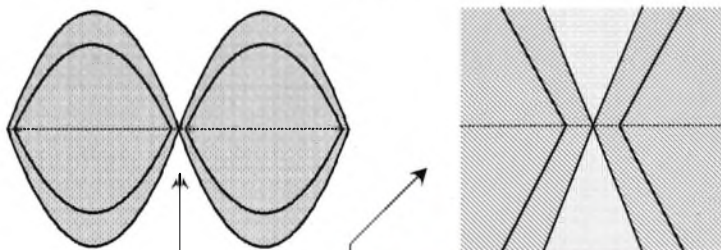
Divers

LED rouge 5mm
Interrupteur secteur
Interrupteur mono
Cosses type poignard pour CI
Cordon secteur
Coffret EB16/05 FA
Picots à souder
Cavaliers

Mauvais



Bon



Les pointes sont alignées

11

RÉGLAGE DE LA PHASE PILOTE.



RÉALISATION D'UN DÉCIBELMÈTRE

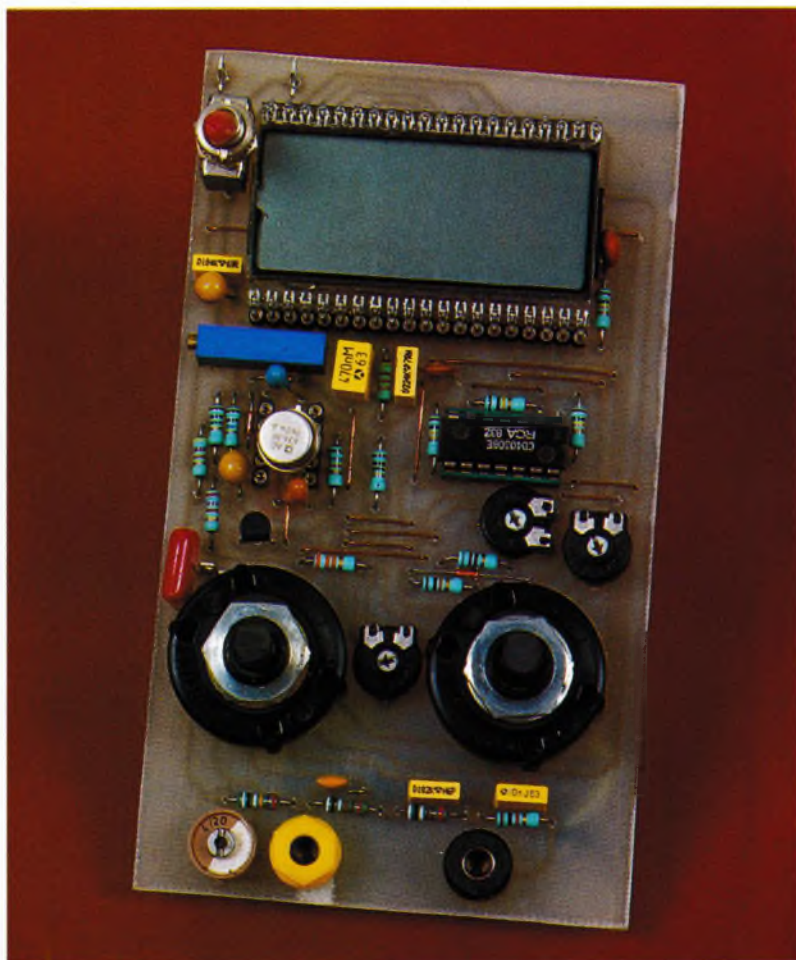
Il y a quelques temps, nous vous avons annoncé la réalisation d'un décibelmètre basé sur l'utilisation du convertisseur AD636 d'Analog Devices. Et bien c'est chose faite puisque dans les lignes qui suivent, nous décrivons cette réalisation qui de surcroît englobe la fonction voltmètre efficace vrai et comporte son propre afficheur ce qui signifie que cet appareil est entièrement autonome.

L'intérêt des mesures en décibels

En électronique, il est fréquent qu'une grandeur varie fortement (de 1 à 10.000 et plus parfois) en fonction d'une variable pouvant elle-même varier dans des proportions importantes. C'est par exemple le cas de l'amplification des filtres de tous types. Comme la manipulation des grands nombres ou de ceux qui varient de façon importante n'est pas chose aisée pour l'être humain, les grandeurs qui entrent dans ce cadre sont généralement étudiées par l'intermédiaire de leur logarithme. Cela a pour conséquence de compresser leur domaine de variation et de rendre leur manipulation plus accessible à l'électronicien (ou au physicien d'une façon plus générale). Pour prendre conscience de cette amélioration, nous examinerons le cas d'un amplificateur qui délivre une tension de 20V dans sa charge quand on applique à son entrée une

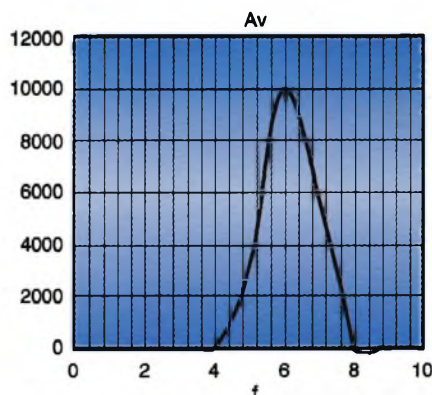
tension de 0,2mV dans sa bande passante. Une telle situation correspond à une amplification en tension A_v de 100.000. Après conversion en échelle logarithmique par la formule $G_v = 20 \log A_v$ nous obtenons une valeur G_v de 100 dB qui est déjà plus petite et donc plus facilement mémorisable puisque composée de moins de chiffres significatifs. Rappelons que le décibel est "l'unité" des grandeurs qui passent dans la "moulinette" de la fonction 10 ou $20 \log(x)$ suivant que la variable x est un rapport de puissances ou de tensions (ou de courants) et que la nouvelle valeur G_v est ce que l'on appelle un GAIN. Pour continuer sur cet exemple imaginons qu'on cherche la tension de sortie et la valeur de l'amplification A_v qui correspondrait à une réduction de puissance de 50 %. Compte tenu de la formule $P = V^2/R$, pour que la puissance P soit réduite de 50 % il faut que la

tension passe de sa valeur initiale $V = 20V$ à $V/\sqrt{2}$ soit 14,4V. La valeur de A_v de l'amplificateur sera alors égale à 70700 (perte d'environ 30 % sur le plan tension) et le gain associé aura pour valeur $G'_v = 20 \log 70700 = 97$ dB soit une perte de 3 dB. Ce petit calcul montre l'importante compression apportée par la fonction logarithme d'une part et la facilité avec laquelle les valeurs numériques peuvent être mémorisées puisque les nombres manipulés sont petits. Le deuxième avantage des échelles logarithmique est que celles-ci mettent en évidence certains phénomènes masqués par des échelles linéaires de forte amplitude. Pour s'en convaincre, il suffit de comparer les 2 courbes de la **figure 1** tracées à partir du même tableau de mesures. Avec une échelle logarithmique pour la variable A_v (obtenue en calculant $G = 20 \log(A_v)$), un pic apparaît pour $f = 1,5$, alors qu'avec

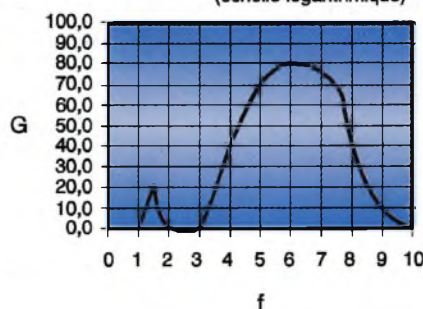


f	Av	G
1	1	0,0
1,3	3	9,5
1,5	10	20,0
1,6	3	9,5
1,7	1,8	5,1
2	1	0,0
3	1	0,0
3,5	8	18,1
4	100	40,0
5	3000	69,5
6	10000	80,0
7,5	3000	69,5
8	100	40,0
9	3	9,5
10	1	0,0

Représentation des variations de Av (échelle linéaire)



(échelle logarithmique)



1 COMPARAISON DES ÉCHELLES.

une échelle linéaire, celui-ci n'apparaît absolument pas.

Pour ceux qui découvrent la notion de logarithme pour la première fois ou qui ont oublié les bases de calcul, rappelons que la fonction logarithme à utiliser sur les calculatrices est celle de base 10 (log) et non la fonction logarithme népérien (Log) de base $e = 2,71828...$

La sortie dB de l'AD636

Nous ne reviendrons pas sur la fonction voltmètre efficace vrai de l'AD636 dont nous avons déjà analysé le principe de fonctionnement dans l'étude de l'adaptateur mais nous précisons simplement que ce circuit possède une patte de sortie (pin 5 pour le boîtier DIL14 et pin 7 pour le TO100) reliée à l'émetteur d'un transistor interne parcouru par un courant continu proportionnel à l'opposé du logarithme de la valeur efficace de la tension d'entrée de l'AD636 ($I7 = -\log V_{e\text{ eff}}$).

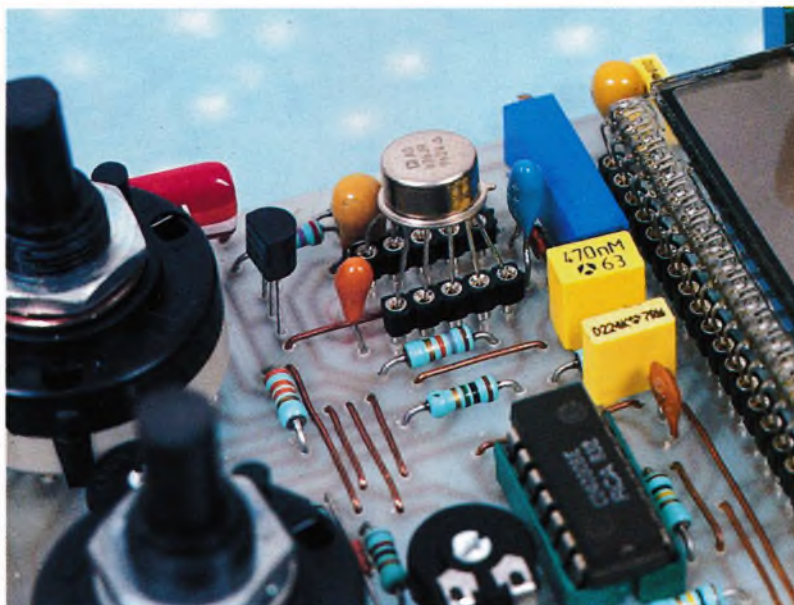
On peut transformer ce courant image de la tension efficace d'entrée (V_e) en une tension, en le faisant circuler dans une résistance comme nous le verrons sur le schéma de réalisation. Là où les choses

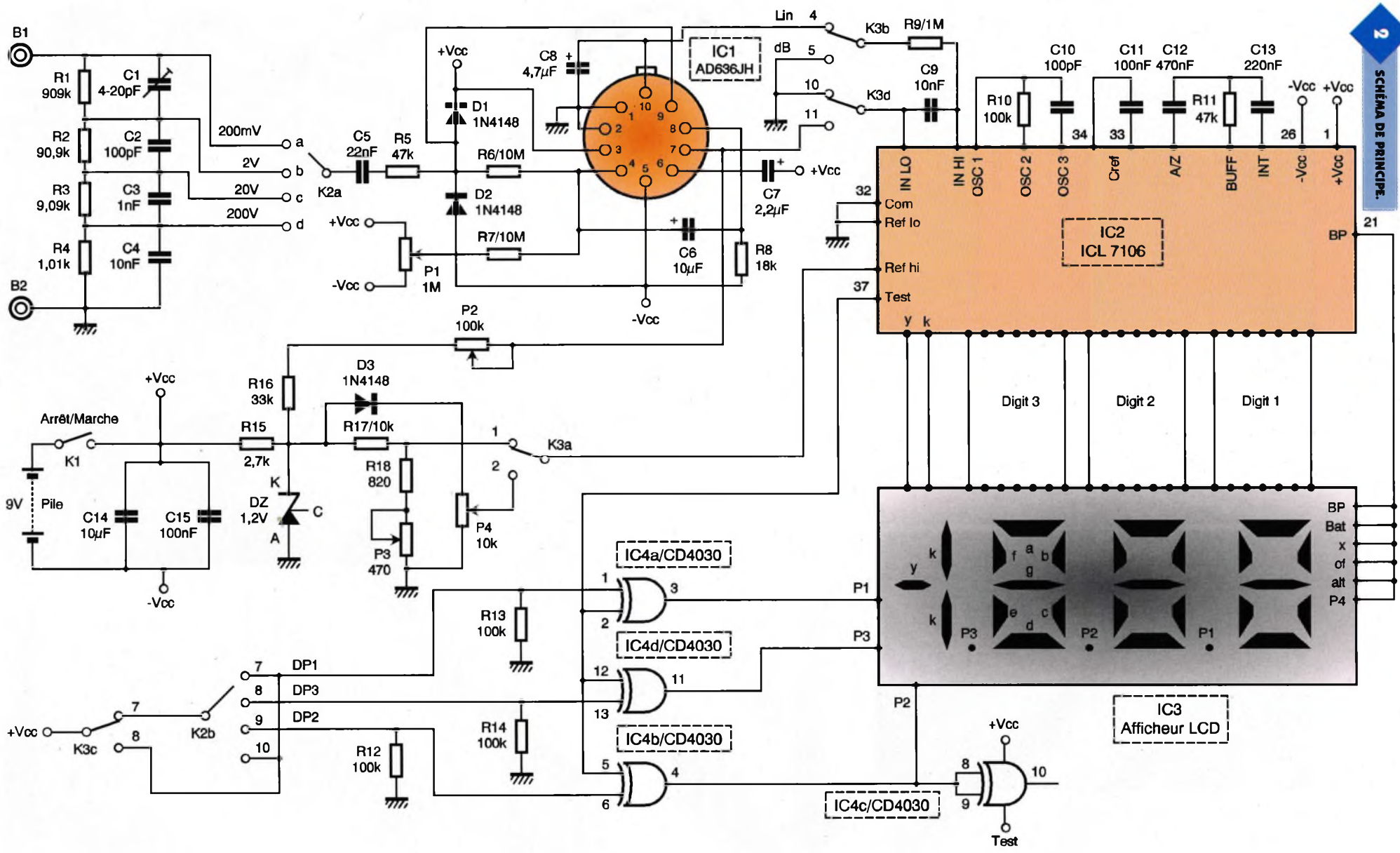
se compliquent quand on veut utiliser ce convertisseur en db mètre en l'associant à un voltmètre continu, c'est que compte tenu de la non linéarité des échelles logarithmiques, il faut intervenir au niveau des références de tension du convertisseur analogique numérique du voltmètre.

Comme de telles modifications ne sont pas envisageables sur des appareils de mesure existants, nous avons été obligé de réaliser un appareil intégrant entièrement cette fonction. Heureusement pour nous,

grâce à des circuits intégrés comme le ICL7106 la réalisation d'un voltmètre numérique couplé à un afficheur LCD est pour ainsi dire un jeu d'enfant qui de surcroît est peu coûteux, puisque l'on trouve le tandem afficheur-CAN pour environ 50F chez de nombreux annonceurs de la revue et que ce matériel est disponible. Plutôt que d'envisager la réalisation de la seule fonction décibel-mètre, nous avons préféré comme le suggère d'ailleurs la note d'application d'Analog Devices sur laquelle nous nous sommes appuyés pour

LE CIRCUIT AD636 EN BOÎTIER ROND.

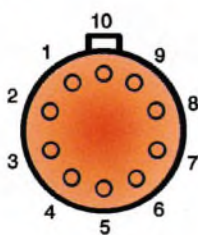
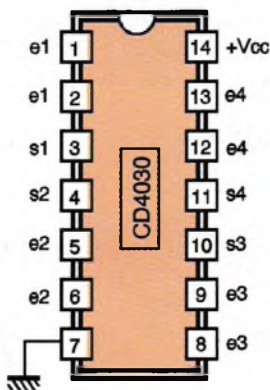




réaliser ce montage, rassembler les 2 fonctions voltmètre et décibel-mètre. Cela n'occasionne qu'un très léger surcoût par rapport à une fonction db mètre seul, et offre des perspectives d'utilisation bien plus grandes.

Schéma du décibelmètre

Celui-ci est proposé à la **figure 2**. On retrouve connecté entre les bornes d'entrée un atténuateur compensé couvrant les gammes 200mV à 200V comme sur le module voltmètre efficace vrai déjà décrit. Le signal de sortie de l'atténuateur est appliqué capacitivement au travers de C_5 et R_5 à la patte 4 qui est l'entrée de IC_1 . Lorsque l'inverseur K_2 n'est pas positionné correctement, la tension appliquée à l'entrée de IC_1 est limitée à $V_{cc} + 0,6V$ et $-V_{cc} - 0,6V$ par les diodes D_1 , D_2 qui jouent le rôle de protection. Pour ne pas surcharger



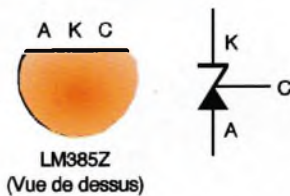
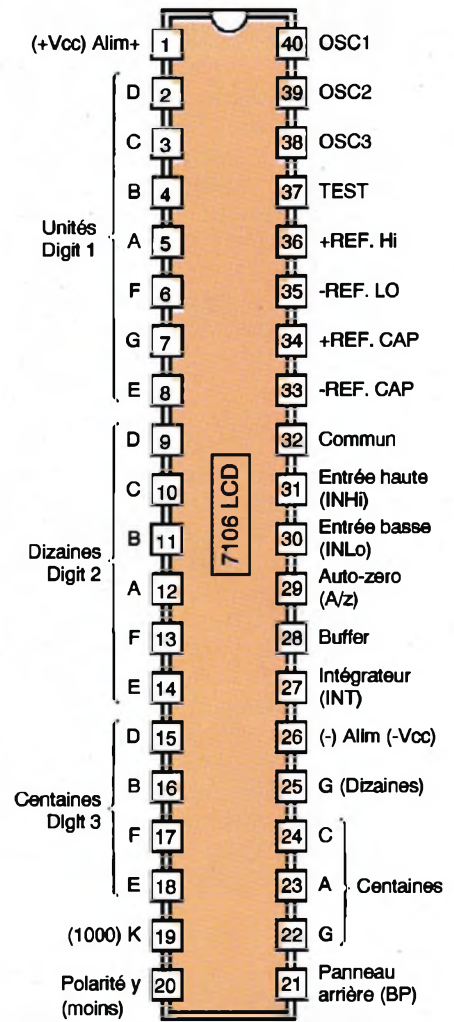
AD636JH
Boîtier TO100
(Vue de dessus)

l'atténuateur compensé, la faible impédance d'entrée de IC_1 est compensée par l'utilisation de l'AOP interne câblé en montage bootstrap grâce aux éléments R_6 , C_6 . Le potentiomètre P_1 couplé à R_7 assure la compensation d'offset de IC_1 .

Quand la portion "d" de K_3 est en position basse, en passant dans P_2 et R_{16} , le courant issu de la patte 7 (image du logarithme de la valeur efficace de la tension d'entrée) est transformé en une tension qui est appliquée à l'entrée IN LO (IN LO pour entrée basse) du CAN IC_2 (mesure de dB). Pour la même position de K_3 , l'entrée IN HI (entrée haute c'est à dire celle des potentiels positifs) est reliée par K_{3b} à la masse. Cette disposition permet d'inverser le signe de la tension présente entre la patte 7 de IC_1 et la masse puisque le courant I7 est l'image de l'opposé du logarithme de la tension efficace d'entrée. Lorsque K_3 est en position haute (fonction voltmètre efficace vrai), la tension appliquée à l'entrée IN HI de IC_2 vient de la patte 10 de IC_1 et l'entrée IN LO reçoit la masse. Il n'est en effet pas nécessaire d'inverser la tension V_{10} .

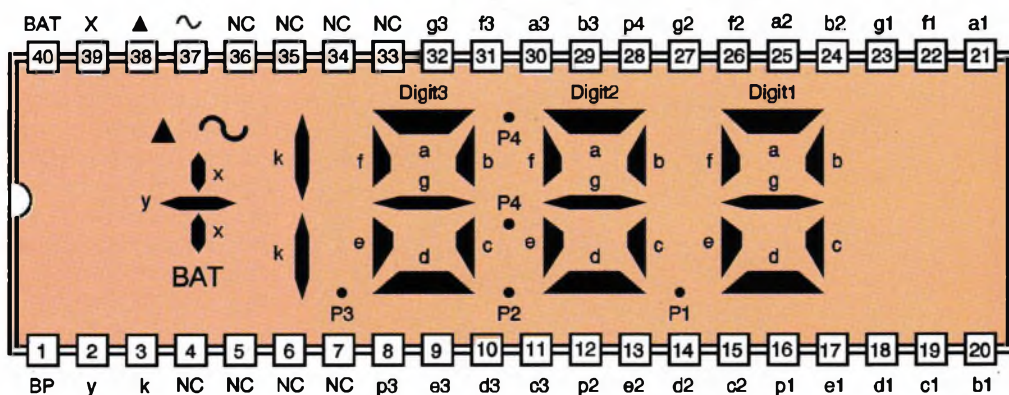
Les éléments R_9 et C_9 effectuent un filtrage passe bas de la tension appliquée à l'entrée du CAN pour que celui-ci fonctionne correctement. Le condensateur C_7 est le condensateur de filtrage du filtre passe bas interne de l'AD636. Les différents éléments R_{10} à R_{11} et C_{10} à C_{13} assurent le fonctionnement de IC_2 . Ils définissent la vitesse d'échantillonnage ainsi que la plage de fonctionnement (ici 200mV pleine échelle).

Les références de tension du CAN IC_2 sont appliquées à l'entrée de référence haute (REF HI) du CAN par K_{3a} . Elles proviennent du curseur de P_4 en mode "dB" et du point commun à R_{17} , R_{18} pour le mode linéaire (V_{eff}). Elles sont donc ajustables (par P_3 et P_4) et stabilisées par l'utili-



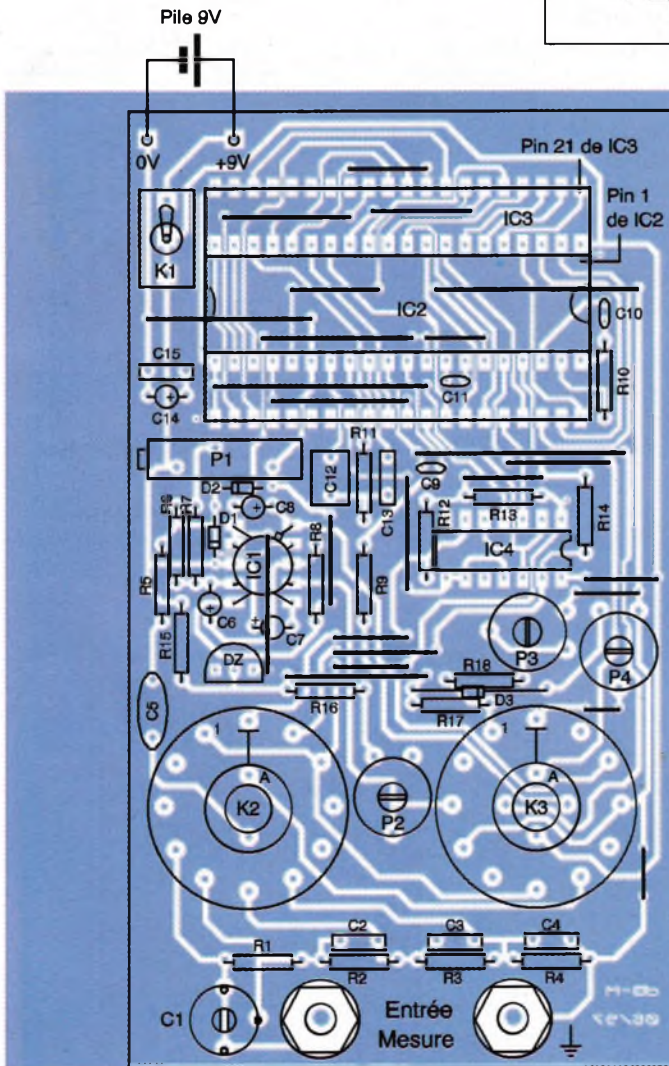
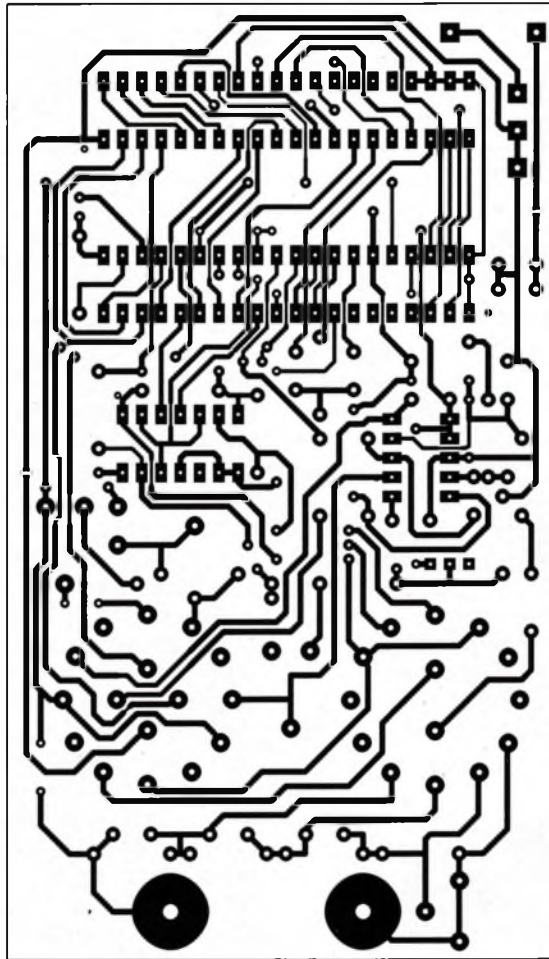
sation d'une référence de tension notée DZ sur le schéma qui délivre une tension de 1,26V. Ce composant se présente sous la forme d'un transistor en boîtier de type TO92 dont le brochage est donné à la **figure 3**. Sa 3e patte n'est pas utilisée dans cette application et le courant qui le traverse est limité par R_{15} . La

3 BROCHAGE DES PRINCIPAUX ÉLÉMENTS.



tension d'alimentation $\pm V_{cc}$ est issue d'une pile 9V qui est découplée par C_{14} et C_{15} . Le potentiel de masse est issue de la patte 32 de IC_2 appelée (COM) à laquelle on relie aussi la référence basse (REF LO). La seconde moitié de K_2 détermine le point décimal qui doit être activé en fonction du calibre utilisé. Un afficheur LCD ne devant en aucun cas avoir ses segments commandés par des tensions continues, les tensions de commande DP1, DP2, DP3 pilotent 3 des 4 portes OU exclusif contenues dans le boîtier IC_4 .

L'une des entrées de ces 3 portes reçoit le signal en provenance de la patte 37 de IC_2 appelée (TEST). Grâce à cette structure, c'est une tension alternative qui alimente les segments concernés P_1 , P_2 , P_3 . Les résistances R_{12} à R_{14} assurent la mise à la masse des entrées des portes de IC_4 non sélectionnées par K_{2b} . Les segments des différents digits de l'afficheur sont reliés un à un aux sorties appropriées de IC_2 (voir le détail du brochage de l'ICL7106 et de l'afficheur à



la figure 3). Tous les segments inutilisés de l'afficheur sont reliés à la patte 21 (BP pour backplan). L'alimentation de IC_4 s'effectue entre le point test (pin 37) et le + V_{cc} . Les entrées de la porte IC_{4c} inutilisée sont réunies à la sortie de IC_{4b} .

Réalisation pratique

L'ensemble des composants de ce montage prend place sur le circuit imprimé de la **figure 4**. Celui-ci est un simple face ce qui explique les nombreux straps que l'on commencera par fixer avant tout autre composant, conformément au dessin de la **figure 5**. Certains straps passant sous IC_2 , nous recommandons l'utilisation d'un support tulipe bas profil pour ce circuit intégré. Nous précisons bas profil car le circuit IC_2 étant situé sous l'afficheur, si cette condition n'était pas respectée, il faudrait mettre non pas une, mais 2 barrettes de support tulipe emboîtées l'une dans l'autre pour chaque côté de l'afficheur afin de le rehausser suffisamment pour passer au-dessus de IC_2 . On notera aussi à ce

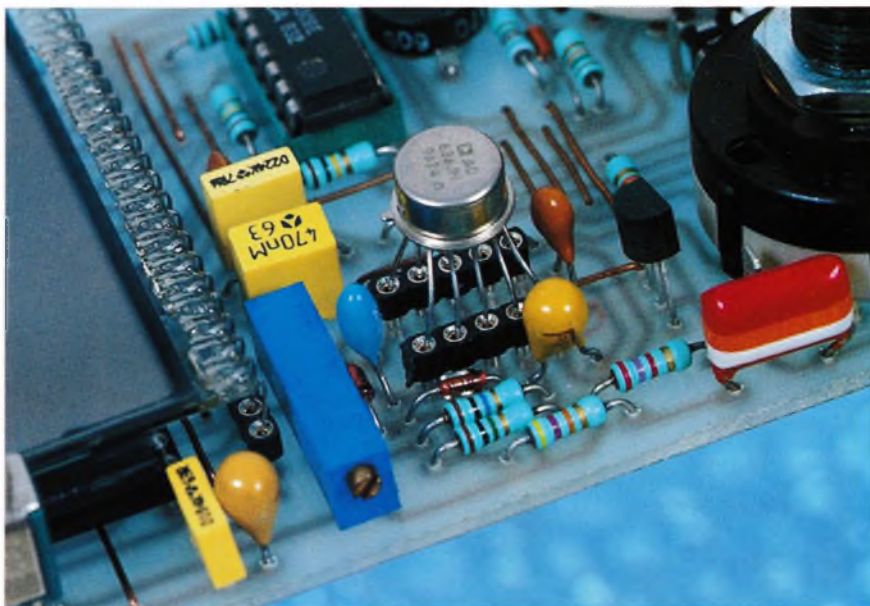
niveau que IC_2 et l'afficheur sont montés tête bêche pour réduire la complexité du circuit imprimé qui est déjà assez compliqué dans cette situation mais qui l'aurait été encore plus si les 2 circuits avaient été alignés dans le même sens. Le condensateur C_{11} étant lui aussi situé sous l'afficheur, il convient de choisir un modèle de petites dimensions de type céramique multicouches.

Les résistances de l'atténuateur compensé seront des modèles à 1 % afin de conserver une correspondance exacte lors du passage d'une gamme à l'autre.

Les condensateurs C_2 à C_4 seront eux aussi des modèles précis que l'on pourra trier dans un lot d'une même valeur. Les autres composants de cette réalisation n'appellent pas de remarque particulière si ce n'est que IC_1 est monté sur un support en ligne (2 morceaux de 5 points de barrette sécable tulipe) bien que ce soit un boîtier rond TO100 pour les mêmes raisons que l'adaptateur déjà décrit. Compte tenu de leur taille et de leur encombrement, les 3 commutateurs seront câblés en tout dernier lieu. Le nombre de positions accessibles du commutateur K_2 sera fixé à 4 et celui de K_3 à 2 en plaçant l'ergot central comme il convient. Si l'on souhaite utiliser cet appareil dans de nombreuses occasions, il faut envisager sa mise en coffret. Les dimensions du CI sont telles que de nombreux boîtiers peuvent convenir suivant le goût de chacun (série DB de la tôlerie plastique par exemple). Avant de passer à cette phase de la réalisation, il convient de procéder au réglage des différents ajustables.

Réglage des ajustables

Une fois le câblage terminé, compte tenu de la complexité du circuit imprimé, il convient de vérifier avec le plus grand soin que des pistes voisines ne sont pas en court-circuit et que toutes les soudures ont bien été faites. Lorsque ce point est acquis, on met en place tous les circuits intégrés en respectant l'orientation indiquée à la **figure 5**. Avant de connecter la pile 9V (de type 6F22), on règle tous les ajustables en position centrale et on place K_2 sur le calibre 2V, puis K_3 en position 1 (mode linéaire correspondant à la mesure de valeur efficace). Les différentes étapes du réglage requièrent un GBF et un oscilloscope.



Réglage de l'atténuateur compensé

Ce premier réglage concerne le condensateur ajustable C_1 . Pour cette opération, on procède de la façon suivante. Tout d'abord, on alimente le montage en fermant K_1 . Ensuite, on impose une tension carrée alternative d'amplitude 1V de fréquence 1 kHz à l'entrée du module (bornes B1 et B2). Un oscilloscope bicourbe devra permettre de visualiser la tension de sortie du GBF (voie A couplage DC) et celle de sortie de l'AOP contenu dans IC_1 (pin 8 sur la voie B couplée en AC). Le réglage correct de C_1 est obtenu lorsque les signaux de la voie A (calibre 0,5V/div) et ceux de la voie B (calibre 0,05V/div) se superposent exactement (amplitude et forme). Toute déformation due à cet atténuateur compensé (justement pour les éviter) entraînerait des erreurs qu'il faut à tout prix éviter si l'on veut que le module mérite son nom d'efficace vrai.

Réglage de l'offset d'entrée de IC_2 par P_1

Le GBF étant maintenant ôté, on court-circuite les bornes d'entrée B1 et B2 et on place K_2 sur le calibre 200mV. On règle alors P_1 pour que l'indication du voltmètre soit exactement égale à 0. En cas d'insuccès, on peut envisager de diminuer la valeur de R_7 sans toutefois descendre en dessous de 1 M Ω .

Réglage du facteur d'échelle par P_3

Pour cela, après avoir placé K_2 sur le calibre 2V, on applique à l'entrée du montage une tension carrée alternative de rapport cyclique 0,5, d'amplitude exactement égale à 1V et de fréquence 50 ou 100 Hz. Étant donné que la valeur efficace d'un tel signal

L'AD636 EST MONTÉ SUR 2 MORCEAUX DE BARRETTE SÉCABLE.

est de 1V, le réglage de P_3 consiste à s'arranger pour que l'afficheur indique effectivement cette valeur.

Réglage de P_2 (référence 0 dB)

Le choix de la référence 0 dB peut théoriquement être quelconque, mais il y a dans ce domaine des habitudes liées à des références universellement utilisées. On peut par exemple choisir une référence 0 dB = 1V mais, si l'on veut faire comme tout le monde, il est préférable d'utiliser la référence 0 dB = 0,775V qui correspond à la référence de puissance de 1 mW dans 600 Ω . Dans ce cas, et pour préciser la référence utilisée, les dB sont notés dBm (le m étant lié à milliwatt). En tablant sur ce choix, le réglage de P_2 se déroule de la façon suivante :

- Placer K_2 sur le calibre 2V et K_3 en position 1 (mesure de valeurs efficaces).
- Imposer à l'entrée du module une tension carrée alternative de fréquence 50 à 100 Hz et de valeur efficace (mesurée par le module lui-même) égale à 0,775V.
- Basculer K_3 en position 2 et K_1 sur le calibre 200mV (mesure de gain en dB), agir sur P_2 pour que l'afficheur indique 0.

Pour tout autre niveau de référence on procédera de la même façon.

Réglage du facteur d'échelle P_4

Avec le même signal de référence que ci-dessus, placer K_2 sur le calibre 2V, et K_3 en mode dB. Agir sur P_4 pour que l'afficheur indique -20 dB (on doit trouver -40 dB sur le calibre 20V et -60 dB sur le calibre 200V).

Utilisation du décibelmètre

Pour relever le gain d'un montage, alimenté par un générateur sinusoïdal délivrant un signal de fréquence f , la démarche à suivre est la suivante : Tout d'abord, la tension imposée à l'entrée du montage doit être compatible avec un fonctionnement linéaire de celui-ci, ce qui peut être vérifié en connectant un scope à l'entrée et à la sortie dudit montage (figure 6). Une fois ce critère respecté, on peut relier le décibelmètre aux bornes d'entrée du montage sur un calibre compatible avec le niveau du signal délivré par le générateur de signaux. Soit $G_1 = 2$ dB la valeur relevée sur le calibre 200mV pour prendre un cas concret. Après avoir déplacé le décibelmètre au niveau de la sortie du montage en modifiant éventuellement le calibre pour que la lecture soit, si possible, située dans la fourchette ± 20 dB, on note la nouvelle valeur affichée G_2 . Soit $G_2 = 13$ dB cette valeur, supposée relevée sur le calibre 2V pour notre exemple numérique.

Quand le calibre utilisé pour les mesures de G_1 et G_2 est le même, le gain du montage se calcule très simplement en effectuant la différence $G = G_2 - G_1$. Dans notre exemple, comme le gain G_2 a été mesuré sur le calibre 2V alors que G_1 a été mesuré sur le calibre 200mV, il convient d'ajouter + 20 dB à la lecture G_2 ,

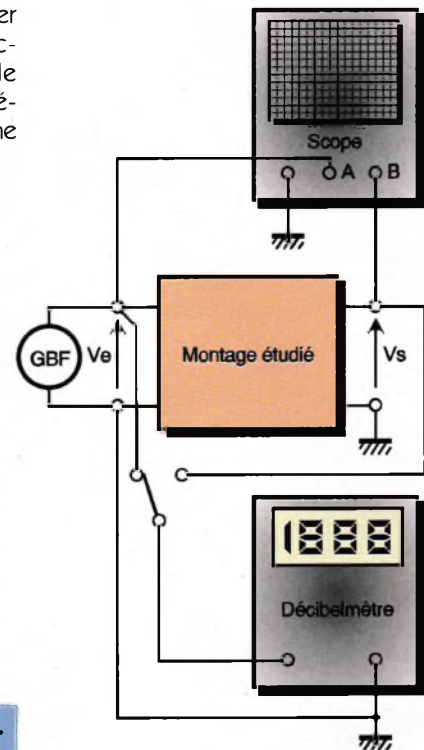
pour tenir compte de l'atténuation introduite par l'atténuateur d'entrée du décibelmètre. La valeur réelle de G_2 est par conséquent $G_{2r} = 13 + 20 = 33$ dB. Le gain du montage se calcule encore par la différence $G = G_{2r} - G_1 = 33 - (2) = 33 + 2 = 35$ dB. A noter que si la mesure de G_2 avait été de 13 dB sur le calibre 20V, la valeur réelle de G_{2r} aurait été de $13 + 2 \times 20 = 53$ dB et non 33 dB (73 dB = $13 + 3 \times 20$ sur le calibre 200V). En conséquence on retiendra que toute augmentation de calibre (par rapport à celui utilisé pour mesurer G_1) doit être traduite par un accroissement de la valeur lue de 20 dB. Réciproquement toute réduction (de calibre) s'accompagne d'une diminution de 20 dB de la valeur lue.

Remarque :

Pour relever la bande passante du db mètre à -n dB, il suffit d'appliquer à ses bornes une tension sinusoïdale d'amplitude constante de fréquence 50 Hz, de noter l'indication de l'afficheur puis d'augmenter progressivement la fréquence du générateur jusqu'à ce que l'afficheur indique la valeur initialement relevée moins les n dB. Les fabricants d'appareils de mesure donnent généralement la bande passante à -3 dB. Nous avons pour notre part relevé une bande

passante à -3 dB de 300 kHz et de 70 kHz à -0,1 dB. Cette 2ème bande plus réduite correspond à un domaine de mesure où l'erreur de l'appareil n'excède pas 1 %, limite généralement admise pour des mesures physiques de qualité alors qu'en limite de bande passante à -3 dB cette erreur atteint 30 % !!!

F. JONGBLOET



6

UTILISATION DU DÉCIBELMÈTRE.

Nomenclature

Résistances 1/4W précision 5 % sauf mention spéciale

R₁ : 909 kΩ/1 %
(blanc, noir, blanc, orange)
R₂ : 90,9 kΩ/1 %
(blanc, noir, blanc, rouge)
R₃ : 9,09 kΩ/1 %
(blanc noir, blanc, marron)
R₄ : 1010 Ω/1 %
(marron, noir, marron, marron) ou 1 kΩ/5 % triée
R₅, R₁₁ : 47 kΩ
(jaune, violet, orange)
R₆, R₉ : 1 MΩ
(marron, noir, vert)
R₇ : 10 MΩ
(marron, noir, bleu)
R₈ : 18 kΩ
(marron, gris, orange)
R₁₀, R₁₂ à R₁₄ : 100 kΩ
(marron, noir, jaune)
R₁₅ : 2,7 kΩ
(rouge, violet, rouge)

R₁₆ : 33 kΩ
(orange, orange, orange)
R₁₇ : 10 kΩ
(marron, noir, orange)
R₁₈ : 820 Ω
(gris, rouge, marron)
P₁ : 1 MΩ ajustable horizontal multitours
P₂ : 100 kΩ ajustable horizontal Piher
P₃ : 470 Ω ajustable horizontal Piher
P₄ : 10 kΩ ajustable horizontal Piher
C₁ : 4-20 pF ajustable
C₂ : 100 pF céramique
C₃ : 1 nF/63V milfeuil
C₄ : 10 nF/63V milfeuil
C₅ : 22 nF/400V polyester
C₆, C₁₄ : 10 μF/16V tantal goutte
C₇ : 2,2 μF/16V tantal goutte
C₈ : 4,7 μF/16V tantal goutte
C₉ : 10 nF/63V milfeuil
C₁₀ : 100 pF céramique
C₁₁, C₁₅ : 100 nF céramique multicouches

C₁₂ : 470 nF/63V milfeuil
C₁₃ : 220 nF/63V milfeuil
D₁, D₂ : diodes 1N4148
DZ : LM385Z/1,26V
(référence de tension)
IC₁ : AD636JH (boîtier rond)
IC₂ : ICL7106
IC₃ : Afficheur LCD 3,5 digits
(par exemple LTD 221R12 Philips)
IC₄ : CD4030BE 4 OU exclusifs
K₁ : inverseur miniature axe 6,35
K₂ : commutateur pour C.I. 2 circuits 6 positions
K₃ : commutateur pour C.I. 4 circuits 3 positions
B₁, B₂ : 2 bornes femelles 4 mm pour châssis 1 jaune et 1 noire
1 support DIL 14 pins
50 plots de barrette tulipe sécable
straps : fil de câblage 0,6mm type téléphone



MODÉLISME

DOSSIER SPÉCIAL « MODÉLISME FERROVIAIRE »

Ce mois-ci, les adeptes du train miniature vont être comblés. Nombreux sont, en effet, passionnés d'électronique et de modélisme ferroviaire.



Dans les pages consacrées à ce loisir, vous trouverez plusieurs montages destinés à rendre plus réaliste votre réseau.

Démarrage progressif, commande simultanée de deux trains sur une voie, feux de fin de convoi, sont toutes des maquettes électroniques faciles à réaliser à l'appui de composants très courants.

Puisque le décor du paysage réclame habileté et soin, il nous a paru opportun, en marge des montages traditionnels, de publier également une transmission vidéo embarquée

en technique CMS. Les caméras miniatures permettent, en effet, associées à un émetteur vidéo, de diffuser sur écran la marche du train.

Bien entendu, toute une littérature spécialisée vous permettra de vous initier, nous pensons tout particulièrement à RMF* (Rail Miniature Flash) et aux ouvrages DUNOD/ETSF de J.L.TISSOT :

Électronique et Modélisme ferroviaire

Module clignotant une voie. Cligno-

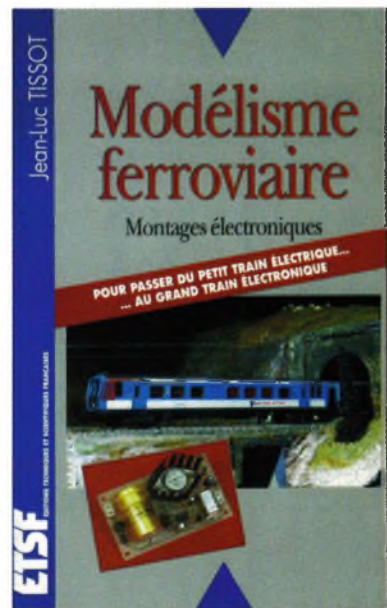
tant deux voies avec borne de commande. Module flash. Clignotant deux voies à fréquence réglable. Klaxon diesel. Commande d'aiguillage. Déclencheur photosensible. Photo régulateur. Alimentation pour réseau. Alimentation stabilisée. Alimentation stabilisée de puissance. Arrêt et départ automatique d'un convoi en gare. Amplificateur de puissance et alimentation. Codeur digital sept canaux. Indicateur de sens de marche. Décodeur. Récepteur. Protection des convois.

176 pages - 139 F.



Jean-Luc TISSOT

Electronique et modélisme ferroviaire



Modélisme ferroviaire

Feux de fin de convoi. Clignotant pour passage à niveau. Générateur trois sirènes. Bruiteur vapeur. Feux de travaux. Feux tricolores routiers. Éclairage constant pour train miniature. Alimentation pour canton avec disjoncteur électronique. Alimentation canton avec block automatique

deux feux. Adaptateur trois feux lumineux. Block automatique trois feux. Aller/retour automatique. Automatisation pour voie unique. Système train digital : STD II. Récepteur en technologie CMS.

Dessins des circuits imprimés. Implantations des composants. Schémas électroniques. Brochages des composants.

160 pages - 135 F.

Disponibles chez :

SAINT-QUENTIN RADIO
6 rue St-Quentin 75010 PARIS
01.40.37.70.74

*RMF :

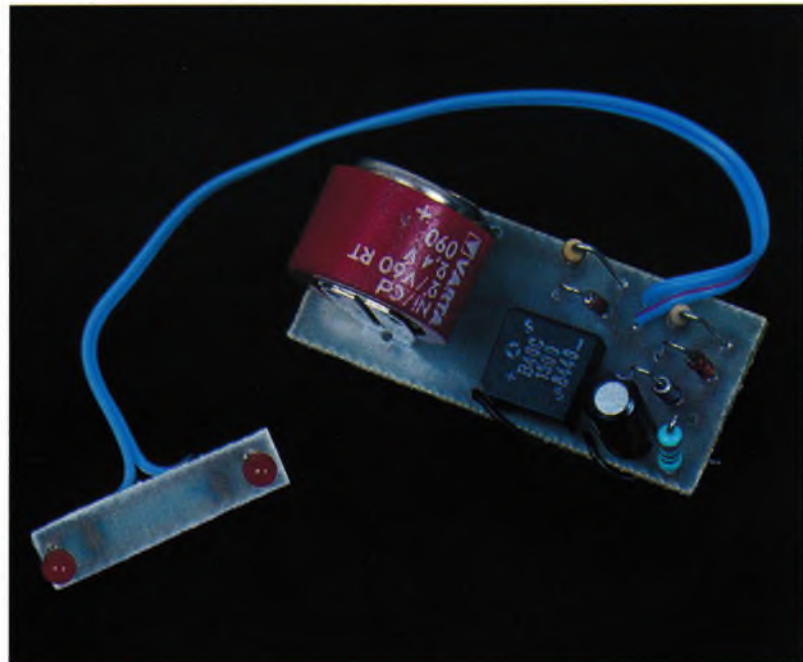
RIGEL Éditions
82 rue Curial 75019 PARIS
01.44.72.81.81

FEUX DE FIN DE CONVOI PERMANENTS

Bien souvent sur les convois qui circulent sur les réseaux de trains miniatures, on remarque les feux allumés sur la dernière voiture ou sur le dernier wagon, mais malheureusement à l'arrêt, ces feux s'éteignent. Le petit montage que l'on vous propose de réaliser permet de rendre permanent l'allumage des feux de fin de convoi grâce à un petit accumulateur.

Principe de fonctionnement

On se reporte au schéma en **figure 1**. Afin de recharger automatiquement l'accumulateur par le courant traction présent sur les voies, on prélève la tension par le pont de diodes Pd₁ afin d'être indépendant de sa polarité, puis elle est filtrée par C₁ et stabilisée par la diode zener Dz₁ et la résistance R₁. On dispose ainsi d'une tension de 3,3V pour allumer les deux LED (via R₂) des feux de fin de convoi et



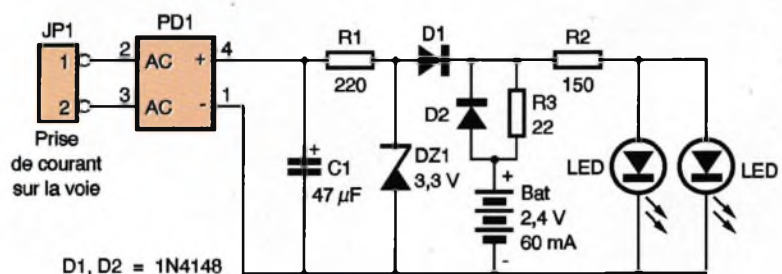
pour recharger la batterie de 2,4V par R₃. Le courant de charge est d'environ 15mA. La diode D₁ interdit le retour du courant lorsque la tension sur la voie disparaît, et c'est la diode D₂ qui devient conductrice et la batterie continue à alimenter les deux LED.

le circuit imprimé à l'aide d'acétone. Souder alors les résistances R₁ à R₃, les diodes D₁ et D₂ et la zener Dz₁. Viennent ensuite le condensateur C₁ (attention à la polarité), le pont de diodes Pd₁ et la batterie (attention au sens).

Reste le branchement des deux LED en parallèle et des deux fils de liaison à la prise de courant du modèle que l'on équipera. Cette prise de courant pourra être simplement réalisée en enroulant quelques spires de fil rigide étamé (type téléphone) directement sur l'arbre des essieux. Mettre ensuite le modèle

Réalisation/Essai

On retrouve le tracé du circuit imprimé et le schéma d'implantation des composants en **figures 2 et 3**. On commencera par bien nettoyer

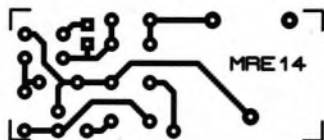


1

SCHEMA DE PRINCIPE.

équipé des feux de fin convoi permanent sur votre voie alimentée : les LED s'allument, laisser recharger la batterie quelques minutes, et couper votre alimentation traction : les LED restent allumées.

J.L. TISSOT



2

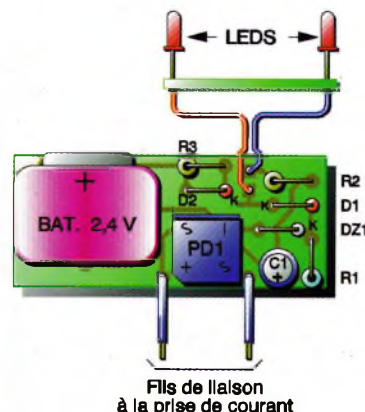
TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ.

Cet émetteur vidéo de conception moderne va vous permettre de retransmettre les images du parcours que fait votre train. Équipé d'une caméra couleur ou « noir et blanc », vous garderez des souvenirs impérissables sur cassettes vidéo. De plus, l'adjonction d'un module audio donnera un petit plus non négligeable. En prime, un simple démodulateur satellite vous permettra de recevoir les images de votre petit module.

Il n'était pas question pour des raisons techniques évidentes de concevoir tous les maillons de cette chaîne de transmission vidéo. Nous avons employé des composants modernes qui sont d'ores et déjà parfaitement bien distribués. Un wagon de chemin de fer n'étant pas très grand, il a fallu réaliser un tout petit module. Les composants en CMS qui s'y trouvent ne sont pas plus dur à souder que les classiques

Nomenclature

R₁ : 220 Ω 1/2W (rouge, rouge, marron)
R₂ : 150 Ω 1/4W (marron, vert, marron)
R₃ : 22 Ω 1/4W (rouge, rouge, noir)
D₁, D₂ : 1N4148
Dz₁ : zener 3,3V/0,5W
Pd₁ : pont de diodes 1,5A C₁ : 47 μF/25V radial 2,54mm
BAT : batterie 2,4V
2 LED rouges, taille suivant modèle de train à équiper.



3

IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS.

UNE TRANSMISSION VIDÉO SANS FILS



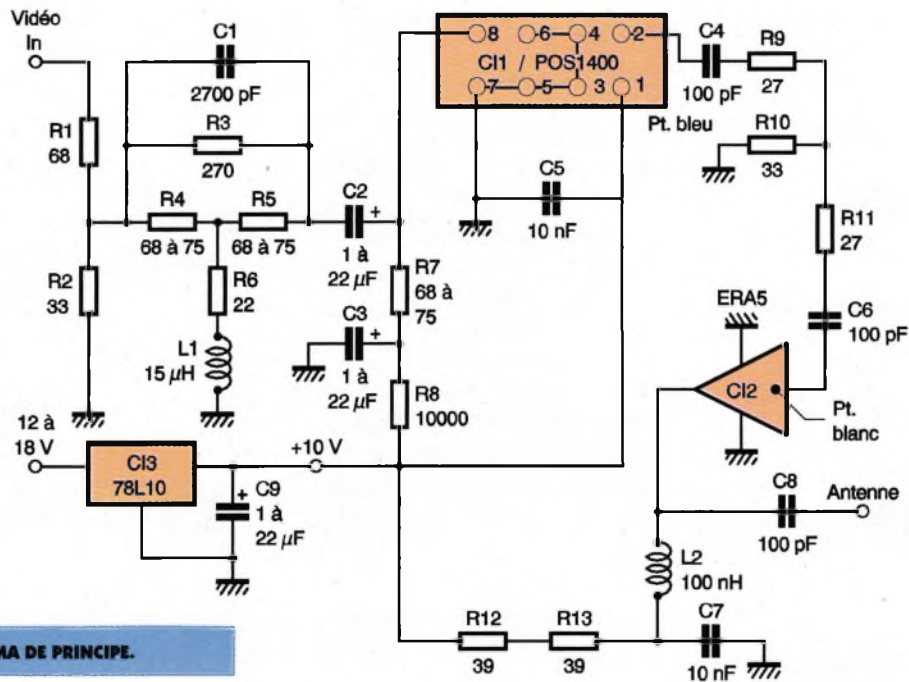
modèles à fils. Pour l'alimentation, il semble adéquat d'utiliser deux petites batteries de 8,4V au format des piles de 9V. Avec une diode en série avec une résistance, vous ferez un petit chargeur connecté directement sur les rails de votre réseau. De la sorte, les batteries resteront toujours chargées.

Le schéma de principe

Le dessin de la **figure 1** donne le schéma électrique de notre petit module de transmission d'images. Le signal vidéo, en provenance de la caméra, arrive sur deux résistances, R₁ et R₂. Elles forment un pont diviseur de tension pour réduire l'amplitude du signal vidéo. Ceci a pour but de fixer la déviation de fréquence de l'émetteur aux alentours de 15MHz crête à crête. Un filtre de pré-atténuation des signaux de chrominance est ici obligatoire puisque les démodulateurs satellites

sont équipés d'un filtre dont la courbe est l'inverse de celui-ci.

Si on ne l'utilisait pas, on obtiendrait des couleurs particulièrement « bizarres » sur le moniteur vidéo. A noter cependant : Si vous utilisez une caméra noir et blanc les composants R₃ à R₆, C₁ et L₁ peuvent être enlevés. Sur la broche 8 du circuit intégré Cl₁ arrivent, d'une part les signaux vidéo et, d'autre part une tension continue. Cette dernière permet de fixer la fréquence de travail du circuit Cl₁. La résistance R₇, découplée par le condensateur C₇, fixe l'impédance à 75 Ω. Une résistance R₈ de forte valeur sépare sérieusement la broche 1 de la broche 8. La sortie du circuit intégré Cl₁ se fait sur la broche 2. Au travers d'une capacité C₄, on envoie le signal modulé en fréquence dans un atténuateur. Il y a deux raisons fondamentales à ce procédé. La première consiste à séparer la sortie du circuit Cl₁ de l'étage suivant, la seconde raison concerne le gain du circuit Cl₂. Si on applique un niveau



1 SCHEMA DE PRINCIPE.

supérieur à 1 mV sur l'entrée de Cl₂, on aurait une désagréable surprise à l'arrivée. Le composant Cl₂ se détruirait instantanément. Son alimentation est assurée par deux résistances R₁₂ et R₁₃ afin d'appliquer, au travers de L₂, sur sa sortie une tension de 5V. Un régulateur Cl₃ permet à l'ensemble de fonctionner avec une tension stable, on évite ainsi des dérives en fréquence.

La réalisation du montage

C'est peut-être ici que la plupart d'entre vous vont éprouver quelques difficultés. En fait, c'est plus la peur du CMS qu'autre chose, dans un premier temps il faut s'entraîner à souder ces petits composants sur un circuit imprimé d'essais. Il faut une pince brucelles, un fer à souder bien chaud mais avec une panne très propre et fine, environ 0,5mm de diamètre. La soudure sera également la plus fine possible. Nous allons vous donner une méthode pour souder les CMS, c'est celle que nous utilisons. Nous allons prendre comme exemple une résistance au format 1206. Pour commencer, vous appliquez un peu de soudure sur l'une des

pastilles sur laquelle reposera le composant. Avec la pince brucelles, vous attrapez la résistance d'une main et le fer à souder de l'autre. En posant le composant sur ses deux pastilles vous chauffez celle où se trouve la soudure. Vous allez souder l'autre côté et le tour est joué.

Pas si dur que ça en définitive, il suffit de s'armer de patience et de ne pas trembloter. Pour le passage de certains composants tels que : L₁, C₂, Cl₃, Cl₁ et tous les rivets, il faut pratiquer des trous dans le circuit imprimé dessiné sur la **figure 2**. Sur le dessin de l'implantation représentée à la **figure 3**, les emplacements des rivets sont signalés.

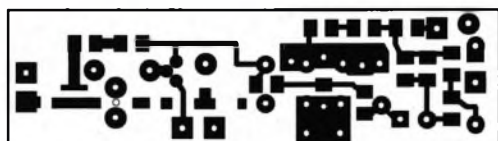
Le brochage du circuit intégré Cl₁ est donné sur le schéma, vue du côté des broches, la pin 1 est signalée par une couleur bleue de sa traversée de sortie, toutes les autres étant vertes. Pour l'amplificateur Cl₂, la connexion d'entrée est celle repérée par un biseau et un point blanc.

L'antenne est réalisée avec du fil de cuivre d'une longueur d'environ 50mm. Vous savez tout maintenant pour réaliser votre petit transmetteur d'images vidéo, nous pouvons passer aux essais.

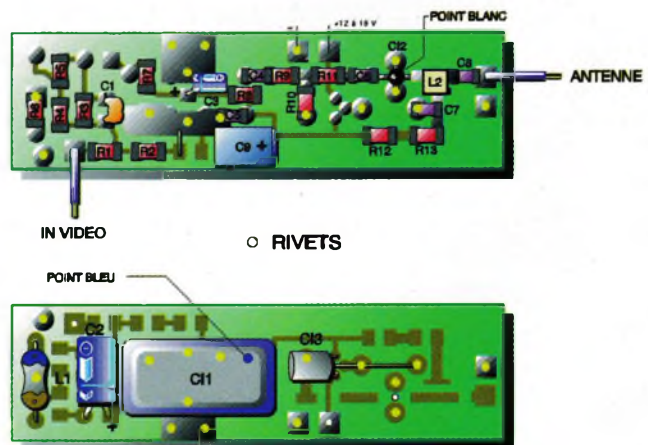
Premiers essais

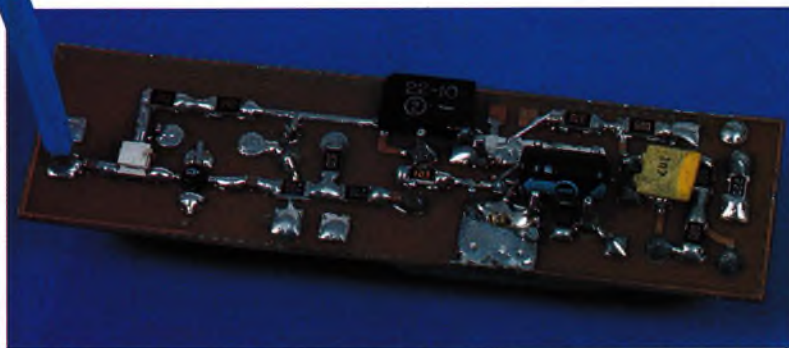
Comme vous avez pu le constater, la mise au point est réduite à sa plus simple expression, il n'y en a pas. En fait, dans un premier temps il faut contrôler méticuleusement tout le câblage des composants, bien vérifier les éventuels courts circuits ou mauvaises soudures. Lorsque tout est correct, on peut brancher la caméra sur l'entrée vidéo de l'émetteur et une alimentation de 12 à 18V. Sur le démodulateur satellite vous raccordez un petit bout de fil d'environ 50 mm de long. Avec sa commande de recherche des fréquences, il suffit maintenant de balayer la bande pour trouver le signal émis par votre transmetteur. Pour une meilleure qualité d'image, il faut passer en position faible déviation de fréquence sur le démodulateur. Si tout fonctionne correctement vous pouvez

2 TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ.



3 IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS.





alors tout débrancher pour commencer la mise en boîte du dispositif. Elle se résume à réaliser un petit boîtier de blindage tout autour de l'émetteur. Pour ce faire il suffit de découper des petites plaques de verre époxy cuivré pour réaliser le coffret. Les entrées d'alimentation et vidéo se font à l'aide de petites traversées Téflon. L'antenne d'émission est réalisée avec du fil souple, il passe à l'extérieur à l'aide d'un petit trou pratiqué dans le blindage extérieur.

Note :

Un moteur produisant de nombreux parasites, le fonctionnement du montage peut, éventuellement, être perturbés par ceux-ci. En conséquence, il y aura lieu de procéder à leur élimination, ou tout au moins, à leur atténuation. Cette opération sera réalisée de la façon suivante :

- En entourant le moteur par un grillage métallique très fin relié à l'un des pôles d'alimentation.

- En câblant au plus près des bornes du moteur, et en série avec celui-ci, des selfs de choc VK200 ; de plus, un condensateur de 470 nF sera soudé en parallèle sur le bobinage (après les selfs), et un second d'une valeur de 47 nF reliera l'un des pôles à la carcasse.

Il est bien entendu que si plusieurs motrices sont utilisées sur le même réseau, chacune d'entre elles devra être antiparasitée.

Nomenclature

(marquage au format 1206)

R₁ : 68 Ω
R₂ : 33 Ω
R₃ : 270 Ω
R₄, R₅, R₇ : 68 à 75 Ω
R₆ : 22 Ω

R₈ : 10000 Ω
R₉, R₁₁ : 27 Ω
R₁₀ : 33 Ω
R₁₂, R₁₃ : 39 Ω
C₁ : 2700 pF
C₂, C₃, C₉ : 1 à 22 μF

C₄, C₆, C₈ : 100 pF
C₅, C₇ : 10 nF
L₁ : 15 μH
L₂ : 100 nH
CI₁ : POS1400 ou POS2000

CI₂ : ERA5
CI₃ : 78L10
plaque d'époxy double face en 8/10 d'épaisseur

MARQUAGE DES COMPOSANTS MONTÉS EN SURFACE (CMS)

Si l'adage concernant les chiens reste correct, plus ils sont petits et plus ils sont hargneux. On pourrait en trouver un autre pour les CMS. Il faut reconnaître qu'ils sont franchement efficaces et qu'ils présentent de meilleures performances, particulièrement en H.F. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle nous les avons employés dans cet émetteur vidéo. Mais comme chaque médaille présente un revers, les CMS n'échappent pas à la règle. Le marquage des résistances au format 1206 n'est pas sans poser quelques problèmes aux novices.

Pour connaître la valeur d'une résistance CMS, on peut lire sur son corps. Il s'y trouve 3 chiffres que l'on lit exactement de la même façon que le code des couleurs : les 2 premiers chiffres donnent le nombre significatif et le dernier le coefficient multiplicateur.

Donnons quelques exemples clairs : Une résistance, marquée 120 sur son corps, représente une valeur de 12 Ω. En la lisant sur le code des couleurs on aurait Marron, Rouge, Noir. Chacun d'eux représentant respectivement : Marron = 1, Rouge = 2, Noir = 0. C'est à dire que l'on ne place aucun 0 derrière les deux premiers chiffres significatifs.

Si la résistance est marquée 123 sa valeur est de 12 kΩ correspondant aux couleurs Marron, Rouge, Orange : Marron = 1, Rouge = 2, Orange = 3 zéros, donc le chiffre 12 multiplié par 1000 soit 12 kΩ.

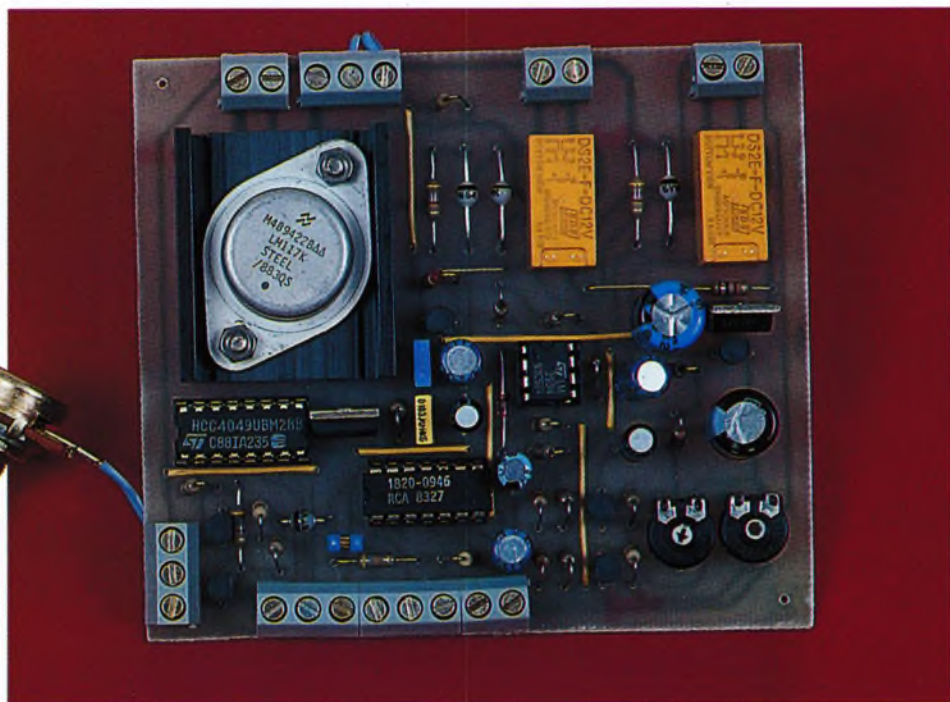
Voilà en quelques mots l'explication du marquage des résistances au format 1206. Celles qui sont plus petites, comme les 0603 ou les 0806, ne sont pas marquées : il n'y a plus la place. Quand vous les sortez de leur emballage, ne les perdez pas en cours de route. Pour retrouver la bonne valeur, il faut les passer à l'Ohmmètre.

Si vous avez un doute sur la valeur d'un condensateur céramique, passez-le au capacimètre. Tous ceux utilisés dans le montage sont des modèles au format 0603.



BLOCK AUTOMATIQUE 2 FEUX

Bien souvent, sur des réseaux où l'on dispose de grande longueur de voie, on souhaiterait faire circuler plusieurs trains les uns derrière les autres. Malheureusement, à cause des vitesses différentes, il n'est pas rare que les rames se rattrapent et dérailent. Cette carte électronique réalise l'espace-ment automatique des trains sur un réseau découpé en cantons. Elle assure l'alimentation de chaque canton et une protection totale des convois avec arrêt et démarrage progressifs dans les deux sens de circulation. (figure 1).



Principe de fonctionnement

On se reporte au schéma en **figure 2**. La carte s'alimente en 18V continue. Cette tension est ensuite stabilisée à + 15V via U_2 , afin d'alimenter l'électronique. Le montage peut être divisé en trois parties :

- Alimentation réglable du canton,
- Détection présence train sur le canton,
- Arrêt et départ progressifs.

Alimentation réglable du canton

La tâche a été confiée à un régulateur de tension intégré U_1 , le LM317K. Par action sur P_1 , la tension de sortie AT varie de 1 à 13V environ avec un courant maximum de 1,5A. L'appli-

cation du + 15V sur l'entrée « AU » (Arrêt d'Urgence) sature le transistor T_1 et impose une tension de sortie à 0V. Les relais K_1 et K_2 permettent d'inverser la tension sur la voie pour les deux sens de circulation. Leur commande s'effectue via l'application du + 15V sur l'entrée « Re ».

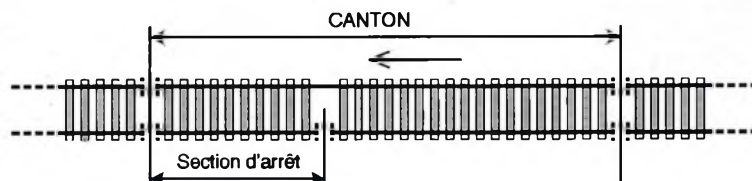
Détection de présence d'un train sur le canton

Le canton étant divisé en deux zones, une zone de transit et une zone d'arrêt, il est nécessaire de détecter la présence d'un train sur ces deux zones. C'est la détection de consommation de courant qui a été retenue. Cette fonction est réalisée par les diodes D_1 et D_3 et le circuit intégré U_3 , un LM393. Pour la zone de transit « ZT », en l'absence de train, la diode D_1 est bloquée, donc l'entrée V- de U_{3A} est à 0V par R_6 . L'entrée V+ de U_{3A} étant à un potentiel de 0,3V environ grâce à R_7 et R_8 , la sortie de U_{3A} est en l'air (collecteur

ouvert) ; on retrouve donc le + 15V sur l'anode de D_2 via R_9 , la sortie 6 de U_{5C} est à « 0 ». Dès qu'un train pénètre sur la zone « ZT », la diode D_1 devient passante, $V- = 1,2V > V+$, la sortie passe à « 0 », la diode D_2 conduit et on a « 0 » sur l'entrée 7 de U_{5C} . La sortie « Présence » passe à « 1 » : on pourra connecter une LED, associée à une résistance de 2,2 k Ω , pour indiquer la présence du train sur le TCO.

On retrouve le même principe pour la zone « ZA ». L'entrée « condition » peut être utilisée en association avec un départ en aiguille ou tout autre disposition où une condition sur l'occupation est nécessaire. En effet, lorsqu'un train est présent sur le canton, l'entrée 8 de U_{4C} est à « 0 » ; si l'entrée condition est à « 1 » (par défaut via JP_1), l'entrée 9 de U_{4C} est à

1 PRINCIPE RETENU.



« 0 » donc la sortie « Pn » est à « 1 », ce qui commande l'arrêt sur le canton précédent. Dans le cas contraire, la sortie « Pn » reste à « 0 ».

Arrêt et départ progressifs

Ce dispositif nécessite la détection sur la zone « ZA » et le signal « Pn » du canton suivant.

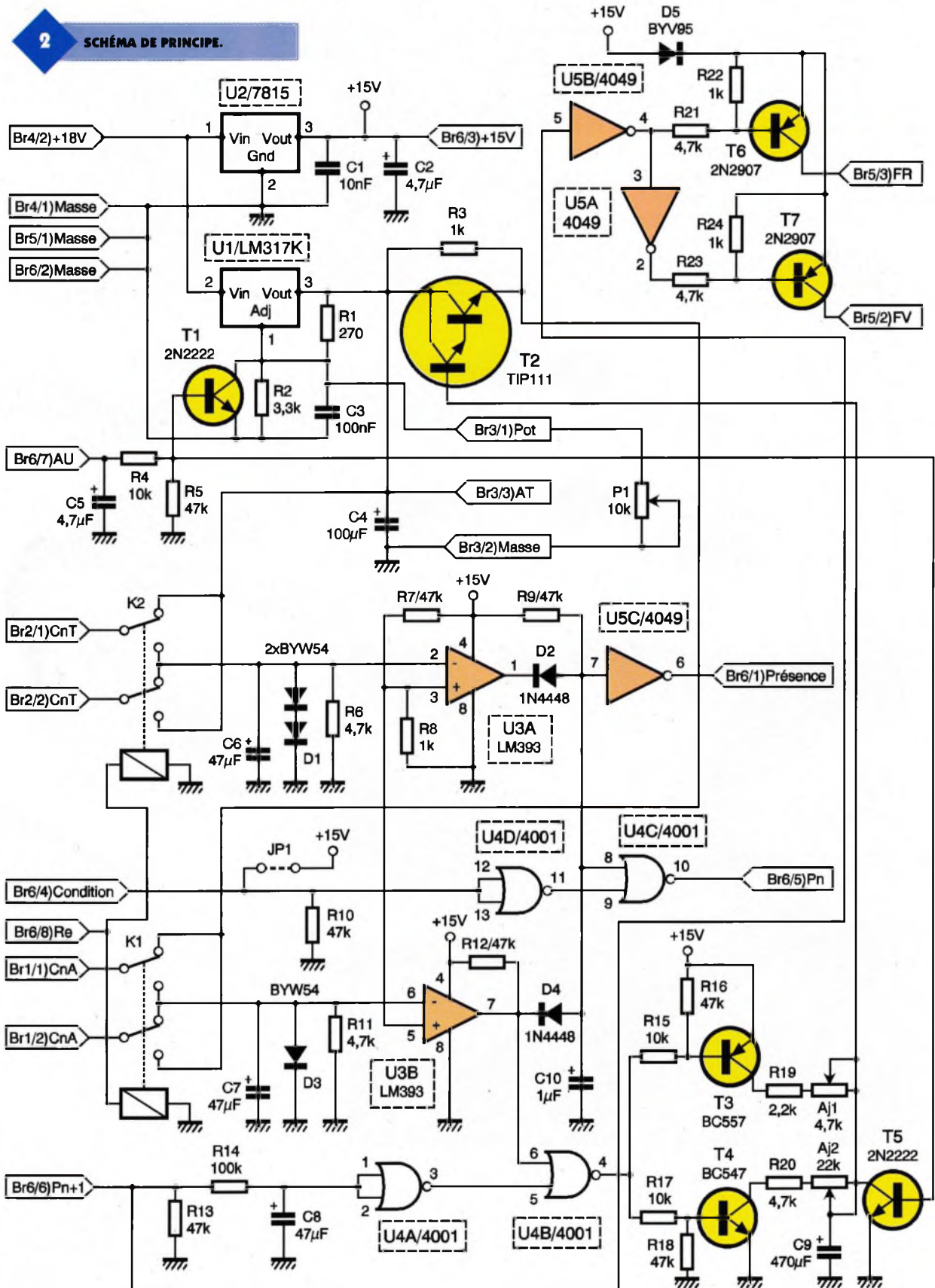
En l'absence de train sur le canton suivant, l'entrée « Pn + 1 » est à « 0 », la sortie 3 de U_{4A} est à « 1 », la sortie 4 de U_{4B} est à « 0 », le transistor T₃ est saturé, le condensateur C₉ est chargé à +15V, le transistor T₂ suit cette tension sur la zone « ZA ».

La sortie 4 de U_{5B} est à « 1 », le transistor T₆ est bloqué, la sortie 2 de U_{5A}

est à « 0 », le transistor T₇ est saturé, la sortie « FV » est à +15V : le feu vert est allumé : le train ne s'arrête pas.

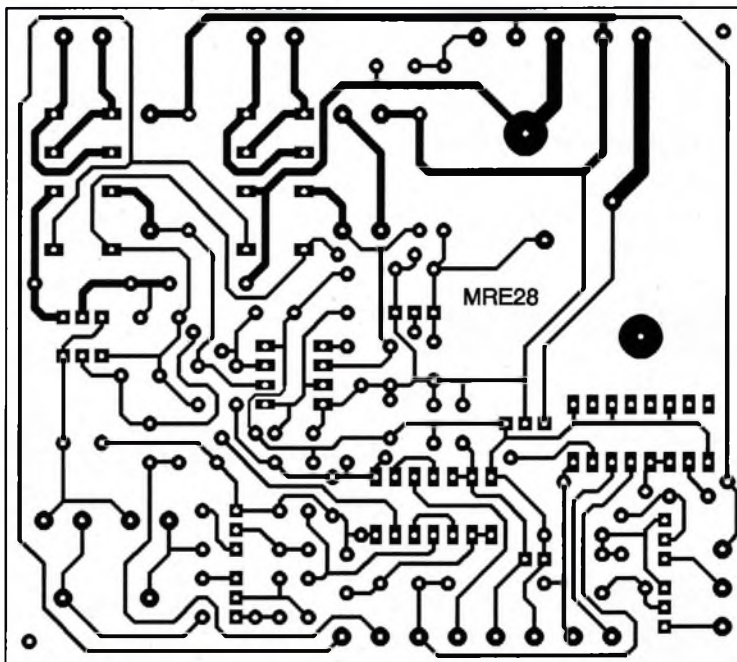
Si un train est présent sur le canton suivant, l'entrée « Pn + 1 » est à « 1 », le condensateur C₈ se charge via R₁₄, la sortie 3 passe à « 0 » au bout de 3 secondes environ (temps nécessaire pour le fonctionnement des loco-

2 SCHÉMA DE PRINCIPE.



motives en UM). Dès qu'un autre train arrive sur la zone « ZA », l'entrée 6 de U_{4B} passe à « 0 », la sortie 4 de U_{4B} passe à « 1 », le transistor T₄ devient passant, le condensateur C₉ se décharge progressivement via R₂₀ et AJ₂, la tension sur la zone « ZA » diminue : le train s'arrête progressivement. La sortie « FR » passe à + 15V : le feu rouge est allumé.

Dès que le train sur le canton suivant a dégagé son canton, l'entrée « Pn + 1 » repasse à « 0 », le feu repasse au vert, après 3 secondes, la sortie 4 de U_{4B} repasse à « 0 », le transistor T₃ redevient passant, le condensateur C₉ se recharge progressivement via R₁₉ et AJ₁, la tension sur la zone « ZA » augmente, le train repart en douceur. L'inertie de départ est réglable par AJ₁ et l'inertie d'arrêt par AJ₂. Le transistor T₅ impose une tension de 0V sur la zone « ZA » lors d'un arrêt d'urgence.



3 TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ.

4 IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS.

Montage

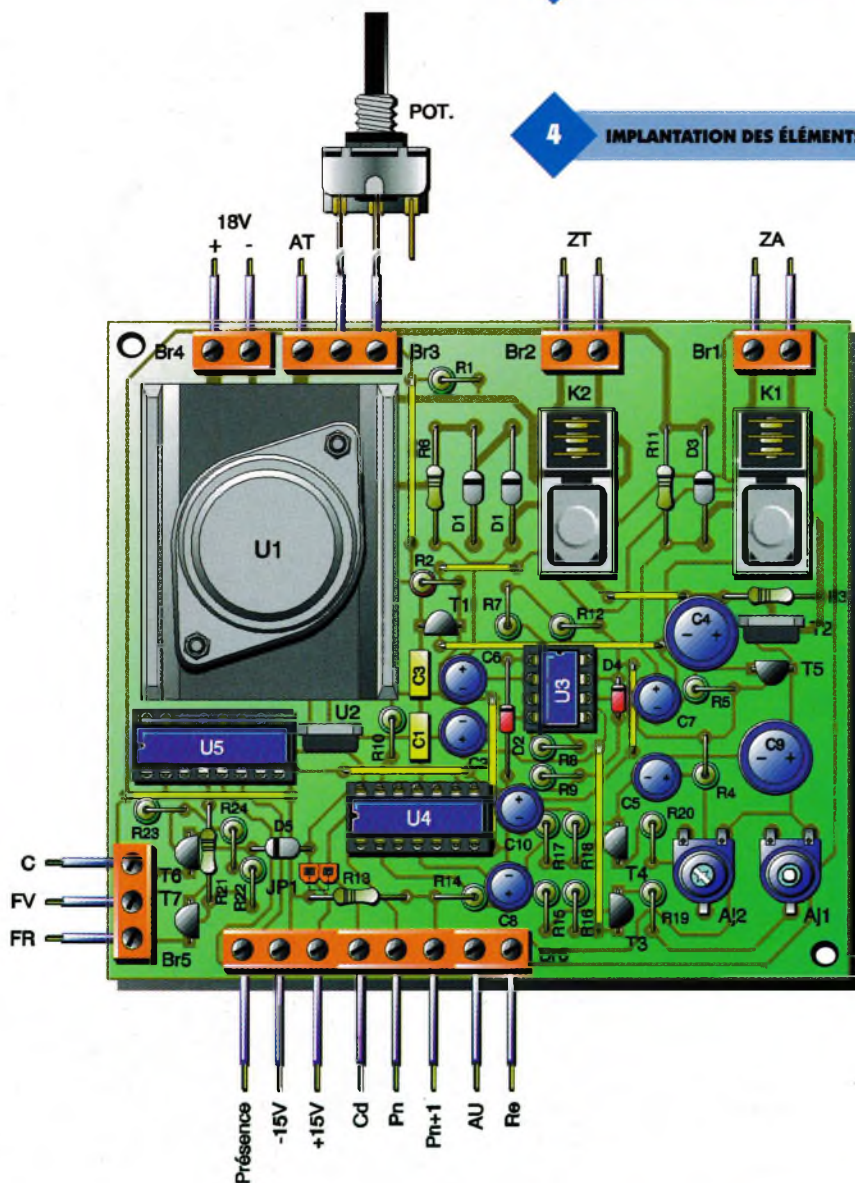
On retrouve le tracé du circuit imprimé et le schéma d'implantation des composants en **figures 3 et 4**. On commencera par bien nettoyer le circuit imprimé à l'aide d'acétone. On soude les 4 straps verticaux et les 5 straps horizontaux ; puis la diode D₂, les résistances R₂₄, R₆, R₁₁, R₃, R₁₂, les diodes D₅, D₁ (2 deux diodes) et D₃. Souder ensuite les supports de circuit intégré, les condensateurs C₁ et C₃, les ajustables AJ₁ et AJ₂. Souder alors les résistances verticales et la diode D₄. Souder ensuite les condensateurs polarisés C₂, C₄ à C₉, en veillant au sens ; les transistors T₁ à T₇, le jumper JP₁, les relais K₁ et K₂, les régulateurs U₂ et U₁ sur son refroidisseur. Restent les borniers Br₁ à Br₆.

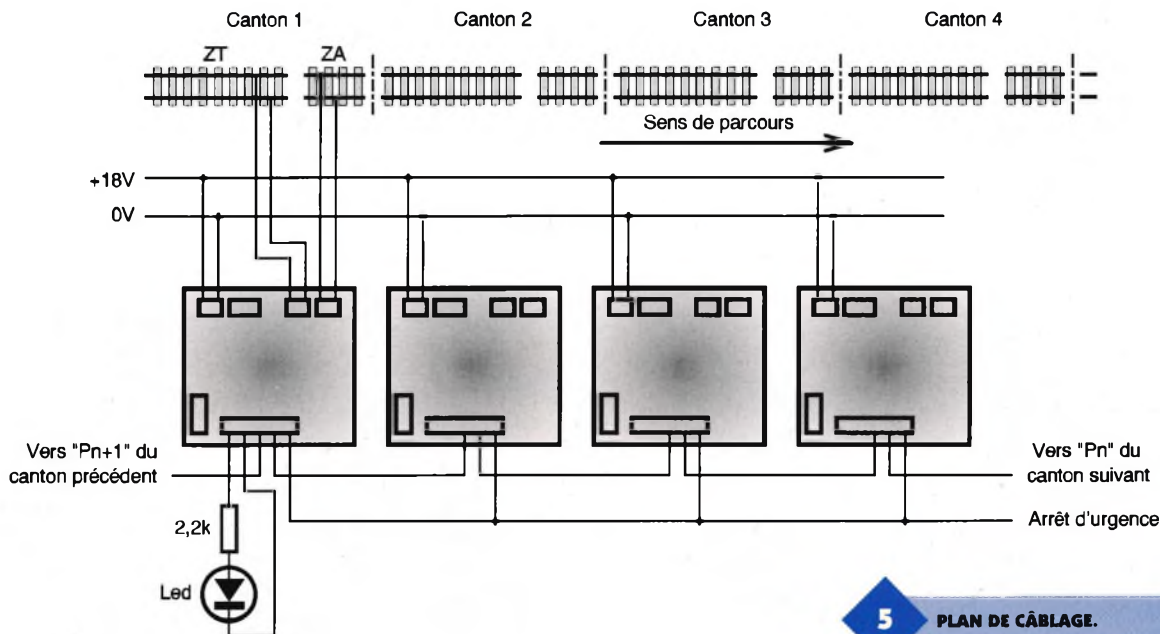
Essai

Une fois terminé, on vérifiera soigneusement les soudures et l'orientation des composants.

Les circuits U₃ à U₅ n'étant pas insérés sur leur support, alimenter la carte en 18V continue en veillant à la polarité. Vérifier la tension en sortie de U₂ : + 15V en Br_{6/2} et 3. Couper l'alimentation. Insérer les circuits U₃ à U₅ sur leur support respectif en veillant au sens. Brancher le potentiomètre P₁ sur Br₃, AJ₁ et AJ₂ à mi-course.

Remettre sous tension, vérifier l'action de P₁ sur la tension « AT » en Br_{3/3} : 1 à 13V environ. Brancher une ampoule sur « ZA » et une sur « ZT ». Les deux lampes s'illuminent. Faire





5 PLAN DE CÂBLAGE.

varier la luminosité par P_1 . Vérifier l'inversion de polarité par l'application du + 15V sur $Br_{6/8}$. Vérifier l'action de l'arrêt d'urgence par application du + 15V sur $Br_{6/7}$: les lampes s'éteignent. Vérifier la sortie « FV » = + 15V en $Br_{5/2}$ et la sortie « Présence » = + 15V. Vérifier l'action de l'entrée « Condition » : 0V sur la sortie « Pn », mettre le cavalier sur JP_1 : « Pn » = + 15V.

l'entrée « Pn + 1 » au + 15V : la lampe sur ZA s'éteint progressivement. La sortie « FR » en $Br_{5/3}$ passe à + 15V. Débrancher le + 15V de « Pn + 1 » : la lampe se rallume progressivement. Vérifier l'action des ajustables AJ_1 et AJ_2 sur le réglage des

inerties. La sortie « Présence » pourra être reliée à une LED (associée à une résistance de 2,2 k Ω) afin d'indiquer la présence d'un train sur le canton.

Installation

Chaque canton devra être équipé de cette carte, le câblage entre elles est très simple, comme le montre le **figure 5** :

- 1 seul fil entre chaque canton : la sortie « Pn » reliée à l'entrée « Pn + 1 » du canton précédent !
- Liaison commune : AU pour l'arrêt d'urgence.

- Branchement d'une LED d'indication d'occupation via une résistance de 2,2 k Ω entre la sortie « Présence » et la Masse.
- Strap sur JP_1 .
- Le potentiomètre sur le bornier Br_3 .
- Les feux de signalisations sur le bornier Br_5 : C étant le commun (moins) des feux.

Pour tous renseignements complémentaires, contactez MINIRAIL Electronic :

45 rue Claude Boyer, 69007 Lyon
Tél : 04 78 72 26 18

J.L.TISSOT

Nomenclature

R_1 : 270 Ω 1/4W
(rouge, violet, marron)
 R_2 : 3,9 k Ω 1/4W
(orange, blanc, rouge)
 R_4, R_{15}, R_{17} : 10 k Ω 1/4W
(marron, noir, orange)
 $R_5, R_7, R_9, R_{10}, R_{12}$:
47 k Ω 1/4W
(jaune, violet, orange)
 R_{13}, R_{16}, R_{18} : 47 k Ω 1/4W
(jaune, violet, orange)
 R_3, R_8, R_{22}, R_{24} : 1 k Ω 1/4W
(marron, noir, rouge)
 R_{14} : 100 k Ω 1/4W
(marron, noir, jaune)
 R_{19} : 2,2 k Ω 1/4W
(rouge, rouge, rouge)
 $R_6, R_{11}, R_{20}, R_{21}, R_{23}$:

4,7 k Ω 1/4W
(jaune, violet, rouge)
 AJ_1 : ajustable horizontale
4,7 k Ω
 AJ_2 : ajustable horizontale
22 k Ω
 P_1 : potentiomètre linéaire
10 k Ω
 C_1 : 10 nF/63V 5.08mm
 C_2, C_5 : 4,7 uF/16V radial
5.08mm
 C_3 : 100 uF/63V 5.08mm
 C_4 : 100 uF/16V radial
5.08mm
 C_6, C_7, C_8 : 47 uF/16V radial
5.08mm
 C_9 : 470 uF/16V radial
5.08mm
 D_1 : 2 diodes BYW54 ou
1N4007
 D_2, D_4 : 1N4148
 D_3 : BYW54 ou 1N4007

D_5 : BYV95 ou 1N4007
 T_1, T_5 : 2N2222
 T_2 : TIP111 ou TIP121
 T_3 : BC557 ou 2N2907
 T_4 : BC547 ou 2N2222
 T_6, T_7 : 2N2907
 U_1 : LM317K + refroidisseur
 U_2 : 7815
 U_3 : LM393 + support
8 broches
 U_4 : 4001 + support
14 broches
 U_5 : 4049 + support
16 broches
 K_1, K_2 : relais 12V/2RT DIL16
 Br_1, Br_2, Br_4 : bornier
2 plots
 Br_3, Br_5 : bornier 3 plots
 Br_6 : bornier 8 plots
 JP_1 : broches + cavalier de
court-circuit



ARRÊT AUTOMATIQUE PROGRAMMABLE

Le modélisme ferroviaire se prête particulièrement bien à l'automatisation des évolutions des trains. Dans ce domaine, des degrés de sophistication élevés peuvent être atteints notamment par l'utilisation de microprocesseurs ou de P.C. Notre montage se caractérise par des ambitions plus modestes. Il vous permettra cependant de programmer un nombre souhaité de passages d'un convoi en un point donné du réseau avant de provoquer son arrêt automatique, avec en plus, une possibilité d'action sur la signalisation.

Le principe

La locomotive sera équipée d'un petit aimant permanent collé sous son châssis. Le point de contrôle du réseau évoqué ci-dessus est un ILS (interrupteur à lame souple) disposé dans l'axe de la voie par collage. Le passage de la locomotive est alors détecté par la fermeture de l'ILS dont la conséquence est l'incrémement d'un compteur. Grâce à un microswitch de 5 interrupteurs, il est possible de provoquer l'arrêt du train au bout de 1, 2, 3, 5 ou 9 passages sur le point de contrôle.



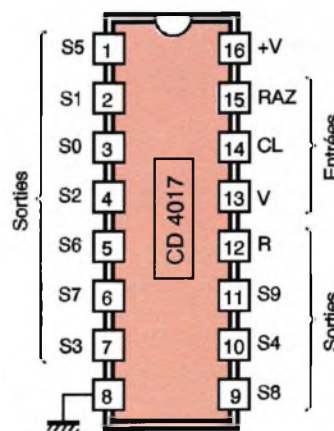
Le fonctionnement (figure 1)

Le montage est alimenté par le secteur 220V par l'intermédiaire d'un transformateur dont l'enroulement secondaire délivre un potentiel alternatif de 12V. Un pont de diodes redresse les deux alternances et la capacité C_1 effectue un premier filtrage. Sur la sortie du régulateur 7809, on recueille un potentiel stabilisé à 9V. La capacité C_2 réalise un filtrage complémentaire tandis que C_4 découple le montage de l'alimentation. La LED L_1 dont le courant est limité par R_1 , signale la mise sous tension du dispositif.

Les portes NAND III et IV forment une bascule monostable. Pour chaque fermeture de l'ILS, l'entrée de commande est momentanément soumise à un état bas. Il en résulte, sur la sortie de la bascule, un état bas de durée fixe imposée par les valeurs de R_3 et de C_6 . Dans le cas présent, cette dernière est proche de la seconde. Les portes NAND I et II, avec leurs résistances périphériques R_4 et R_5 forment un trigger de Schmitt qui confère au si-

gnal émis par la bascule, des fronts montants et descendants bien verticaux.

Le circuit intégré référencé IC₂ est un CD4017. Il s'agit d'un compteur décodeur décimal qui avance d'un pas au rythme des fronts négatifs présentés sur l'entrée de validation « V », étant donné que l'entrée « Horloge » est reliée en permanence à l'état haut. Au moment de la mise sous tension du montage, la capacité C_3 se charge rapidement à travers R_5 . Il en résulte une brève impulsion positive sur l'entrée « RAZ » du compteur ce qui provoque sa



BROCHAGE DU CD4017.

remise à zéro automatique, c'est à dire la présence de l'état haut sur la sortie S0. Cette situation est matérialisée par l'allumage de la LED L₂. A noter qu'il est possible à tout moment d'aboutir au même résultat en appuyant sur le bouton-poussoir BP.

Les 5 interrupteurs du microswitch sont respectivement reliés aux sorties S1 à S5 de IC₂ par l'intermédiaire des diodes D₁ à D₅. En fermant par exemple l'interrupteur numéro 3, le transistor T est saturé au moment de la troisième fermeture de l'ILS. Il comporte dans son circuit collecteur le bobinage d'un relais 2RT qui se ferme.

A remarquer que, s'agissant d'un relais 12V, il est directement alimenté par le potentiel redressé disponible en amont du régulateur 7809. Sa fermeture est signalisée par l'allumage de la LED L₃.

La diode D₆ protège le transistor des effets liés à la surtension de self qui se manifestent à l'occasion de l'établissement et de la coupure du bobinage du relais. Lorsque le relais est fermé, les contacts « Commun » et « Repos » coupent l'alimentation d'une section de voie longue de quelques centimètres et disposée en aval du point de contrôle. La motrice s'arrête donc sur cette section.

Devant cette dernière, on peut disposer un signal comportant par exemple un feu rouge et un feu vert. L'autre jeu de contacts du relais permet d'alimenter le feu correspondant à la situation : rouge pour l'arrêt, vert pour la voie libre.

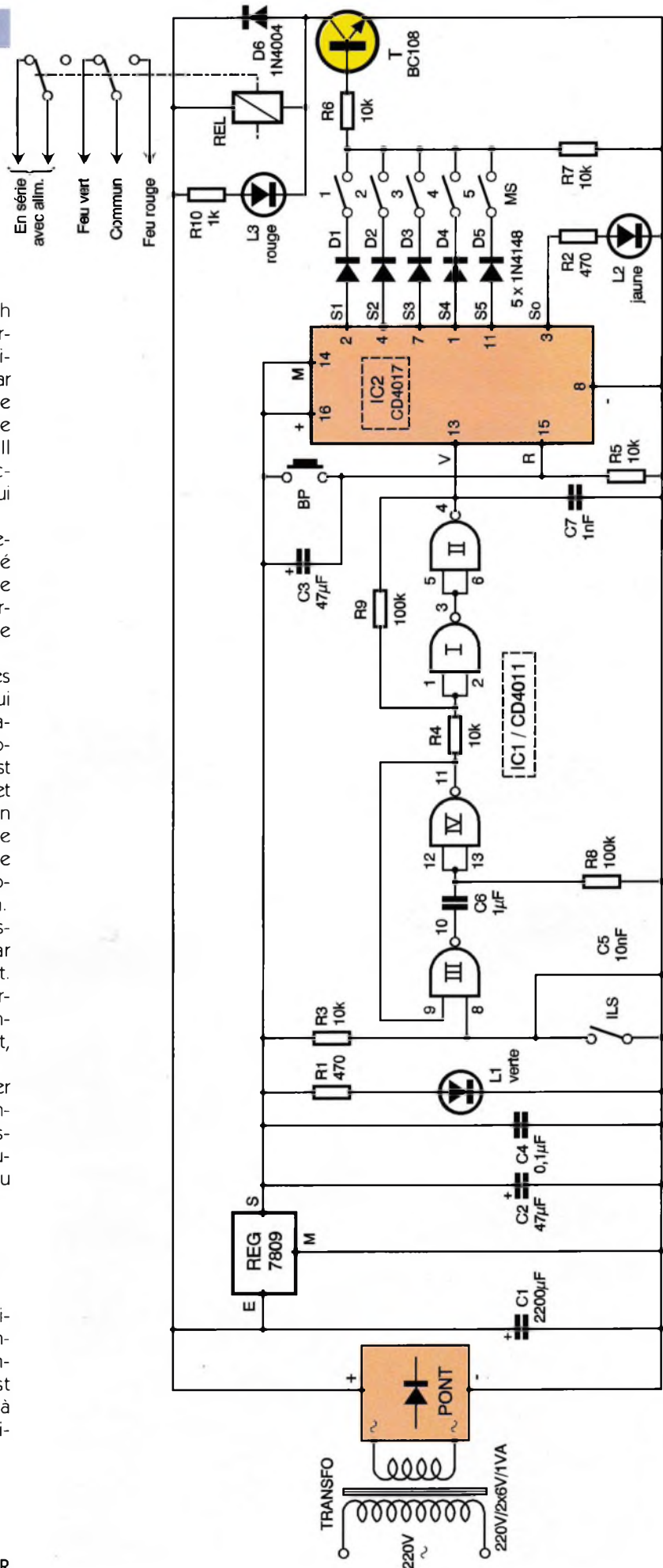
Pour redémarrer, il suffit d'appuyer sur le bouton-poussoir. Bien entendu, il est possible d'éliminer le système de contrôle en ne fermant aucun des interrupteurs du microswitch.

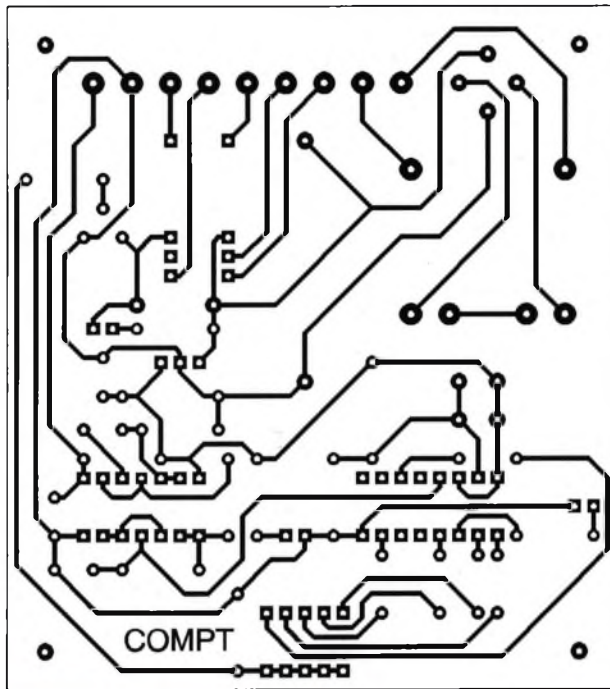
La réalisation

La **figure 2** indique le circuit imprimé du montage. Peu de commentaires sont à faire à son sujet. L'implantation des composants est reprise en **figure 3**. Attention à l'orientation des composants polarisés.

Aucun réglage n'est nécessaire.

R. KNOERR



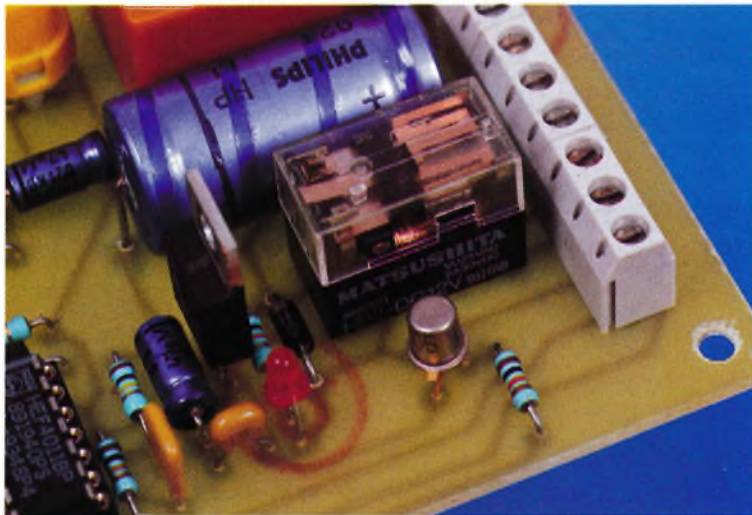
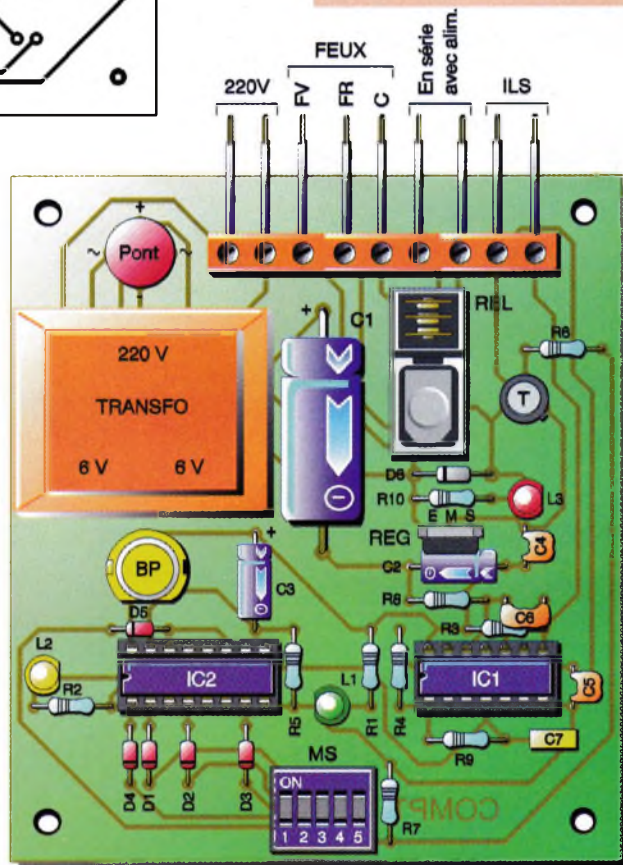


électrolytique
C₄ : 0,1 μ F céramique multicouches
C₅ : 10 nF céramique multicouches
C₆ : 1 μ F céramique multicouches
C₇ : 1 nF céramique multicouches
T : transistor NPN BC108
IC₁ : CD4011 (4 portes NAND)
IC₂ : CD4017 (compteur décodeur décimal)
 1 support 14 broches
 1 support 16 broches
 Bornier soudable 9 plots

Nomenclature

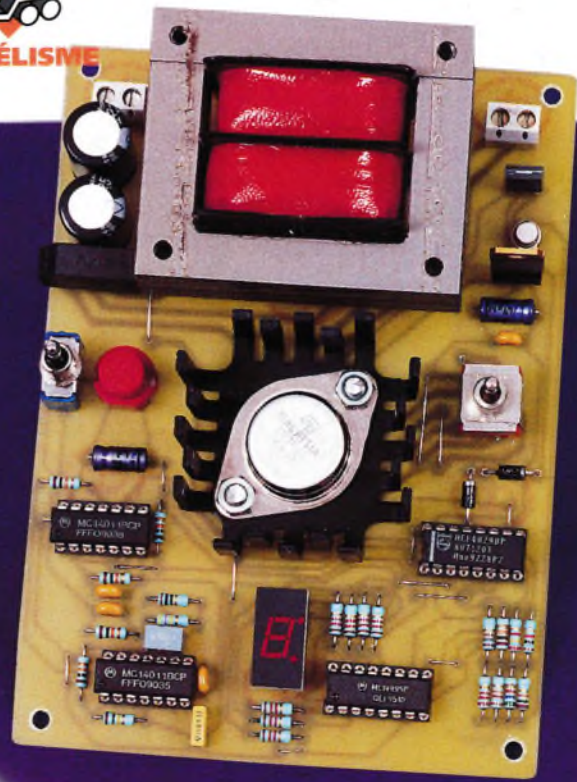
R₁, R₂ : 470 Ω
 (jaune, violet, marron)
R₃ à R₇ : 10 k Ω
 (marron, noir, orange)
R₈, R₉ : 100 k Ω
 (marron, noir, jaune)
R₁₀ : 1 k Ω
 (marron, noir, rouge)
Pont de diodes 1,5A
REG : régulateur 9V (7809)
L₁ : LED verte \varnothing 3
L₂ : LED jaune \varnothing 3
L₃ : LED rouge \varnothing 3
D₁ à D₅ : diodes signal 1N4148
D₆ : diode 1N4004
C₁ : 2200 μ F/25V électrolytique
C₂, C₃ : 47 μ F/10V

LE RELAIS NATIONAL.



Transformateur
 220V/2x6V/1VA
REL : relais 12V/2RT - NATIONAL-
BP : bouton-poussoir à contact travail
MS : microswitch
 5 interrupteurs
ILS : interrupteur à lame souple (voir texte)
 Aimants permanents miniatures (montés sous locos)

A bord de vraies locomotives, le gradateur de vitesse n'autorise que des montées et des descentes progressives de la puissance. Le montage que nous vous proposons est une alimentation de qualité qui donnera à vos trains une allure plus proche de la réalité, avec en plus un affichage permanent de la position du gradateur.



Le principe

Le potentiel total d'alimentation de 15V est partagé en 16 degrés. Grâce à une manette, on peut augmenter ou diminuer le potentiel présenté à l'alimentation du réseau au rythme d'une base de temps. La position de 0 à 15 est affichée à l'aide d'un afficheur unique en utilisant le principe de l'affichage hexagésimal dans lequel la valeur 10 s'affiche par A, 11 par b, jusqu'à 15 qui correspond à F. Un bouton poussoir permet d'obtenir instantanément la valeur zéro, c'est à dire la coupure d'urgence de l'alimentation de la locomotive. Enfin, un inverseur bipolaire est prévu pour inverser le sens de marche.

Le fonctionnement (figure 1)

L'énergie est fournie par le secteur 220V par l'intermédiaire d'un transformateur de 15VA de puissance. Un pont de diodes redresse les deux alternances, tandis que les capacités C_1 et C_2 effectuent un filtrage préalable. Sur la sortie d'un régulateur 7815, on dispose d'un potentiel continu et stabilisé à 15V. La capacité C_3 réalise un filtrage complémentaire et C_4 découple le restant du dispositif de commande de l'alimentation proprement dite. En positionnant la manette de l'in-

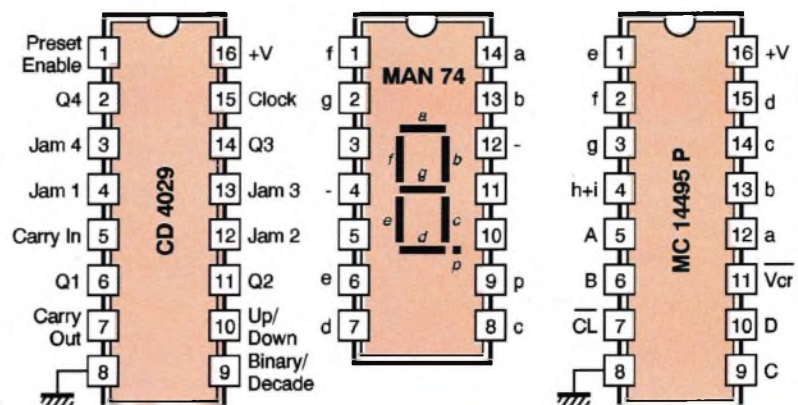
ALIMENTATION POUR RÉSEAU HO

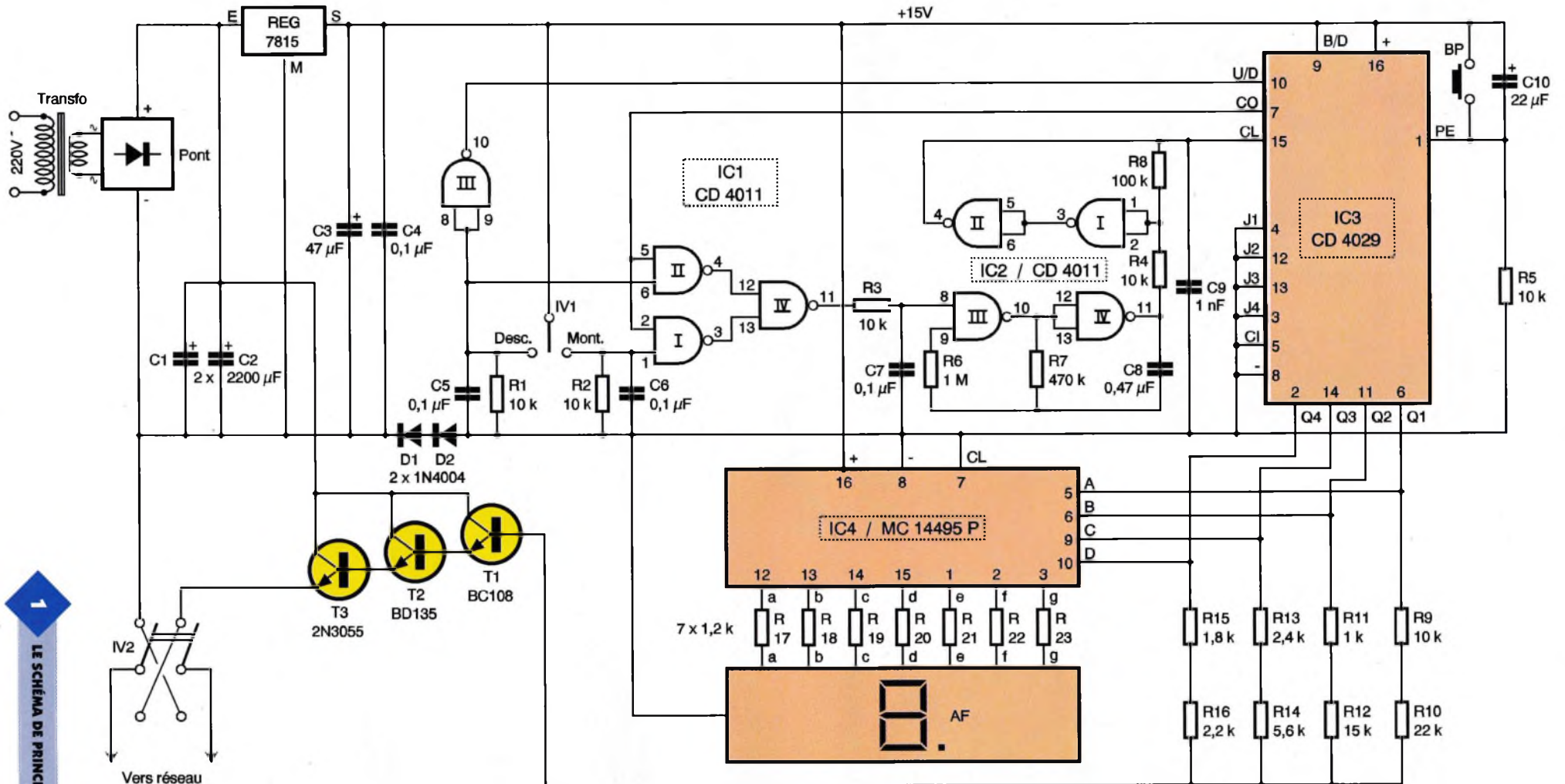
verseur monopolaire IV_1 sur « Montée » la sortie de la porte NAND IV de IC_1 passe à l'état haut. A noter que dans ce cas la sortie de la porte NAND III de IC_1 est à l'état haut : il en résulte un état haut sur l'entrée Up/Down du compteur-décompteur IC_3 qui est un CD4029. Avec un léger retard, dû à la charge de C_7 à travers R_3 , l'entrée de commande de l'oscillateur astable formé par les portes NAND III et IV de IC_2 , est soumise à un état haut. Il en résulte l'activation de l'oscillateur qui génère sur sa sortie des créneaux de forme carrée à une période d'environ 0,5 seconde, ce qui correspond à 2 Hz. Ces créneaux sont ensuite

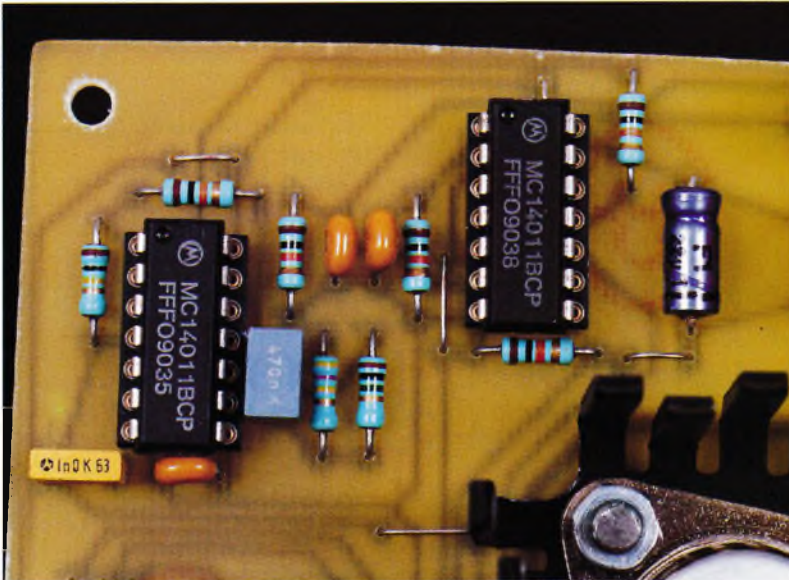
pris en compte par le trigger de Schmitt formé par les portes NAND I et II de IC_2 afin de leur conférer des fronts montants et descendants bien verticaux.

Le compteur IC_3 « compte » alors et avance d'un cran à chaque fois qu'un front montant se présente sur son entrée « CLOCK ». Les niveaux logiques des sorties Q_1 à Q_4 évoluent suivant le principe du comptage binaire. Lorsque les sorties Q sont toutes à l'état haut (position 15), la sortie « CARRY OUT » passe à l'état bas, ce qui arrête l'oscillateur astable

BROCHAGE DES CIRCUITS INTÉGRÉS.







étant donné que la sortie de la porte NAND IV passe à l'état bas. Lorsque l'on place la manette IV₁ sur « Descente », l'oscillateur astable se met en activation comme précédemment, mais auparavant, l'entrée « Up/Down » aura été soumise à un état bas. Le compteur « décompte » jusqu'au moment où il atteint la position zéro, pour laquelle la sortie « CARRY OUT » passe à l'état bas.

Bien entendu, il est possible d'arrêter, lors d'une montée ou d'une descente de la vitesse, le gradateur sur la position désirée, sans attendre qu'il atteigne les limites maxi et mini évoquées plus haut.

En appuyant sur le bouton poussoir BP, l'entrée « PRESET ENABLE » est soumise à un état haut. Il en résulte immédiatement le passage des sorties Q_i au même niveau logique que

les entrées JAM_i correspondantes. Dans le cas présent, toutes les sorties JAM_i étant soumises à l'état bas en permanence, le compteur IC₃ est donc remis à zéro. Cette remise à zéro se produit également, et de façon automatique, lors de la mise sous tension de l'alimentation grâce à la charge de C₁₀ à travers R₅ qui a pour résultat l'apparition d'une impulsion positive sur l'entrée PE de IC₃. Les sorties Q_i aboutissent à un groupement de résistances, selon le principe suivant :

- Q₁ → R = 32 k
- Q₂ → R = 16 k
- Q₃ → R = 8 k
- Q₄ → R = 4 k

On aura remarqué que les valeurs se divisent à chaque fois par 2 au fur et à mesure que l'on augmente l'indice de la sortie. Le lecteur pourra vérifier (ou encore faire confiance à l'auteur) que si « n » est la position du compteur (0 ≤ n ≤ 15), et U la valeur du potentiel d'alimentation de IC₃, le potentiel au point commun des résistances se détermine par la relation : $u = u/15 U$.

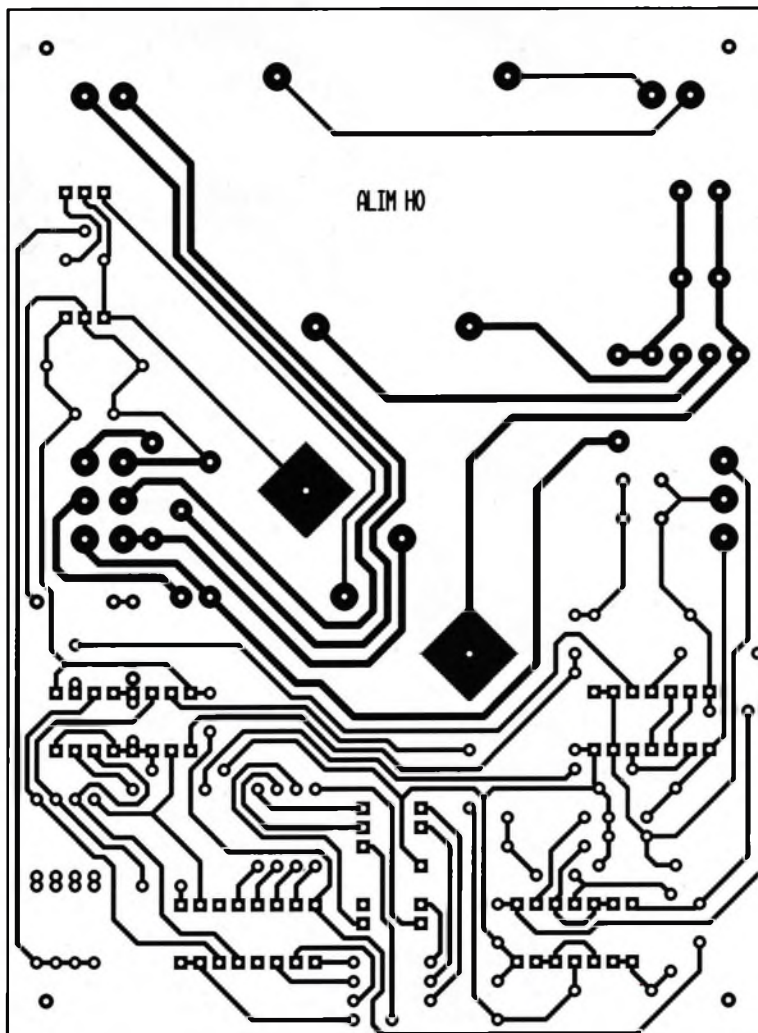
En réalité, il convient d'augmenter u de 1,2V, ce qui correspond aux tensions de jonction des diodes D₁ et D₂. Cette disposition compense les chutes de potentiel nécessaires au niveau du Darlington de puissance formé par les transistors T₁, T₂ et T₃.

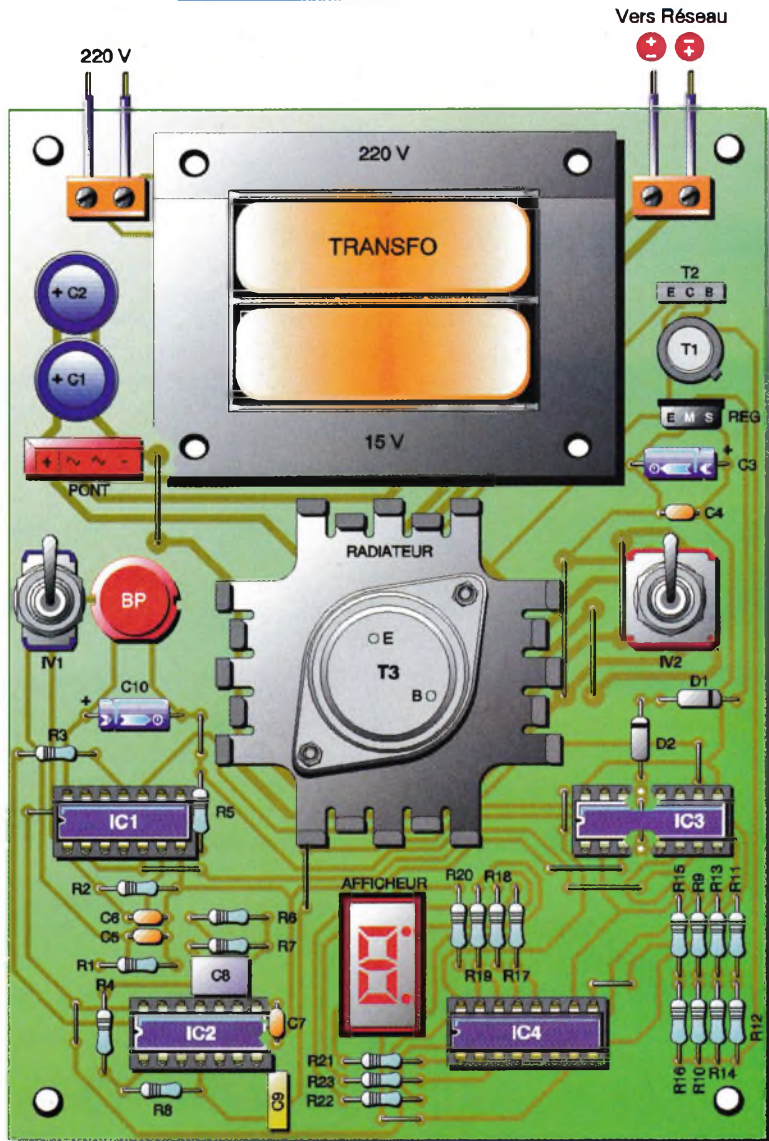
Sur l'émetteur de T₃, on dispose alors d'un potentiel variable de 0 à 15V, directement exploité par le réseau, par l'intermédiaire de l'inverseur bipolaire IV₂.

Enfin, le circuit intégré référencé IC₄ est un décodeur binaire hexagésimal qui alimente directement les 7 segments d'un afficheur à cathode commune, via les résistances de limitation R₁₇ à R₂₃. Du fait de l'utilisation d'un afficheur à 7 segments, les lettres A, C, E et F s'affichent en majuscule alors que pour des raisons évidentes de configuration des segments les lettres b et d sont représentées en minuscule.

La réalisation

La **figure 2** représente le circuit imprimé du montage. A noter les pistes élargies destinées à véhiculer le courant de puissance. L'implantation des composants est représentée en **figure 3**. Peu de remarques





3 IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS.

sont à faire à ce sujet si ce n'est l'importance du respect de l'orienta-

LE 3055 EST ÉQUIPÉ D'UN DISSIPATEUR.

tion des composants polarisés. On notera que le transistor T₃, un 2N3055, est refroidi par un radiateur.

Le montage de nécessite aucun réglage.

R. KNOERR



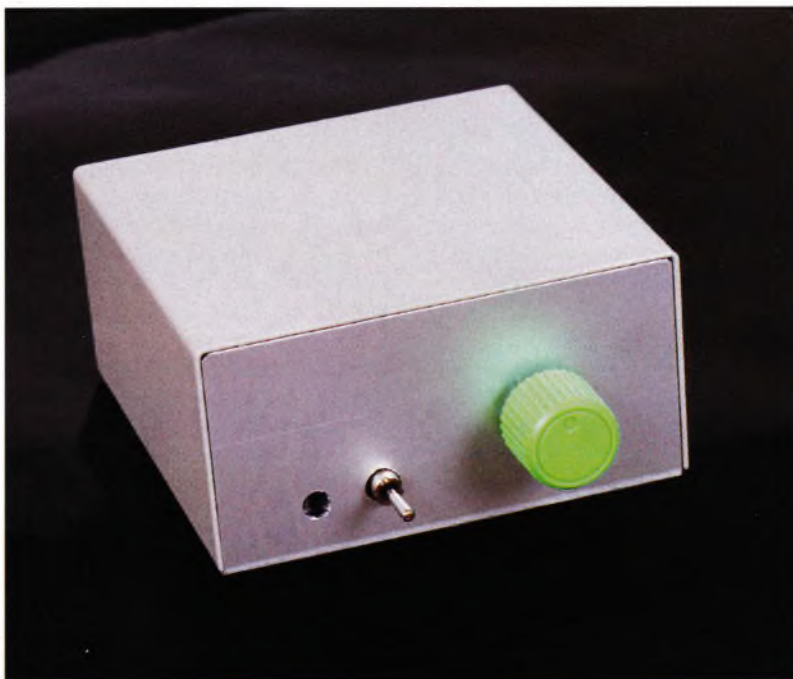
Nomenclature

- 16 straps (6 horizontaux, 10 verticaux)
- R₁ à R₅, R₉ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R₆ : 1 MΩ (marron, noir, vert)
- R₇ : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
- R₈ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R₁₀ : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
- R₁₁ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
- R₁₂ : 15 kΩ (marron, vert, orange)
- R₁₃ : 2,4 kΩ (rouge, jaune, rouge)
- R₁₄ : 5,6 kΩ (vert, bleu, rouge)
- R₁₅ : 1,8 kΩ (marron, gris, rouge)
- R₁₆ : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
- R₁₇ à R₂₃ : 1,2 kΩ (marron, rouge, rouge)
- Pont de diodes 5A
- REG : régulateur 15V (7815)
- D₁, D₂ : diodes 1N4004
- C₁, C₂ : 2200 μF/25V électrolytique (sorties radiales)
- C₃ : 47 μF/16V électrolytique
- C₄ à C₇ : 0,1 μF céramique multicouches
- C₈ : 0,47 μF céramique multicouches
- C₉ : 1 nF céramique multicouches
- C₁₀ : 22 μF/16V électrolytique
- AF : Afficheur 7 segments cathode commune (MAN 74A)
- T₁, transistor NPN BC108
- T₂ : transistor NPN BD135
- T₃ : transistor NPN 2N3055
- IC₁, IC₂ : CD4011 (4 portes NAND)
- IC₃ : CD4029 (compteur-décompteur binaire/BCD)
- IC₄ : MC 14495P (décodeur binaire → hexagésimal)
- 3 supports 14 broches
- 2 supports 16 broches
- 2 borniers soudables 2 plots
- Transformateur 220V/15V/15VA
- Radiateur pour transistor 2N3055
- BP : bouton poussoir à contact travail
- IV₁ : Inverseur monopolaire 3 positions (position centrale stable)
- IV₂ : Inverseur bipolaire 3 positions stables



GRADUATEUR DE VITESSE À TENSION CONSTANTE

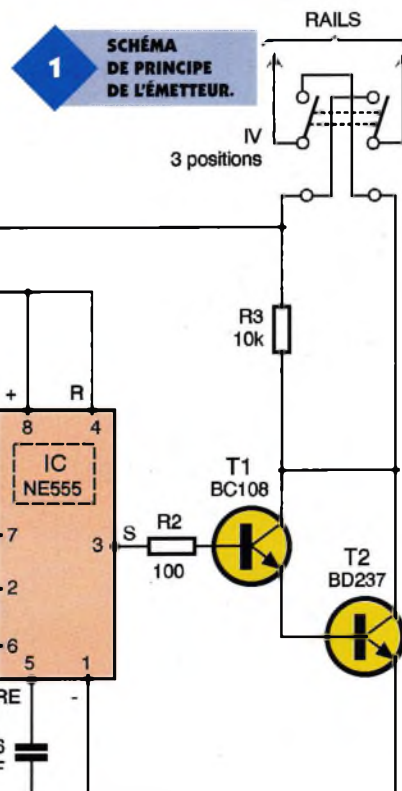
Un problème que les modélistes ferroviaires connaissent bien est l'éclairage des trains de voyageurs alors que la tension d'alimentation du réseau est essentiellement variable pour cause de régulation de la vitesse du convoi. Cette tension est même nulle à l'arrêt, ce qui a pour conséquence l'extinction totale. Le montage que nous vous proposons résout ce problème : La tension du réseau reste maximale à tout moment mais le pilotage du train à la vitesse désirée reste possible.



Le principe

La tension d'alimentation du réseau se caractérise par une valeur continue de l'ordre de 12V. Le dispositif émetteur génère des micro-coupures d'une durée imperceptible à l'œil, au niveau de l'éclairage (330 μ s). La vitesse du convoi est proportionnelle à la fréquence de ces micro-coupures, cette dernière varie de 15 Hz pour les faibles vitesses à 150 Hz pour la vitesse maximale. Il est nécessaire pour cela d'ins-

taller à bord de la locomotive un module dont la mission consiste à interpréter la fréquence de pilotage. Le sens de marche du train est simplement dépendant de la polarité de la tension d'alimentation.



L'émetteur (figure 1)

L'énergie est tirée du secteur 220V par l'intermédiaire d'un transformateur. Le potentiel alternatif délivré au niveau de secondaire est redressé grâce à un pont de diodes. Les capacités C_1 et C_2 effectuent un filtrage efficace. Le courant de puissance est disponible sur les armatures positives de C_1/C_2 pour la polarité positive et sur les collecteurs de T_1 et de T_2 pour la polarité négative.

Le potentiel de commande du dispositif électronique est délivré par un régulateur 7812 sous une valeur de 12V. La capacité C_3 réalise un complément de filtrage tandis que C_4 effectue le découplage du montage avec l'alimentation.

Le timer IC, un 555, entre en oscillation dès que l'interrupteur du potentiomètre est fermé. Une période se décompose en deux parties :

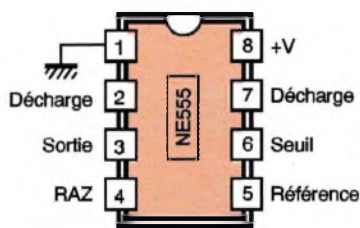
- la charge lente de C_5 à travers P et A : la sortie S présente un état haut dans ce cas,
- la décharge rapide de C_5 à travers R_1 : la sortie S passe à l'état bas pendant une durée très faible : $330 \mu\text{s}$.

Si l'interrupteur P est ouvert, la sortie S de IC présente un état haut permanent. Selon la position angulaire du curseur de P, la fréquence d'apparition des états bas est variable de 15 à 150 Hz.

Les transistors T_1 et T_2 forment un Darlington de puissance qui réalise un fort gain en courant. Grâce à l'inverseur manuel IV, il est possible de sélectionner la polarité désirée au niveau de l'alimentation des deux fils de rails.

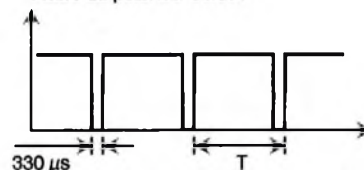
Le récepteur embarqué (figure 2)

Grâce à D_5 , suivant la polarité du potentiel d'alimentation, le bobinage du relais REL est alimenté ou non. La résistance R_5 introduit une chute de



BROCHAGE 555.

Allure du potentiel sortie :



T variable de 7 à 70 ms (150 Hz à 15 Hz)
(La vitesse augmente si T diminue)

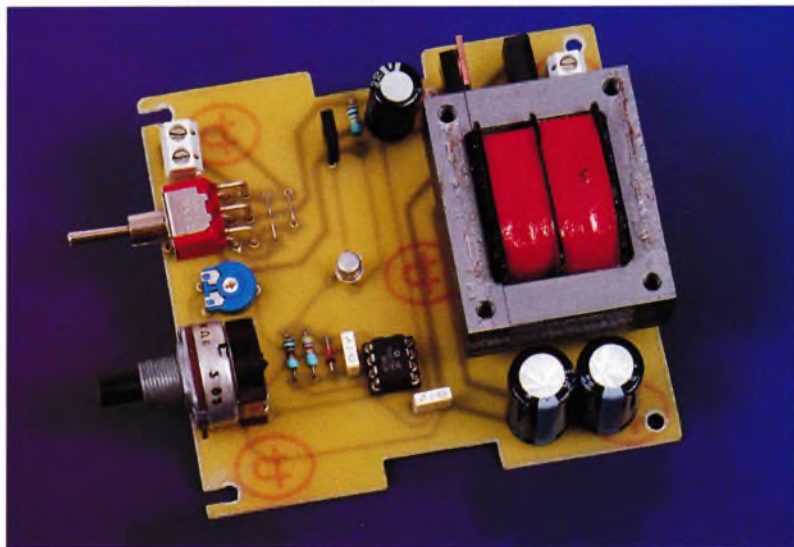
TRAIN D'IMPULSIONS.

potentiel afin de disposer d'environ 12V aux bornes du bobinage.

Lorsque le relais est fermé, la locomotive se dirige dans un sens donné. Elle se dirige dans le sens opposé lorsque le relais est ouvert.

Le pont de diodes intégrées présente toujours un potentiel positif sur l'armature positive de C_3 . Cette dernière effectue le filtrage nécessaire afin d'éliminer les micro-coupures évoquées au paragraphe précédent. Le potentiel ainsi traité alimente l'électronique de commande. En revanche, le pont de diodes D_1 à D_4 fait apparaître sur les entrées réunies

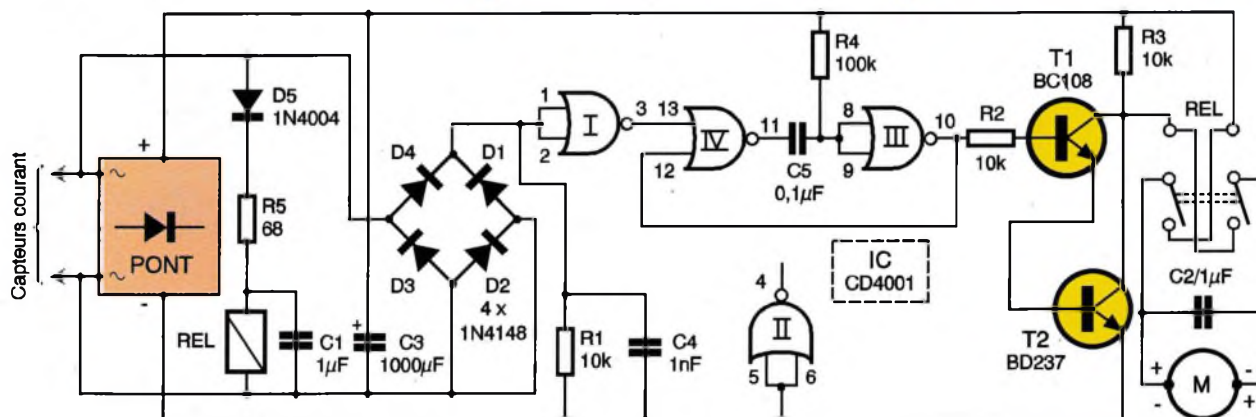
de la porte NOR I les impulsions de commande sous la forme d'états bas très brefs. Il en résulte de brefs états hauts sur la sortie de cette porte. Ces derniers commandent une bascule monostable formée par les portes NOR III et IV. Pour chaque impulsion de commande, on observe un état haut d'une durée de l'ordre de 7 ms sur la sortie de la bascule. Elles attaquent le Darlington formé par T_1 et T_2 . Le moteur de traction est alors alimenté sous un mode impulsif entre la polarité positive et le point commun des collecteurs du Darlington, par l'intermédiaire des contacts



2

SCHEMA DE PRINCIPE DU RECEPTEUR.

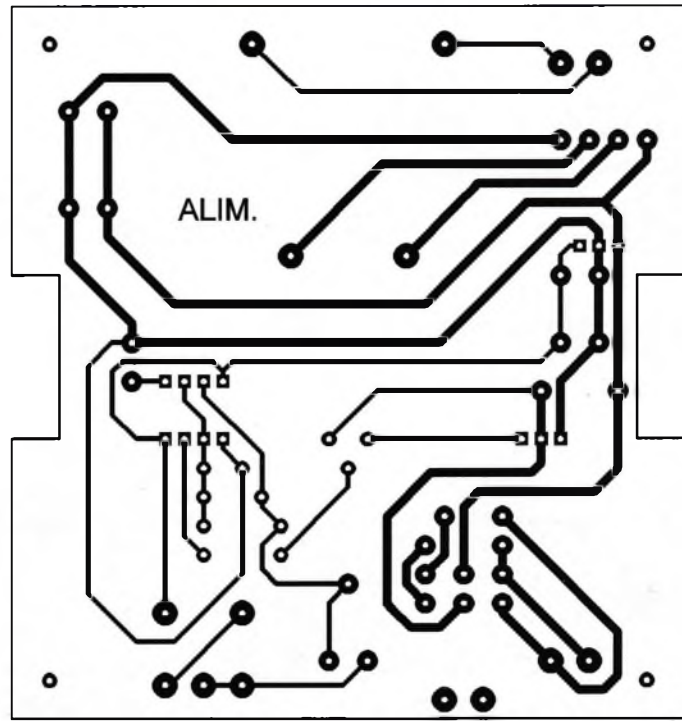
LE MODULE EMETTEUR.



du relais. La capacité C_2 fait office d'antiparasitage. Le potentiel moyen aux bornes du moteur de traction augmente si la fréquence des impulsions de commande augmente. Mais il existe une limite. En effet, il ne faut pas que la période de ces impulsions devienne inférieure à 7 ms qui est la durée de l'impulsion active délivrée par la bascule. Un réglage est donc à effectuer. Il convient pour cela de placer le curseur de P émetteur dans la position de vitesse maximale. Auparavant, on aura placé le curseur de l'ajustable en résistance maxi (à fond dans le sens horaire). Ensuite, en tournant le curseur de l'ajustable, doucement, dans le sens anti-horaire, on constatera l'augmentation de vitesse de la locomotive. Il arrivera un moment où cette vitesse chutera assez rapidement. Il y a lieu alors de revenir légèrement en arrière avec le curseur de l'ajustable, de manière à donner au réglage la stabilité nécessaire.

La réalisation

La **figure 3** fait état des circuits imprimés relatifs au montage tandis



que les **figures 4 et 5** montrent l'implantation des composants. Le module embarqué correspond aux dimensions d'une locomotive JOUEF CC6500. Dans le cas d'un modèle plus petit, il conviendra de réduire quelque peu les dimensions de ce module, ce qui ne devrait pas poser

de problème particulier, le circuit imprimé n'ayant pas une configuration très serrée des pistes. De plus le nombre de composants utilisés n'est pas élevé.

R. KNOERR

Nomenclature

Alimentation

2 straps

R_1 : 4,7 k Ω
(jaune, violet, rouge)

R_2 : 100 Ω
(marron, noir, marron)

R_3 : 10 k Ω
(marron, noir, orange)

A : ajustable 220 k Ω

P : potentiomètre 1 M Ω
linéaire avec interrupteur
Bouton pour potentiomètre

D : diode-signal 1N4148

Pont de diodes 5A

REG : régulateur 12V (7812)

C_1, C_2 : 2200 μ F/40V électrolytique (sorties radiales)

C_3 : 470 μ F/25V électrolytique (sorties radiales)

C_4 à C_6 : 0,1 μ F céramique multicouche

T_1 : transistor NPN BC108, 109, 2N2222

T_2 : transistor NPN BD237

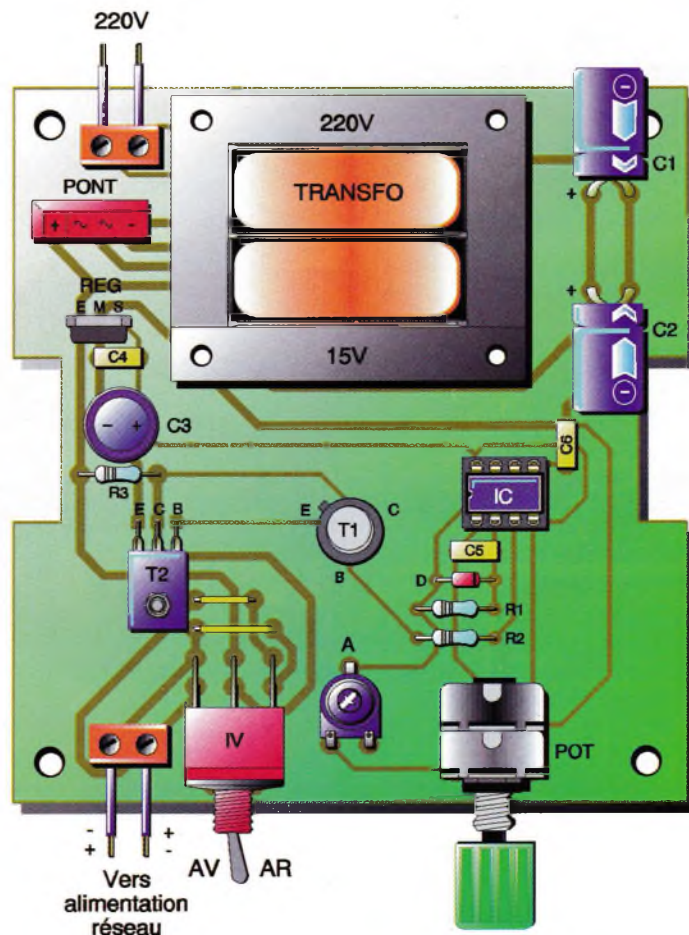
IC : NE555 (timer)

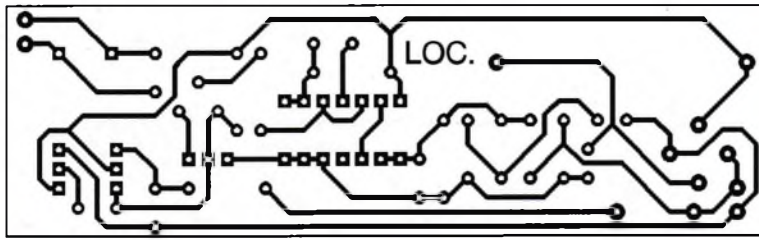
2 borniers soudables 2 plots

Support 8 broches

Transformateur 220V/12V/15VA

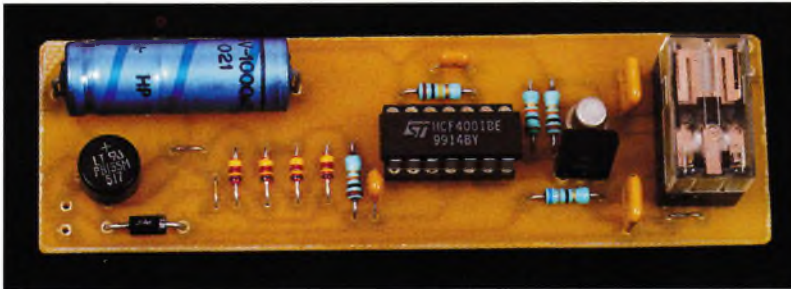
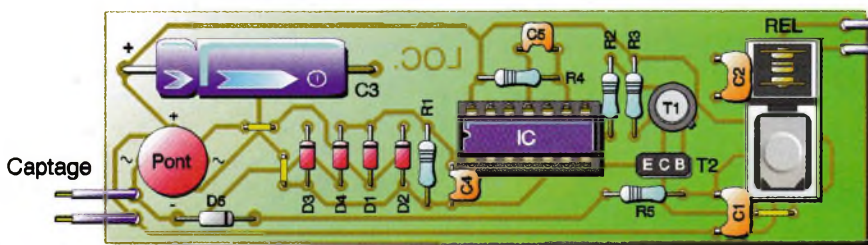
IV : inverseur bipolaire





3 TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ DU RÉCEPTEUR.

6 IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS.



- 3 positions (broches coudées pour CI)**
Boîtier ESM ALU (100 x 100 x 50)
- Module embarqué**
- 3 straps (2 horizontaux, 1 vertical)**
R₁ à R₃ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R₄ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R₅ : 68 Ω (bleu, gris, noir)
D₁ à D₄ : diodes-signal 1N4148
D₅ : diode 1N4004
Pont de diodes 1,5A
C₁, C₂ : 1 μF céramique multicouches
C₃ : 1000 μF/16V électrolytique
C₄ : 1 nF céramique multicouches
C₅ : 0,1 μF céramique multicouches
T₁ : transistor NPN BC108, BC109, 2N2222
T₂ : transistor NPN BD237
IC : CD4001 (4 portes NOR)
Support 14 broches
Relais 12V/2RT -NATIONAL-

LE MODULE LOGÉ DANS LA LOCOMOTIVE..

Ce montage permet la commande d'un aiguillage à double bobines électromagnétiques au moyen d'un inverseur bistable ou d'une commande logique + 12V (cas d'un rotateur d'itinéraires). Le courant maximum admissible est de 3A.

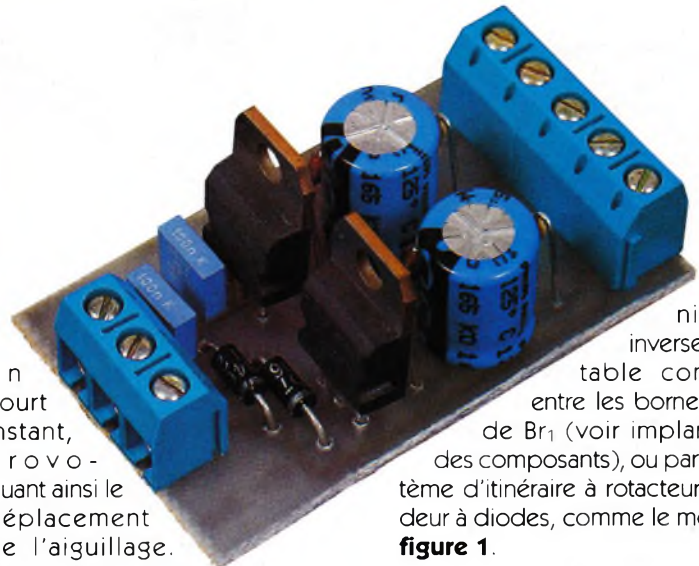
Principe de fonctionnement

On se reporte au schéma en **figure 2**. Le montage est basé sur deux branches identiques pour les deux bobines de l'aiguillage. Lors de l'application d'une tension + 10/15V sur Br_{1/1} ou Br_{1/2}, une impulsion positive apparaît sur la base du transistor T₁ ou T₂ grâce à C₁ ou C₂. Cette impulsion met en conduction le transistor qui alimente alors la bobine associée pendant

COMMANDE D'AIGUILLAGE

un court instant, provoquant ainsi le déplacement de l'aiguillage.

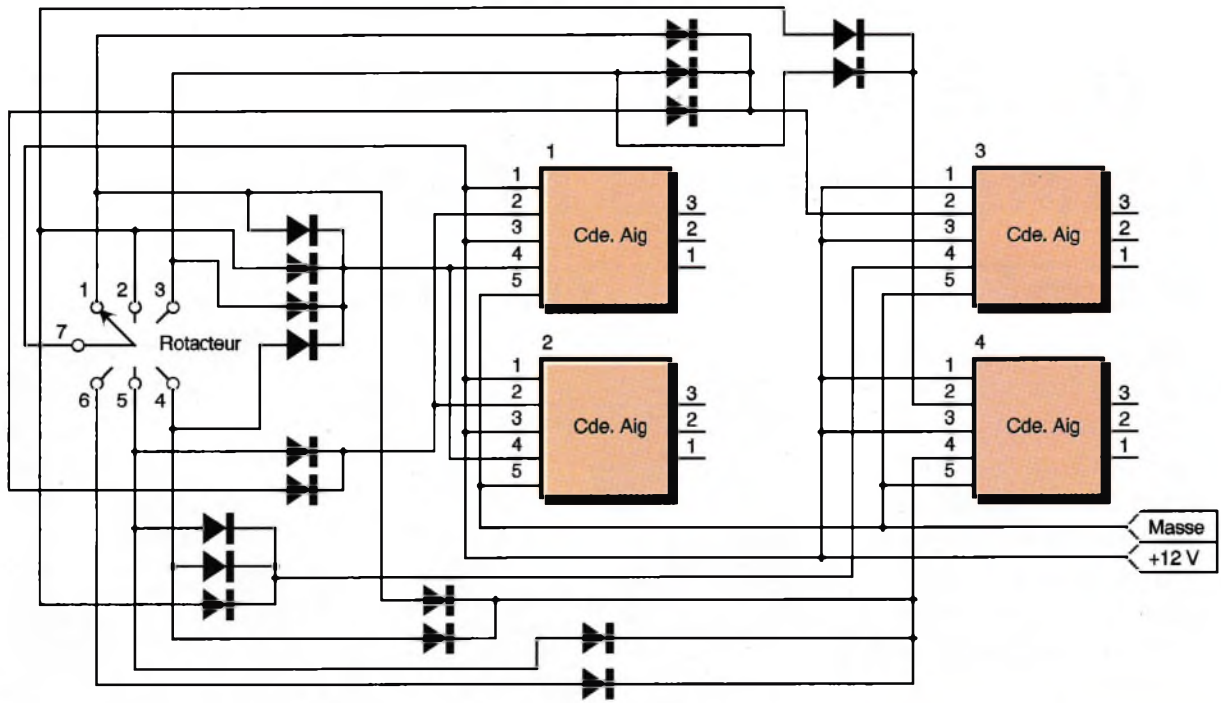
Les diodes D₃ et D₄ servent à la décharge de C₁ et C₂. Les diodes D₁ et D₂, ainsi que les condensateurs C₃ et C₄ protègent les transistors contre les surtensions provoquées par les bobines de l'aiguillage. L'alimentation s'effectue entre 10 et 18V suivant le type d'aiguillage. La commande peut provenir



d'un inverseur bistable connecté entre les bornes 1 à 3 de Br₁ (voir implantation des composants), ou par un système d'itinéraire à rotacteur et codeur à diodes, comme le montre la **figure 1**.

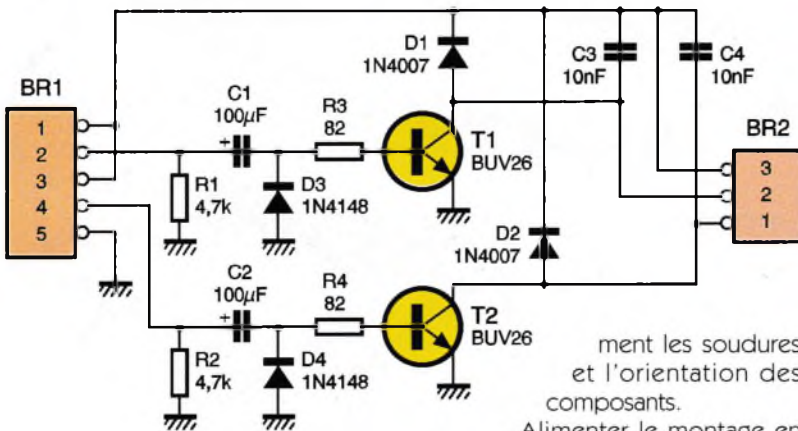
Réalisation/Essai

On retrouve le tracé du circuit imprimé et le schéma d'implantation des composants en **figures 3** et **4**. On commencera par bien nettoyer le circuit imprimé à l'aide d'acétone.



Position 1 : AIG. 1 G / AIG. 2 G / AIG. 3 D / AIG. 4 G
 Position 2 : AIG. 1 G / AIG. 2 G / AIG. 3 G / AIG. 4 D
 Position 3 : AIG. 1 G / AIG. 2 G / AIG. 3 D / AIG. 4 D
 Position 4 : AIG. 1 G / AIG. 2 G / AIG. 3 G / AIG. 4 G
 Position 5 : AIG. 1 D / AIG. 2 D / AIG. 3 G / AIG. 4 G
 Position 6 : AIG. 1 D / AIG. 2 D / AIG. 3 D / AIG. 4 G

1 SYSTÈME D'ITINÉRAIRES À ROTACTEUR ET CODE À DIODES.



2 SCHÉMA DE PRINCIPE.

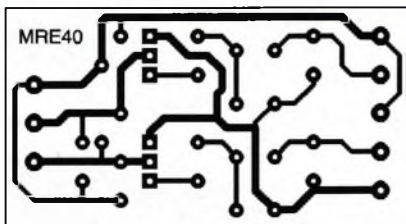
Nomenclature

R₁, R₂ : 4,7 kΩ 1/4W (jaune, violet, rouge)
R₃, R₄ : 82 Ω 1/4W (gris, rouge, noir)
C₁, C₂ : 100 μF/16V radial
C₃, C₄ : 10 nF/63V 5,08mm
D₁, D₂ : 1N4007
D₃, D₄ : 1N4148
T₁, T₂ : BUV26 ou équivalent
Br₁ : bornier 5 plots
Br₂ : bornier 3 plots

Souder alors les résistances R₁ à R₄, les diodes D₁ à D₄ (attention au sens : K = > cathode, anneau noir sur la diode) et les condensateurs C₁ à C₄ (attention à la polarité de C₁ et C₂). Souder ensuite les transistors T₁ et T₂ et les deux borniers Br₁ et Br₂. Une fois terminé, on vérifiera soigneuse-

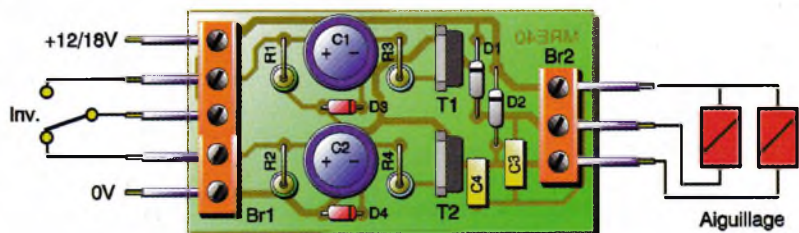
ment les soudures et l'orientation des composants. Alimenter le montage en 10/18V continue. Brancher un inverseur sur Br₁. Mettre sous tension et le manoeuvrer : vérifier le déplacement correcte de l'aiguillage. On pourra brancher une LED associée à une résistance de 1 kΩ entre Br_{1/1} ou Br_{1/2} et Br_{1/3} afin d'afficher la direction de l'aiguillage.

3 TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ.



4 IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS.

J.L. TISSOT





TROIS ANIMATIONS LUMINEUSES POUR RÉSEAU FERROVIAIRE

Ce qui fait surtout l'attrait d'un réseau ferroviaire miniature, outre la beauté des machines et des wagons, c'est le décor que l'on aura minutieusement élaboré et dans lequel seront installées les voies ferrées. Nous vous proposons la construction de trois petits montages simples qui participeront à l'animation de la maquette.



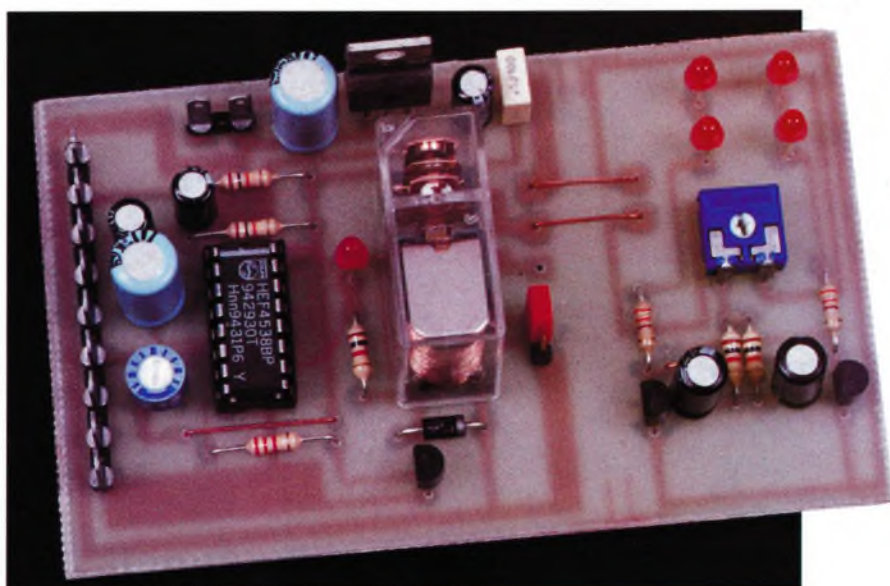
MODULE DE DÉCLENCHEMENT ET FEUX ROUGES

Le premier de nos montages permettra l'allumage des feux rouges clignotants de signalisation d'un passage à niveau lors de l'arrivée d'un train. Cette réalisation se décompose en deux petits modules, comme on peut le voir sur le schéma de la figure 1. Le module de déclenchement pourra également être utilisé à d'autres fins puisque le passage d'un train provoque la fermeture d'un relais durant un temps déterminé. Il pourra donc être destiné à l'alimentation d'un avertisseur sonore, commander un dispositif électromécanique, etc.

Le module de déclenchement est bâti autour d'un monostable de type HEF4538 ou CD4538. Sa mise en fonctionnement est effectuée par un flanc descendant provoqué par la fermeture d'un relais ILS. Ce dernier collera lorsque l'aimant placé sous la motrice arrivera à sa hauteur. La résis-

tance R_1 et le condensateur C_1 constituent une sorte de dispositif anti-rebonds, qui, dans notre cas, n'était pas spécialement nécessaire. En effet, lorsque le monostable est enclenché, d'autres impulsions arri-

vant sur son entrée n'auront aucun effet. La constante de temps est fixée par le réseau R/C formé par la résistance ajustable R_2 et la capacité C_4 . Les valeurs choisies permettent d'obtenir des temporisations d'en-



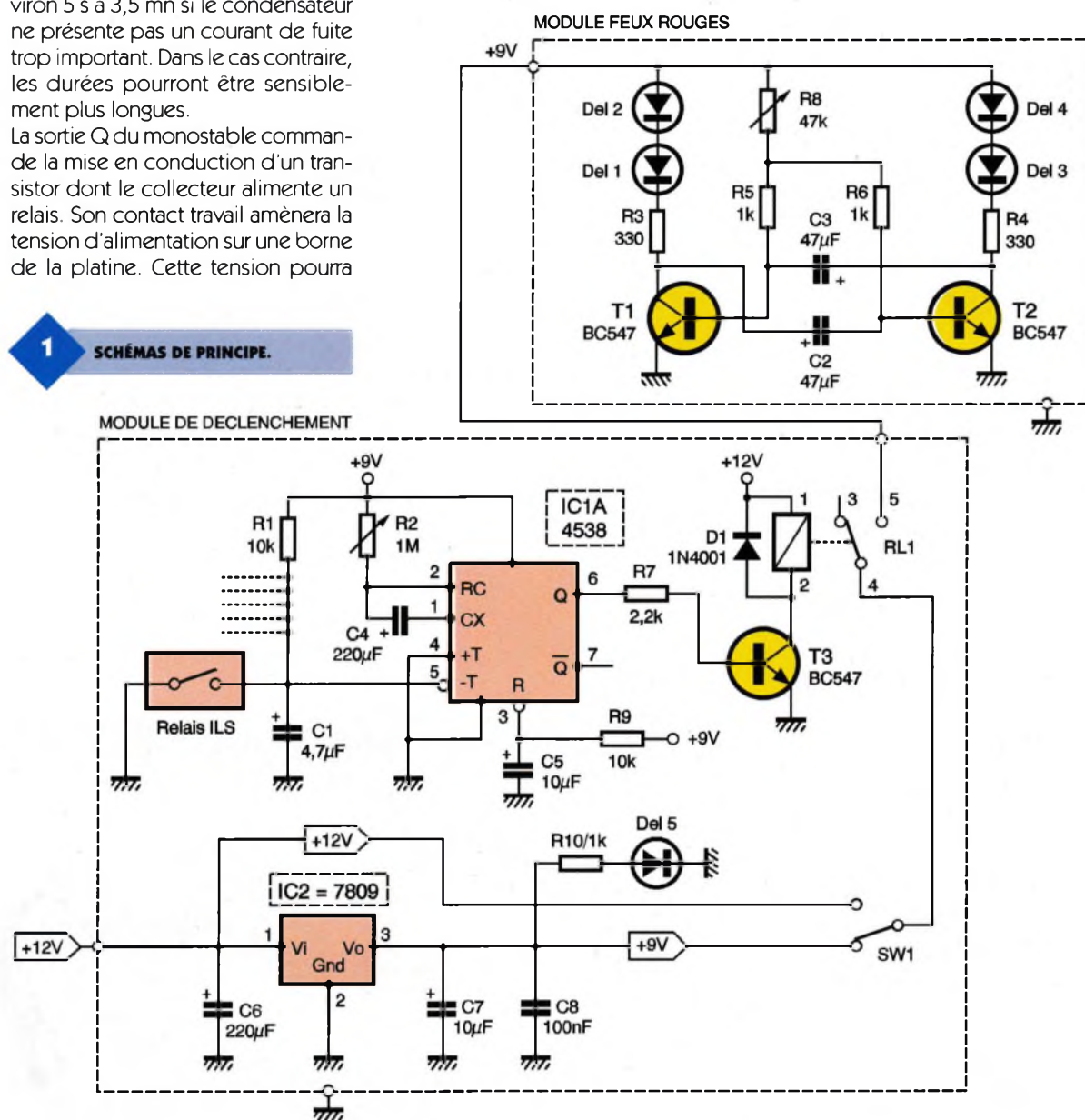
LE MODULE DE DÉCLENCHEMENT.

viron 5 s à 3,5 mn si le condensateur ne présente pas un courant de fuite trop important. Dans le cas contraire, les durées pourront être sensiblement plus longues.

La sortie Q du monostable commande la mise en conduction d'un transistor dont le collecteur alimente un relais. Son contact travail amènera la tension d'alimentation sur une borne de la platine. Cette tension pourra

1

SCHÉMAS DE PRINCIPE.



être de + 9V ou + 12V selon la position du commutateur SW₁. L'ensemble du montage est alimenté sous une tension de + 9V issue d'un régulateur de tension 7809 (IC₂). Le relais, par contre, est directement alimenté à partir du + 12V.

Le clignotement des LED simulant les feux rouges est généré par un multivibrateur classique utilisant deux transistors. La vitesse de l'allumage et de l'extinction peut être réglée au moyen d'une résistance ajustable.

deux circuits qui peuvent être séparés si seul le module de déclenchement est utilisé. Huit entrées de déclenchement par relais ILS ou autre ont été prévues, au cas où... Ces entrées sont matérialisées par des cosses à souder. On soudera les straps, les résistances, puis les

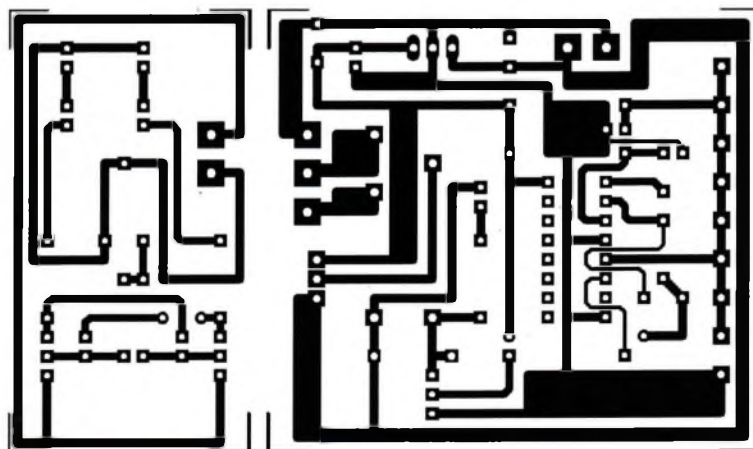
condensateurs. Le circuit intégré 4538 sera placé sur un support. Le régulateur de tension sera implanté sans qu'il soit nécessaire de le fixer sur un refroidisseur, tant que le courant débité restera à une valeur faible. Deux straps seront à implanter entre les deux points GND, puis T et

Réalisation pratique

Le dessin du circuit imprimé est donné en **figure 2**, tandis que la **figure 3** représente le schéma d'implantation des composants. Le circuit imprimé est en fait composé de

2

TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ.

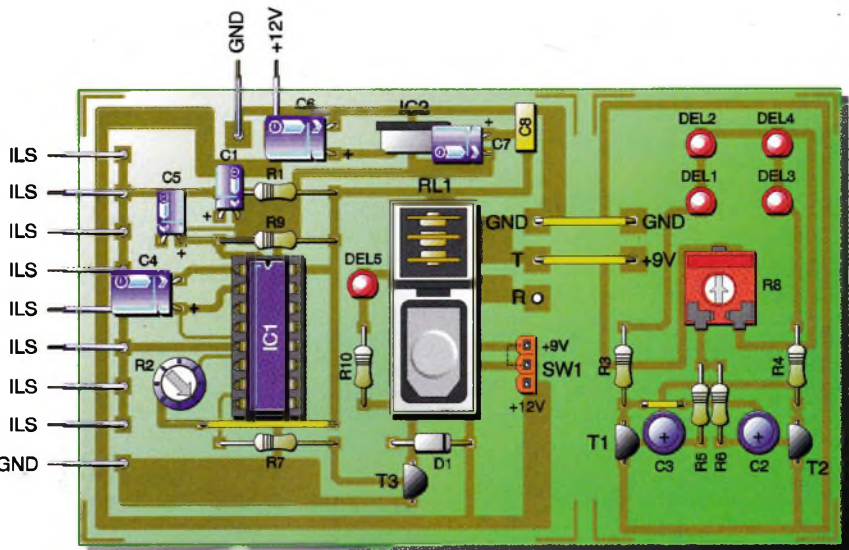


+ 9V en lieu et place des borniers à vis, si on souhaite utiliser conjointement le module de déclenchement et le feux clignotant.

Pour les essais, nous avons implanté les LED sur la platine. Il est évident que pour une utilisation normale, du fil de câblage devra être utilisé pour leur connexion au circuit.

Après avoir vérifié le circuit imprimé, on mettra le montage sous tension. On réglera la résistance R_2 presque au maximum vers le + 9V. On provoquera le déclenchement du monostable en mettant en contact la cosse GND et l'une des entrées ILS.

Le temps de collage du relais devra atteindre une durée approximative de 5s, et les diodes LED devront clignoter. On réglera ensuite R_2 au



maximum de sa course dans le sens opposé et l'on déclenchera à nouveau le monostable. La durée devra cette fois atteindre au moins 3 mn.

3

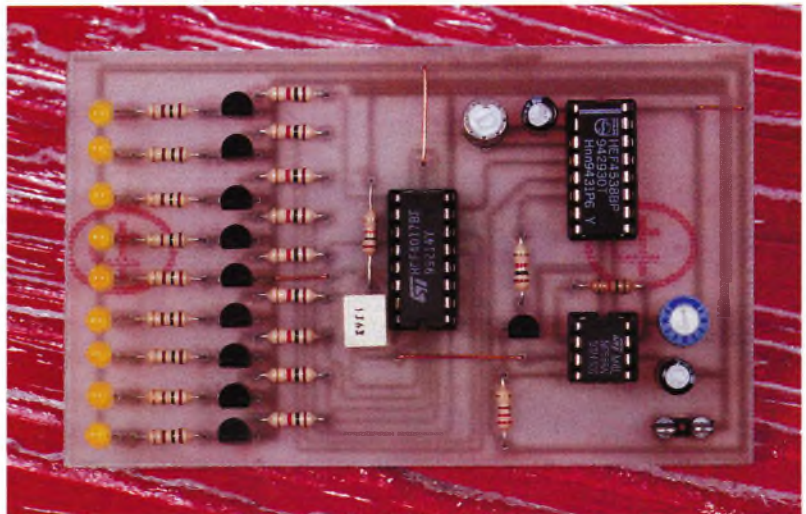
IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS.

FEUX DE TRAVAUX ROUTIERS

Ce montage simule le flash qu'émettent les balises que l'on rencontre sur les routes lors de travaux. Les lampes doivent s'allumer brièvement les unes après les autres. Un temps de repos est alors respecté, puis les flashes reprennent. Ce n'est ni plus ni moins qu'une sorte de chenillard.

Le schéma de principe est donné en **figure 4**. Un circuit intégré de type NE555 génère des signaux rectangulaires à une fréquence relativement lente. Cette fréquence est d'ailleurs rendue réglable par la manœuvre de la résistance ajustable R_{12} . Ces signaux sont dirigés vers l'entrée CLOCK d'un compteur 4017 dont les dix sorties changent d'état à chaque flanc montant du signal. Neuf sorties commandent un transistor chargé de fournir le courant aux LED insérées dans leur circuit de collecteur. La dixième sortie est connectée à l'entrée de déclenchement d'un monostable 4538. La sortie Q de ce dernier commande un transistor dont le rôle est d'appliquer un état bas sur l'entrée RESET du NE555. Lorsque cela se produira, c'est à dire toutes les dix impulsions, le NE555 cessera de fonctionner pendant une courte durée (environ 2 s). C'est ce temps mort qui simulera l'arrêt des flashes dont nous parlions plus haut. La durée de fonctionnement du monostable écoulée, un niveau haut apparaîtra sur la broche 4 de IC_2 , et les flashes reprendront jusqu'à un nouvel arrêt.

Afin que le flash débute par la première LED, une mise à zéro du



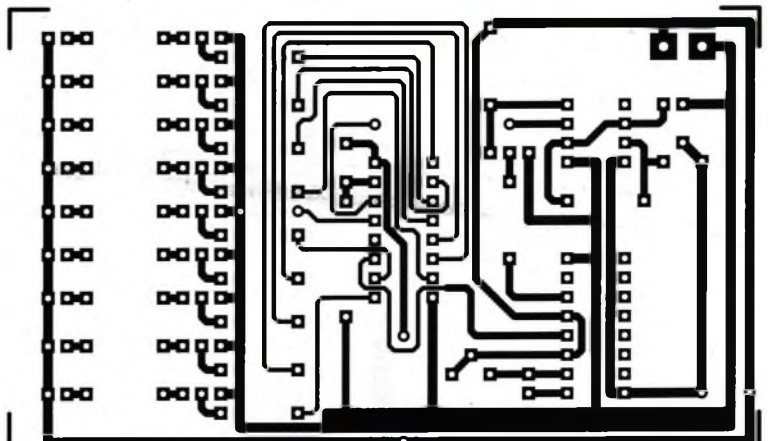
compteur s'effectue à la mise sous tension. Cette RAZ est générée par le réseau R_{10}/C_2 .

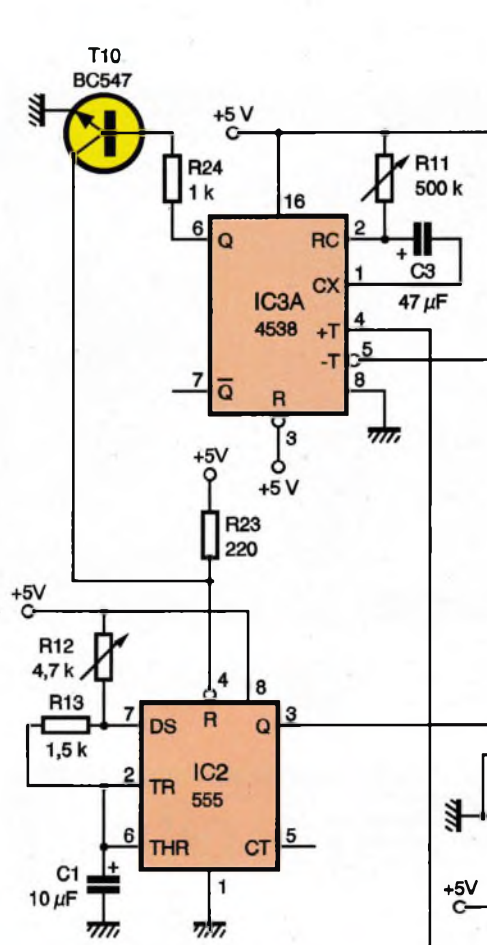
Le montage peut être alimenté sous une tension comprise entre + 5V et + 12V.

ASPECT DU MODULE
FEUX DE TRAVAUX.

5

TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ.



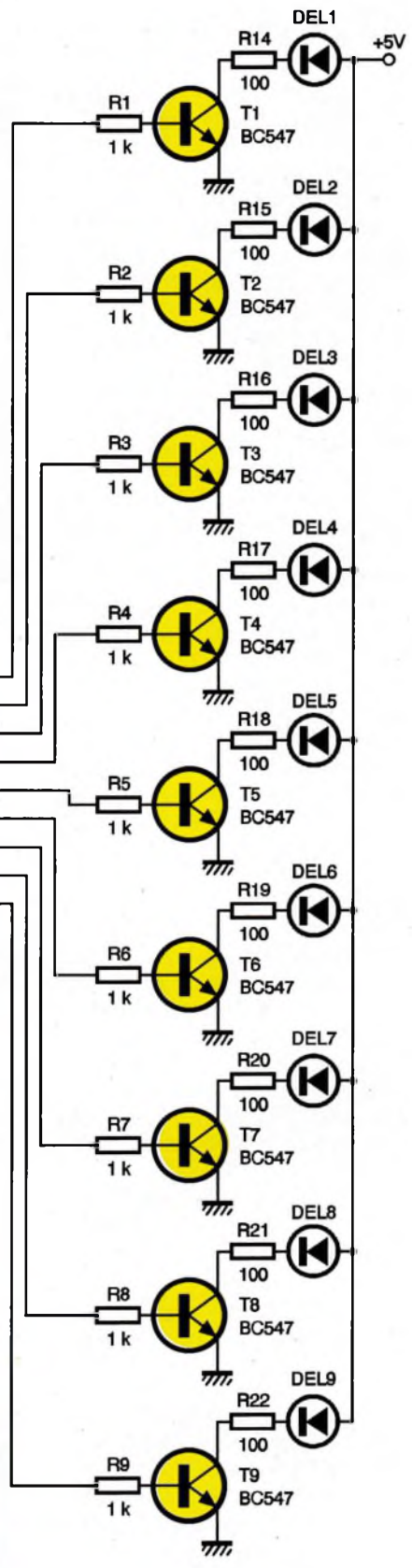


4 SCHEMA DE PRINCIPE.

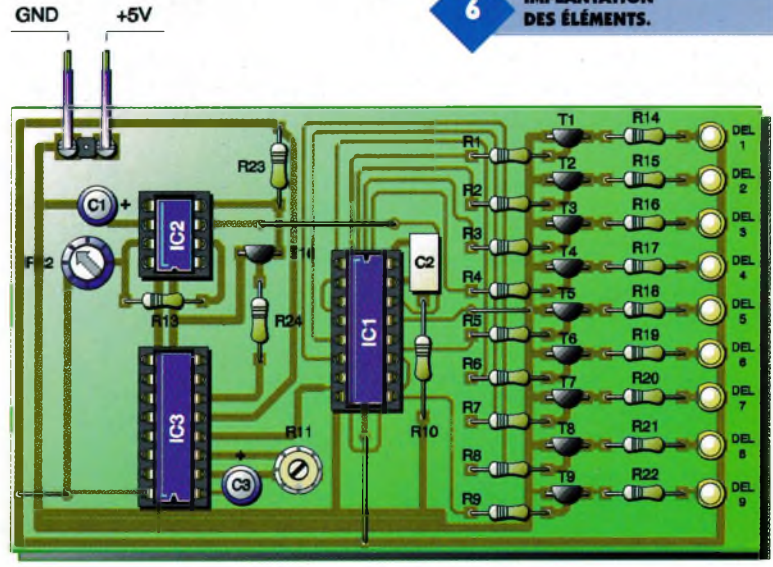
Réalisation pratique

Le tracé du circuit imprimé est représenté en **figure 5**. Le schéma d'implantation est donné en **figure 6**. Le câblage de la platine ne devrait pas poser de problèmes étant donné le nombre relativement restreint

de composants. On emploiera par prudence des supports pour les circuits intégrés. Un bornier à vis ou des cosses à souder serviront à l'alimentation du montage. On n'oubliera pas les trois straps présents sur le circuit imprimé. On réglera les deux ajustables à



6 IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS.



mi-course. Une fois mis sous tension, le montage devra fonctionner immédiatement. Le réglage de la résistance R_{12} agit sur la rapidité de déplacement du flash, tandis que la résistance R_{11} fixe la durée du temps d'arrêt. On les ajustera de manière à ce que l'effet rendu s'approche le plus possible de la réalité.

FEUX TRICOLORES ROUTIERS

Cette dernière réalisation simule les feux tricolores placés à un carrefour. Les durées de fonctionnement de chacune des couleurs approchent ce que l'on rencontre dans la réalité. Le schéma de principe est donné en **figure 7**. Nous trouvons d'abord un générateur de signaux rectangulaires dont la fréquence est réglable. Nous avons utilisé le même type de composant (NE555) que dans la précédente réalisation. Les impulsions sont injectées dans les entrées CLOCK de deux compteurs 4017, IC₁ et IC₂. Les cinq premières sorties de IC₁ commandent, par l'intermédiaire de diodes anti-retour, la LED rouge du premier feu. Les quatre sorties suivantes commandent de la même manière la LED verte et la dernière sortie la LED orange (jaune).

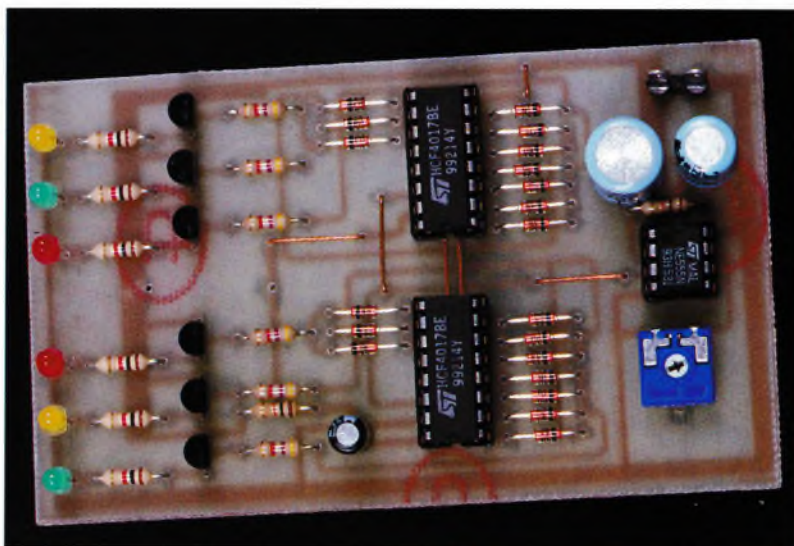
Pour le second feu, la LED verte est pilotée par les quatre premières sorties, la suivante commande la LED orange (jaune), et les cinq dernières la LED rouge. Nous obtenons alors le fonctionnement suivant : au début du cycle, le premier feu est au rouge alors que le second se trouve au vert. Cet état restera stable durant les quatre premières impulsions. A la cinquième impulsion reçue par les compteurs, le second feu passe à l'orange pendant que le premier est toujours rouge. Lorsque la sixième impulsion est générée par le multivibrateur, le premier feu passe au vert et le second au rouge. L'allumage des deux groupes de trois LED sera donc synchronisé sans aucun risque de dérèglement.

Un réseau R/C connecté aux broches RESET des compteurs 4017 permet un démarrage du cycle à partir de la première sortie.

Réalisation pratique

Le dessin du circuit imprimé est donné en **figure 8**. La **figure 9** représente le schéma de l'implantation des composants. Le câblage débutera obligatoirement par la mise en place des straps, deux d'entre eux passant sous des circuits intégrés. On soudera ensuite toutes les diodes, les résistances, les supports de circuit intégré et les condensateurs. La résistance ajustable R₁₄ sera un modèle à implantation horizontale. Pour les essais, on pourra souder provisoirement les LED sur la platine.

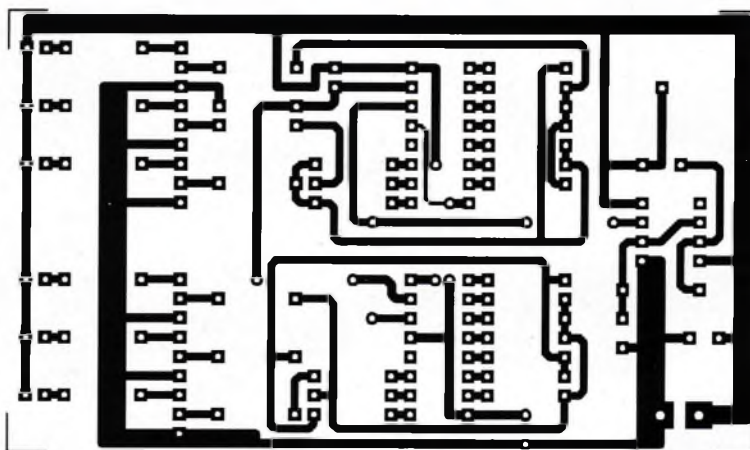
On alimentera le montage sous une tension comprise entre + 9V et



MODULE FEUX TRICOLORES.

8

TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ.



+ 12V. Il devra fonctionner immédiatement. On ajustera la durée de fonctionnement des LED au moyen de R₁₄.

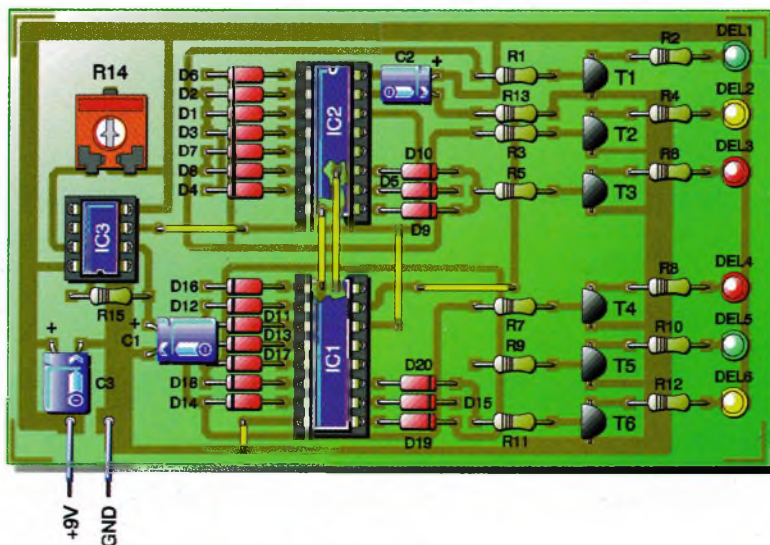
Les diodes électroluminescentes utilisées pour la réalisation des feux tricolores seront de préférence à

haute luminosité et posséder un diamètre de 3 mm.

P. OGUIC

9

IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS.



- DEL1 FEU VERT
- DEL2 FEU ORANGE
- DEL3 FEU ROUGE
- DEL4 FEU ROUGE
- DEL5 FEU VERT
- DEL6 FEU ORANGE

Nomenclature

Module de déclenchement et feux rouges clignotants

Résistances

R_1, R_9 : 10 k Ω
(marron, noir, orange)
 R_2 : résistance ajustable 1 M Ω
 R_3, R_4 : 330 Ω
(orange, orange, marron)
 R_5, R_6, R_{10} : 1 k Ω
(marron, noir, rouge)
 R_7 : 2,2 k Ω
(rouge, rouge, rouge)
 R_8 : résistance ajustable
47 k Ω

Condensateurs

C_1 : 4,7 μ F 16V
 C_2, C_3 : 47 μ F 16V
 C_4, C_6 : 220 μ F 16V
 C_5, C_7 : 10 μ F 16V
 C_8 : 100 nF

Semi-conducteurs

T_1, T_2, T_3 : BC547
 D_1 : 1N4001
 $DEL_1, DEL_2, DEL_3, DEL_4$:
diodes électroluminescentes
rouges \varnothing 3 mm

Circuits intégrés

IC_1 : HEF4538 ou CD4538
 IC_2 : régulateur de tension
7809

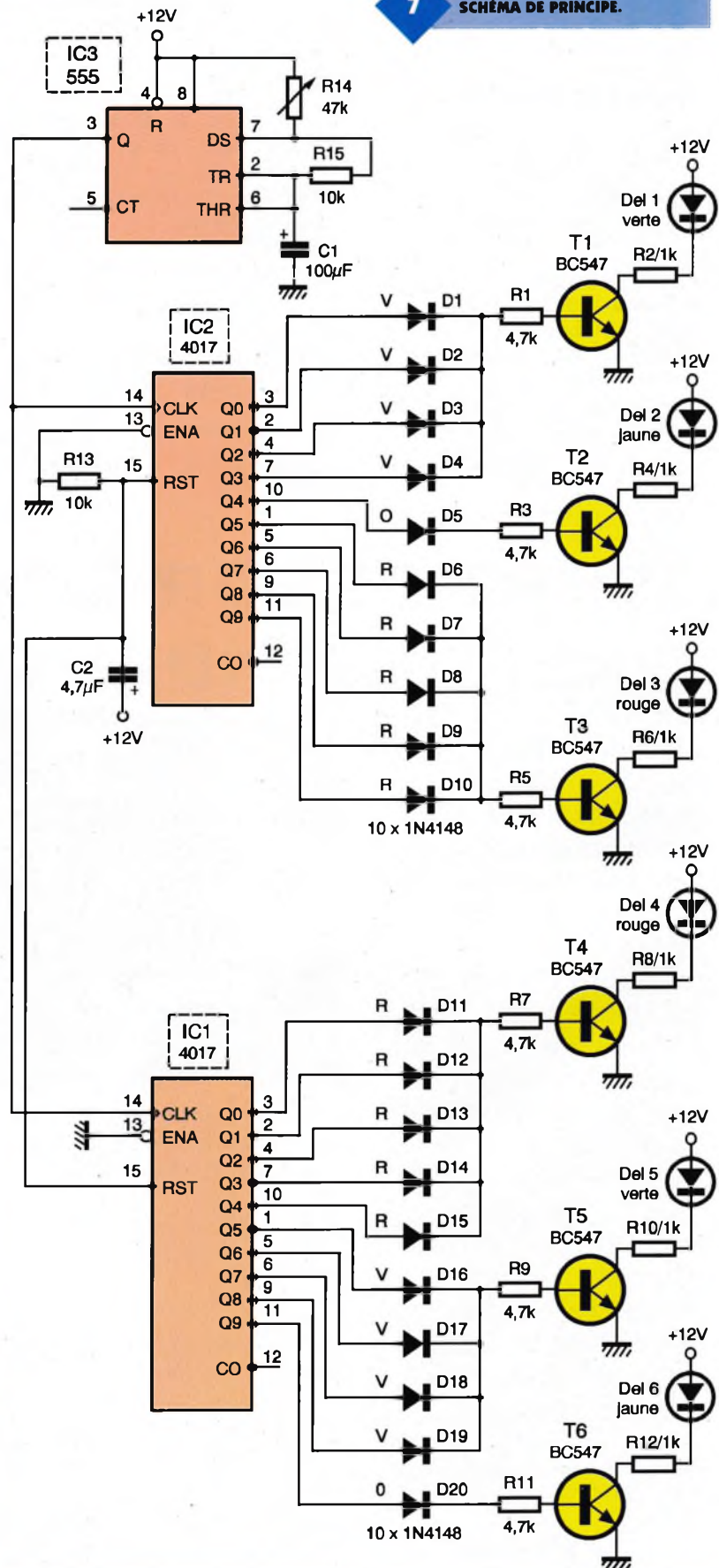
Divers

2 borniers à vis à deux
points ou cosses à souder
1 bornier à vis à trois points
ou cosses à souder
1 relais bobine 12V 1 contact
repos/travail
1 support pour circuit
intégré 16 broches
9 cosses à souder
1 morceau de barrette
sécable de picots trois
points
1 cavalier de type
informatique

Feux de travaux

Résistances

R_1 à R_9, R_{24} : 1 k Ω (marron,
noir, rouge)
 R_{10} : 10 k Ω
(marron, noir, orange)
 R_{11} : résistance ajustable 500
k Ω
 R_{12} : résistance ajustable
4,7 k Ω



R_{13} : 4,7 k Ω
(jaune, violet, rouge)
 R_{14} à R_{22} : 100 Ω
(marron, noir, marron)
 R_{23} : 220 Ω
(rouge, rouge, marron)

Condensateurs

C_1 : 10 μ F/16V
 C_2 : 1 μ F/16V
 C_3 : 47 μ F/16V

Semi-conducteurs

T₁ à T₁₀ : BC547
DEL₁ à DEL₆ : diodes électroluminescentes jaunes

Circuits intégrés

IC₁ : HEF4017, CD4017
IC₂ : NE555
IC₃ : HEF4538, CD4538

Divers

2 supports pour circuit intégré 16 broches
1 support pour circuit intégré 8 broches
1 bornier à vis à deux points ou cosses à souder

Feux tricolores

Résistances

R₁, R₃, R₅, R₇, R₉, R₁₁ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R₂, R₄, R₆, R₈, R₁₀, R₁₂ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R₁₃, R₁₅ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R₁₄ : résistance ajustable 47 kΩ

Condensateurs

C₁ : 100 µF/16V
C₂ : 4,7 µF/16V

Semi-conducteurs

T₁ à T₆ : BC547

DEL₁, DEL₅ : diodes électroluminescentes vertes
DEL₂, DEL₆ : diodes électroluminescentes jaunes
DEL₃, DEL₄ : diodes électroluminescentes rouges

Circuits intégrés

IC₁, IC₂ : HEF4017, CD4017
IC₃ : NE555

Divers

2 supports pour circuit intégré 16 broches
1 support pour circuit intégré 8 broches
1 bornier à vis à deux points ou cosses à souder

AVERTISSEUR DEUX TONS EMBARQUÉ

Il existe sur la voie des endroits précis où le conducteur de la motrice doit obligatoirement actionner son avertisseur sonore. Le signal ferroviaire correspondant est une pancarte « S », comme « Siffler », ce qui était effectivement le cas du temps de la traction vapeur. Dans ce montage, nous vous proposons la réalisation d'un avertisseur deux tons embarqué à bord de la motrice avec un déclenchement commandé à partir du sol.

Le principe

Le dispositif électronique embarqué est commandé par un ILS (interrup-tueur à lames souples) collé sous le châssis de la locomotive, à quelques millimètres au-dessus du plan de voie. Il suffit alors de fixer dans l'axe



de la voie un aimant permanent qui déclenchera l'avertisseur au moment du passage de la motrice. Un haut-parleur miniature de puissance émettra alors une séquence sonore dont la composition est la suivante :

- un son grave,
- un son aigu,
- un son grave (le même que le premier).

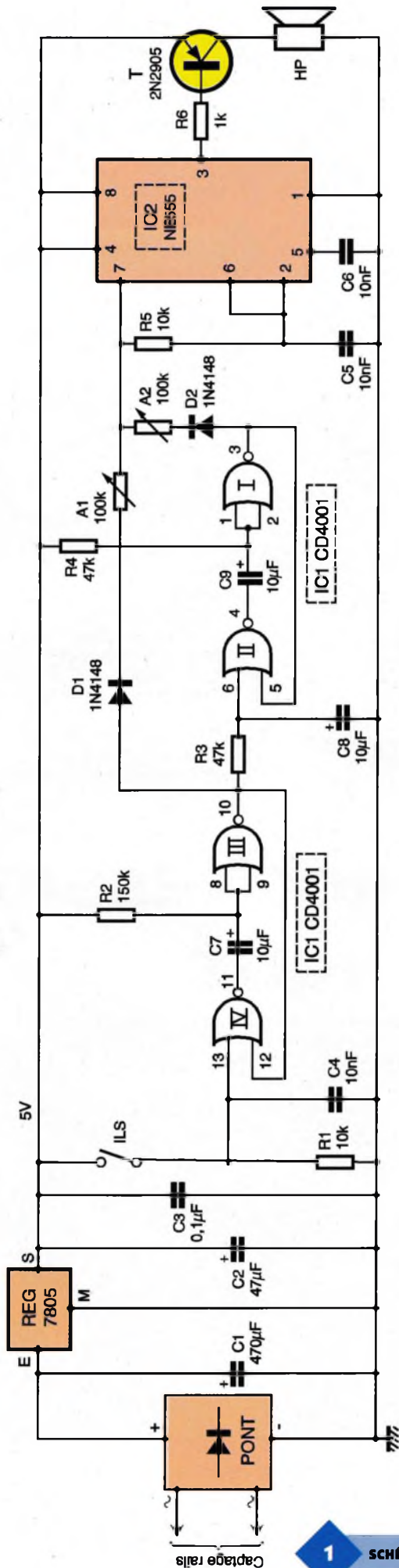
Le fonctionnement (figure 1)

L'énergie provient du courant d'alimentation acheminé par les rails pour la traction. Grâce à un pont de diodes, on relève toujours un potentiel positif sur l'entrée du régulateur 7805, quel que soit le sens de marche. La capacité réalise le premier filtrage. Sur la sortie du régulateur, on dispose d'un potentiel

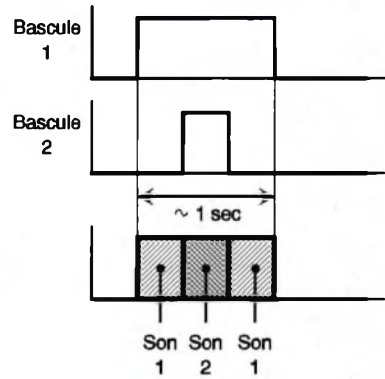
continu et stabilisé à 5V, auquel C₂ apporte un complément de filtrage. Ainsi, même en cas de vitesse réduite, le montage sera alimenté sous un potentiel suffisant.

La capacité C₃ est une capacité de découplage. Les portes NOR III et IV forment une première bascule monostable. Dès que l'ILS de commande se ferme, même brièvement, la sortie de la bascule présente un état haut d'une durée légèrement supérieure à la seconde.

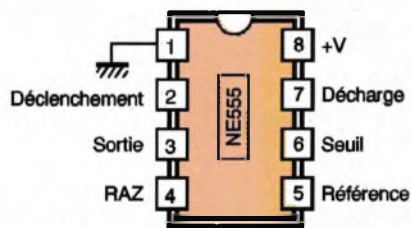
Le circuit intégré référencé IC₂ est un 555 fonctionnant en oscillateur, grâce aux charges/décharges de C₅ à travers D₁, A₁ et R₅. Sur la sortie (broche n°3), on relève des créneaux dont la période dépend essentiellement de la position angulaire du curseur de l'ajustable A₁. La fréquence correspondante fait partie de la gamme musicale, c'est à dire de l'ordre du kHz. Mais au bout de 3 à 4 dixièmes de seconde, la ca-



1 SCHÉMA DE PRINCIPE.



ALLURE DES SIGNAUX.



BROCHAGE DU NE555.

pacité C_8 , qui se charge à travers R_3 , a atteint un potentiel suffisant au niveau de son armature positive pour déclencher une seconde bascule monostable formée par les portes NOR I et II. Cette dernière présente alors un état haut sur sa sortie d'une durée de 3 à 4 dixièmes de seconde. Il y aura un apport supplémentaire de courant de charge de C_5 par l'intermédiaire de D_2 et A_2 . Il en résulte une fréquence plus élevée au niveau des oscillations disponibles sur la sortie de IC_2 .

Lorsque la seconde bascule retrouve son état bas de repos, la fréquence du signal émis par IC_2 redevient celle du départ.

Enfin, quand la première bascule revient à l'état de repos, la sortie de IC_2 présente un état haut de repos pour lequel le transistor PNP T est bloqué. En revanche, lors des oscillations, le transistor T réalise l'amplification de courant nécessaire pour alimenter la membrane du haut-parleur miniature.

En définitive, la séquence complète se divise en trois parties sensiblement égales d'une durée globale de la seconde, ainsi que nous l'avons déjà vu au paragraphe consacré au principe de fonctionnement du dispositif.

La réalisation

Le circuit imprimé est représenté en **figure 2**. La configuration des pistes n'est pas serrée si bien qu'il est toujours possible de réduire ses dimensions si la motrice utilisée était moins longue. Notons qu'il est également possible de monter le système dans une voiture voyageurs... La **figure 3** indique l'implantation des composants. Comme toujours, il convient de veiller au respect de l'orientation des composants polarisés. Le haut-parleur d'un diamètre de 28 mm a directement été collé sur le module. Il reste à effectuer le réglage des potentiomètres afin d'obtenir

deux tons en harmonie entre eux. La fréquence du son augmente si on tourne les curseurs des ajustables dans le sens horaire.

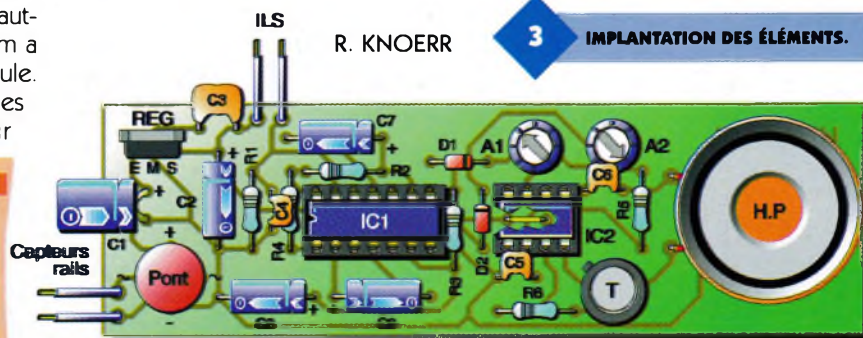
2

TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ.

3

IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS.

R. KNOERR



Nomenclature

1 strap

R_1, R_5 : 10 k Ω
(marron, noir, orange)

R_2 : 150 k Ω
(marron, vert, jaune)

R_3, R_4 : 47 k Ω
(jaune, violet, orange)

R_6 : 1 k Ω

(marron, noir, rouge)
 A_1, A_2 : ajustables 100 k Ω
miniature

Pont de diodes 1,5A

REG : régulateur 5V (7805)

D_1, D_2 : diodes-signal 1N4148

C_1 : 470 μ F/25V électrolytique
(sorties radiales)

C_2 : 47 μ F/10V électrolytique

C_3 : 0,1 μ F céramique

multicouches

C_4 à C_6 : 10 nF céramique

multicouches

C_7 à C_9 : 10 μ F/10V électrolytique

T : transistor PNP 2N2905

IC_1 : CD4001 (4 portes NOR)

IC_2 : NE 555 (Timer)

1 support 8 broches

1 support 14 broches

HP : haut-parleur 4/8 Ω \varnothing 28

ILS : interrupteur à lame

souple (voir texte)

Aimants permanents (collés

sur voie)

DÉMARRAGE PROGRESSIF EMBARQUÉ

Lorsqu'un train est arrêté devant un signal fermé par exemple, si son départ doit se réaliser de manière automatique, le potentiel d'alimentation étant au maximum, la motrice effectue un démarrage... foudroyant très peu ressemblant à la réalité. Le montage que nous vous proposons résout ce problème grâce à un système de démarrage progressif embarqué à bord de la locomotive.



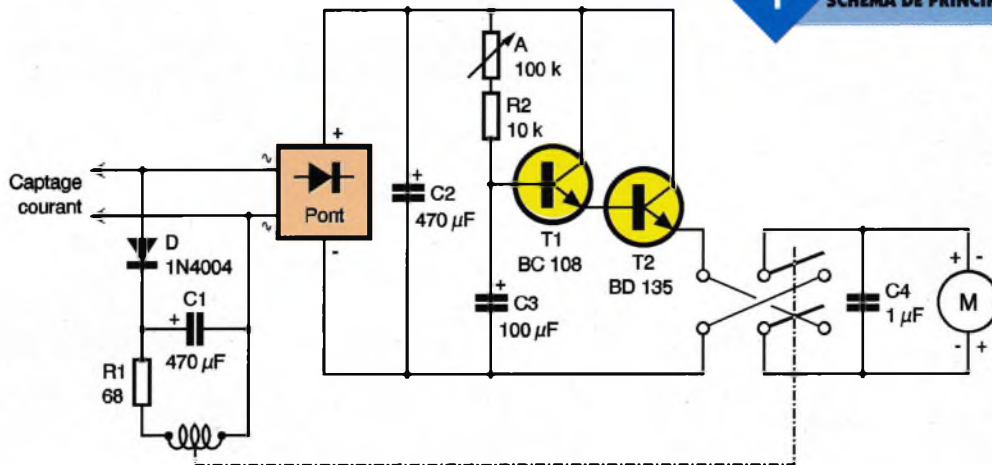
Le fonctionnement (figure 1)

La présence d'un pont de diodes oriente la polarité de l'alimentation

du dispositif toujours dans le même sens, quelle que soit la polarité disponible au niveau des rails. La capacité C_2 effectue le filtrage de ce potentiel dès sa présence.

1

SCHÉMA DE PRINCIPE.



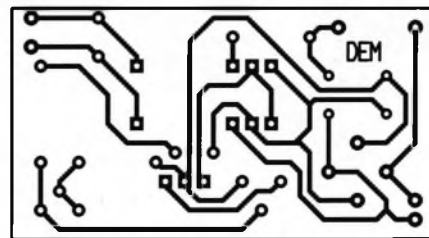
Lorsque le potentiel d'alimentation apparaît, la capacité C_3 se charge progressivement à travers l'ajustable A et R_2 . Sur l'armature positive de C_3 on note alors une augmentation très progressive de la tension. Cette dernière est directement acheminée sur un Darlington composé par les transistors NPN T_1 et T_2 . Rappelons qu'un tel montage réalise une forte amplification en courant tout en se comportant comme un suiveur de potentiel. Sur l'émetteur de T_2 , on enregistre alors la même montée en potentiel. Celui-ci est présenté aux bornes du moteur de traction par l'intermédiaire des contacts du relais. Ce dernier est ouvert ou fermé suivant le sens de la polarité d'alimentation grâce à la présence de la diode D , si bien que le démarrage progressif fonctionne pour les deux sens de marche. Grâce à l'ajustable A , il est possible de régler le degré de progression de la prise de vitesse de la motrice.

La réalisation

Le circuit imprimé du montage est représenté en **figure 2**. Peu de commentaires sont à faire à son sujet étant donné sa simplicité. En **figure 3**, c'est l'implantation des composants qu'est indiquée. Attention à

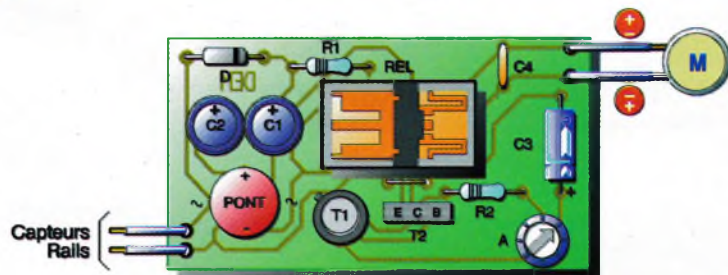
2

TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ.



3

IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS.



l'orientation des capacités polarisées. Toute erreur à ce niveau conduirait à leur destruction. Le seul réglage à effectuer réside dans la détermination de la courbe d'allure de montée de la vitesse. Cette montée se produit d'autant plus rapidement que l'on tourne le curseur de l'ajustable dans le sens horaire.

R.KNOERR

Nomenclature

1 strap

R₁ : 68 Ω (bleu, gris, noir)

R₂ : 10 k Ω

(marron, noir, orange)

A : ajustable 100 k Ω

(miniature)

D : diode 1N4004

Pont de diodes 1,5A

C₁, C₂ : 470 μ F/16V électrolytique (sorties radiales)

C₃ : 100 μ F/16V

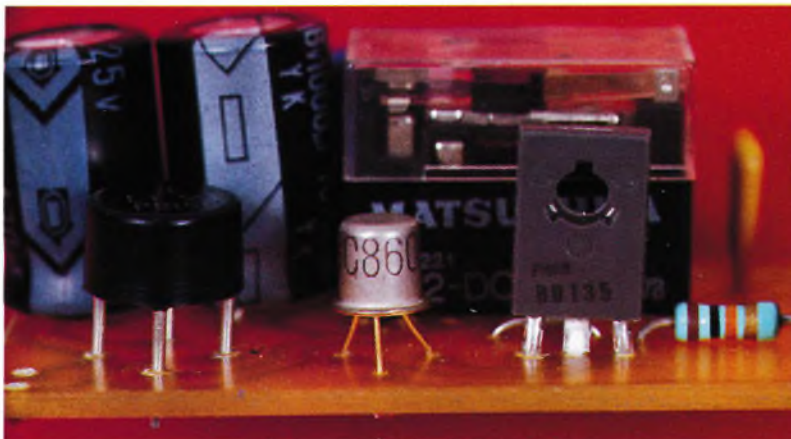
électrolytique

C₄ : 1 μ F céramique multicouches

T₁ : transistor NPN BC108

T₂ : transistor NPN BD135

REL : relais 12V/2RT - NATIONAL-

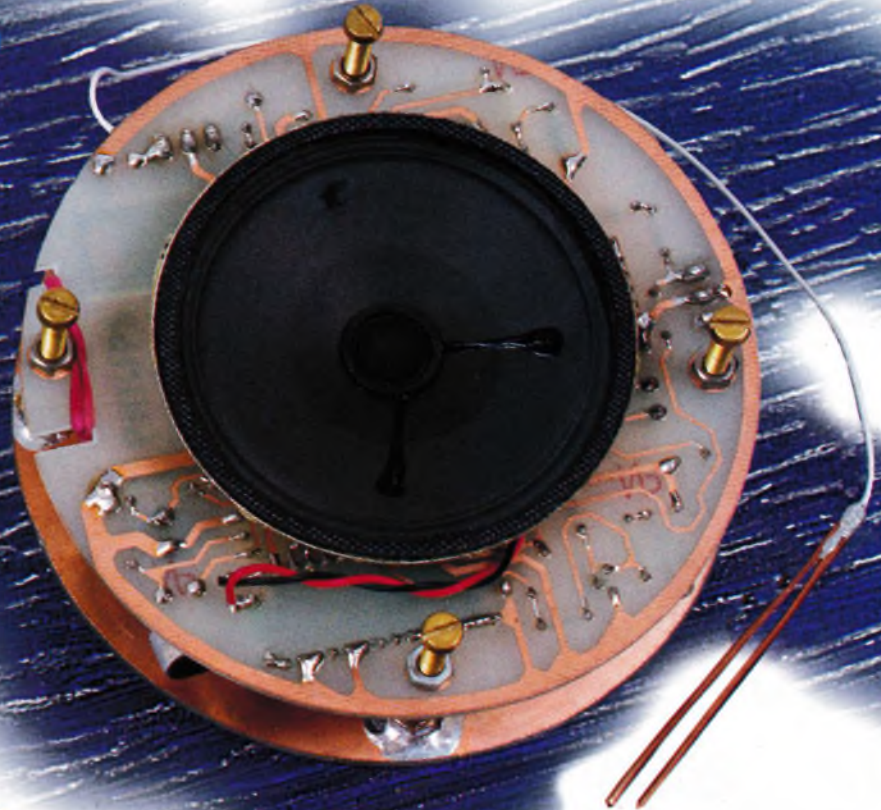


ON APERÇOIT LE PONT DE DIODES ET LES TRANSISTORS.



PLANTE BAVARDE

Dame Nature, dans sa grande bonté, a donné la vie aux plantes. En général, elles sont belles. La plupart d'entre elles, au prix de bons soins, vous offrent même le plaisir d'admirer leurs fleurs aux parfums délicats durant quelques mois. Pourtant cette vie est incomplète, et à compter de ce jour, l'Homme lui donne la parole ! Cet atout supplémentaire a un prix : la plante ne parlera que 16 à 20 secondes avec le timbre de votre voix quand vous l'effleurez, et ne saura dire que ce que vous lui apprendrez.



Principe utilisé

En lecture

Le synoptique de la **figure 1** montre les différentes fonctions nécessaires. Le capteur, constitué d'une électrode plantée dans la terre du pot, détecte une micro tension qui va rompre l'équilibre du comparateur de tension à amplificateur opérationnel. La tension très fortement amplifiée commande un monostable chargé de maintenir en position lecture la mémoire vocale. Le son est émis sur le haut parleur.

En enregistrement

Le commutateur S_2 force l'entrée enregistrement de la mémoire vocale,

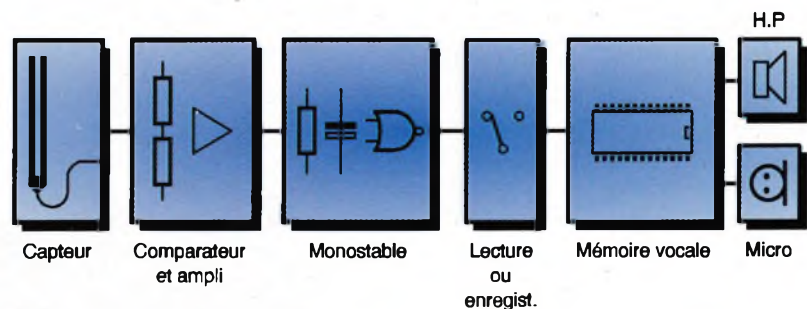
efface l'ancien enregistrement, et annule l'effet du monostable. Le micro enregistre la voix, et remplit le contenu de la mémoire jusqu'à l'extinction de la LED. La mémoire vocale garde son contenu, même hors tension.

Schéma de principe (figure 2)

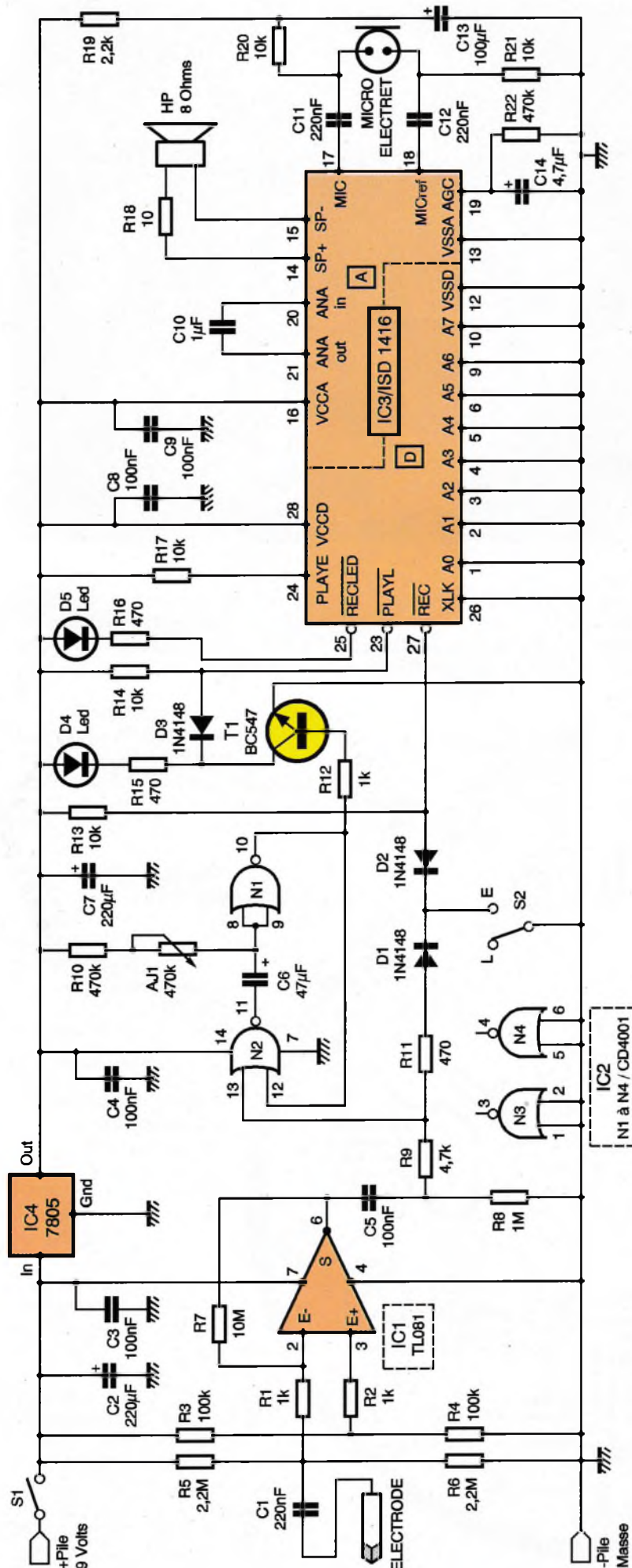
En lecture

Le capteur est constitué d'une électrode de fil rigide plantée dans la terre du pot. La tension, aussi minime soit-elle, acheminée par C_1 , rompt l'équilibre du pont diviseur à haute impédance constitué de R_5 et R_6 . Les résistances R_3 et R_4 créent une

masse virtuelle à travers R_2 sur l'entrée positive de l'amplificateur opérationnel IC_1 monté en ampli de tension. Le gain de IC_1 est déterminé par le rapport R_7/R_1 , ce qui nous donne 10000. Le signal ainsi amplifié traverse le filtre formé du condensateur C_5 , et des résistances R_8 et R_9 avant de commander l'entrée du monostable constitué des deux portes NOR $N1$ et $N2$ de IC_2 , du condensateur C_6 , de la résistance R_{10} , et de l'ajustable AJ_1 . Cette dernière permet de régler le temps du monostable pour activer la mémoire avec une durée suffisante pour l'écoute totale du message. La sortie du monostable débloque le transistor T_1 , via sa résistance de base R_{12} , pour inverser le signal. La LED de visualisation D_4 matérialise le temps du monostable. La résistance R_{15} limite l'intensité de D_4 .



PRINCIPE RETENU.



La diode anti-retour D₃ force pendant cette durée, l'entrée PLAYL de la mémoire vocale IC₃ à l'état bas.

Enregistrement

Le commutateur S₂ force l'entrée du monostable à l'état bas en envoyant une masse à travers la diode anti-retour D₁ et la résistance R₁₁. Il positionne aussi l'entrée REC de IC₃ à l'état bas via la diode anti-retour D₂; ce qui a pour effet d'effacer le contenu de la mémoire vocale IC₃ et de débiter le nouvel enregistrement.

La mémoire vocale

C'est un circuit intégré très évolué (ISD1416 ou 1420). La partie digitale comprend 8 lignes d'adresses (A0 à A7) qui sélectionnent les emplacements de mémoire à lire ou à enregistrer, ainsi que des lignes de commande et d'état.

L'entrée PLAYE positionnée à + VCC par la résistance R₁₇ active le circuit. L'entrée PLAYL est forcée au repos à + VCC par la résistance R₁₄, elle met le circuit en mode lecture.

L'entrée REC est forcée au repos à + VCC par la résistance R₁₃, elle met le circuit en mode enregistrement.

La sortie RECLEAD passe au niveau bas (masse) durant la durée de l'enregistrement. En mode lecture, elle envoie une impulsion basse en fin de message.

La partie analogique ne nécessite que très peu de composants. Le haut parleur de 16 Ω (ou 8 Ω + une résistance R₁₈ de 10 Ω) entre les broches 14 et 15. Le micro à électret avec ses 2 condensateurs de liaison C₁₁ et C₁₂, ainsi que ses résistances d'alimentation R₁₉, R₂₀, R₂₁ et son condensateur de filtrage C₁₃. La résistance R₂₂ et le condensateur C₁₄ gèrent le contrôle automatique de gain (AGC). Enfin le condensateur C₁₀ constitue un petit filtre de liaison entre l'entrée et la sortie analogique du circuit.

L'alimentation

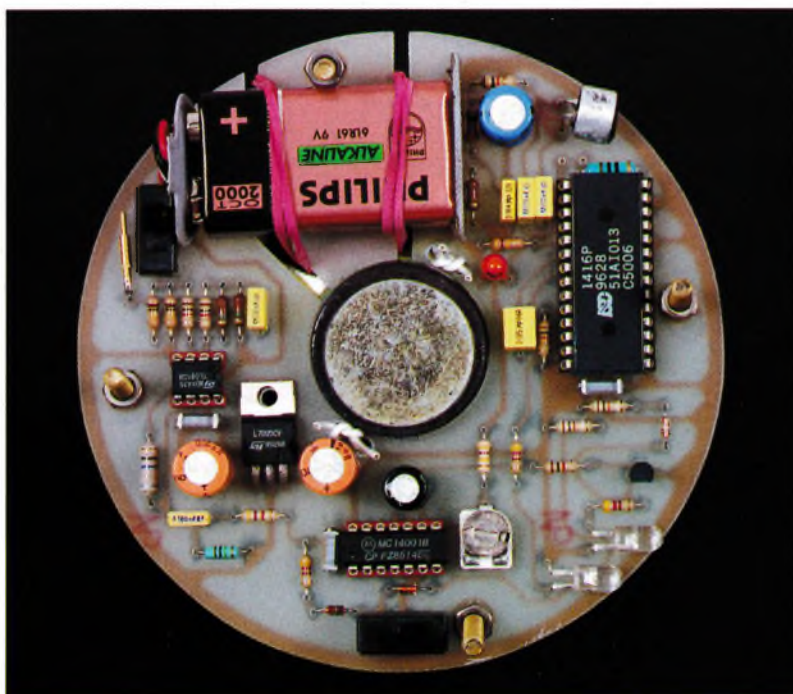
Elle est confiée à une pile de 9V. La partie détection est directement alimentée par la pile, alors que le monostable et la mémoire vocale ne reçoivent que 5V issu du régulateur IC₄. Les condensateurs C₂ et C₇ filtrent les tensions en amont et en aval de IC₄. Les condensateurs C₃, C₄, C₈, et C₉ découplent les tensions de chaque circuit intégré et des parties digitale et analogique de IC₃.

Le circuit imprimé

Afin de pouvoir se dissimuler sous un pot de fleurs, le circuit imprimé a une forme circulaire (figure 3). Il faut, en premier lieu, le reproduire par méthode photo, le graver, puis le percer. La découpe en forme de cercle n'est pas très difficile à réaliser : l'époxy se travaille aisément. Effectuez des premières coupes grossières à la scie venant tangenter le cercle, puis finissez à la lime en suivant le tracé de la gravure. N'oubliez pas la découpe centrale pour le haut parleur (percez des trous jointifs avant de finir à la lime), ni celles prévues pour le maintien de la pile.

Implantation des composants

Elle est donnée à la figure 4. Soudez en premier les résistances et les diodes ; attention au sens de ces dernières. Continuez par les supports de circuits intégrés en prenant le soin de les implanter dans le même sens que les circuits intégrés eux-mêmes. Poursuivez par les autres composants par ordre de taille : l'ajustable, les LED, le transistor, le régulateur (sans le fixer par sa



vis pour éviter toute oscillation parasite), les condensateurs, tantale, chimiques, le micro, les commutateurs... Attention au sens de la plupart des composants et notamment du micro !

Mise en service

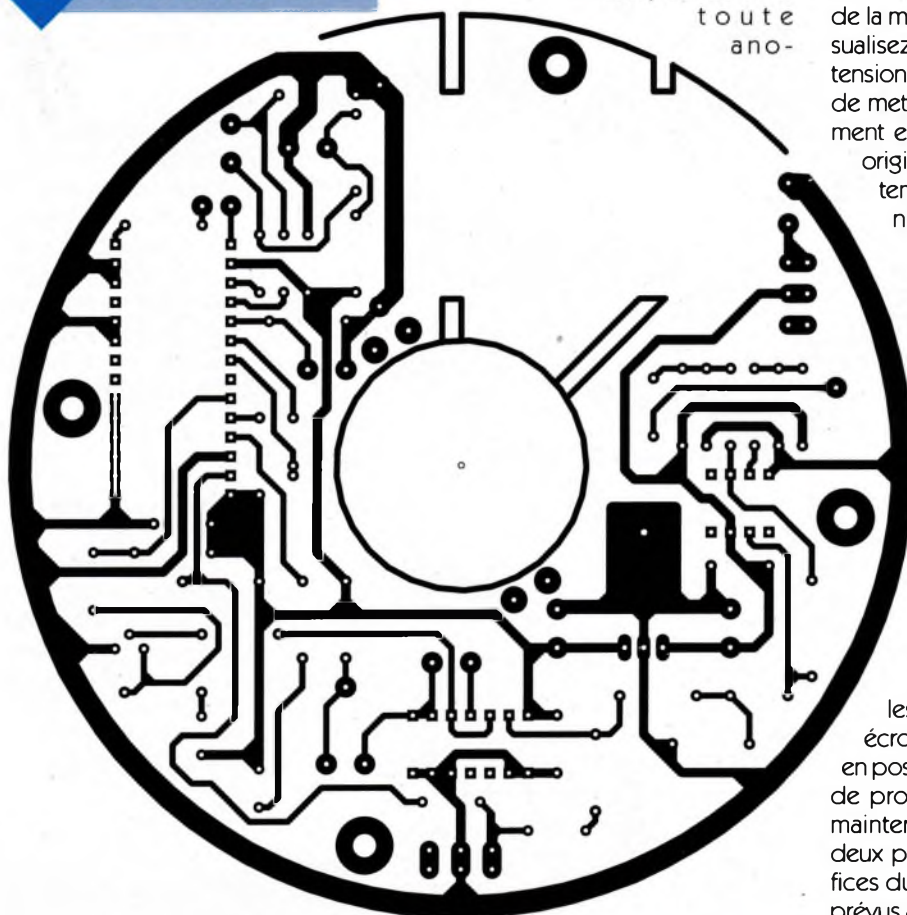
Procédez d'abord à un contrôle visuel pour détecter toute anomalie (piste coupée, court-circuit produit par une goutte de soudure trop généreuse, composant mal implanté...). Mettez une pile de 9V et S₁ sur marche. Mesurez les tensions, avant et après le régulateur, sur les broches des supports de circuits intégrés. Si tout est normal, courez le courant, embrochez IC₁ et IC₂. Remettez sous tension, effleurez l'électrode et réglez l'ajustable pour une durée légèrement supérieure à celle de la mémoire (16 ou 20 s) ; vous visualisez le temps sur la LED D₄. Hors tension, implantez IC₃ ; il vous suffit de mettre S₂ en position enregistrement et de prononcer un message original près du micro pendant le temps d'illumination de D₅. Finissez soigneusement l'assemblage. L'effet est garanti.

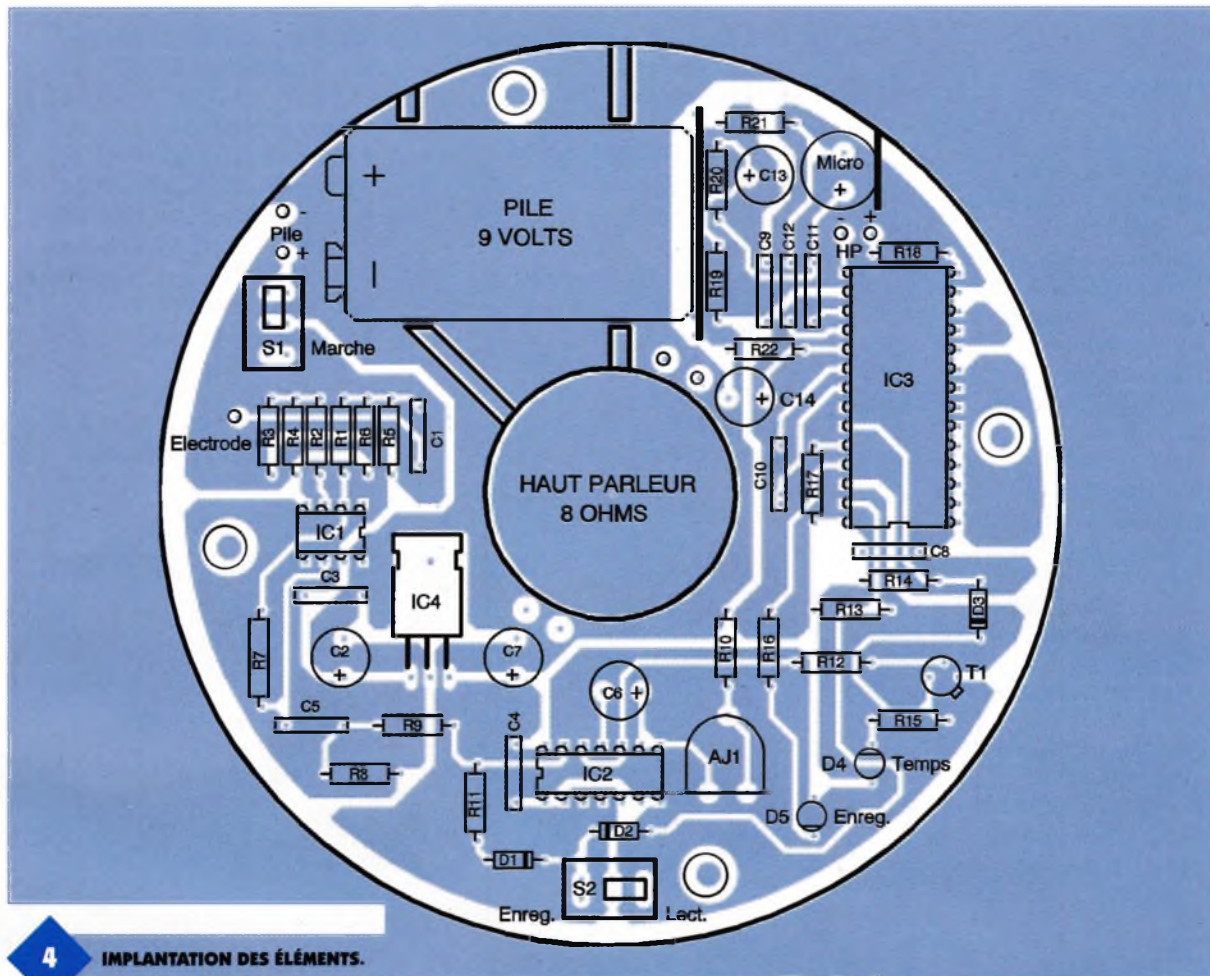
malie (piste coupée, court-circuit produit par une goutte de soudure trop généreuse, composant mal implanté...). Mettez une pile de 9V et S₁ sur marche. Mesurez les tensions, avant et après le régulateur, sur les broches des supports de circuits intégrés. Si tout est normal, courez le courant, embrochez IC₁ et IC₂. Remettez sous tension, effleurez l'électrode et réglez l'ajustable pour une durée légèrement supérieure à celle de la mémoire (16 ou 20 s) ; vous visualisez le temps sur la LED D₄. Hors tension, implantez IC₃ ; il vous suffit de mettre S₂ en position enregistrement et de prononcer un message original près du micro pendant le temps d'illumination de D₅. Finissez soigneusement l'assemblage. L'effet est garanti.

L'assemblage final

Aidez-vous de la figure 5. Découpez une plaque de protection en époxy ordinaire non gravée de la même taille que le circuit imprimé. Soudez 4 écrous en laiton en regard des 4 trous prévus sur la plaque des composants. Cette opération est un peu délicate, pour la mener à bien, il convient d'assembler provisoirement les 4 vis munies de tous leurs écrous, et de souder les 4 écrous en positionnant le tout sur la plaque de protection. Le haut parleur est maintenu en place, au centre, par deux petits liens passés par les orifices du pavillon, et dans les 4 trous prévus à cet effet. La pile est retenue

3 TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ.





4 IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS.

en arrière par un petit morceau d'époxy servant de butée, soudé avec deux queues de résistances. Elle est plaquée au moyen d'un élastique passé dans les encoches du

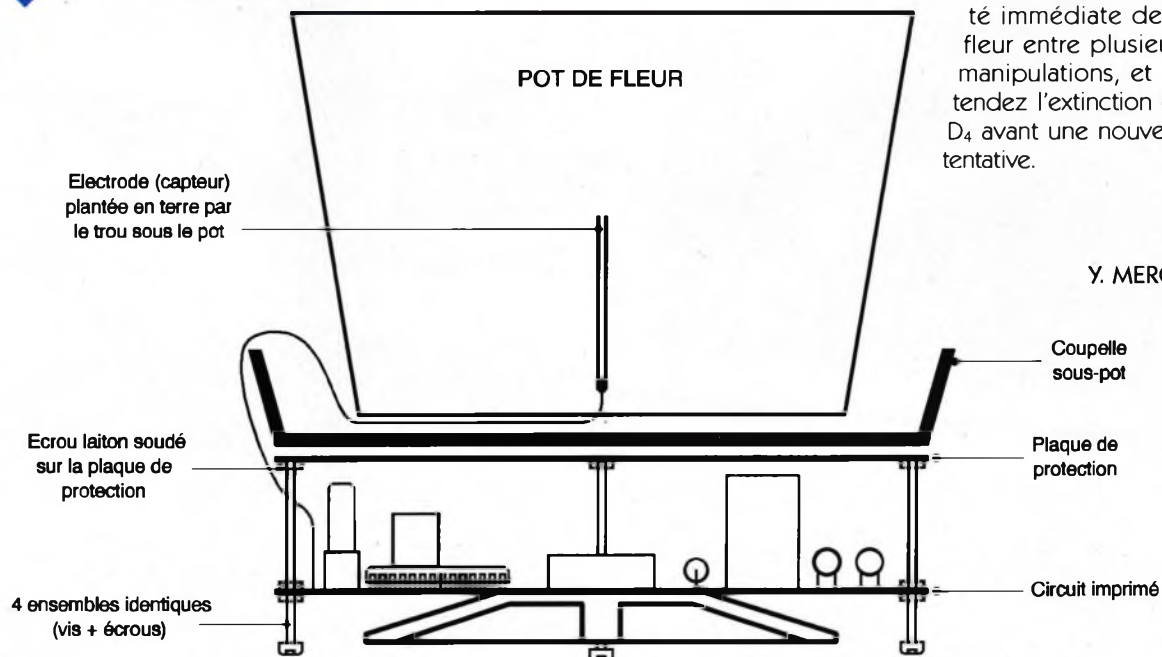
circuit imprimé prévues pour cela. Enfin, l'électrode constituée d'un bout de fil rigide de 1,5 mm de diamètre, est plantée en terre par le trou situé sous le pot de fleurs. Elle est reliée au circuit par un morceau de fil souple de section plus faible. Un cache-pot masquera avantageusement le montage pour renforcer l'ef-

fet de surprise.

Pour conclure, n'oubliez jamais qu'une plante est vivante ; ce n'est pas un composant. Après avoir longuement expérimenté ce montage un peu particulier, je vous avertis qu'il fonctionne mieux avec une plante courte à feuilles fines qu'avec une plante grasse, ou trop haute. Ne

restez pas à proximité immédiate de la fleur entre plusieurs manipulations, et attendez l'extinction de D₄ avant une nouvelle tentative.

5 AGENCEMENT.



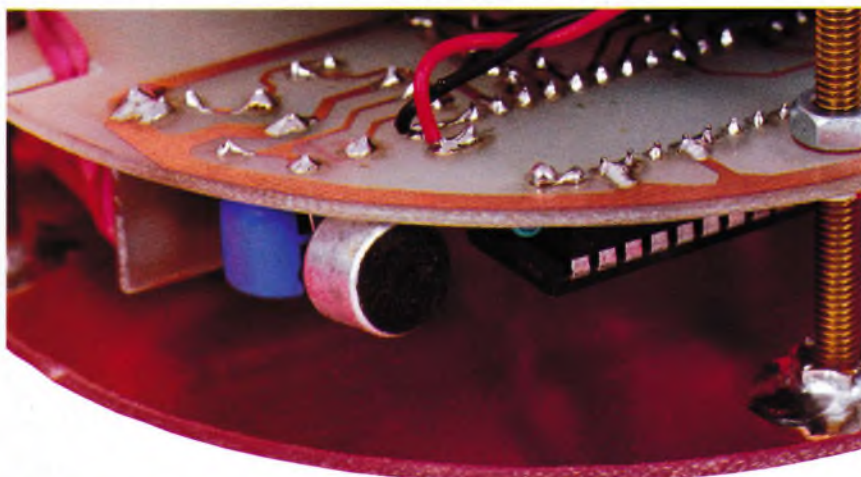
Nomenclature

Résistances

R₁, R₂, R₁₂ : 1 kΩ
(marron, noir, rouge)
R₃, R₄ : 100 kΩ
(marron, noir, jaune)
R₅, R₆ : 2,2 MΩ
(rouge, rouge, vert)
R₇ : 10 MΩ
(marron, noir, bleu)
R₈ : 1 MΩ (marron, noir, vert)
R₉ : 4,7 kΩ
(jaune, violet, rouge)
R₁₀, R₂₂ : 470 kΩ
(jaune, violet, jaune)
R₁₁, R₁₃, R₁₆ : 470 Ω
(jaune, violet, marron)
R₁₃, R₁₄, R₁₇, R₂₀, R₂₁ : 10 kΩ
(marron, noir, orange)
R₁₈ : 10 Ω
(marron, noir, noir)
R₁₉ : 2,2 kΩ
(rouge, rouge, rouge)
Condensateurs
C₁, C₁₁, C₁₂ : 220 nF (mylar)
C₂, C₇ : 220 µF/16V
(électrochimique à sorties radiales)

C₃ à C₅, C₈, C₉ : 100 nF (mylar)
C₆ : 47 µF/16V
(électrochimique à sorties radiales)
C₁₀ : 1 µF (mylar)
C₁₃ : 100 µF/16V
(électrochimique à sorties radiales)
C₁₄ : 4,7 µF/16V tantale
Semi-conducteurs :
D₁ à D₃ : 1N4148
D₄, D₅ : LED 3 ou 5 mm
T₁ : BC 547C
IC₁ : TL081
IC₂ : CD 4001

IC₃ : ISD1416 ou 1420
IC₄ : Régulateur 7805
Divers :
1 haut parleur 8 Ω
1 micro à électret (2 fils)
1 support de CI 8 broches
1 support de CI 14 broches
1 support de CI 28 broches
2 commutateurs miniatures à glissière ; 2 positions
1 pile de 9V et son connecteur
4 vis 4 x 50
12 écrous de 4 en laiton
Plaque d'époxy ordinaire



POSITION DU MICRO.



Le 15 octobre : **L'ÉVÈNEMENT !**
DÉCOUVREZ LE NOUVEAU
"Catalogue Général 1998"
Selectronic

624 pages

Tout en **couleurs**

Plus de 10.000
références

Pour ceux qui nous connaissent :
la magie continue ...

Pour ceux qui ne nous connaissent pas encore :
une révélation !

APPA • B.I. • C.I.F. • C & K • C.K. • ELBOME • ELC • ELECTRO-PJP
ERSA • ESCORT • FILOTEX • FINDER • GÜNTHER • HAMEG • H.P. • ILP
INTEL • J.B.C. • JELT • LATTICE • MAXIM • M.I.C. • MICROCHIP
MOTOROLA • N.S. • PARALLAX • PHILIPS • SFERNICE • S.T. • TEXAS
3M • VARTA • VELLEMAN • WELLER • etc.

EP

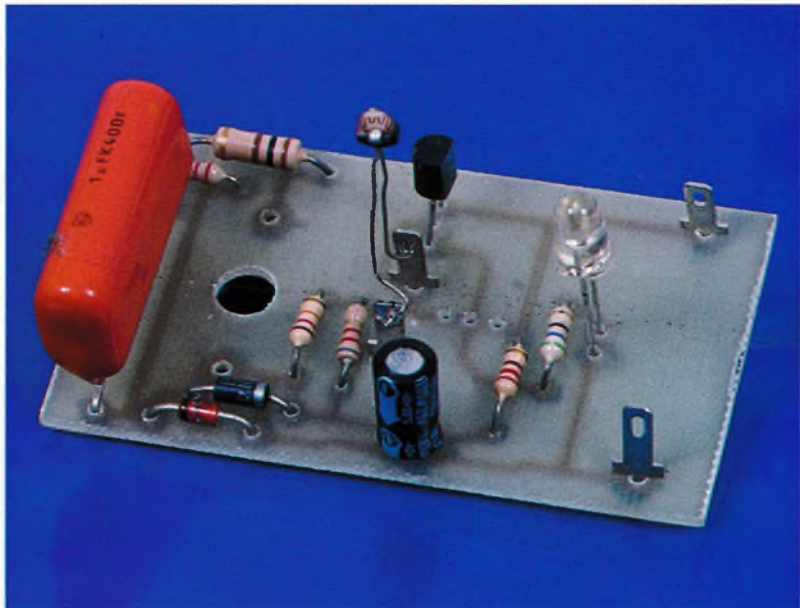
Envoi contre 30,00F en timbres-poste - Coupon à retourner à : Selectronic BP 513 59022 LILLE Cedex

OUI, je désire recevoir le "Catalogue Général 1998" **Selectronic** à l'adresse suivante :
(Ci-joints 30,00 F en timbres-poste)

Nom : Prénom : Tél. :
N° : Rue :
Code postal : Ville :

LED (LAMPE) DE SECOURS EN CAS DE PANNE SECTEUR

Même si le nombre des coupures du secteur EDF est en très nette régression en raison même de la qualité de l'infrastructure du réseau, le particulier n'est pas à l'abri d'une panne, que celle-ci soit due à EDF, à un appareil défectueux ou plus simplement à une surcharge momentanée entraînant la coupure du disjoncteur. Comme ces coupures surviennent toujours au plus mauvais moment, il est possible que le quidam concerné se retrouve plongé dans le noir le plus total. Comme chacun le sait, même avec une bonne connaissance des lieux, il n'est pas évident de se décaler dans le noir. Pour éviter cette mésaventure au lecteur, nous lui proposons de réaliser un (ou mieux, plusieurs) éclairage(s) de secours qu'il conviendra de placer à des points stratégiques de son habitation.



Principe de fonctionnement

Le synoptique du montage est présenté à la **figure 1**. On y reconnaît une alimentation secteur utilisée pour recharger un accumulateur qui se substituera au réseau pour alimenter la source lumineuse en cas de panne. Une logique de commande tenant compte de la présence ou de l'absence du secteur ainsi que de la lumière ambiante est utilisée pour gérer l'éclairage.

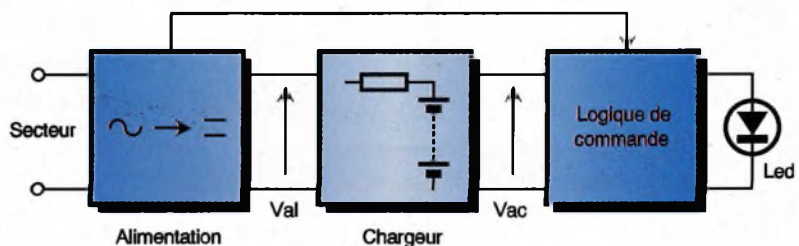
Comme nous le verrons au cours de cet article, on peut, en modifiant quelques composants, passer d'un module qui fournit un simple point lumineux issu d'une LED haute luminosité à un éclairage quasi identique à celui d'une lampe de poche en remplaçant la LED par une luciole. On notera cependant que même

avec une diode LED, certaines d'entre elles produisant des faisceaux lumineux de quelques candèlas, il n'est pas utopique d'envisager un point lumineux de secours basé sur l'utilisation de ce type de composant.

Pour avoir une idée de l'éclairage que l'on peut obtenir avec une LED délivrant une intensité lumineuse de 1000 mcd (= 1 candela), on peut comparer cette valeur à celle d'une LED "normale" (témoin d'appareil hi-fi par exemple dont l'intensité lumineuse moyenne n'est que de quelques millicandelas).

Sans aller jusqu'à employer des LED fournissant 10.000 mcd (dont l'angle d'ouverture n'est que de quelques degrés) qui ne produirait qu'un cône de lumière étroit dans le noir, on peut envisager d'utiliser des LED moins intenses (de 1000 mcd) possédant un angle d'ouverture de l'ordre de 30° donnant une zone lumineuse suffisamment importante pour s'orienter dans le noir.

1 SYNOPTIQUE.



2

SCHÉMA DE PRINCIPE.

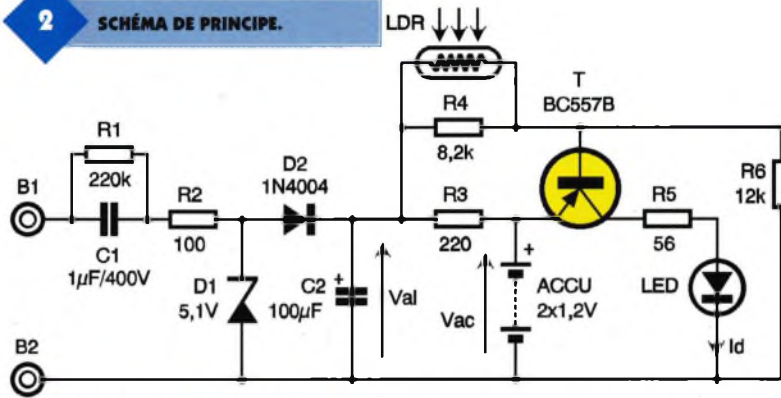


Schéma et analyse du montage (figure 2)

Que nous envisagions d'alimenter une LED ou une luciole, le schéma du montage reste identique. Seuls quelques composants (y compris l'accu) devront être modifiés. La partie alimentation secteur directe est traditionnelle. Elle utilise le condensateur C_1 et la résistance R_2 pour limiter le courant dans la diode zéner D_1 . La diode D_2 supprime les alternances négatives qui subsistent aux bornes de D_1 et fournit une tension unidirectionnelle que le condensateur de filtrage C_2 se charge de lisser. Dans la suite de l'exposé, nous noterons Val cette tension (d'alimentation continue). Avec une diode zéner de 5V, la tension moyenne Val en charge récupérée aux bornes de C_2 est de l'ordre de 4,4V. La résistance R_3 limite la valeur du courant de charge (I_r) de l'accumulateur à une valeur compatible avec un fonctionnement permanent. La valeur retenue pour ce courant est de 8mA. Elle est suffisante et cependant assez faible pour ne pas provoquer l'échauffement d'accus de 1,2V de type R6. La commande proprement dite de la LED (ou luciole) fait appel à un simple transistor PNP. Il suffit en effet qu'en présence du secteur on s'arrange pour bloquer le transistor que l'on rendra passant et même saturé

en cas de panne, pour que ce montage soit opérationnel. Le calcul des composants permettant de remplir ces 2 conditions repose sur les schémas équivalents des **figures 3 et 4** qui correspondent aux 2 états de fonctionnement envisagés et dans lesquels nous avons supprimé volontairement la LDR pour simplifier les calculs. Nous verrons un peu plus loin comment tenir compte de ce composant dont la présence permet d'éviter le fonctionnement du point lumineux si la luminosité ambiante est suffisante. Cette astuce évite la décharge inutile de l'accu en cas de panne en plein jour. Les lignes qui suivent vont nous permettre d'établir les équations conduisant au calcul des différents composants. Nous commencerons tout d'abord par en donner une expression littérale afin que le lecteur puisse adapter ce montage à la situation qu'il souhaite adopter, puis nous appliquerons ces formules aux 2 cas envisagés (LED et luciole 6V). Pour le cas particulier basé sur l'utilisation d'une LED, les données sont les suivantes.

- tension d'alimentation $Val = 4,4V$,
- tension de l'accu $Vac = 2,5V$ en charge,
- courant de recharge $I_r = 8mA$,
- LED : tension directe $Vd = 1,9V$ et courant $I_d = 10mA$

En nous appuyant sur le schéma de la figure 3, qui correspond à la pré-

sence du secteur, on calcule R_3 en écrivant que $R_3 = (Val - Vac)/I_r = (4,4 - 2,5)/0,008 = 237,5 \Omega$.

Nous prendrons une valeur normalisée de 220Ω . Pour bloquer le transistor T afin que la LED reste éteinte, il faut que sa tension base-émetteur soit supérieure à $-0,5V$ (seuil de conduction de la jonction base-émetteur). La présence du signe moins est lié au type PNP du transistor. En exprimant la tension $V_b - V_e$ à partir des éléments du montage, on tire :

$$Val \frac{R_6}{R_4 + R_6} - Vac > 0,5$$

qui devient $Val (1-\alpha) > Vac - 0,5$ en posant $R_4/(R_4 + R_6) = \alpha$, nous arrivons à $\alpha < 0,55$ avec nos valeurs numériques. Pour la suite des calculs, nous choisirons $\alpha = 0,4$.

En nous occupant maintenant du cas où le secteur est absent (schéma équivalent de la figure 4), et en cherchant à saturer T , nous pourrions déterminer la valeur de R_5 puis enfin celle de R_4 et R_6 en tenant compte de la valeur de α ci-dessus. Lorsque le transistor est saturé ($V_{ce} \approx 0$), la résistance R_5 doit limiter le courant I_c à la valeur I_d ce qui conduit à :

$R_5 = (Vac - V_d)/I_d$. Numériquement R_5 fait 60Ω . Nous prendrons la valeur normalisée $R_5 = 56 \Omega$. Pour que T soit saturé, son courant de base I_b doit vérifier la relation $I_b > I_d/\beta$. En choisissant un BC557C d'amplification $\beta = 500$ et une tension base-émetteur de saturation V_{besat} de $0,7V$, cela conduit à écrire :

$$\frac{\alpha Vac - V_{besat}}{\alpha R_6} > \frac{I_d}{\beta}$$

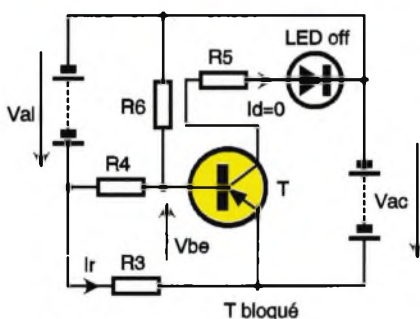
Après transformation, on arrive à :

$$R_6 < \frac{\alpha Vac - V_{besat}}{\alpha I_d} \beta$$

soit une valeur numérique de $R_6 < 15 k\Omega$. Nous prendrons la valeur normalisée $R_6 = 12 k\Omega$ et en tenant compte de $\alpha = 0,4$, $R_4 = 8,2 k\Omega$. Afin de rendre les calculs, plus simples, nous avons négligé la valeur de R_3 devant celle de R_4 . Les valeurs trouvées par calcul justifient cette approximation qui est sans conséquence sur le fonctionnement du montage. Dans le cas de l'éclairage par une luciole de tension de service 6V et de courant direct $I_d = 100mA$, il est évident que l'accu de 2,5V ne convient plus. Un modèle de tension 9V (8,4V en réalité) de format 6F22 convient parfaite-

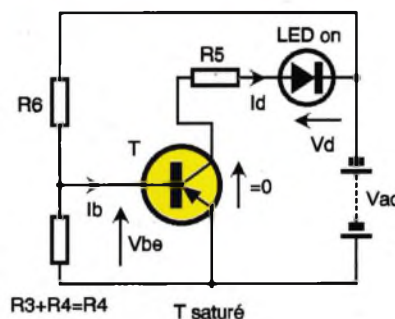
3

SCHÉMA ÉQUIVALENT SECTEUR PRÉSENT.



4

SCHÉMA ÉQUIVALENT EN CAS DE COUPURE..



ment si l'on accepte que la durée d'éclairage potentiel n'excède pas trois quart d'heure. La tension de la diode zéner passe à 12V et le transistor de type BC557C est remplacé par un modèle plus puissant de type TIP 127 (Darlington $b > = 1000$ et $V_{besat} = 1,3V$).

Avec ces valeurs numériques, et un courant de recharge $I_r = 5mA$ nous obtenons en utilisant les mêmes formules $R_3 = 560 \Omega$, $R_4 = 3,9 k\Omega$, $R_5 = 22\Omega$ (que l'on peut réduire à 18Ω ou moins pour tenir compte de la résistance de l'accu, non négligeable pour un courant de décharge de 100mA) et enfin $R_6 = 10 k\Omega$ en tablant sur une valeur de α de 0,3. Il nous reste maintenant à examiner le comportement du montage lorsque la LDR est montée en parallèle avec R_4 .

Rappelons pour mémoire qu'un tel composant possède généralement une résistance de faible valeur (quelques dizaines à quelques centaines d' Ω) en présence de lumière et une résistance dans l'obscurité pouvant atteindre plusieurs $M\Omega$.

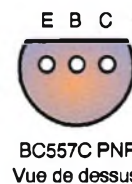
Si une panne survient en plein jour, la faible valeur de la résistance de la LDR shunte R_4 , ce qui a pour effet de réduire la tension base émetteur de T en dessous de son seuil de conduction. La LED ou la luciole reste donc éteinte.

Si la panne survient maintenant en pleine nuit, la résistance de la LDR étant très grande, cela ne modifie en aucune façon la valeur de R_4 donc le fonctionnement initialement prévu, et la LED s'allume.

De jour comme de nuit, pendant la recharge de l'accu, la LDR ne modifiant pas l'état bloqué du transistor T, sa présence est donc tout à fait tolérable.

Réalisation pratique

Le circuit imprimé de la **figure 5** regroupe la totalité des composants que l'on câblera comme le suggère la **figure 6**. Le circuit imprimé est prévu pour supporter les 2 types de



BC557C PNP
Vue de dessus



TIP127 PNP
Vue de face

7 BROCHAGES DES TRANSISTORS.

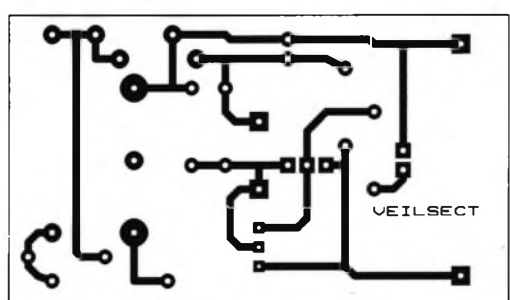
ÉLOIGNEMENT DE LA LDR.

transistors en boîtier TO92 et TO220 suivant que l'on choisit un éclairage par LED ou par luciole (consulter la **figure 7** pour voir le brochage des transistors). La photorésistance (LDR) et le set d'accus seront reliés à l'aide de quelques fils aux picots dont est muni le circuit imprimé. Si l'on utilise un boîtier déjà muni d'une prise secteur comme ceux qui contiennent des alimentations universelles, le raccordement du module à ladite prise secteur pourra s'effectuer par la face inférieure du module. L'écartement des pastilles pour la liaison filaire avec la prise a été prévu en conséquence. Si l'on veut tester le fonctionnement du module avant de l'insérer dans un boîtier, ce qui est toujours souhaitable, il conviendra de procéder avec précautions étant donné que certaines pistes du circuit imprimé sont au potentiel du secteur. Sur le plan pratique, si l'on choisit la version avec luciole, ou avec LED à très haute luminosité, il conviendra d'éloigner la photorésistance de celle-ci en la déportant sur l'un des côtés du boîtier.

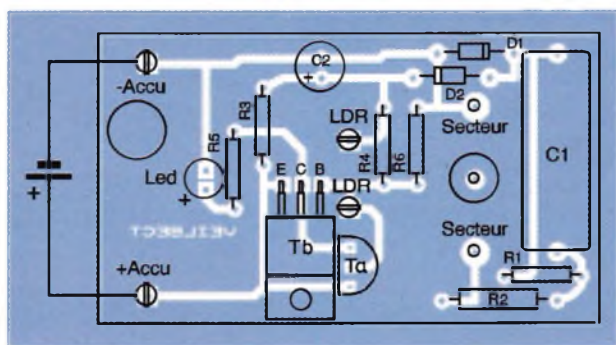
Nomenclature

Celle-ci concerne la version LED. Pour la version luciole, voir le texte pour D1 et R3 à R6 ainsi que les accus.
Résistances 1/4W 5 % sauf mention spéciale
R₁ : 220 k Ω
(rouge, rouge, jaune)
R₂ : 100 Ω (1W)
(marron, noir, marron)
R₃ : 220 Ω
(rouge, rouge, marron)
R₄ : 8,2 k Ω (gris, rouge, rouge)
R₅ : 56 Ω (bleu, vert, noir)
R₆ : 12 k Ω
(marron, rouge, orange)
LDR : FW300 ou FW200
C₁ : 1 μ F 400V type C368 Philips
C₂ : 100 μ F 16V (chimique radial)
D₁ : Zener 5,1V (BZX85C) ou équivalent
D₂ : diode de redressement genre 1N4004
T : BC557C
LED : rouge 5mm TLRA 155BP (1000mcd) ou équivalent
4 picots à souder
1 boîtier type alimentation avec prise
2 accumulateurs 1,2V type R6

5 TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ.



6 CÂBLAGE.





UNE BOÎTE VOCALE DE PORTE D'ENTRÉE

A l'instar du répondeur-enregistreur téléphonique, cette boîte vocale se chargera d'accueillir vos visiteurs lors de vos absences tout en leur permettant, s'ils le désirent, de vous laisser un message.

Le principe (figure 1)



Lorsque la boîte vocale est en service, en appuyant sur le bouton poussoir de la sonnette de la porte d'entrée, le visiteur entendra un message d'accueil par l'intermédiaire d'un haut-parleur. Ce message, préalablement enregistré

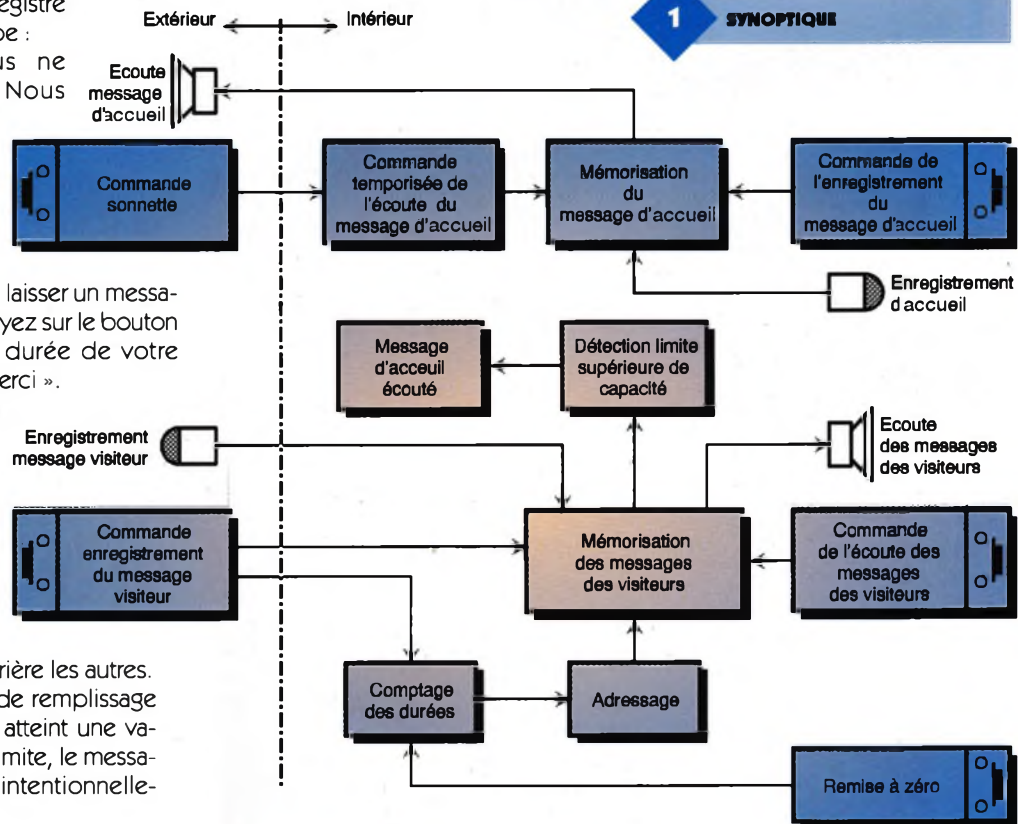
pourrait être du type :
« Bonjour. Nous ne sommes pas là. Nous vous prions de bien vouloir nous excuser de ne pas pouvoir vous recevoir ».

« Vous avez la possibilité de nous laisser un message. Pour cela, appuyez sur le bouton pendant toute la durée de votre communication. Merci ».

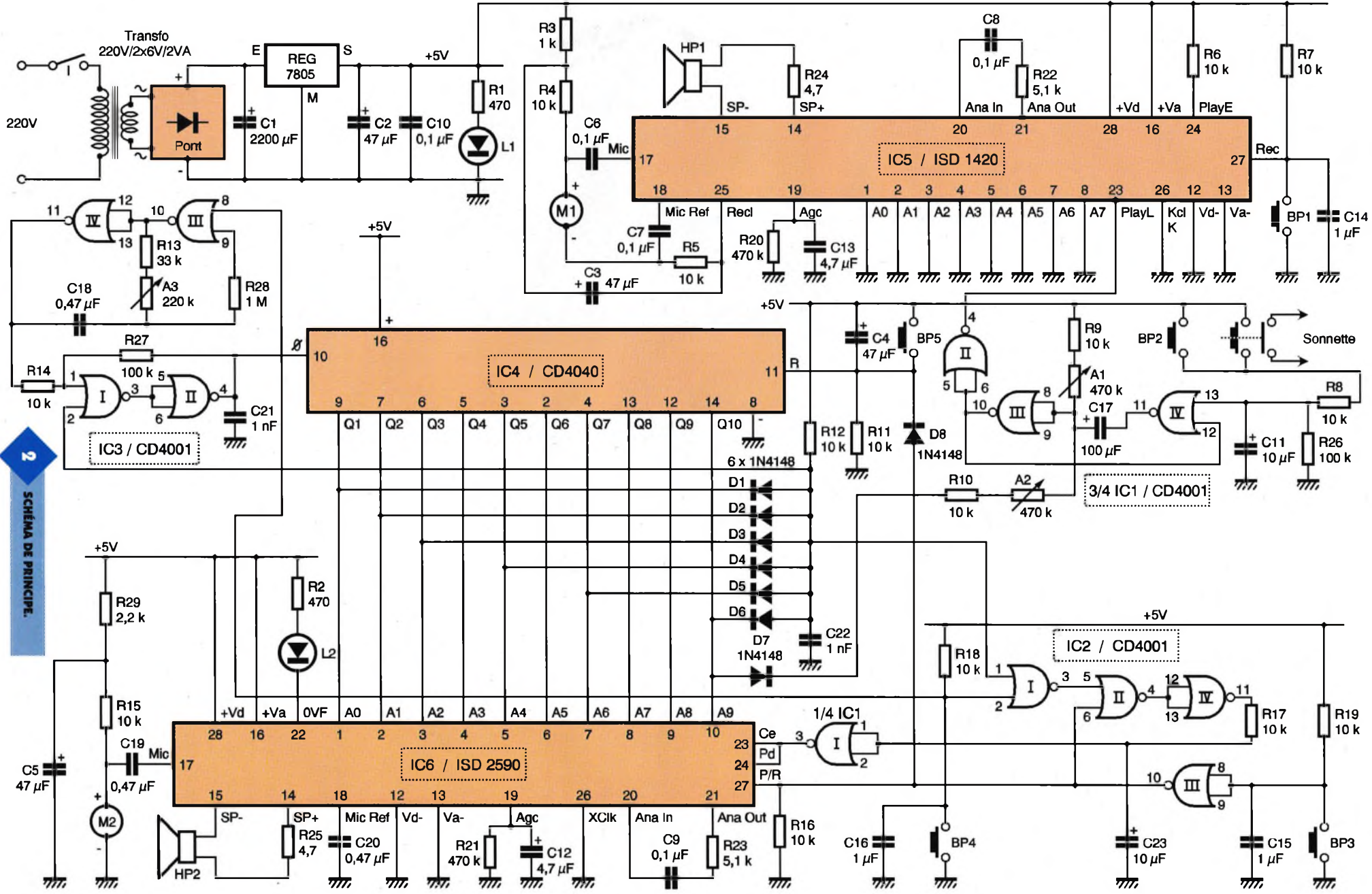
La mémoire destinée à l'enregistrement des messages des visiteurs à une capacité lui permettant de mémoriser plusieurs messages, stockés les uns derrière les autres. Lorsque le niveau de remplissage de cette mémoire atteint une valeur proche de sa limite, le message d'accueil sera intentionnellement écouté.

En particulier, la seconde partie « Vous avez la possibilité de nous

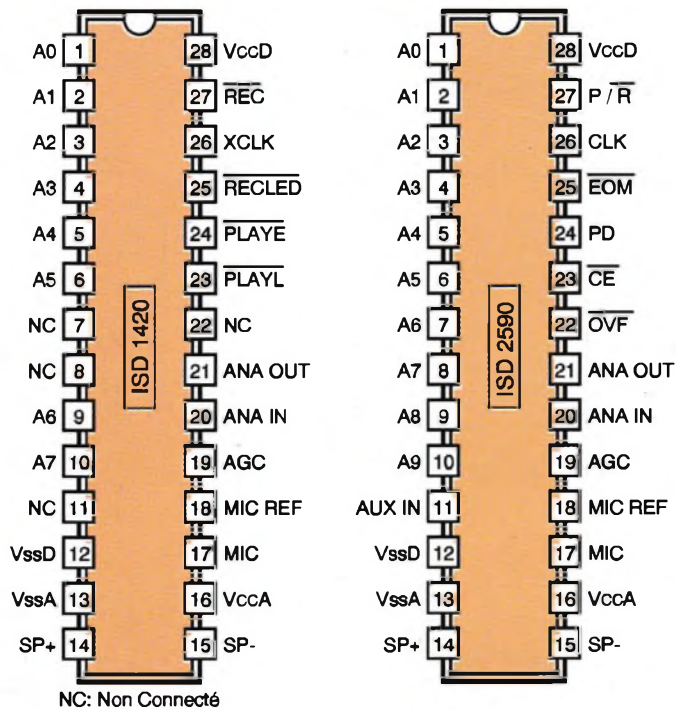
laisser... » etc sera occultée. A votre retour, un bouton prévu à cet effet



1 SYNOPTIQUE



2 SCHEMA DE PRINCIPE.



vous permettra d'écouter l'ensemble des messages laissés par vos visiteurs.

Le fonctionnement (figures 2 et 3)

Alimentation

L'énergie est fournie par le secteur 220V par l'intermédiaire d'un transformateur abaisseur de tension. Sur son enroulement secondaire, on relève un potentiel alternatif de 12V. Un pont de diodes redresse les deux alternances. Un premier filtrage est ensuite effectué par la capacité C_1 . Sur la sortie du régulateur 7805, on dispose alors d'un potentiel continu de 5V stabilisé. La capacité C_2 réalise un complément de filtrage tandis que C_{10} découple l'alimentation du montage. La LED L_1 signale la mise sous tension du montage.

Enregistrement du message d'accueil

Le circuit intégré référencé IC_5 est une mémoire analogique que nous avons souvent eu l'occasion d'évoquer dans nos colonnes. Il s'agit du circuit ISD1420. Il est capable de mémoriser des signaux analogiques sur une durée de 20s. Son brochage est rappelé en figure 3.

Il comporte 160 segments élémentaires accessibles de l'extérieur par un adressage binaire des entrées A0 à A7.

Dans la présente utilisation, toutes les entrées-adresses sont reliées en permanence à l'état bas.

Il en résulte, aussi bien en mode enregistrement qu'en mode restitution, un démarrage à partir du premier segment. En appuyant sur le bouton poussoir BP_1 l'entrée « REC » (broche 27) est soumise à un état bas. L'enregistrement est alors activé. Il suffit alors de parler devant le micro M_1 , tout en maintenant le bouton BP_1 enfoncé.

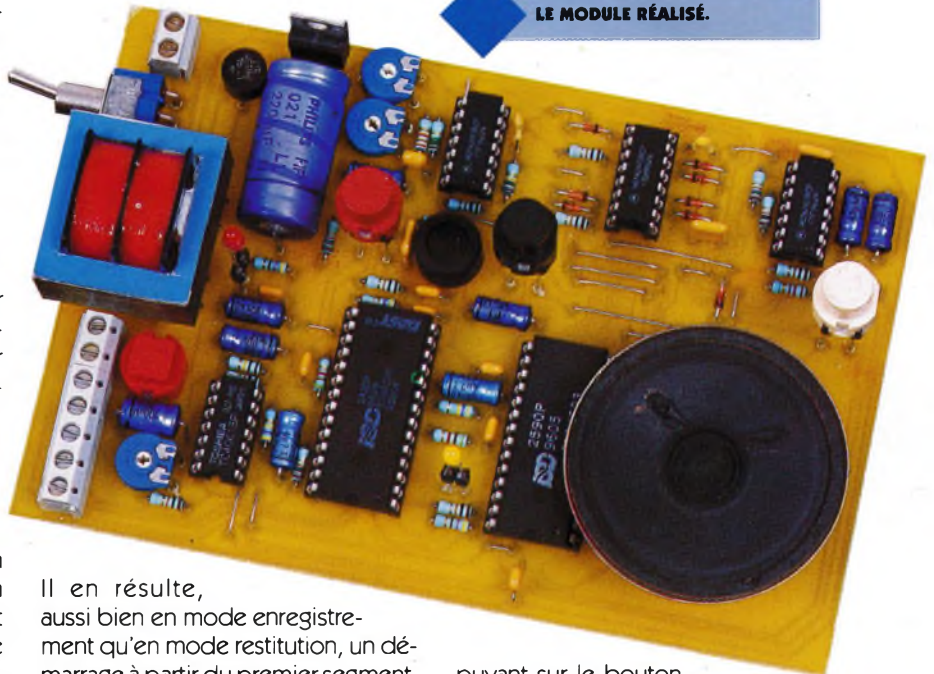
On marquera un léger temps d'arrêt entre les deux parties du message évoqué au chapitre du principe. On peut même agrémenter le message en le faisant précéder par une musique par exemple.

Rappelons que les circuits ISD gardent leur mémorisation, même après une période de non alimentation. En effet, la mémorisation est basée sur la mise en œuvre d'EEPROM, qui sont des EPROM effaçables électroniquement.

Restitution du message d'accueil

Il est important de ne pas « mélanger » le courant commandant la sonnette d'entrée et celui du montage assurant le démarrage du cycle de restitution du message d'accueil. Pour cette raison, une petite modification est à réaliser au niveau du bouton de commande de la sonnette qui est à remplacer par un bouton à deux jeux de contacts séparés. Quant au bouton BP_2 , installé à l'intérieur du boîtier, il est simplement prévu pour faciliter les essais. Il n'est d'ailleurs plus accessible une fois le couvercle du boîtier monté. Les portes NOR III et IV de IC_1 forment une bascule monostable. En ap-

LE MODULE RÉALISÉ.



puant sur le bouton de la sonnette d'entrée (ou sur BP_2) l'entrée de commande de cette bascule est soumise à un état haut. La bascule présente alors un état haut dont la durée est essentiellement déterminée par la position angulaire du curseur de l'ajustable A_1 .

Dans le cas présent, cette durée est de l'ordre de 19s. Elle correspond à la limite supérieure de la durée du message d'accueil. Pendant cette activation de la bascule monostable, la sortie de la porte NOR II de IC_1 soumet l'entrée « PLAYL » de IC_5 à un état bas. Il en résulte la restitution du message préalablement enregistré. Le message est audible sur le haut-parleur HP_1 , placé à l'extérieur, à proximité du bouton poussoir de la sonnette.

Nous verrons ultérieurement sous quelles conditions la cathode de D_7 est soumise à un état haut. Si tel est le cas, la charge progressive de C_{17} (qui est à la base de la temporisation de la bascule monostable) s'en trouve accélérée. En réglant le curseur de l'ajustable A_2 sur la position angulaire convenable, la restitution du message d'accueil cesse prématurément au moment où s'arrête la première partie ainsi que nous l'avons déjà annoncé au chapitre consacré au principe.

Enregistrement des messages des visiteurs

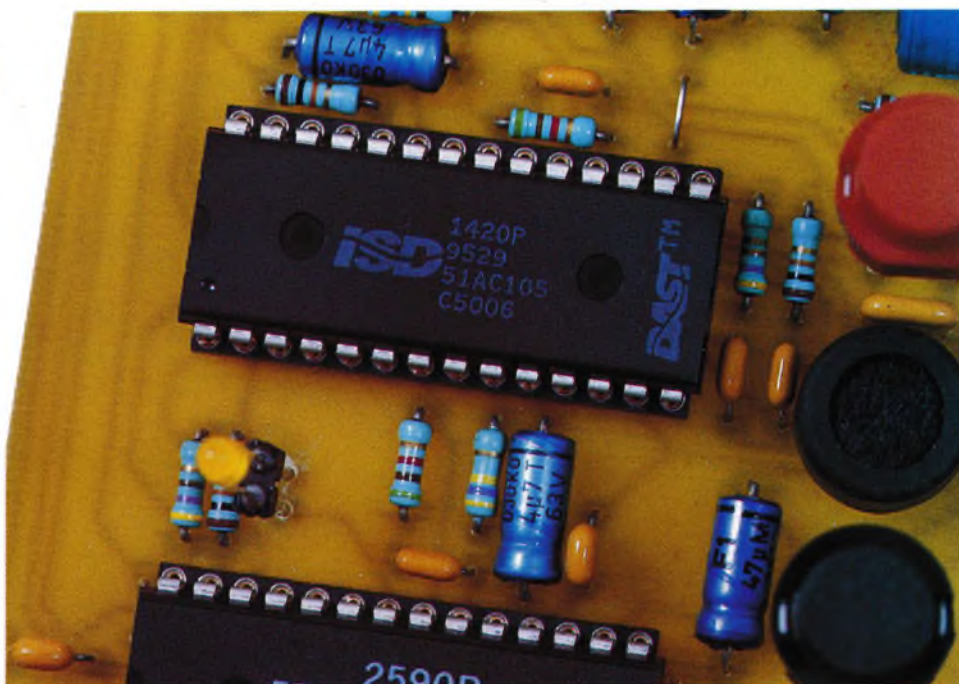
Le circuit IC_6 est un ISD2590. Il a un brochage légèrement différent du circuit ISD1420. Mais il se caractérise surtout par une plus grande capacité d'enregistrement. Cette dernière est de 90s. En effet, la structure interne de la mémorisation repose sur un nombre de segments élémentaires de 600 segments. Le visiteur, pour enregistrer son message, appuie sur le bouton poussoir BP_4 , également placé à l'extérieur et parle devant le micro M_2 , toujours installé à l'extérieur.

En appuyant sur BP_4 , l'entrée 2 de la porte NOR I de IC_2 est soumise à un état bas. Nous verrons au paragraphe suivant que si la plage de mémorisation du circuit IC_6 n'est pas entièrement utilisée, le point commun des anodes des diodes D_1 à D_6 présente un état bas. Il en est de même pour l'entrée 1 de la porte NOR I de IC_2 . La sortie de cette porte passe alors à l'état haut. L'entrée 6 de la porte NOR II de IC_3 est généralement soumise à un état bas.

Nous verrons plus loin dans quel cas cela n'est pas vérifié. La sortie de la porte NOR II passe donc à l'état bas et celle de la porte NOR IV à l'état haut.

Avec un léger retard dû à la charge de C_{23} à travers R_{17} , la sortie de la porte NOR I de IC_1 passe alors à l'état bas en soumettant au même état les entrées réunies « CE » et « PD » de IC_6 . Ce dernier est alors activé pendant toute la durée de la sollicitation de BP_4 .

On notera que les entrées réunies de la porte NOR III de IC_2 sont soumises à l'état haut. La sortie de cette porte présente donc un état bas qui est d'ailleurs celui auquel est soumise l'entrée « P/R » de IC_6 . Cette situation correspond bien au mode « enregistrement » de IC_6 .



Plages de mémorisation

Les portes NOR III et IV de IC_3 constituent un oscillateur astable commandé. A l'état de repos, son entrée 8 est soumise à un état haut grâce à R_{18} . Sa sortie présente alors un état haut. Dès que l'on sollicite BP_4 , l'entrée de commande de l'oscillateur est soumise à un état bas : il devient alors actif en générant sur sa sortie des créneaux de forme carrée caractérisés par une période de 150ms. Ils sont pris en compte par un trigger de Schmitt formé par les portes NOR I et II de IC_3 et des résistances périphériques R_{14} et R_{27} .

On notera que ce trigger se bloque lorsque son entrée 2 est soumise à un état haut ce qui arrive lorsque les anodes communes des diodes D_1 à D_6 présentent elles-mêmes un état haut. Les créneaux de comptage attaquent l'entrée « Horloge » d'un compteur CD4040 référencé IC_4 . Il s'agit d'un compteur binaire comportant 12 étages en cascade.

Les sorties Q_1 à Q_{10} sont respectivement reliées aux entrées-adresses A_0 à A_9 de l'ISD2590. Ainsi, au fur et

zéro de IC_4 après avoir enregistré un nouveau message d'accueil par exemple, pour avoir l'assurance que l'on se trouve bien au début de la plage de mémorisation de IC_6 .

Nous verrons au paragraphe suivant que cela pourrait être le seul cas où il est nécessaire de réaliser cette RAZ. Nous avons déjà indiqué que l'ISD2590 comportait une plage de mémorisation caractérisée par 600 segments. Le premier segment est le segment numéro zéro (quand toutes les entrées-adresses A_i sont à l'état bas, c'est par ce segment que démarre l'enregistrement).

Le dernier segment porte le numéro 599. L'adressage correspondant est lié à la configuration binaire des entrées-adresses A_i lorsque A_0 , A_1 , A_2 , A_4 , A_6 et A_9 présentent simultanément un état haut. En dehors de cette situation particulière, l'une au moins de ces entrées-adresses est à l'état bas, si bien que le point commun formé par les anodes réunies des diodes D_1 à D_6 est à l'état bas dans le cas général. On peut vérifier à quel segment correspond cette configuration binaire particulière :

Entrées-adresses	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
Niveau logique	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1
Poids binaire	2^0	2^1	2^2	2^3	2^4	2^5	2^6	2^7	2^8	2^9
Valeur	1	2	4	-	16	-	64	-	-	512

à mesure de l'enregistrement, le compteur IC_4 « suit », de l'extérieur, l'avance de l'ISD. Lorsqu'un enregistrement cesse, l'adressage réalisé par IC_4 subsiste si bien qu'au début de l'enregistrement suivant, le pointeur interne de IC_6 démarre au niveau du segment déterminé par cet adressage. Le bouton BP_5 permet la remise à

Le numéro concerné du segment est donc :

$$512 + 64 + 16 + 4 + 2 + 1 = 599$$

Dès que cette limite maximale est atteinte :

- le trigger NOR I et II de IC_3 se bloque et sa sortie reste à l'état haut de repos, même si l'oscillateur astable poursuit son cycle.

- la commande de l'enregistrement cesse étant donné que l'entrée 1 de la porte NOR I de IC₂, soumise à un état haut, bloque la sortie de cette même porte sur son état bas de repos, même si le visiteur continue d'appuyer sur BP₄. L'enregistrement est donc arrêté.

Avant d'arriver à cette limite, lorsque la sortie Q10 (entrée-adresse A9) passe à l'état haut, l'adressage de l'ISD correspond au segment 2⁹ = 512. Cette position est atteinte après une durée d'enregistrement (cumulée ou non) de 0,15s x 512 # 77s. Après cette position, et par l'intermédiaire de D₇, le message d'accueil est écouté ainsi que nous l'avons déjà évoqué au paragraphe « restitution du message d'accueil ». Notons bien que cette position n'empêche nullement la poursuite de l'enregistrement du message du visiteur éventuellement en cours, tant que la limite extrême (segment n°599 - 90s) n'est pas atteinte.

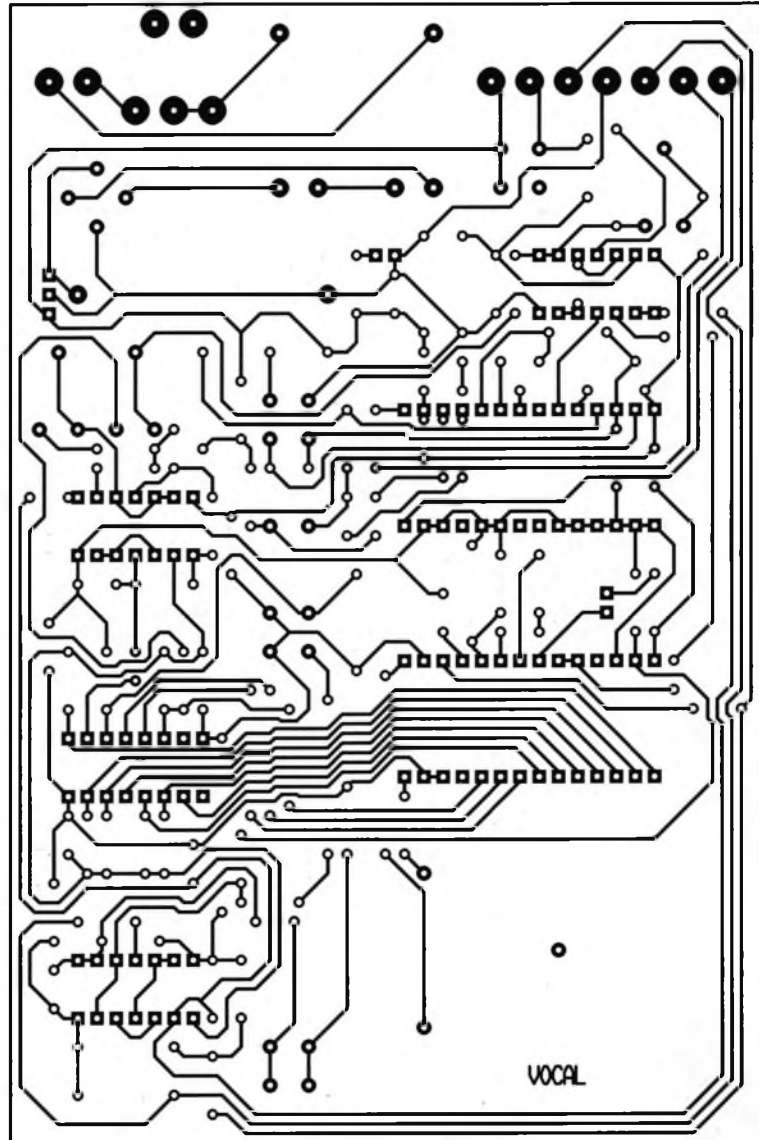
Écoute des messages des visiteurs

Pour écouter les messages laissés par les visiteurs, il convient d'appuyer sur le bouton poussoir BP₃ et de le maintenir sollicité pendant toute la durée de l'écoute. La sortie de la porte NOR III de IC₂ présente alors un état haut. Cela a trois conséquences :

- l'entrée P/R (broche 27) de IC₆ étant soumise à un état haut, ce dernier se positionne bien sur le mode restitution,

- par l'intermédiaire de D₈, l'entrée RESET de IC₄ est constamment maintenue à l'état haut. Il en résulte d'une part la neutralisation du compteur IC₄, et d'autre part la soumission de toutes les entrées-adresses de IC₆ à l'état bas. La restitution des messages enregistrés débute donc bien au début,

- l'entrée 6 de la porte NOR II de IC₂ étant soumise à un état haut, sa sortie passe à l'état bas, ce qui commande (comme pour l'enregistrement déjà évoqué) un état bas sur les entrées réunies « CE » et « PD » de IC₆. Notons que cette commande se réalise avec quelques millisecondes de retard, grâce à la charge de C₂₃ à travers R₁₇. Cette disposition est nécessaire pour ne pas aboutir à des changements d'état simultanément sur les en-



trées-adresses, l'entrée « P/R » et les commandes « CE - PD ».

Si tel était effectivement le cas, le circuit ISD2590 ne saurait fonctionner dans de bonnes conditions. On peut alors écouter le contenu de la mémoire.

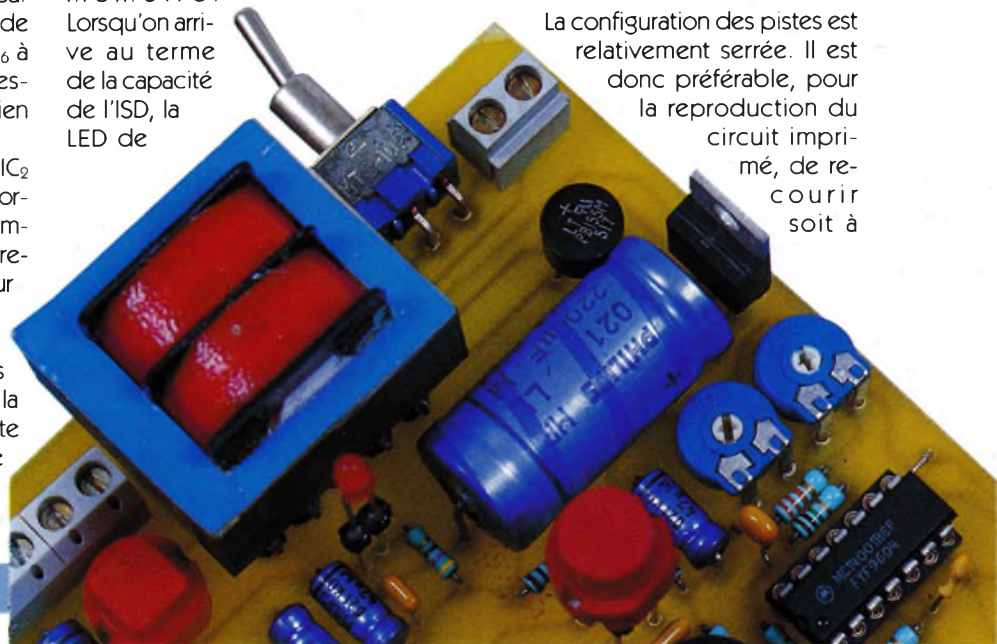
Lorsqu'on arrive au terme de la capacité de l'ISD, la LED de

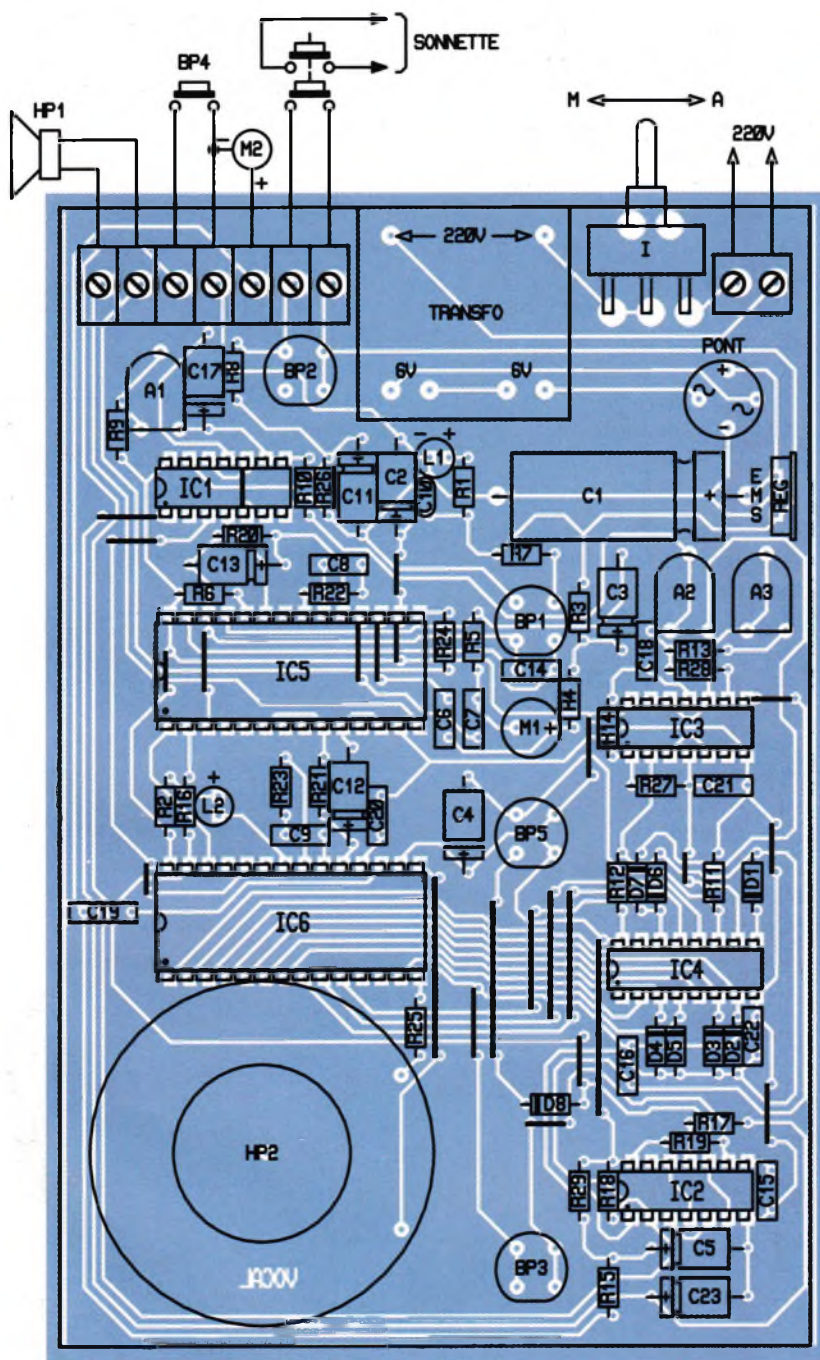
signalisation L₂ s'allume.

La réalisation

Circuit imprimé (figure 4)

La configuration des pistes est relativement serrée. Il est donc préférable, pour la reproduction du circuit imprimé, de recourir soit à





la méthode photographique, soit à la confection manuelle ou informatisée d'un typon. Après gravure dans un bain de perchlorure de fer, le module sera très soigneusement rincé. par la suite, toutes les pastilles sont à percer à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous seront à agrandir afin de les adapter aux diamètres des connexions des composants davantage volumineux.

Implantation des composants (figure 5)

On soudera dans un premier temps les nombreux straps de liaison. Ensuite ce sera le tour des diodes, des résistances et des supports des circuits intégrés. On terminera par les autres composants : capacités, ajustables, boutons-poussoirs, pont de

diodes, etc. On notera que les poussoirs ont été montés sur rehausses, excepté BP₂. Il en est de même en ce qui concerne les deux LED de signalisation.

Attention à l'orientation des composants polarisés tels que le pont de diodes, les capacités électrolytiques, les micros ÉLECTRET. Le haut-parleur HP₂ a directement été collé sur le module. Les liaisons avec les composants extérieurs : bouton sonnette modifiée, micro M₂, BP₄ et le haut-parleur HP₁ peuvent se réaliser avec du câbles 7 conducteurs. Attention à leur repérage. Ces composants extérieurs pourront par exemple être montés dans un boîtier adapté placé à l'abri de toute humidité et accessible par les visiteurs.

Réglages

Il s'agit de placer les curseurs des ajustables A₁, A₂ et A₃ sur la position angulaire convenable. Avant de débiter les réglages, on enregistrera le message d'accueil de manière à obtenir une durée globale de 15 à 19s (voir chapitre « principe »).

Ajustable A₁ :

A l'aide d'un mesureur et d'un chronomètre on réglera la durée de l'état haut sur la sortie 10 de IC₁ sur une valeur de l'ordre de 19s. Cette durée augmente si on tourne le curseur dans le sens anti-horaire. Auparavant on aura appuyé sur BP₅ de manière à être sûr que IC₄ ne présente pas d'état haut sur la sortie Q10.

Ajustable A₂ :

A l'aide d'un fil isolé, on reliera la cathode de D₇ à la polarité positive de l'alimentation. Ensuite, toujours en appuyant sur BP₂, on entendra (comme pour ci-dessus d'ailleurs) le message d'accueil. Il conviendra de régler la position angulaire du curseur de A₂ de manière à n'entendre que la première partie du message d'accueil. Si le message est trop court, il conviendra de tourner le curseur dans le sens anti-horaire et inversement.

Ajustable A₃ :

Si l'on dispose d'un oscilloscope, il est facile de pré-régler le curseur de A₃ dans une position telle que la période des créneaux délivrés par la sortie 11 de IC₃ soit de l'ordre de 150ms. Mais on peut également utiliser un mesureur et le brancher par exemple sur la sortie Q3 de IC₄ (broche 6) ; la période à obtenir est alors égale à $0,15s \times 8 = 1,2s$. Une telle valeur est mesurable à l'aide d'un chronomètre ; il suffit de compter 10 périodes consécutives par exemple. La période des signaux de comptage diminue si on tourne le curseur de A₃ dans le sens horaire. Enfin un réglage plus fin et mieux adapté au circuit IDS2590, consiste, après avoir appuyé sur BP₅, à appuyer sur BP₃ et à maintenir la pression. Le mesureur est à relier aux anodes réunies des diodes D₁ à D₆. Après une durée de l'ordre de 90s, on constatera l'allumage bref de L₂. Cet instant devra coïncider au mieux avec le passage du point commun des anodes à l'état haut.

R. KNOERR

Nomenclature

Nomenclature

24 Straps (4 horizontaux, 20 verticaux)

R₁, R₂ : 470 Ω

(jaune, violet, marron)

R₃ à R₁₂, R₁₄ à R₁₉ : 10 kΩ

(marron, noir, orange)

R₁₃ : 33 kΩ

(orange, orange, orange)

R₂₀, R₂₁ : 470 kΩ

(jaune, violet, jaune)

R₂₂, R₂₃ : 5,1 kΩ

(vert, marron, rouge)

R₂₄, R₂₅ : 4,7 Ω

(jaune, violet, or)

R₂₆, R₂₇ : 100 kΩ

(marron, noir, jaune)

R₂₈ : 1 MΩ

(marron, noir, vert)

R₂₉ : 2,2 kΩ

(rouge, rouge, rouge)

A₁, A₂ : Ajustables 470 kΩ

A₃ : Ajustable 220 kΩ

L₁ : LED rouge Ø 3mm

L₂ : LED jaune Ø 3mm

Pont de diodes 1,5A

REG : Régulateur 5V (7805)

D₁ à D₈ : Diodes signal

1N4148

C₁ : 2200 µF/25V

électrolytique

C₂ à C₅ : 47 µF/10V

électrolytique

C₆ à C₁₀ : 0,1 µF céramique

multicouches

C₁₁, C₂₃ : 10 µF/10V

électrolytique

C₁₂, C₁₃ : 4,7 µF/10V

électrolytique

C₁₄ à C₁₆ : 1 µF céramique

multicouches

C₁₇ : 100 µF/10V

électrolytique

C₁₈ à C₂₀ : 0,47 µF céramique

multicouches

C₂₁, C₂₂ : 1 nF céramique

multicouches

M₁ : Micro ÉLECTRET

(2 broches)

M₂ : Micro ÉLECTRET

(2 broches) extérieur au

module

IC₁ à IC₃ : CD4001

(4 portes NOR)

IC₄ : CD4040

(compteur binaire 12

étages)

IC₅ : ISD1420

(mémoire analogique

20 secondes)

IC₆ : ISD2590

(mémoire analogique

90 secondes)

3 Supports 14 broches

1 Support 16 broches

2 Supports 28 broches

HP₁ : Haut-parleur 4-8 Ω

Ø 55 (extérieur au module)

HP₂ : Haut-parleur 4-8 Ω

Ø 55

BP₁, BP₃, BP₅ : Boutons

poussoirs à contact

travail pour circuit

imprimé (montés sur

rehausses)

BP₂ : Bouton poussoir à

contact travail

BP₄ : Bouton poussoir à

contact travail

(extérieur au module)

Bornier soudable 7 plots

Bornier soudable 2 plots

Transformateur

220V/2x6V/2VA

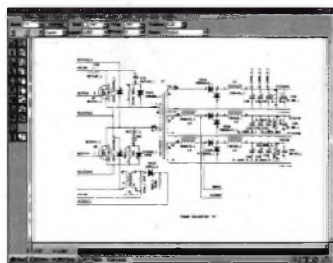
I : Inverseur mono polaire

pour circuit imprimé

(broches coudées)

Coffret CIF (adaptable)

Attention à tous les amateurs d'électronique



La conception de circuits imprimés avec éditeur de schémas pour moins de 500 FF !!!

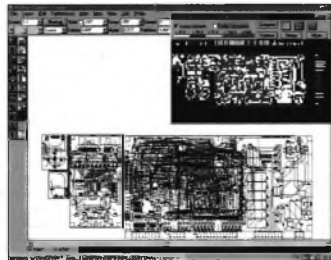
EDWIN NC

FRANCETECHNIC s.a.r.l.

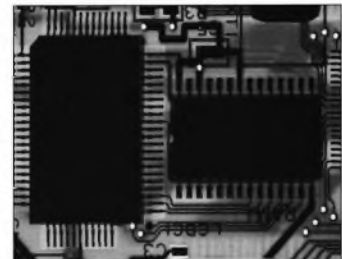
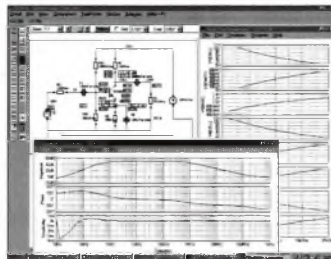
8, rue E. Delesalle 59110 LA MADELEINE

Tél 03 20 63 73 65 • Fax 03 20 63 73 66

E-mail 106537.2357@CompuServe.com



Pour éviter tout malentendu, il n'y a aucune différence entre le logiciel industriel de 40.000,-FF et la version "NC", la différence réside uniquement dans la licence. En d'autres mots, l'industrie amortit le développement et le particulier peut en profiter.



Conception / Schémas / Simulateurs / Autorouteur / Analyse Thermique pour moins de 2000 FF.
Parlant du meilleur prix!



INTERRUPTEUR MARCHÉ/ARRÊT AUTOMATIQUE

Le montage, un peu rétro par son contenu tous transistors, que nous vous proposons de réaliser ici, pourra avantageusement remplacer un interrupteur marche/arrêt traditionnel, si le dispositif électronique qu'il est censé commander possède la particularité de voir sa consommation se réduire lorsque la phase de travail proprement dite est achevée. Cette situation se produisant dans de nombreux cas (montages utilisant un microprocesseur qui entre en veille lorsque certaines actions ou conditions sont vérifiées, relais qui cesse d'être excité etc.), toutes les conditions nécessaires sont réunies pour que vous trouviez un intérêt et une utilisation à cette réalisation peu coûteuse.

Règles de polarisation d'un transistor

Pour comprendre les quelques calculs permettant de déterminer la valeur des composants nécessaires au fonctionnement correct de ce montage, nous rappelons ci-dessous les conditions de blocage ou de mise en saturation d'un transistor NPN conformément aux conventions de la figure 1. Pour un transistor PNP, il



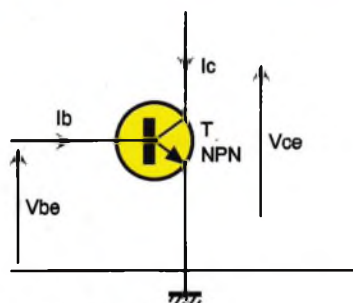
conviendrait d'inverser le sens des courants I_b et I_c de même que la polarité des tensions V_{be} et V_{ce} . Un transistor NPN est bloqué si sa tension V_{be} est inférieure au seuil de conduction de la jonction Base Émetteur qui vaut environ 0,5V à 0,6V. Ce même transistor est passant ou encore conducteur (on dit aussi qu'il travaille en amplificateur) si V_{be} est supérieure au seuil précédent et si $I_c = \beta I_b$. Le coefficient β représente l'amplification en courant statique

du transistor. Le transistor est saturé (tension V_{ce} proche de zéro) lorsque I_c est supérieur à βI_b . Le transistor étant bien évidemment conducteur dans cet état, la tension V_{be} est supérieure à 0,6V.

Fonctionnement de l'interrupteur

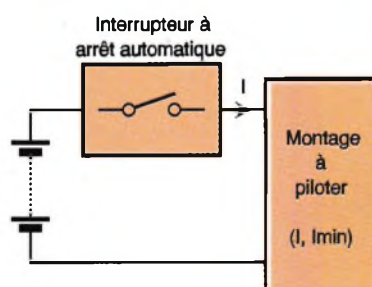
Comme son nom l'indique, ce montage joue le rôle d'un interrupteur marche/arrêt et s'interpose comme tout interrupteur classique, entre la source (pile ou accu) et le montage à alimenter (figure 2). Son champ

1 RAPPELS THÉORIQUES.



Pour un transistor NPN:
 T conducteur si $V_{be} > 0,6V$
 T bloqué si $V_{be} < 0,6V$
 T saturé ($V_{ce}=0$) si $I_b > I_c/\beta$

2 FONCTIONNEMENT.



d'application ne concerne que les montages dont la consommation "normale I_n " se réduit en fin de phase active à une valeur $I_{min} < I_n$. C'est cette variation de courant qui est mise à profit pour provoquer l'ouverture de l'interrupteur.

La différence essentielle avec un interrupteur classique réside par conséquent dans le fait qu'il n'est pas nécessaire d'agir sur ce dernier pour mettre le montage hors tension. Comme tout interrupteur digne de ce nom, la consommation du module interrupteur est rigoureusement nulle en position "arrêt". Par contre, en position "marche" (obtenue par action sur un simple poussoir normalement ouvert), la chute de tension introduite par le module est supérieure au seuil de conduction V_{be} d'un transistor, mais peut être limitée en dessous du volt en choisissant convenablement les composants du montage. Cette chute de tension réduit d'autant la tension d'alimentation du module à alimenter. Dans sa présentation actuelle, ce montage est principalement destiné aux applications ne consommant pas plus de quelques dizaines de milliam-pères.

Pour accroître le courant maximum disponible, il conviendrait de remplacer les transistors de moyenne puissance préconisés par des éléments de puissance éventuellement de type Darlington.

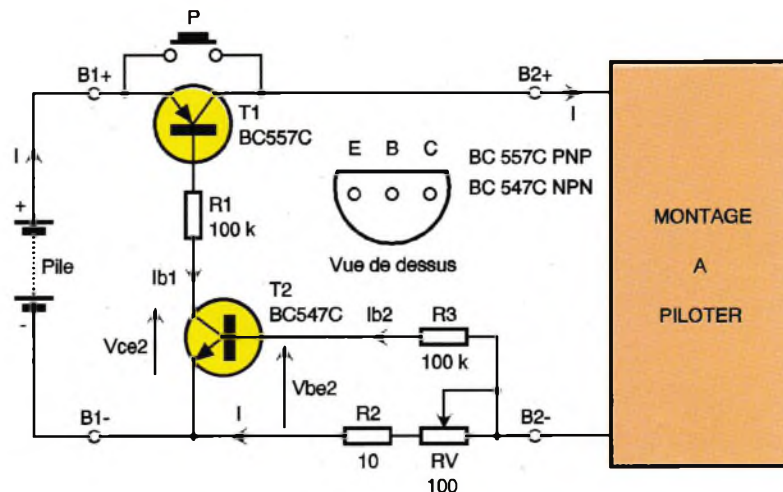
Compte tenu de ces précisions, les montages dont la consommation est constante, trop grande, ou ceux qui ne peuvent s'accommoder d'une réduction de la tension d'alimentation, sont exclus du champ d'application de ce module de même que ceux qui s'alimentent en alternatif.

Le montage (Figure 3)

Principe de fonctionnement

Mise en marche

Lorsque le poussoir P est fermé, si le courant I absorbé par le montage que l'on souhaite mettre en service est supérieur au courant de maintien I_0 du module interrupteur, le transistor T_2 entre en conduction et même en saturation compte tenu du choix des composants. La tension V_{ce2} étant proche de zéro, le courant qui traverse R_1 entraîne l'entrée en saturation de T_1 . Quand l'opérateur relâche le poussoir P, le courant I absorbé par le montage continue de circuler en passant par l'espace collecteur/émetteur de T_1 au lieu de passer par le court circuit que lui of-



frait le poussoir fermé quelques instants auparavant. Le montage reste donc alimenté malgré le relâchement de P, on a un auto-maintien.

Phase d'arrêt

Lorsque le courant I devient inférieur à I_0 , le transistor T_2 se bloque entraînant T_1 dans son sillage par manque de courant base. Au repos, seuls les courants de fuite des transistors parviennent encore à circuler au travers de T_1 et T_2 . Ces courants de fuite sont si faibles qu'un multimètre 2000 points possédant un calibre 200 μA , est incapable de détecter leur existence. Il n'y a donc aucun risque de décharger la pile qui alimente l'ensemble.

Calcul des composants

Le schéma de la figure 3 révèle la présence de 2 transistors classiques, un PNP (T_1) et un NPN (T_2) associés à quelques résistances. Pour déterminer la valeur de ces résistances, nous baserons notre exposé sur les valeurs numériques suivantes. Tout d'abord, le courant normal de fonctionnement du montage alimenté par ce module sera supposé égal à $I = 20mA$, valeur chutant en fin de phase active à $I_{min} = 5mA$.

La tension de la pile sera pour sa part égale à 9V. Pendant la phase active, nous limiterons la chute de tension dans le tandem série $R_2 + R_v$ à 0,8V. En négligeant le courant I_{b2} devant le courant I , nous obtenons : $(R_2 + R_v) I = 0,8$ soit $R_2 + R_v = 40 \Omega$, valeur que l'on obtient en plaçant en série une résistance talon R_2 de 10 Ω et un ajustable R_v de 100 Ω . Pour ne pas appliquer directement ces 0,8V aux bornes de la jonction base émetteur de T_2 , on interpose la résistance R_3 chargée de prendre à ses bornes l'excédant de tension. Cette résistance se justifie d'autant plus si des pointes de consommation se produisent ce qui augmenterait en-

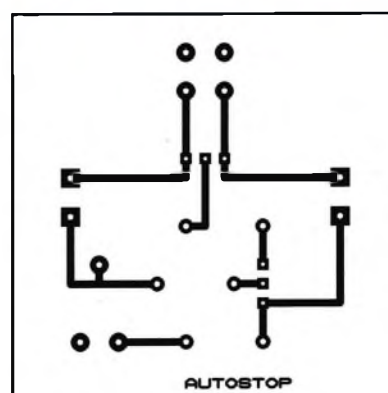
3 SCHEMA DE PRINCIPE.

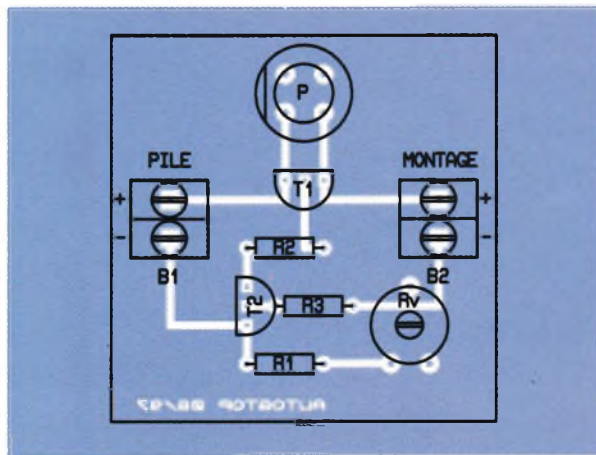
core la tension V_{be} de T_2 et pourrait conduire à son trépas. En fonctionnement normal, T_1 devant être saturé, cela impose à ses courants de base I_{b1} et de collecteur $I_c = I$ de vérifier la relation $I_{b1} > I/\beta_1$. Avec les modèles choisis pour T_1 et T_2 nous avons des β de l'ordre de 500 ce qui donne $I_{b1min} = 20mA/500 = 40\mu A$. En supposant que T_2 soit aussi saturé, la tension aux bornes de R_1 est égale à $V_{cc} - 0,6 = 8,4V$ (en négligeant $V_{ce2 sat}$) d'où $R_{1max} = 210 k\Omega$.

Nous prendrons $R_1 = 100 k\Omega$ soit $I_{b1} \approx 80\mu A$. Un raisonnement analogue conduit à $I_{b2min} = 160nA$ et comme $I_{b2} = U_{R3}/R_3 \approx 0,2/R_3$ nous tirons $R_{3max} = 1,2 M\Omega$.

Afin d'obtenir des commutations franches, nous prendrons $R_3 = 100 k\Omega$. Pour connaître la valeur du courant I_0 (l'indice 0 pour ouverture) provoquant la coupure de l'alimentation, il suffit de chercher pour quelle valeur de I la tension V_{be2} de T_2 passe sous environ 0,5V (seuil de conduction de T_2). En négligeant la

4 TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ.





5

IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS.

chute de tension dans R_3 , ce qui n'est pas très éloigné de la réalité, on a $(R_2 + R_v) I_0 = 0,5V$.

Comme $R_2 + R_v = 40 \Omega$ nous obtenons $I_0 = 12,5mA$. Étant donné que $I_{min} = 5mA$, la condition ci-dessus est vérifiée et l'interrupteur s'ouvre automatiquement. Tout réamorçage de ce système n'est possible qu'en appuyant sur le poussoir P dont la fonction est la mise en marche de cet interrupteur. La présence de l'ajustable R_v , permet d'adapter la plage de fonctionnement normal en courant I de 7 à 80mA avec des courants de maintien I_0 compris entre 4,6 et 50mA environ.

Réalisation pratique et réglage

Le typon de ce module est présenté à la figure 4. Les composants seront placés conformément à l'implantation donnée figure 5.

Pour ceux de nos lecteurs qui conçoivent quelques petits montages par eux-mêmes, il sera préférable à l'avenir d'inclure directement cette fonction supplémentaire sur leur typon chaque fois qu'ils le jugeront utile et possible.

Une fois le câblage terminé, il ne reste plus qu'à régler l'ajustable R_v pour que ce module soit opérationnel. La pile et le montage alimenté étant reliés respectivement aux borniers B_1 et B_2 , on règle R_v aux maximum de sa valeur. On applique une impulsion sur le poussoir P et on attend que la phase active de fonctionnement du montage se termine. Il suffit alors d'agir sur R_v jusqu'à ce que le montage ne soit plus alimenté. La posi-

tion du curseur de R_v étant repérée, on diminue encore un peu R_v afin d'amener I_m à une valeur supérieure à I_{min} . Un nouveau test de fonctionnement global doit donner satisfaction (arrêt automatique en fin de phase active) sinon il faut encore dimi-

nuer un peu la valeur de R_v .

D'un point de vue pratique, on retiendra qu'en phase active, la tension aux bornes de $R_2 + R_v$ doit se situer aux alentours de 0,8V, et qu'au moment de l'arrêt celle-ci doit chuter sous 0,5V. On pourra contrôler ces différentes valeurs en plaçant un voltmètre aux bornes de $R_2 + R_v$ pour s'assurer que le réglage de R_v est correct. Pour commander des montages plus gourmands ($I > 80mA$), il faut envisager le remplacement de T_1 par un transistor permettant la circulation du courant permanent.

Conjointement, il faudra modifier la valeur du tandem $R_2 + R_v$, quitte à remplacer cette association par une résistance unique fixe, calculée comme nous l'avons indiqué précédemment en fonction des valeurs I et I_{min} du montage piloté.

F. JONGBLOET

Nomenclature

R_1, R_3 : 100 k Ω

(marron, noir, jaune)

R_2 : 10 Ω

(marron, noir, noir)

R_v : 100 Ω ajustable

horizontal Piher

T_1 : BC557C (PNP)

T_2 : BC547C (NPN)

P : poussoir D6 rond

B_1, B_2 : bornier à souder
2 plots

LES LECTEURS OPTIQUES LASER

Du standard au traitement numérique

Qu'il s'agisse de CD-audio, CD-ROM, CD-photo, CE-vidéo, CD interactifs ou MD magnéto-optique, cet ouvrage vous présente les principes de fonctionnement des lecteurs optiques laser en trois parties. Il traite les standards, asservissements et traitement numérique.



L'auteur analyse les fonctions du lecteur optique et les accompagne d'études de schémas proposés par les principaux constructeurs européens.

Vous trouverez également une analyse des dysfonctionnements et une mise en oeuvre des instruments de diagnostic, ainsi que des oscillogrammes caractéristiques du fonctionnement de l'appareil et des données techniques permettant d'intervenir sur le lecteur optique.

Cet ouvrage s'adresse d'une part aux techniciens chargés de la production industrielle, de l'installation et de la maintenance, et, d'autre part, aux étudiants des métiers de la maintenance des matériels audiovisuels et multimédias.

G. LAURENT - Éditions DUNOD
256 Pages - 185 Frs



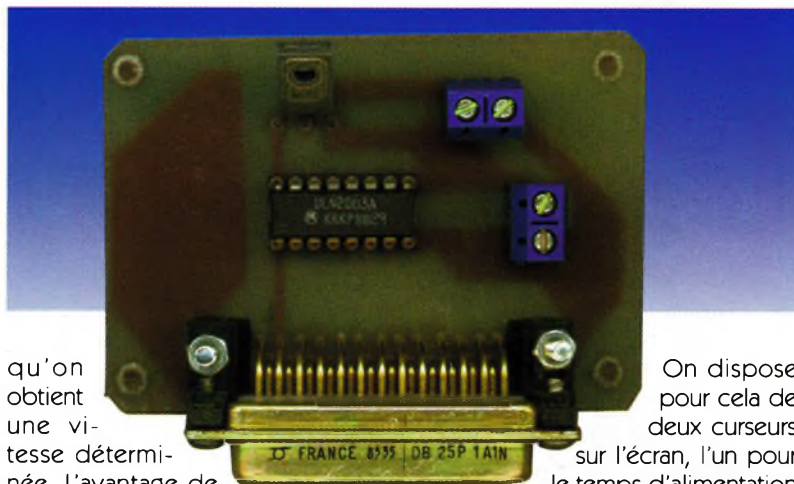
ROBOT

PROJETS SOUS DELPHI : UN VARIATEUR DE VITESSE PILOTÉ SOUS WINDOWS 95

Ce nouveau projet, concernant le contrôle de la vitesse d'un moteur à courant continu, s'insère dans notre série d'articles consacrée au pilotage d'interfaces sous WINDOWS 95. D'un abord simple et pratique, son rôle est avant tout de démystifier la programmation dans cet environnement.

Le projet

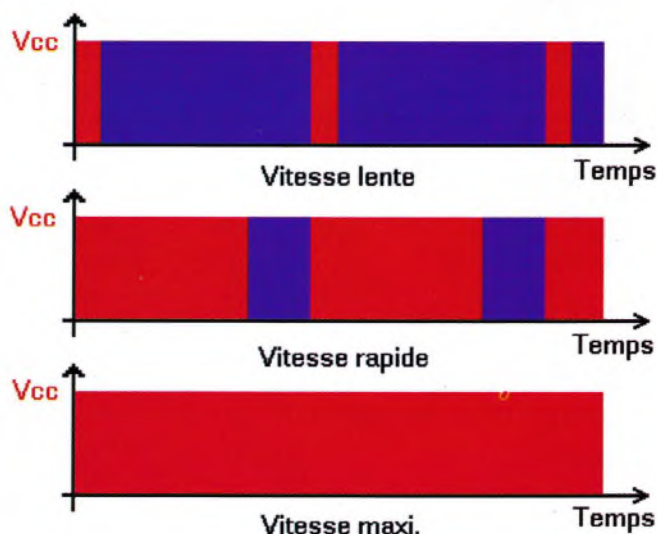
Le variateur de vitesse que nous vous proposons n'est pas basé sur une conception « tout électronique ». En fait, si de par son principe de fonctionnement il s'apparente aux « hacheurs de tension », sa commande est simplifiée par l'utilisation du P.C. Pour obtenir une variation de la vitesse de rotation d'un moteur à courant continu, divers procédés sont possibles. Le « hacheur » possède cependant l'avantage d'offrir un contrôle de la vitesse tout en conservant la valeur nominale de l'alimentation du moteur. Son principe est donc des plus simples, puisqu'il consiste à découper la tension d'alimentation, comme cela est représenté sur la **figure 1**. Les zones rouges représentent les périodes de temps au cours desquelles le moteur est soumis à la tension V_{cc} , alors que les zones bleues correspondent aux temps de repos de l'alimentation. C'est en jouant sur les temps d'alimentation et de repos



qu'on obtient une vitesse déterminée. L'avantage de cette méthode réside dans la précision du réglage de la vitesse qu'autorisent les variations de ces deux intervalles de temps, bien qu'en général, avec les procédés classiques, ce réglage s'applique de préférence au temps d'alimentation alors que le temps de repos est fixe ou peu variable. Notre projet va donc consister en une interface graphique sous WINDOWS 95 destinée à contrôler les temps d'alimentation et de repos de notre « hacheur », afin d'observer les variations de vitesse qu'entraînent les modifications de ces deux paramètres.

On dispose pour cela de deux curseurs sur l'écran, l'un pour le temps d'alimentation et l'autre pour le temps de repos. A chaque curseur gradué de 0 à 10 est liée une boîte d'édition à boutons dans laquelle est portée la valeur du multiplicateur. Les temps pourront donc varier de 1 à 100.000 par ce procédé, et ce pour chacun des deux paramètres. Il convient cependant de noter que la variable temps n'est pas exprimée en secondes mais en pourcentages de l'un par rapport à l'autre. C'est ainsi que donner la même valeur d'intervalle à l'un et à l'autre aura pour résultat d'afficher un rapport de 50 % du temps d'alimentation par rapport au temps de repos. Il est évident que rien ne

Découpage de la tension d'alimentation du moteur.



1

PRINCIPE DU «HACHEUR».

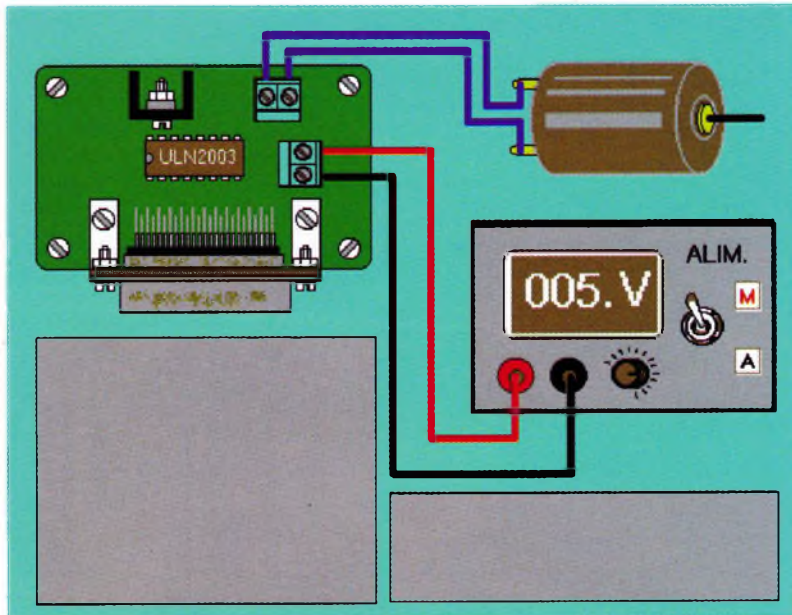
s'oppose à ce que ce programme soit modifié pour afficher les temps réels d'alimentation et de repos. Une fois les réglages terminés, la rotation du moteur s'effectue en cliquant sur un bouton «Rotation» et son arrêt par un clique du bouton «Arrêt».

La maquette

Cette nouvelle maquette est parmi les plus simples puisqu'elle est architecturée autour d'un ULN 2003A. Ce circuit est constitué d'un réseau de transistors montés en Darlington, propre à commander directement un élément de puissance tel qu'un relais ou un petit moteur à courant continu. Nous lui avons cependant adjoint sur la sortie un transistor muni d'un radiateur, car il s'avère plus apte à supporter les effets thermiques qu'entraîne la commande du moteur. En observant le schéma du montage, vous pouvez constater que la commande de l'alimentation du moteur via le transistor est fournie par la présence d'un niveau haut sur la broche 2 (D0) du connecteur de la sortie imprimante. La tension d'alimentation du moteur qui figure sur le schéma est de 5V, mais il est bien entendu que vous devez ajuster sa valeur au type de moteur que vous aurez décidé d'employer, tout en sachant que ce montage expérimental ne peut fonctionner qu'avec des moteurs de faible intensité, comme ceux qu'on rencontre le plus souvent en modélisme ou dans les jouets électriques.

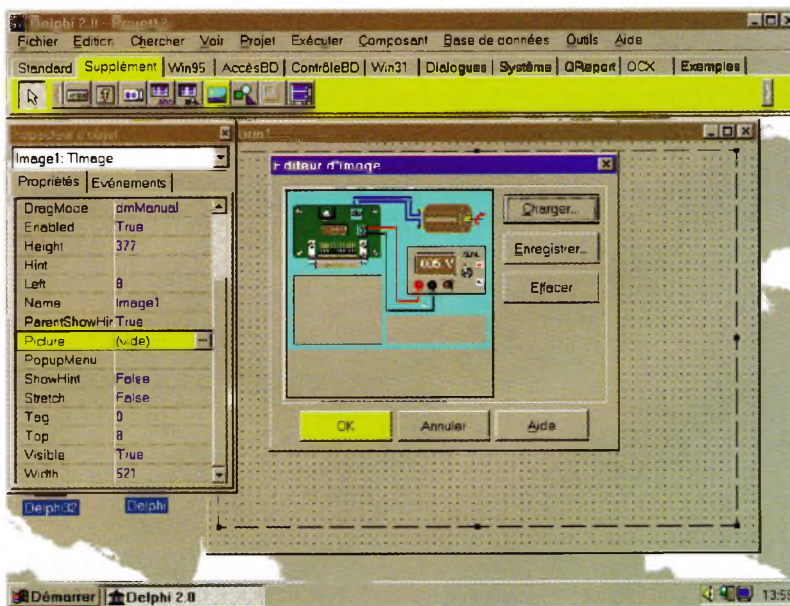
La réalisation

Le nombre restreint de composants simplifie considérablement sa réalisation. Vous veillerez cependant à vérifier l'absence de court-circuit entre les pistes avant d'effectuer les soudures. Utilisez de préférence un support de circuit intégré à 16 broches pour l'implantation de l'ULN 2003A qui pourra ainsi être récupéré ultérieurement. Soudez ensuite le transistor sur lequel vous aurez déjà vissé le radiateur, ce afin de n'avoir aucune surprise désagréable, car les radiateurs impliquent très souvent une hauteur minimale des pattes de soudure du transistor. Vous terminerez ensuite avec les bornes à vis et le connecteur DB25. Afin de ne commettre aucune inversion dans la disposition des composants, reportez-vous au brochage qui est donné ci-contre.



2 FOND DE LA FENÊTRE D'AFFICHAGE.

3 CHARGEMENT DU DESSIN.



Le port parallèle

Le pilotage du moteur s'effectue par l'intermédiaire du port de données de l'imprimante parallèle. Dans la mesure où les instructions en assembleur correspondent à LPT2 alors que cette sortie n'est pas forcément disponible sur votre machine, nous rappelons les valeurs des autres adresses dans un tableau.

Les signaux sont gérés pour chaque port dans une série de 3 registres : le registre de données, le registre d'état et le registre de contrôle. Pour notre montage, nous n'utilisons que le registre d'état. La valeur logique des signaux D0 à D7 est tributaire du contenu affecté à chaque bit.

Fonction du port	LPT1d	LPT1h	LPT2d	LPT2h	LPT3d	LPT3h
de données	956	3BC	888	378	632	278
d'état	957	3BD	889	379	633	279
de contrôle	958	3BE	890	37A	634	27A

Registre de données

Nom	Bit	Valeur
D0	0	1
D1	1	2
D2	2	4
D3	3	8
D4	4	16
D5	5	32
D6	6	64
D7	7	128

Avec Delphi1, pour le port LPT2, si vous désirez que D0 du registre de données soit à 1, écrivez l'instruction suivante :

```
PORT [888] := 1 ; {Pour Delphi 1 uniquement}
```

Puisqu'à partir de Delphi2 cette instruction PORT [adresse] = valeur n'est plus disponible, il convient d'insérer dans le corps d'une procédure les quelques lignes en assembleur données ci-dessous :

```
asm {début du programme assembleur}
mov dx,0378h {chargement de l'adresse du port de données de LPT2 dans DX}
mov al,00000001b {mise à 1 du bit correspondant à D0 dans AL}
out dx,al {envoi de D0 à l'adresse contenue dans DX}
end ; {fin du programme assembleur}
```

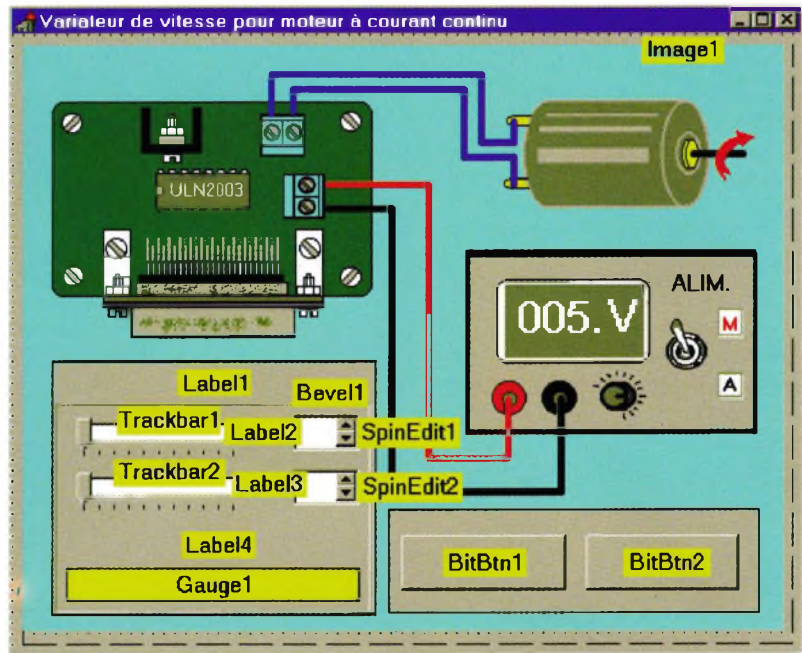
Le codage employé est Hexadécimal (h) et binaire (b) pour les valeurs chargées dans les registres :

Registres	Nom (16 bits)	8 bits High	8 bits Low
Accumulateur	AX	AH	AL
Registre de base	BX	BH	BL
Compteur	CX	CH	CL
Données	DX	DH	DL

Le programme

Le programme décrit est écrit avec DELPHI 2 sous WINDOWS 95, bien qu'il soit possible de l'écrire avec DELPHI 1 sous WINDOWS 3.x à condition d'utiliser l'instruction PORT [].

Vous commencerez donc par créer un répertoire sur votre disque de travail (DELPH12 pour le nôtre). Vous pourrez ensuite exécuter un dessin avec le PAINT de WINDOWS afin d'obtenir le fond de votre fenêtre d'affichage. Si vous vous reportez à la figure 2, vous pourrez constater que les zones vides de couleur grise correspondent aux emplacements des curseurs et des boutons qui seront déposés par la suite. Vous aurez donc soin de sauvegarder votre dessin dans le répertoire de travail (DELPH12) avant de passer à la création du programme.



4

EMPLACEMENT DES COMPOSANTS.

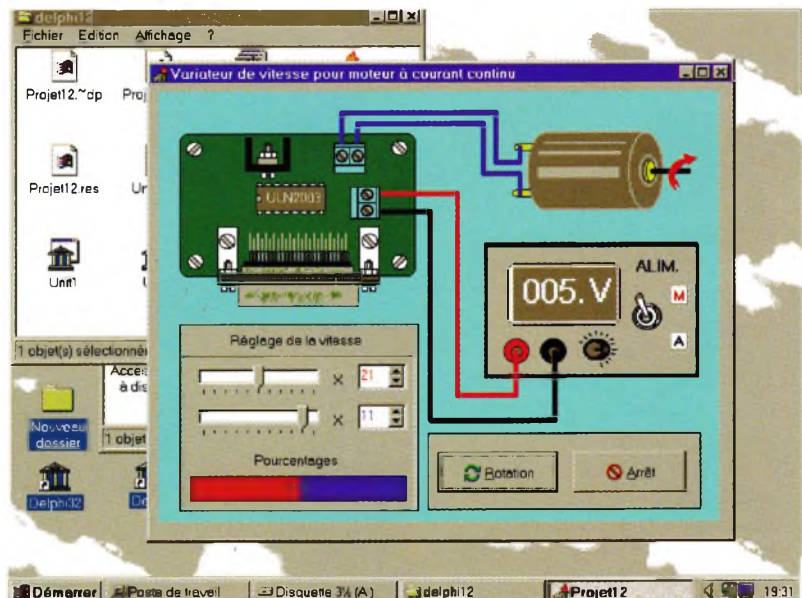
composant «Image» qui se trouve sous l'onglet «supplément» de la barre d'outils. Posez ensuite le composant «Image» dans la feuille de travail. Dans l'inspecteur d'objets, cliquez sur la propriété «Picture» de Image1 puis chargez le dessin «variabtm» avant de confirmer (figure 3). Ajustez les dimensions de la feuille à celles du dessin afin que ce dernier apparaisse dans sa totalité. Si vous avez chargé notre dessin qui se situe dans le répertoire DELPH12, les propriétés d'Image1 que vous devez modifier sont : Width = 569 et Height = 441.

Placez ensuite les boutons et autres composants sur votre feuille de travail, en commençant par le Bevel1 qui encadre toute la zone des commandes du réglage de vitesse.

Vous trouverez sur la figure 4 les emplacements où vous devrez dé-

5

MODIFICATION DES PROPRIÉTÉS CAPTION DE CHAQUE LABEL.



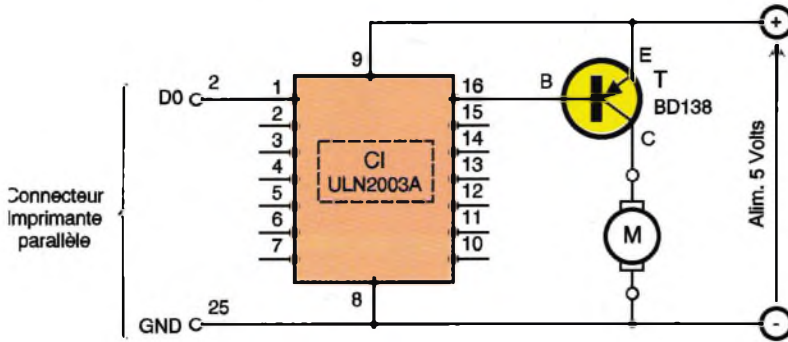


SCHÉMA DE PRINCIPE.

On fait la même chose pour le calcul du temps de repos, donné par la variable valeur_b.
 $\text{valeur_b} := \text{Trackbar2.position} * \text{SpinEdit2.value}$;
 Les pourcentages respectifs du temps d'alimentation (en rouge) et du temps de repos (en bleu) sont affichés par Gauge1 grâce à la relation.

$\text{Gauge1.Progress} := \text{Trunc} ((\text{valeur_h}_{100}) / (\text{valeur_h} + \text{valeur_b}))$;
 Tant que la variable rotation_moteur est égale à 1, les instructions situées dans la boucle 'while do' s'exécutent indéfiniment.
 $\text{while rotation_moteur} = 1 \text{ do}$
 begin

...
 Liste des instructions

...
 Application. ProcessMessages ;
 end ; {fin du while}

L'instruction 'Application. Process-

par cliquer sur le bouton auquel est associé la procédure. Dans l'inspecteur d'objet, choisissez Evénements et entrez le nom de la procédure dans la case située à côté de OnClick. Si vous souhaitez écrire la procédure du bouton Rotation, donnez-lui «rotation» comme nom, ce qui simplifie les choses dès qu'il s'agit de relire un programme écrit depuis un certain temps. Dès que vous avez validé ce nom, le corps de la procédure apparaît dans le programme. C'est donc à vous d'écrire la suite des instructions (données dans l'annexe 2).

procédure TForm1.rotation (Sender : TObject) ;
 begin
 Liste des instructions à écrire.
 end ; {fin de rotation}

poser les composants. Trackbar1 et Trackbar2 sont à prendre à partir de l'onglet Win95 de la barre d'outils. Les SpinEdit1 et SpinEdit2, ainsi que Gauge1 sont sous l'onglet Exemples. Les BitBtn1 et BitBtn2 se trouvent sous l'onglet Supplément, alors que les étiquettes Label sont situés sous Standard.

Commencez par modifier les propriétés Caption de chaque Label afin qu'il corresponde au texte donné dans la figure 5. Pour cela, cliquez sur l'étiquette afin que son nom (Labelx) apparaisse dans l'en-tête de l'inspecteur d'objets.

Pour les autres composants, vous devrez modifier les propriétés comme suit.

Trackbar1 : Line Size = 1, Max = 10, Min = 0, Orientation = trHorizontal.

Trackbar2 : idem.

Gauge1 : ForeColor = clRed, Height = 25, Width = 217, BackColor = clBlue, MaxValue = 100, MinValue = 0.

BitBtn1 : Kind = BkRetry, Caption = & Rotation.

BitBtn2 : Kind = BkNo, Caption = & Arrêt.

SpinEdit1 : + Font > couleur = Rouge, incrément = 10, MaxValue = 10.000, MinValue = 1, Value = 1.

SpinEdit2 : + Font > couleur = Bleue, incrément = 10, MaxValue = 10.000, MinValue = 1, Value = 1.

L'écriture du programme ne pose pas de réel problème. L'Unit1 est donnée dans son ensemble dans l'annexe 2. Si vous avez choisi de vous en tenir au respect scrupuleux de l'exemple donné, vous n'aurez que deux procédures à écrire. Chaque procédure est liée à l'action d'un bouton, ce qui signifie que vous devez commencer

La valeur du temps d'alimentation est donnée par la variable valeur_h. On multiplie pour cela la valeur que nous rend la position du Trackbar1 (Trackbar1.position) par celle que rend le SpinEdit1 (SpinEdit1.value), ce qui nous donne l'instruction suivante.
 $\text{valeur_h} := \text{Trackbar1.position} * \text{SpinEdit1.value}$;

Messages' a pour fonction d'interrompre la boucle dès l'appui sur Arrêt, qui bloque 'rotation_moteur' à zéro. Les boucles de temporisation sont réalisées plus simplement avec l'instruction :

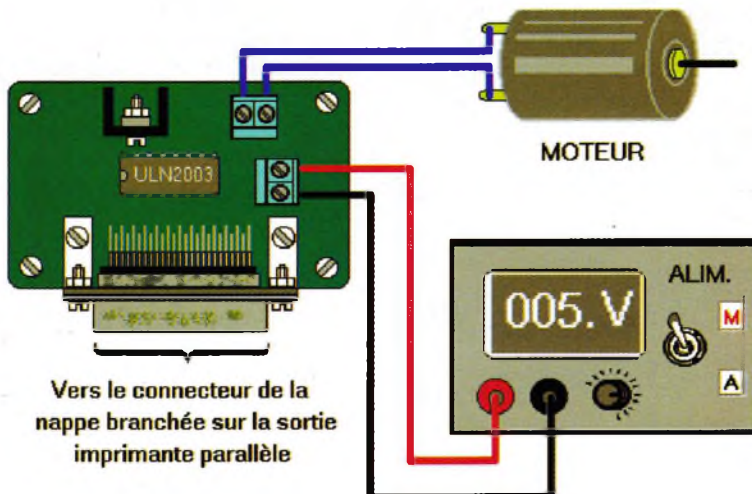
for i := 1 to valeur_b ou h do
 begin {attente} end ;

Les essais

Effectuez les branchements comme indiqué sur la figure 6. Mettez votre alimentation sur «Marche» puis ajustez les curseurs avant de cliquer sur le bouton «Rotation». Pour obtenir une vitesse de rotation différente, cliquez sur «Arrêt» avant de modifier la position des curseurs.

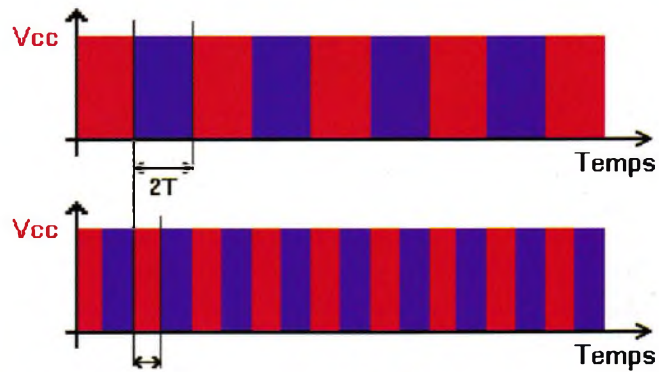
Un exemple

L'écran 5 vous donne un aperçu du fonctionnement du programme. Pour vos essais, placez sur l'axe du



moteur une réduction d'un disque stroboscopique que vous aurez photocopié (c'est le disque qui est fourni avec le tourne-disques, afin de vérifier son réglage de vitesse). Placez votre moteur sous une lampe fonctionnant sous 50Hz, puis essayez de trouver un réglage à 50 % qui correspond à la vitesse d'un 45 tours. Divisez ensuite par 2 les réglages tout en conservant un pourcentage égal à 50 % (figure 7). Qu'observez-vous pour la vitesse ?

Vous trouverez les sources du programme et le dessin Bitmap sur notre site Internet, dans le répertoire [DELPHI12].



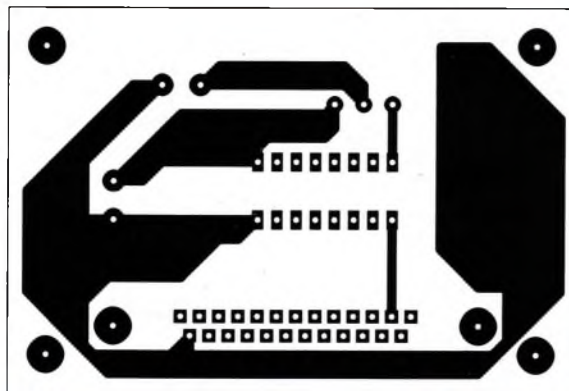
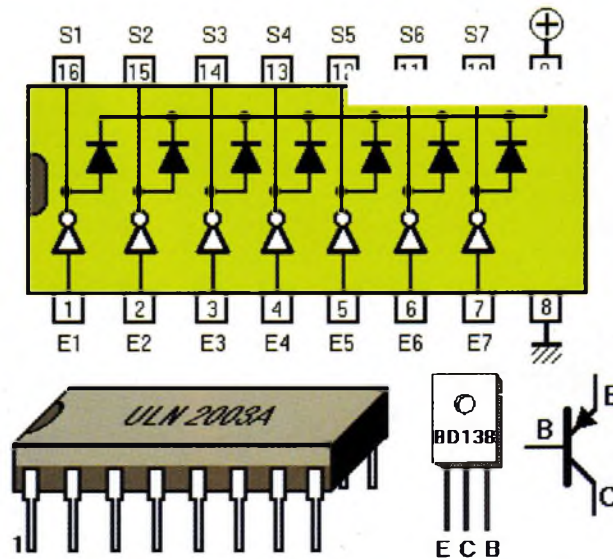
7 COMPARAISON DE VITESSE. **4**

BROCHAGES DE L'ULN2003A ET DU BD138.

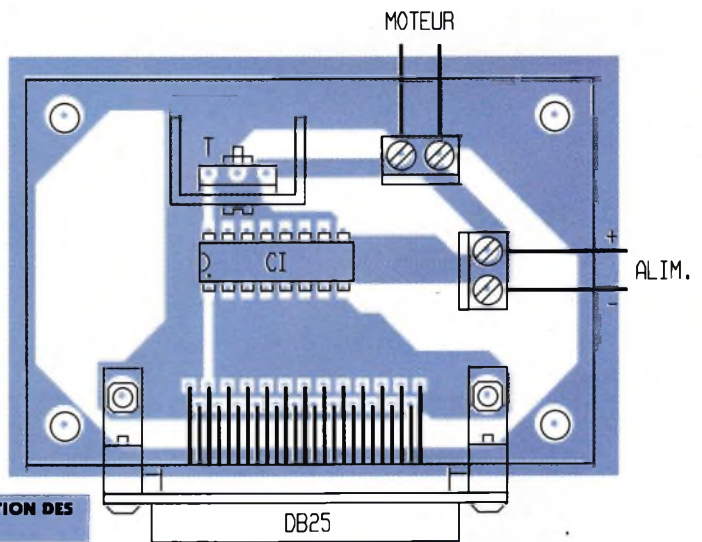
P. RYTER

Nomenclature

- 1** Transistor BD138.
- 1** radiateur + visserie.
- 1** C.I. ULN 2003A.
- 1** support de C.I. 16 broches.
- 2** bornes (x2) à visser.
- 1** connecteur DB25 mâle à souder sur C.I.
- 1** connecteur mâle et femelle DB25 à sertir sur nappe.
- 1** nappe 25 fils, longueur 1 mètre.



TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ.



IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS.

ANNEXE 1 : LE PROGRAMME PRINCIPAL

```

program Projet12 ;
uses
Forms,
Unit1 in 'Unit1.pas'(Form1);
{$R *.RES}

```

```

begin
Application.Initialize ;
Application.CreateForm (TForm1, Form1) ;
Application.Run ;
end.

```

ANNEXE 2 : L'UNITÉ 1

```
unit Unit1 ;
interface
uses
Windows, Messages, SysUtils, Classes,
Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
StdCtrls, Spin, Buttons, ComCtrls, ExtCtrls, Gauges ;
type
TForm1 = class (TForm)
Image1 : TImage ;
Bevel1 : TBevel ;
TrackBar1 : TTrackBar ;
TrackBar2 : TTrackBar ;
BitBtn1 : TBitBtn ;
BitBtn2 : TBitBtn ;
SpinEdit1 : TSpinEdit ;
SpinEdit2 : TSpinEdit ;
Label1 : TLabel ;
Label2 : TLabel ;
Label3 : TLabel ;
Label4 : TLabel ;
Gauge1 : TGauge ;
procédure rotation (Sender : TObject) ;
procédure arrêt (Sender : TObject) ;
private
{ Déclarations privées }
public
{ Déclarations publiques }
end ;

var
Form1 : TForm1 ;
implementation
{$R *.DFM}

var rotation_moteur, valeur_h, valeur_b, i : integer ;
```

```
procédure TForm1.rotation (Sender : TObject) ;
begin
valeur_h := TrackBar1.position * SpinEdit1.value ;
valeur_b := TrackBar2.position * SpinEdit2.value ;
rotation_moteur := 1 ;
Gauge1.Progress := Trunc ((valeur_h*100)/(valeur_h + valeur_b));
while rotation_moteur = 1 do
begin
asm
mov dx,0378h
mov al,00000001b
out dx, al
end ;
for i := 1 to valeur_h do
begin {attente} end ;
asm
mov dx,0378h
mov al,00000000b
out dx, al
end ;
for i := 1 to valeur_b do
begin {attente} end ;
Application.ProcessMessages ;
end ; {fin du while}
end ; {fin de rotation}

procédure TForm1.arrêt (Sender : TObject) ;
begin
rotation_moteur := 0 ;
end ;

end. {fin de l'Unit1}
```

Comptoir du Languedoc

Electronique

Ouvert
Lundi : 14 h - 18 h 30
Mardi - Mercredi - Jeudi - Vendredi - Samedi
9 h 30 - 12 h - 14 h 00 - 18 h 30

26-28, rue du Languedoc - 31000 TOULOUSE - Tél. 05 61 52 06 21 - Fax 05 61 25 90 28

Le Colis promotionnel

+ de 3000 (N° 1 + N° 2) composants électroniques et électromécaniques neufs, classés par familles, en pochettes et panachés en valeurs.

COLIS N° 1

COMPOSANTS ACTIFS

300 Semi-conducteurs - 1092 10126 10220
 1018 Diodes - Diodes leds - Diodes zener -
 Afficheurs
 Circuits Intégrés - Mémoires

COMPOSANTS PASSIFS

1700 Résistances : 1/4 W - 1/2W - 1W - 2W
 5W - Ajustables et potentiomètres
 1100 Condensateurs : Chimiques - Myars -
 Styroflex - Micas - Céramiques - Tantales

Sur place 90,00 F - franco 130 F
 Poids 3 kg

COLIS N° 2

COMPOSANTS ELECTROMECHANIQUES ET ACCESSOIRES

100 - Raccords - cosses - 10 m - Fil en nappe
 relais et prises 8 - Baillier métal
 30 - Supports en barettes 2 - Coffrets plastique
 50 - Inter assortis 2 - Radiateurs 30 W
 30 - Connecteurs plats 2 - Transformateurs
 30 - Boutons assortis 2 - Haut-Parleurs
 10 - Relais 2
 10 m - Fil blindé 4 - Cond. gros baillier

Sur place 60,00 F - franco 120 F
 Poids 6 kg

COLIS N° 3

COLIS N° 1 + N° 2 sur place 150,00F franco 230 F - Poids 8 kg

COMPOSANTS ACTIFS

Diodes sorties axiales fils longs en bande :
 1N4148 ou équivalent par 100 8,00 Par 500 25,00
 1N4003 1A 400V par 100 10,00 Par 500 30,00
 1N4006 1A 800V par 100 12,00 Par 500 35,00
 P6000 6A 200V par 4 2,00 Par 50 20,00
 BC328 les 100 15,00 BC560C les 100 10,00

Thyristor Thomson boîtier TO65, métal à visser.
 Réf. P234701 - 40A 600V. La pièce 7,00 par 4 20,00
 LM 138K - Régul. variable TO3. Positif. Normes militaires
 U de 1V2 à 32V - I de 10 Ma à 5A 15,00
 LM 385 Z la pièce 4,00 par 10 20,00
 Diodes à visser 16A, 400 V - Anode au boîtier 3,00
Pochette panachée de composants actifs : Circuits intégrés -
 Mémoires - Diodes - Leds - Transistors - Afficheurs - Thyristor - CMS -
 Oscillateur. Un ensemble d'environ 400 pièces pour 50,00

CIRCUITS IMPRIMES ET ACCESSOIRES

CUIVRE 35 MICRONS - Non Présensibilisé
 Bakélite pastillée percée 100 x 100 mm 10,00
 Bakélite pastillée percée 100 x 150 mm 15,00
 Bakélite 1 face - 8/10 - 150 x 200 mm 5,00
 Composite 1 face 12/10 - 200 x 300 mm 15,00
 Epoxy 1 face 16/10-75 x 100 mm 3,00
 Epoxy 2 faces 16/10 - 150 x 200 mm 10,00
Présensibilisé positif
 Bakélite 1 face 15/10 - 150 x 200 mm 10,00
 Papier Epoxy 1 face 16/10 - 100 x 160 mm 9,00
 Verre Epoxy 2 faces 16/10 - 100 x 150 mm 12,00
 Papier Epoxy 1 face 16/10 - 200 x 300 mm 32,00
 Verre Epoxy 2 faces 16/10 - 200 x 300 mm 55,00
 Perchlorure en granulé pour 1 litre de solution 10,00
 Révélateur pour 1 litre - le sachet 4,00
Résistance chauffante 17W - 220V étanche sorties fils
 La pièce 7,00 Par 2 10,00
Bombes nettoyantes Stasoc 210 ml 22,00
 Stata KF 110 ml 10,00
Graisse fluide seringue de 10 g 6,00
Fer à souder 220 V 25W 20,00
Support de fer 1,00
Soudure 0,50 m 1,00

VENTILATEURS

12 Volts carrés - 80 x 80 mm 40,00
 120 x 120 mm 60,00
 220 V Turbine - Silencieux - Pâles équilibrées - 20 cm 60,00

COFFRETS PLASTIQUES

N° 1 - ABS noir - Couverture clipsé gris - 85 x 54 x 34 mm 7,00
 N° 2 - ABS Noir - Couverture gris clipsé - 70 x 115 x 50 mm 9,00
 N° 3 - Petit coffret - 60x43 - Ep. 30 mm - 2 1/2 coquilles - Noir
 Guide carte 4,00
 N° 4 - De démontage - Coffret d'Horloge - Façade inclinée -
 Larg. 115x H45 x Prof. 80 mm 3,00

COFFRETS METALLIQUES

Châssis et capot alu 10/10 - Film de protection avec visserie
 N°1 - 40 x 45 Profondeur 50 5,00
 N°2 - 75 x 50 - Profondeur 65 8,00
Racks 19 pouces - Façade alu 30/10 - Capots tôle acier
 10/10. Peinture époxy noir. Livrés avec visserie, pieds, poignées.
 15 pouces 2 U - Larg. 350 - H. 80 - Prof. 350 200,00
 19 pouces 4 U - Larg. 440 - H. 165 - Prof. 250 300,00
 19 pouces 5 U - Larg. 440 - H. 210 - Prof. 150 300,00

APPAREILS DE TABLEAU

Ferro-magnétique
Ampèremètres 0,5A - 1A - 3A - 10A
Voltmètres 15V - 30V - 150V - 500V
 La pièce 8,00 Par 2 60,00
Vumètres - Cadre mobile 200 µA avec éclairage 12V
 A la pièce 15,00 Par 2 20,00

APPAREILS DE TABLEAU

Petit moteur - Alim. 1,5 V à 3V - Vitesse 7500 à 20000 tours
 La pièce 8,00 Par 2 10,00
Pas à pas - 12V - 48 pas
 La pièce 10,00 Par 2 15,00

Conditions de port et d'emballage

0 à 2 kg forfait 42,00 2 à 5 kg forfait 58,00 5 à 10 kg forfait 80,00

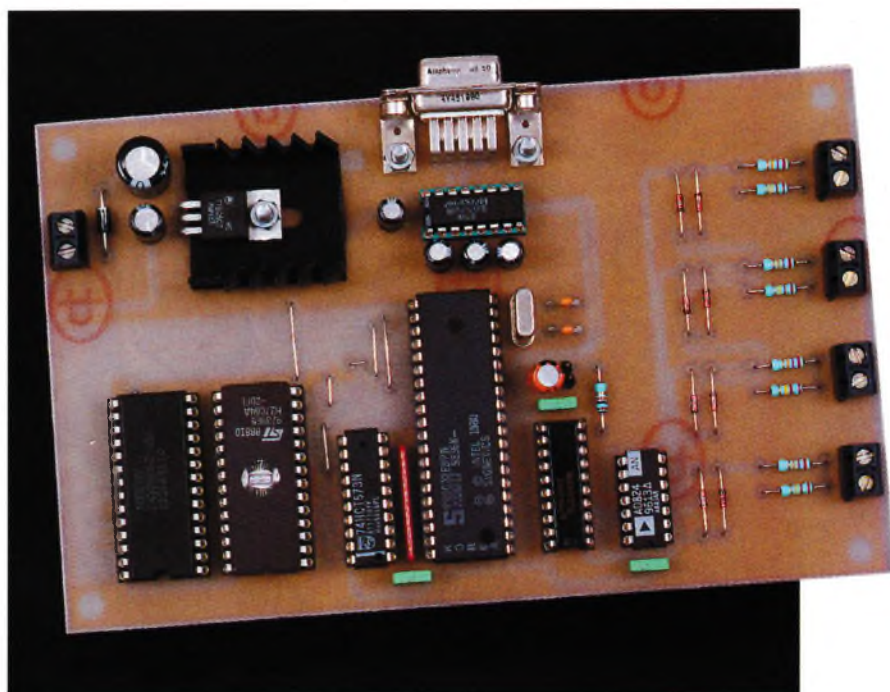
Commandez : • par courrier • par télécopie • par téléphone

Vente par correspondance
 Paiement par chèque, par mandat ou carte bleue (indiquer n° et date de validité)
Franco : Pour 500 F TTC de marchandises et pour un poids inférieur à 10 kg



METTEZ UN MICROCONTRÔLEUR DANS VOS MONTAGES ENREGISTREUR NUMÉRIQUE

Il est souvent utile de pouvoir enregistrer l'évolution d'un signal sur une très longue période, pour étudier des phénomènes lents. Dans ce cas, on fait volontiers appel à un enregistreur sur papier, comme pour les appareils médicaux ou météorologiques. Bien qu'il soit possible de récupérer ce genre d'enregistreur sur des appareils mis au rebut, l'amateur sera vite confronté au problème du prix de l'équipement. C'est pourquoi nous vous proposons ce mois-ci de réaliser un petit système peu coûteux, permettant l'enregistrement numérique de 4 canaux analogiques. Le système sera piloté par un ordinateur compatible IBM/PC via un port série à l'aide d'un programme écrit pour WINDOWS 95.

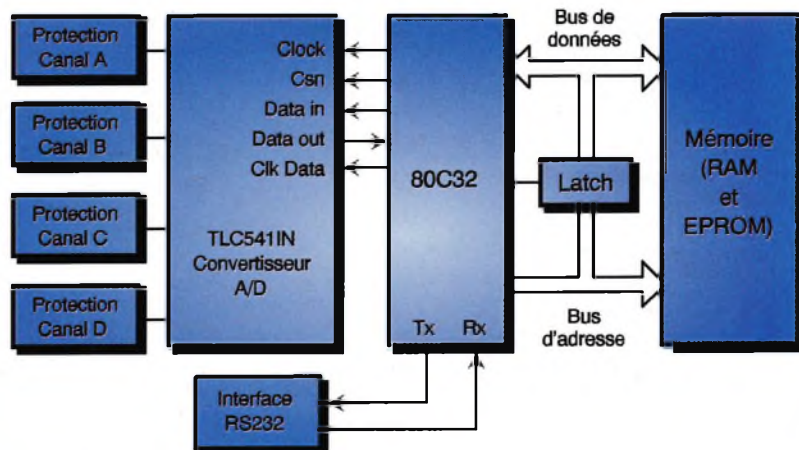


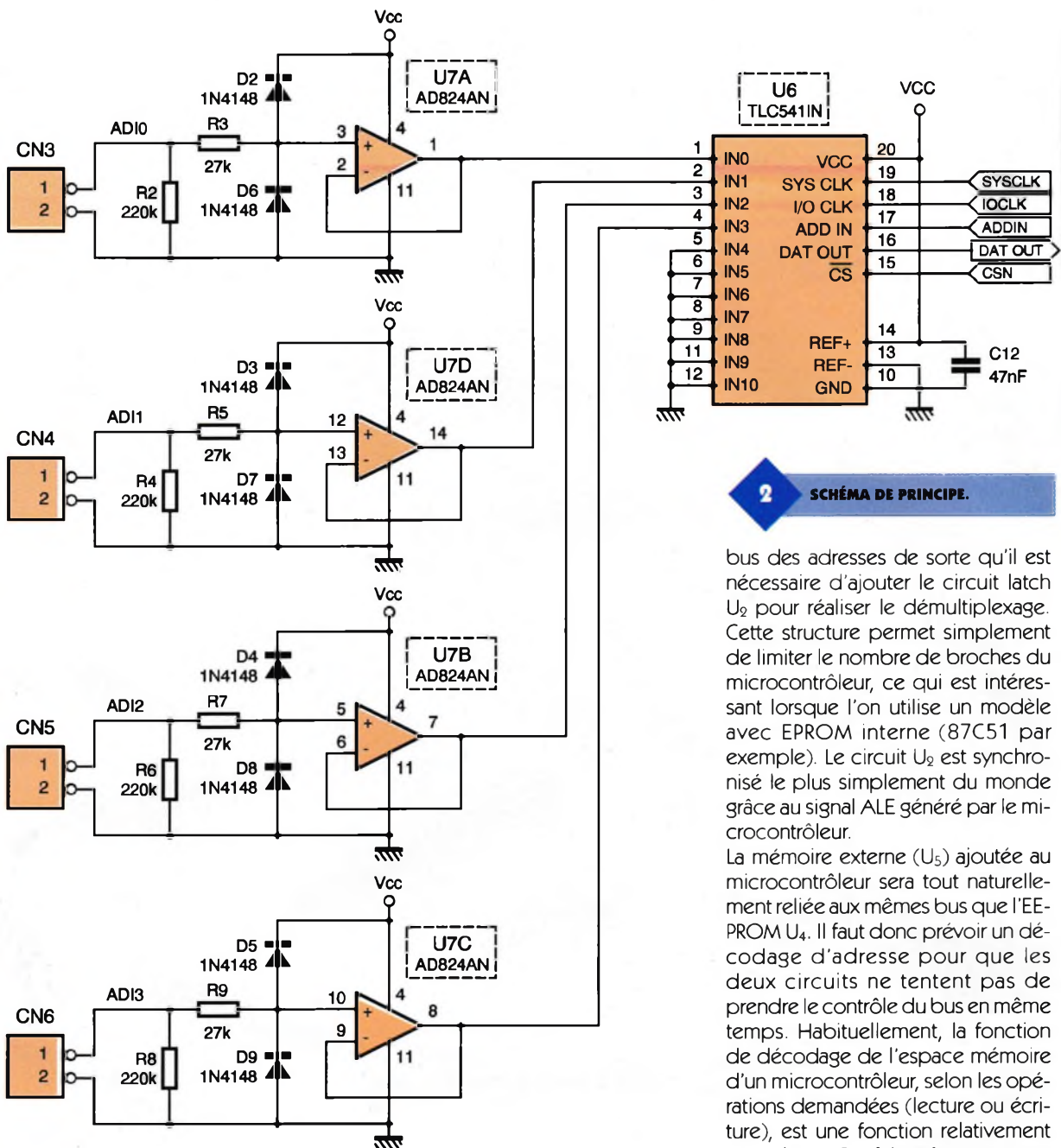
Le système que nous vous proposons est dédié à l'acquisition de signaux lents. C'est pourquoi nous avons limité volontairement sa vitesse d'acquisition à 1/10e de seconde. Ce choix, qui peut sembler arbitraire, est lié au choix de la taille mémoire nécessaire pour enregistrer les échantillons. Pour conserver au système un coût raisonnable nous avons décidé de limiter la mémoire à un boîtier courant de 32K octets (Ram 62256). Étant donné que notre système dispose de 4 ca-

naux, cela signifie que, dans le meilleur des cas, nous pouvons compter sur 8192 échantillons par canal. Dans ces conditions, avec une vitesse d'acquisition de 1/10e de seconde, l'appareil sera en mesure d'enregistrer les données pendant 13 minutes et 39 secondes. Ce n'est pas extraordinaire, mais ce n'est pas si mal non plus. Bien entendu, l'appareil est capable de

1

SYNOPTIQUE.





2 SCHEMA DE PRINCIPE.

modifier sa vitesse d'acquisition, ce qui permet d'augmenter le temps total de capture.

En fait l'appareil peut faire varier sa vitesse d'acquisition de 10 échantillons par seconde à un échantillon toutes les 25,5 secondes. Cela permet d'enregistrer des données sur deux jours et 10 heures en vitesse lente.

Schémas

Le schéma synoptique de notre montage est reproduit en **figure 1**. Comme vous pouvez le constater l'architecture du système est relativement simple. L'utilisation du circuit TLC541IN y est pour beaucoup car ce circuit est prévu pour dialoguer avec un microcontrôleur au moyen

d'une liaison asynchrone. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de raccorder le circuit aux bus du microcontrôleur et il n'est pas nécessaire de prévoir un décodage d'adresse pour accéder aux registres du convertisseur. Le résultat est qu'il est possible de concevoir le système sur un circuit imprimé simple face, ce qui arrange bien nos affaires.

Les schémas de notre montage sont reproduits en **figures 2 et 3**. Le microcontrôleur U₁ est un modèle 80C32. Ce microcontrôleur ne dispose pas de mémoire EPROM interne. Il faut donc lui adjoindre une EPROM externe pour contenir le programme à exécuter. Pour notre application, une EPROM de type 27C64 suffira largement. Le bus des données du microcontrôleur est multiplexé avec le poids faible du

bus des adresses de sorte qu'il est nécessaire d'ajouter le circuit latch U₂ pour réaliser le démultiplexage. Cette structure permet simplement de limiter le nombre de broches du microcontrôleur, ce qui est intéressant lorsque l'on utilise un modèle avec EPROM interne (87C51 par exemple). Le circuit U₂ est synchronisé le plus simplement du monde grâce au signal ALE généré par le microcontrôleur.

La mémoire externe (U₅) ajoutée au microcontrôleur sera tout naturellement reliée aux mêmes bus que l'EEPROM U₄. Il faut donc prévoir un décodage d'adresse pour que les deux circuits ne tentent pas de prendre le contrôle du bus en même temps. Habituellement, la fonction de décodage de l'espace mémoire d'un microcontrôleur, selon les opérations demandées (lecture ou écriture), est une fonction relativement complexe. On fait même souvent appel à un circuit PAL pour regrouper les différentes portes logiques nécessaires dans un seul boîtier. Dans le cas de notre montage, nous pouvons nous passer de tout cela car le découpage de l'espace mémoire est très simple. Le signal -PSEN valide l'EPROM pour tout l'espace programme, tandis que les signaux -RD, -WR et A15 valident la RAM pour l'espace de données allant des adresses 0000H à 7FFFH. La conséquence de ce décodage sommaire est que l'image de l'EPROM sera visible plusieurs fois dans l'espace programme du microcontrôleur. Mais comme il n'y a pas de recouvrement entre ces images, le programme pourra s'exécuter sans encombre.

L'oscillateur du microcontrôleur est mis en œuvre de la façon la plus

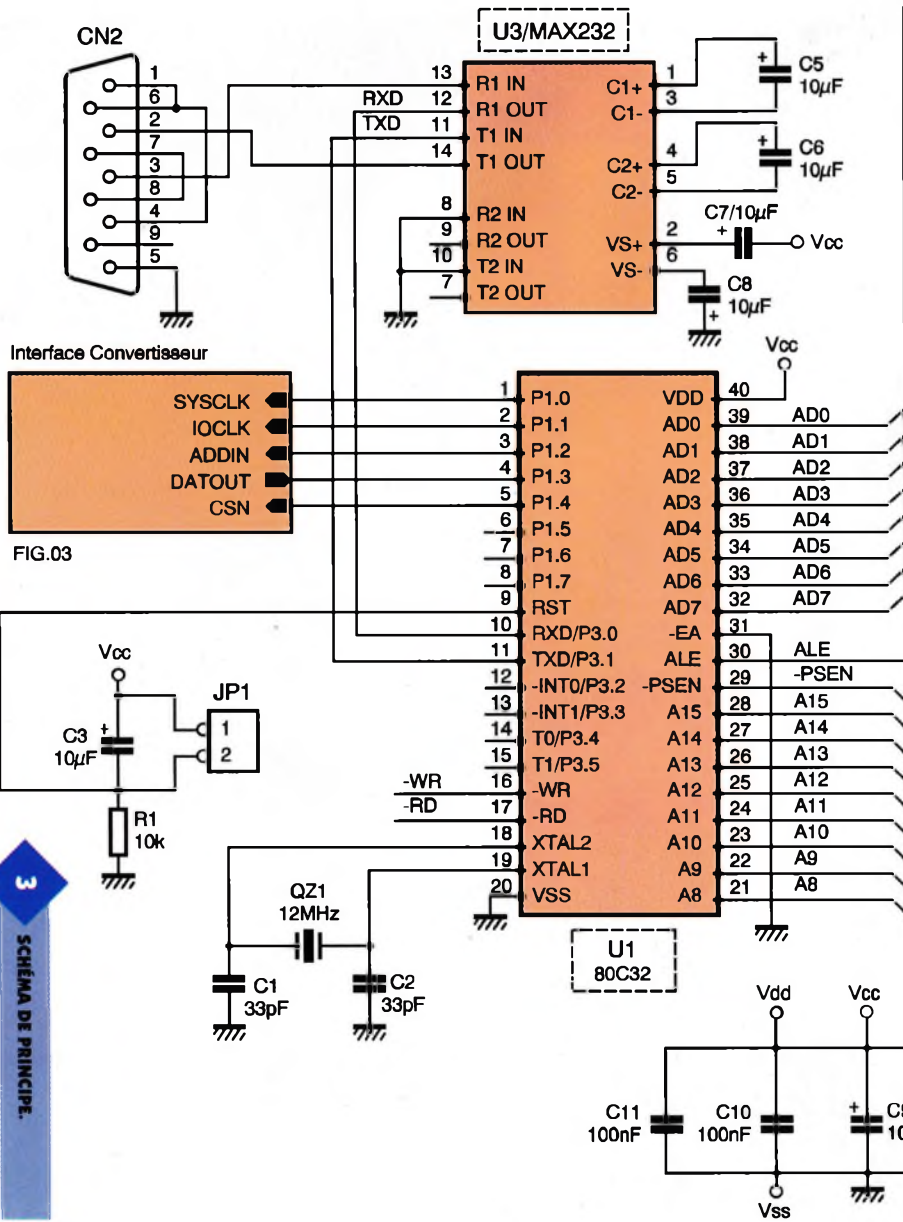
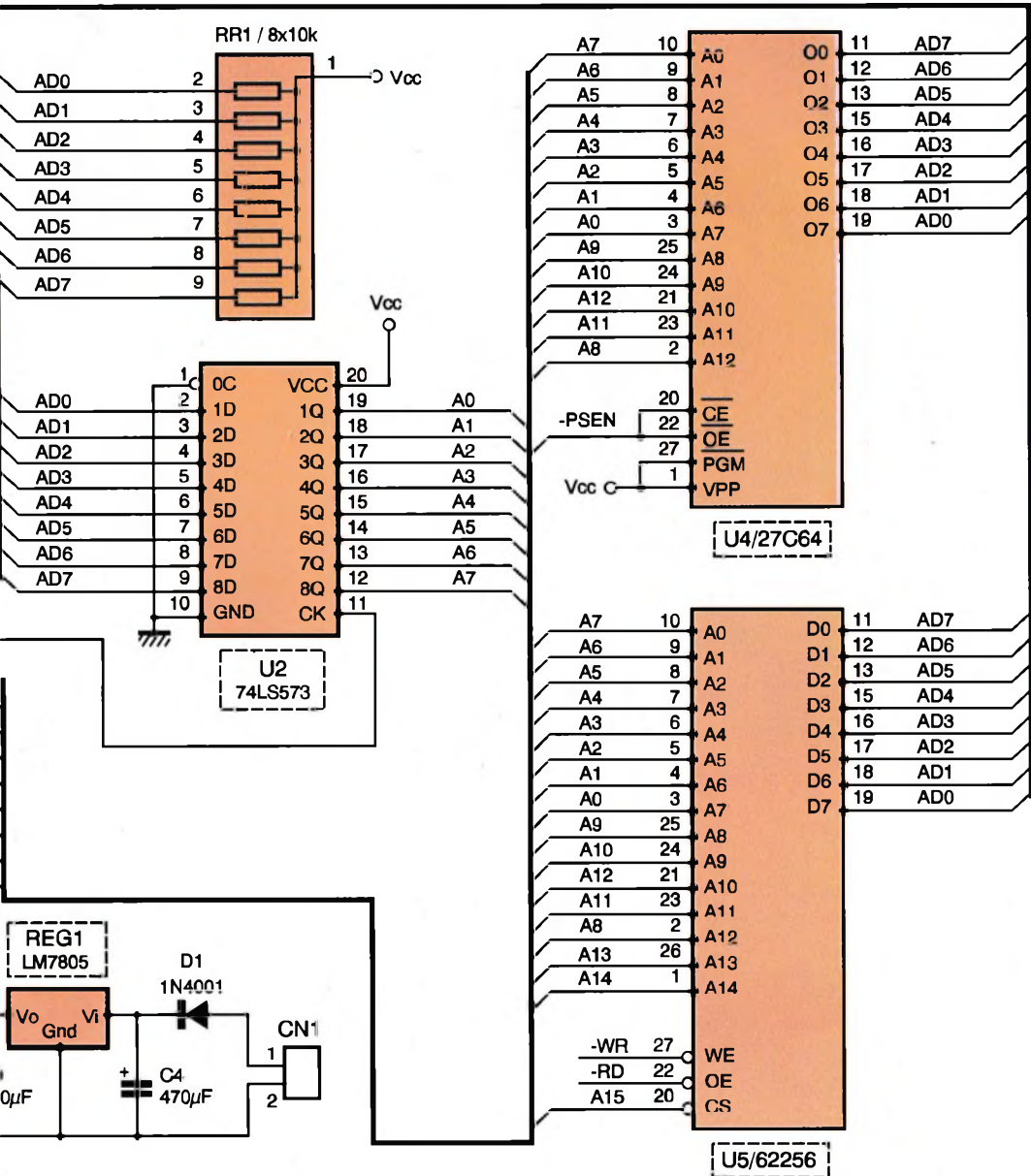


FIG.03

3

SCHEMA DE PRINCIPE.

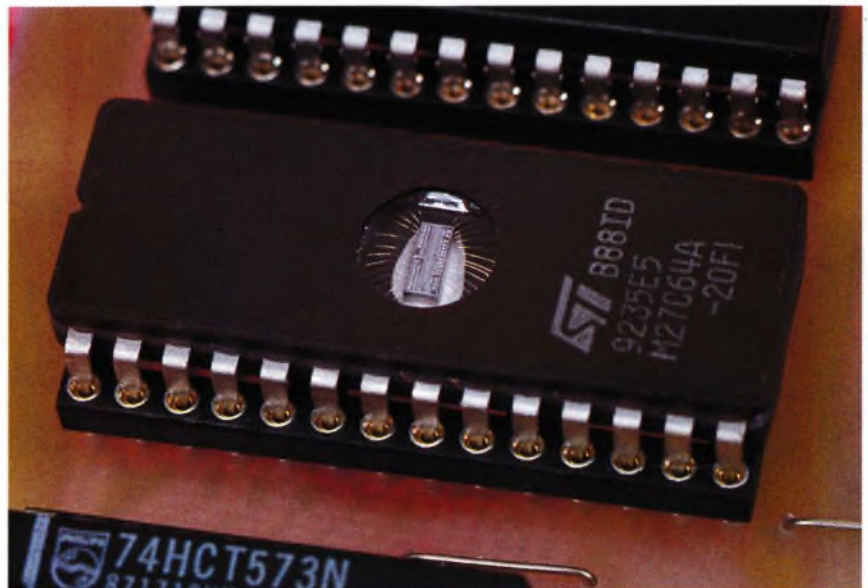


GROS PLAN SUR L'EPROM.

classique qui soit : le quartz QZ₁ est branché aux bornes de la porte inverseuse, interne au microcontrôleur, avec les condensateurs nécessaires pour garantir le bon démarrage et entretenir les oscillations. Le choix de la valeur des condensateurs est lié aux caractéristiques de la porte, et il est très délicat de modifier arbitrairement cette valeur.

Le microcontrôleur nécessite un signal de remise à zéro actif à l'état haut. C'est un peu contraire à ce qui se fait habituellement pour les circuits logiques, mais dans la mesure où nous n'avons qu'un seul circuit à remettre à zéro cela n'est pas bien gênant. Il suffit d'invertir la position du condensateur et de la résistance de la cellule R/C habituellement utilisée pour générer un signal de remise à zéro. Dans notre cas de figure, la cellule de remise à zéro est constituée de R₁ et C₃. Notez que pour remettre manuellement le microcontrôleur à zéro il faut imposer un court-circuit au + VCC sur l'entrée RESET, d'où la présence de JP₁ aux bornes de C₃, et non pas entre le RESET et la masse.

Pour dialoguer avec un ordinateur compatible IBM/PC nous avons retenu une liaison de type RS232. C'est une liaison beaucoup plus tolérante aux fausses manœuvres que de relier directement les signaux du microcontrôleur à un port parallèle par exemple. De plus, pour une liaison bidirectionnelle, le choix d'une liaison RS232 est bien plus naturel et plus simple à mettre en œuvre du point de vue logiciel. En contre partie, il faut adapter les signaux logiques du microcontrôleur (0V et 5V) aux signaux d'une liaison RS232 (+12V et -12V). Il existe de nombreux circuits spécialisés pour réaliser cette adaptation et nous n'avons que l'embarras du choix. Dans notre cas de figure, puisque notre appareil ne sera alimenté que par une tension positive, il faudrait utiliser un convertisseur DC-DC pour générer la tension négative pour fournir le -12V nécessaire à la liaison RS232. Fort heureusement, il existe des circuits intégrés spécialisés (et très répandus) qui intègrent tout ce qu'il faut. C'est le cas notamment du circuit MAX232 qui, à l'aide de seulement 4 petits condensateurs, est capable d'adapter des niveaux TTL aux ni-

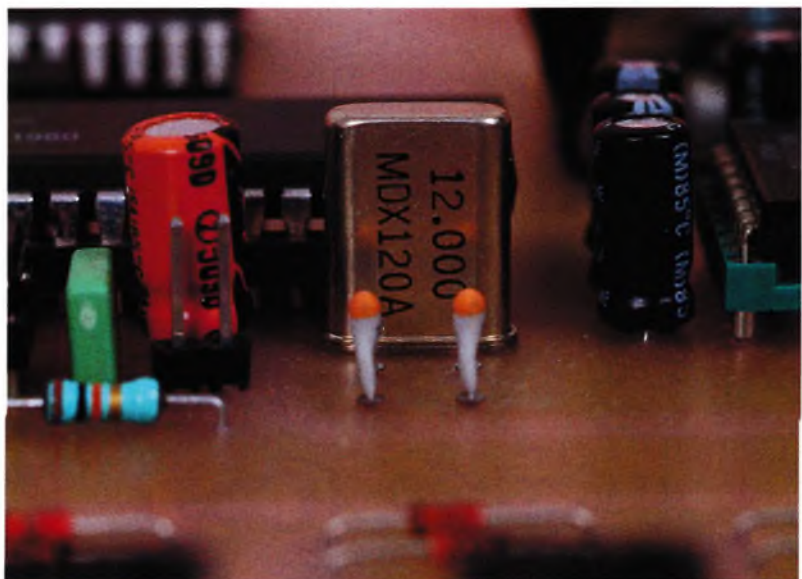


veaux d'une liaison RS232, avec pour seule source d'alimentation une tension de 5V. Si vous lisez ces pages régulièrement vous devez d'ailleurs commencer à bien connaître ce circuit.

Pour le port série, notez que seuls les signaux RXD (réception de données) et TXD (transmission de données) sont traités par le circuit MAX232 (U₃). Les signaux de contrôle de flux sont rebouclés entre eux, directement sur le connecteur CN₂. Cette configuration est souvent employée pour simplifier au maximum le câblage et la gestion du point de vue du logiciel. Cela signifie que le flux des données transmises via la liaison série ne pourra pas être interrompu. Du côté du PC les signaux RTS et CTS seront bouclés ensemble, ainsi que les signaux DTR, DCD et DSR. Si le PC tente d'interrompre la transmission, notre appareil n'en tiendra pas compte et il continuera d'émettre, et vice versa. La conséquence directe de ce choix, c'est qu'il faut s'assurer

des deux côtés de la liaison que les équipements sont assez rapides pour absorber sans retard le flux des données. Dans le cadre de notre application cela est possible, car les PC actuels sont bien assez rapides pour traiter des données à 9600BDS et du côté du microcontrôleur le protocole mis en place est suffisamment simple pour garantir le temps de réponse nécessaire. Notez que du côté PC le programme a été écrit pour WINDOWS, et que ce dernier met en œuvre une gestion des ports séries avec des buffers largement dimensionnés pour notre application. Nous n'avons donc pas de soucis à avoir, à moins que de nombreux programmes 'tournent' en tâche de fond sur votre PC au moment où vous établirez le dialogue avec le système (car il faut bien que le temps CPU soit partagé entre vos applications).

Comme nous l'avons déjà indiqué, la carte sera alimentée par une tension unique qui pourra aller de 9VDC



LE QUARTZ 12 MHz.

à 12VDC. La tension fournie au montage n'a pas besoin d'être stabilisée. Une tension correctement filtrée fera très bien l'affaire. Pour ce faire, vous pourrez utiliser un bloc d'alimentation d'appoint pour calculatrice capable de fournir 300mA sous 12VDC. Le régulateur REG₁ se chargera de fournir la tension VCC nécessaire aux circuits. Le montage est protégé contre les inversions de polarité au niveau du connecteur d'alimentation grâce à la diode D₁, de sorte que vous n'avez pas grand-chose à craindre au moment de mettre le montage sous tension. Étant donné le prix d'une diode se serait dommage de se passer de ce genre de protection.

Abordons maintenant la partie analogique de notre appareil. La figure 2 dévoile le convertisseur TLC541IN (U₆) et les amplificateurs d'entrée associés. Comme vous pouvez le constater sur le schéma, nous n'avons utilisé que 4 entrées du circuit U₆, sur les 11 possibles. Ce choix est très simple à expliquer. Comme nous l'avons dit en introduction, la mémoire de l'appareil est limitée à 32 Koctets, ce qui permet d'enregistrer 8182 échantillons pour 4 canaux. Si nous avons utilisé les 11 canaux possibles il n'aurait été possible d'enregistrer que 2978 échantillons par canal, ce qui ne permet même pas de couvrir 5 minutes à la vitesse de 10 échantillons par seconde. Voilà pourquoi nous avons préféré limiter l'utilisation du circuit à 4 entrées. Dans ce cas, on pourrait penser qu'il vaut mieux utiliser un autre circuit, qui ne dispose que de 4 entrées. Si l'on compare les différents circuits disponibles actuellement on s'aperçoit finalement que le TLC541IN est un choix intéressant tant au niveau du coût qu'au niveau de la simplicité de raccordement au microcontrôleur (donc simplicité du dessin du circuit imprimé).

La partie logique du circuit U₆ est pilotée directement par les ports du microcontrôleur, ce qui arrange bien nos affaires. C'est le signal d'horloge SYSCLK qui rythme tous les cycles de conversion réalisés par le circuit U₆. Les temps de conversion sont étroitement liés à la fréquence du signal SYSCLK. Cependant, pour le circuit TLC541IN la fréquence du signal SYSCLK est limitée à 2,1MHz. Notre microcontrôleur étant cadencé à 12MHz nous ne pouvons

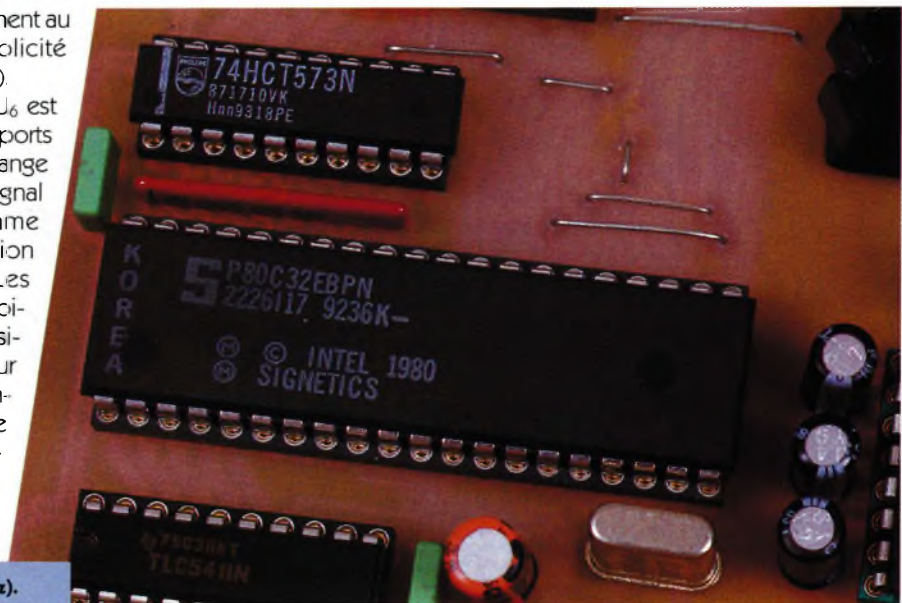
donc pas utiliser directement son signal d'horloge. Il aurait donc été logique d'ajouter un diviseur d'horloge pour piloter le circuit U₆. Mais étant donné que notre système est dédié à la capture de signaux lents, les temps de réponses du convertisseur ne sont pas trop critiques. Pour se passer du diviseur, et du problème que représente la charge de l'entrée d'un diviseur connecté à l'oscillateur du microcontrôleur, nous avons décidé de générer le signal SYSCLK par logiciel. Une routine d'interruption associée au TIMER0 du microcontrôleur se chargera de produire un signal d'horloge d'une fréquence de 100kHz ce qui est suffisant pour nos besoins. La surcharge de travail demandé au microcontrôleur pour générer le signal SYSCLK est relativement importante vu la période du signal voulu. Mais comme par ailleurs, le travail demandé au microcontrôleur n'est pas très important cela reste envisageable. N'oublions pas qu'un microcontrôleur 80C32 cadencé à 12MHz est capable d'exécuter pas loin de 1 million d'instructions simples par secondes, ce qui est considérable. Le signal CSN est un signal de sélection actif à 0V tout à fait classique. Puisque le circuit U₆ est relié seul au microcontrôleur, nous aurions pu laisser CSN à la masse. Mais pour éviter les problèmes, en cas de perturbations électromagnétiques, nous avons préféré laisser le soin au microcontrôleur d'activer le circuit U₆ seulement le temps nécessaire.

Le signal DATOUT est utilisé pour transmettre le résultat de la conversion A/D tandis que le signal ADDIN est utilisé pour informer le circuit U₆ du canal que l'on souhaite convertir. Les signaux DATOUT et ADDIN sont

utilisés conjointement avec le signal d'horloge IOCLK pour transmettre les données de façon synchrone.

La tension de référence appliquée au circuit TLC541IN n'est autre que la tension VCC (+5V). Le circuit effectue des conversions sur 8 bits, ce qui signifie que le résultat de la conversion est exprimé dans une unité qui vaut 19,5mV. Par exemple si le résultat de la conversion est 80H (80H vaut 128 en base décimale) cela signifie que la tension présente sur l'entrée est de $128 \times 0,0195 = 2,456V$. La précision du convertisseur étant de $\pm 0,5$ bits, le résultat de la mesure et donc précis à $\pm 9,75mV$. Pour notre exemple, cela signifie que la tension d'entrée est comprise entre 2,358V et 2,644V. En réalité, il faut tenir compte aussi de la précision de la tension VCC qui ne sera pas exactement à 5V. A titre d'exercice, nous vous laissons refaire le calcul en tenant compte d'une tolérance sur la tension VCC de $\pm 5\%$.

Pour le circuit TLC541IN, lors de la phase d'échantillonnage du signal d'entrée (Sample en anglais) l'impédance de sortie du circuit qui pilote l'entrée a une forte influence. Pour minimiser l'erreur de mesure il convient de diminuer au maximum cette résistance. Pour vous permettre de vous affranchir de cette condition nous avons ajouté des amplificateurs "Rail to Rail" monté en étage suiveur devant chaque entrée du circuit TLC541IN. L'impédance dynamique de sortie des amplificateurs opérationnels est vraiment très faible de sorte que le problème évoqué disparaît totalement. Nous en avons profité, au passage, pour ajouter un circuit de protection sur les entrées à l'aide d'une simple résistance associée à des diodes de "clamp". Tant



LE CIRCUIT 80C32 (12 MHz).

que la tension appliquée en entrée ne dépasse pas $-0,5V$ et $VCC + 0,5V$ les diodes ne conduisent pas, et donc la chute de tension dans la résistance de protection est infime (car les amplificateurs opérationnels ont une impédance d'entrée très élevée). Par contre si la tension d'entrée dépasse les limites, les diodes entrent en conduction et permettent de limiter la tension appliquée sur l'entrée de l'amplificateur opérationnel. La résistance de protection en série avec l'entrée encaisse alors la différence de tension. Cette protection a bien sûr des limites. La limite principale est la puissance admise par la résistance en série. Avec les éléments choisis pour notre montage, la protection est efficace jusqu'à plus de $\pm 100V$. Par sécurité, fixez-vous la limite de $\pm 50V$, pour limiter le courant qui serait injecté à contre sens sur VCC .

Les amplificateurs retenus pour le montage sont alimentés par la tension VCC uniquement de sorte que le signal appliqué en entrée devra être positif seulement. Le circuit U_7 (AD824) possède 4 amplificateurs opérationnels "Rail to Rail", c'est à dire des amplificateurs opérationnels dont les sorties peuvent approcher les limites de la tension d'alimentation. Ce n'est pas le cas des amplificateurs opérationnels "classiques" pour lesquels il faut prévoir une chute de tension de l'ordre de $1V$ à $1,5V$, tension appelée tension de déchet. Les amplificateurs "Rail to Rail" permettent donc à notre mon-

tage de tirer pleinement profit de la plage de conversion du circuit U_6 , puisque la tension de référence de ce dernier est fixée à VCC . En contre partie le circuit U_7 possède un point faible. La tension appliquée sur ses entrées ne doit pas dépasser VCC de plus de $0,3V$ sinon apparaît un phénomène de repliement. Par exemple si vous appliquez $5,3V$ sur l'entrée tandis que le circuit est alimenté sous $5V$, la sortie passera à $0V$. De même si vous appliquez $-0,3V$ sur l'entrée, la sortie passera à $5V$. Il faut donc être vigilant dans l'interprétation des données, lorsque l'on s'approche des limites des tensions d'alimentation. Ceci est d'autant plus vrai que notre schéma de protection limite l'excursion de la tension d'entrée à $0,6V$ en dehors de la page de la tension d'alimentation. Le problème de repliement peut donc apparaître avec notre schéma. Il est possible de limiter le phénomène en utilisant des diodes schotky pour les diodes D_2 à D_9 , mais le problème ne sera pas éliminé complètement. Comme il y a de fortes chances pour que vous soyez obligé d'ajouter un circuit d'adaptation en amont du montage, en fonction des équipements que vous connecterez (par exemple un pont diviseur pour mesurer l'image d'une tension de $12V$) nous vous laissons le soin de veiller à ne pas dépasser $5V$ sur les entrées, pour ne pas fausser les mesures. Ceci dit, si vous ne le faites pas, les entrées du montage ne risquent rien puisqu'elles sont protégées.

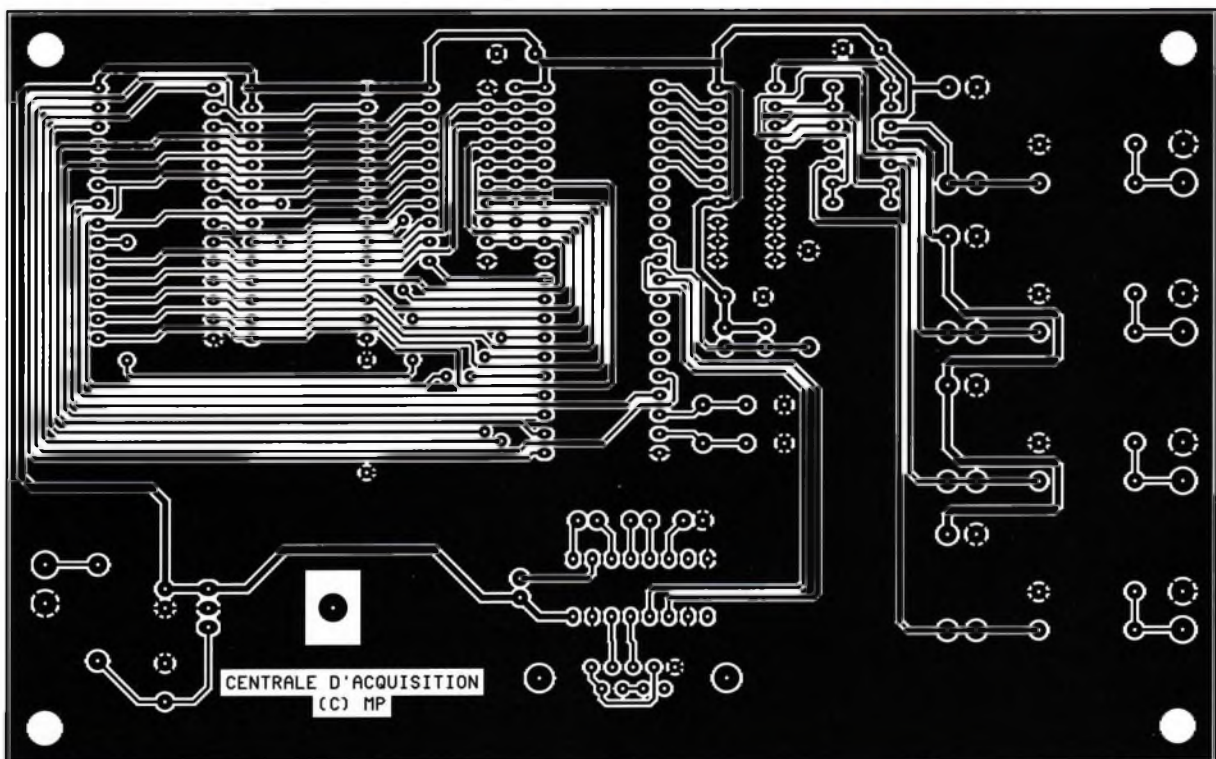
Réalisation

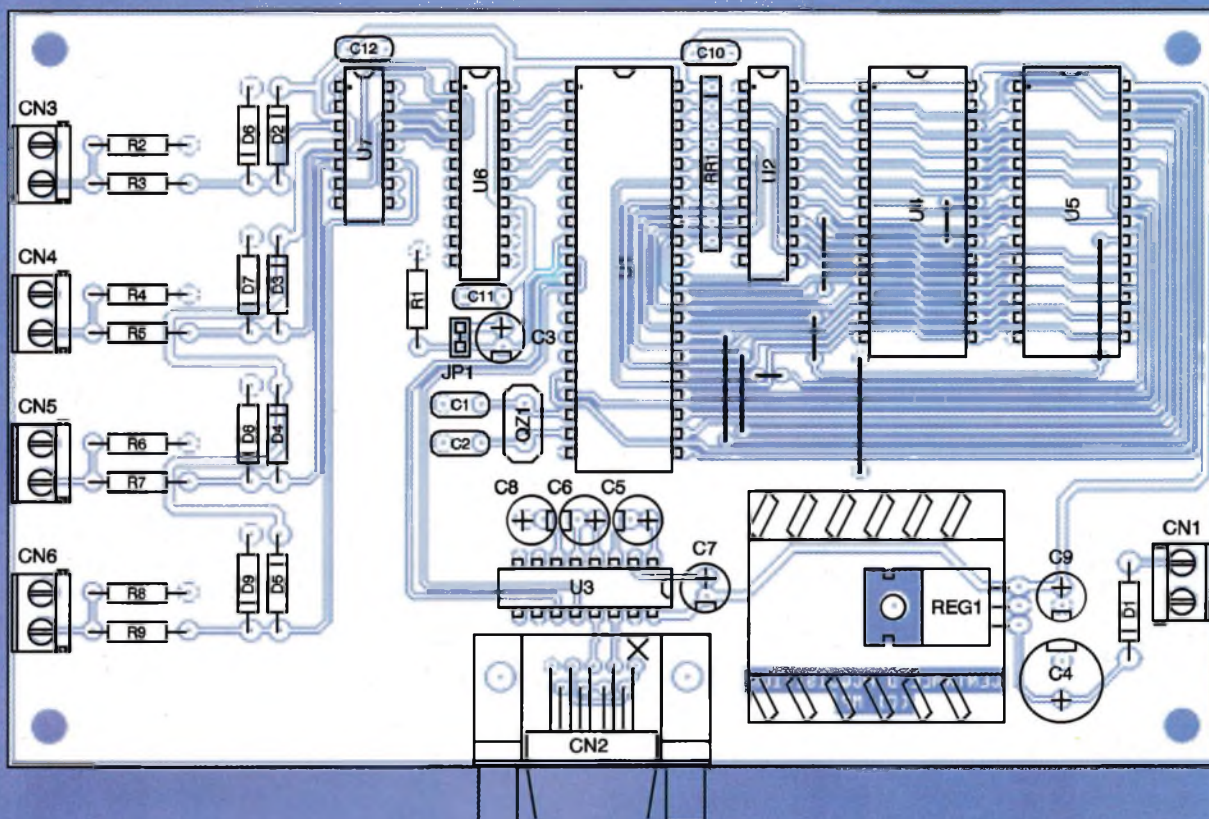
Le dessin du circuit imprimé est visible en **figure 4**. La vue d'implantation associée est reproduite en **figure 5**. Les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de $0,8mm$ de diamètre, pour la plupart. En ce qui concerne D_1 , REG_1 et les borniers à vis il faudra percer avec un foret de $1mm$ de diamètre. Avant de passer à l'implantation des composants, n'oubliez pas de percer les trous de passage des vis pour le régulateur et le connecteur CN_2 . Comme d'habitude, procurez-vous les composants avant de dessiner le circuit, au cas où il vous faudrait adapter un peu l'implantation. Cette remarque concerne particulièrement CN_2 .

Il n'y a pas de difficulté particulière pour l'implantation. Soyez tout de même attentifs au sens des diodes, des condensateurs et des circuits intégrés. Attention en particulier au sens des condensateurs C_4 et C_8 qui sont montés dans le sens inverse de leurs voisins respectifs. De plus, les diodes D_2 à D_9 sont montées dans un sens différent selon la colonne où elles prennent place. Respectez scrupuleusement le découplage des lignes d'alimentation si vous voulez éviter les surprises désagréables. Les condensateurs C_{10} , C_{11} et C_{12} sont indispensables pour le bon fonctionnement du montage. Vous noterez la présence de 8 straps

4

TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ.





5

IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS.

qu'il est préférable d'implanter en premier pour des raisons de commodité. Il y a un strap sous U_4 et un strap sous U_5 que vous ne pourrez plus installer du côté composant par la suite. Le régulateur REG_1 sera monté sur un dissipateur ayant une résistance thermique inférieure à 17°C/W , pour éviter d'atteindre une température de jonction trop élevée.

Veillez au choix du connecteur CN_2 qui est un modèle femelle. Un modèle mâle s'implante parfaitement à la même place, mais les points de connexions se retrouvent inversés par symétrie par rapport à l'axe vertical. Dans ce cas, il n'y a aucune chance pour que votre montage dialogue avec votre PC, à moins de fabriquer un câble spécial pour rétablir l'ordre voulu. En ce qui concerne le câble nécessaire pour relier notre montage à un PC de type AT, il vous suffira de fabriquer un câble équipé d'un connecteur DB9 mâle d'un côté et d'un connecteur DB9 femelle de l'autre côté (liaison fil à fil de la broche 1 à la broche 9). L'utilisation de connecteurs à sertir est plus pratique, mais les liaisons nécessaires étant peu nombreuses vous pourrez utiliser des connecteurs à souder. Enfin ajoutons que le connecteur CN_2 sera immobilisé par

deux boulons montés dans les passages prévus à cet effet. Cette précaution ne sera pas inutile puisque le connecteur CN_2 a de forte chance de subir de nombreuses manipulations de changement de câble.

L'EPROM U_4 sera programmée avec le contenu d'un fichier que vous pourrez vous procurer par téléchargement sur le serveur Minitel ou Internet. Le fichier ACQUISIT.BIN qui est le reflet binaire du contenu de l'EPROM tandis que le fichier ACQUISIT.HEX correspond au format HEXA INTEL. Selon le modèle de programmeur d'EPROM dont vous disposez, vous utiliserez l'un ou l'autre des fichiers. Si vous n'avez pas la possibilité de télécharger les fichiers, vous pourrez adresser une demande à la rédaction en joignant une disquette formatée accompagnée d'une enveloppe self-adressée convenablement affranchie (tenir compte du poids de la disquette).

Utilisation du montage

Dans un premier temps, afin de vérifier que l'appareil fonctionne correctement, pour dialoguer avec l'appareil vous pouvez utiliser un programme d'émulation de terminal (HYPERTERMINAL est fourni en standard avec WINDOWS 95, par exemple). Les paramètres de com-

munication à utiliser avec notre appareil sont : 9600BDS, 8 bits, 1 Stop, pas de parité. A la mise sous tension du montage vous devriez voir apparaître le message d'accueil. Si vous envoyez le caractère 'CR' à l'appareil (touche ENTRÉE) celui-ci doit vous répondre par le caractère '?'. Partant de là, vous saurez déjà que votre appareil dialogue correctement avec le PC.

Le protocole de communication mis en place est extrêmement simple. Les commandes à envoyer à l'appareil se composent d'un seul caractère ASCII. Pour configurer la vitesse d'acquisition il faut envoyer à l'appareil le caractère 'V' suivi d'un octet qui indique le nombre de dixième de seconde à attendre entre l'échantillonnage des canaux. Pour saisir le chiffre voulu à partir du clavier du PC sous une émulation terminal il faut maintenir appuyé la touche ALT et entrer le code au clavier numérique sur trois chiffres. Pour démarrer la phase d'acquisition il suffit d'envoyer à l'appareil le caractère 'G', et pour l'arrêter il faut envoyer à l'appareil le caractère 'U'. Pour demander la lecture des échantillons en mémoire il ne reste plus qu'à envoyer à l'appareil le caractère 'R'. Les données sont émises par le système sous forme de texte ASCII en notation hexadécimale. Les échantillons des 4 canaux sont regroupés sur une seule ligne par cycle d'échantillon-

nage. La première valeur affichée correspond au canal A, la seconde correspond au canal B, etc. Les valeurs sont séparées par un espace et la ligne se termine par les caractères retour chariot et saut de ligne. Avouez que le protocole n'est pas bien méchant.

Utiliser l'appareil avec une émulation de terminal c'est amusant, mais cela n'est pas très utile. Pour exploiter efficacement les données nous avons écrit un programme pour WINDOWS 95 qui se chargera pour vous de dialoguer avec l'appareil. Les données reçues seront interprétées par le programme pour afficher les courbes correspondantes à l'écran et pour les imprimer. Le programme en question s'appelle ENREGIST.EXE. Il vous sera remis en même temps que les fichiers nécessaires à la programmation de l'EPROM. La **figure 6** est un exemple de ce qui sera affiché par le programme.

Le programme ne fonctionne qu'avec WINDOWS 95 ou WINDOWS NT. Sur un PC équipé de WINDOWS 3.1 avec l'extension WIN32S l'application accepte de démarrer mais elle ne fonctionne pas correctement. Malheureusement pour les lecteurs qui ne sont pas encore passés à WINDOWS 95 il est très difficile de maintenir deux versions du programme pour fonctionner aussi bien en mode 16 bits comme en mode 32 bits. Les fonctions de communication avec le port série, en particulier, sont complètement différentes de sorte que l'auteur a du se résoudre à ne développer le programme que pour une plateforme récente. Par ailleurs, il faut noter que dans les années qui viennent il faut s'attendre à voir disparaître totalement les applications en mode 16 bits. Donc, si vous n'avez pas encore franchi le pas, vous rencontrerez le même problème tôt ou tard. Si l'idée de passer à WINDOWS 95 ne vous tente vraiment pas, notez que puisque le protocole de communication de notre appareil est très simple vous devriez pouvoir créer vous-mêmes un programme facilement sous DOS ou sous WINDOWS avec des outils tels que DELPHI ou VISUAL BASIC (pour sa part, l'auteur développe en C++).

Abordons maintenant le fonctionnement du programme. Lors de la première mise en route du programme ce dernier recherche l'appareil sur le port série COM1, par défaut. Si vous utilisez une souris connectée sur ce port série, elle sera bloquée pen-

dant environ 2 secondes, le temps que le programme comprenne que ce n'est pas notre système qui est relié au port série. Dans ce cas le programme affichera une boîte de dialogue pour vous avertir qu'il a détecté un problème de communication avec l'appareil. La première opération à demander ensuite au programme consiste à modifier les options pour choisir le port série adéquat (menu OPTIONS). Lorsque le programme se terminera, les options que vous aurez choisies seront enregistrées automatiquement dans la base des registres. Ainsi, vous n'aurez besoin de modifier à nouveau les options, lors de l'ouverture de la prochaine session du programme. Pour le reste, l'utilisation du programme est évidente grâce à l'interface de WINDOWS, aussi nous passerons sous silence l'explication des différents choix proposés par le menu. Après quelques minutes de manipulation du programme vous saurez déjà vous en servir.

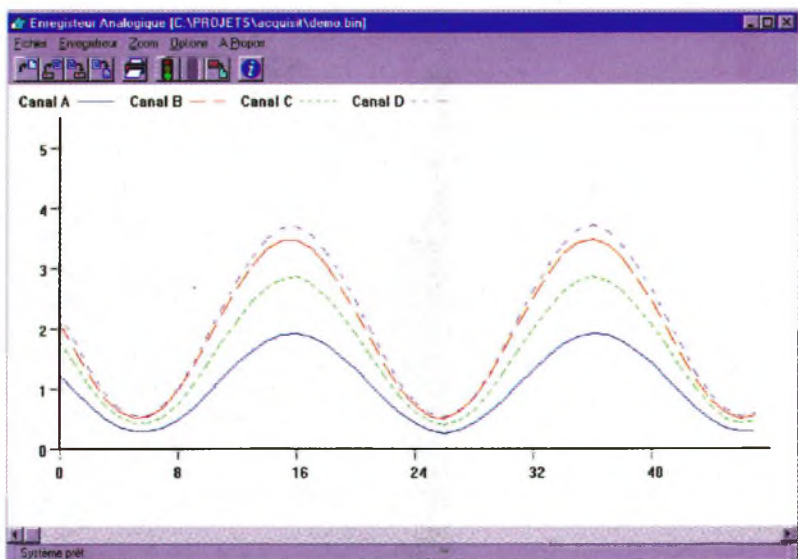
Notez que la fonction d'impression proposée par le programme se contente de reproduire le contenu de la fenêtre affichée. Si vous redimensionnez la fenêtre, le résultat imprimé ressemblera à ce qui est affiché, à la différence d'échelle près. Il y aurait beaucoup à redire quant à l'ergonomie du programme et au résultat de l'impression, mais faute de temps pour développer une application au 'look' vraiment professionnel l'auteur a préféré s'en tenir à l'essentiel.

Les fichiers enregistrés par le programme possèdent un format relativement simple à exploiter, si vous avez envie d'effectuer un traitement sur les données qu'il contient. A partir de l'offset 0 du fichier on trouve tout d'abord un entier codé sur 32

bits qui indique le nombre d'échantillons enregistrés par chaque canal. Suivent ensuite la valeur des échantillons regroupés par bloc de 4 octets qui correspondent respectivement aux canaux A, B, C et D, dans l'ordre. Pour chaque cycle d'échantillonnage, vous trouverez un bloc de 4 octets.

Notez encore juste un détail qui vous sera utile lorsque vous demanderez au programme de lire le contenu de la mémoire de l'appareil. Avec une vitesse de transmission de 9600BDS la lecture de la mémoire de l'appareil peut prendre jusqu'à deux minutes (et plus selon le PC), en raison du protocole de transmission retenu. En effet les données sont transmises en mode texte à raison de 12 octets pour relire les échantillons provenant de chaque canal. Toujours pour une question de temps de développement l'auteur n'a pas prévu de fonction qui permettrait d'interrompre les communications (seules les erreurs sont détectées). Pour permettre d'interrompre la fonction de lecture il aurait fallu mettre en place un 'Thread' de lecture et gérer une boîte de dialogue pendant le transfert des données. Faute de temps pour ajouter ces fonctions, l'auteur a décidé de laisser le programme dans l'état. Donc, lorsque vous demandez la lecture des données soyez patient si le nombre d'échantillons en mémoire est important. En contre partie de ce ralentissement des communications, il est possible de dialoguer et de visualiser les données émises par l'appareil directement à partir d'une émulation terminal, ce qui vaut bien une petite minute d'attente supplémentaire.

P. MORIN



Nomenclature

CN₁, CN₃ à CN₆ : Bornier de connexion à vis, 2 plots, au pas de 5,08mm, à souder sur circuit imprimé, profil bas.
CN₂ : Connecteur Sub-D, 9 points, femelle, sorties coudées, à souder sur circuit imprimé (par exemple référence HARTING 09 66 112 7601).
JP₁ : Jumper au pas de 2,54mm
C₁, C₂ : Condensateur céramique 33 pF, au pas de 5,08mm
C₃, C₅ à C₈ : 10 µF/25V, sorties

radiales
C₄ : 470 µF/25V, sorties radiales
C₉ : 100 µF/25V, sorties radiales
C₁₀, C₁₁ : 100 nF (pas de 5,08mm)
C₁₂ : 47 nF (pas de 5,08mm)
D₁ : 1N4001 (diode de redressement 1A/100V)
D₂ à D₉ : 1N4148 (diode de redressement petits signaux)
QZ₁ : Quartz 12MHz en boîtier HC49/U
REG₁ : Régulateur LM7805 (5V) en boîtier TO220 + Dissipateur thermique 17°C/W (par exemple référence Redpoint TV1500).

RR₁ : Réseau résistif 8x10 kΩ en boîtier SIL
R₁ : 10 kΩ 1/4W 5 % (Marron, Noir, Orange)
R₂, R₄, R₆, R₈ : 220 kΩ 1/4W 5 % (Rouge, Rouge, Jaune)
R₃, R₅, R₇, R₉ : 27 kΩ 1/4W 5 % (Rouge, Violet, Orange)
U₁ : 80C32 (12MHz)
U₂ : 74HCT573 ou 74LS573
U₃ : Driver de lignes MAX232 ou ICM232
U₄ : EPROM 27C64 temps d'accès 200ns
U₅ : RAM 62256 temps d'accès 200ns
U₆ : TLC541IN
U₇ : AD824AN

NOTICE TECHNIQUE DU TLC541IN

Le TLC541IN est un convertisseur Analogique/Digital 11 canaux. Le TLC541IN est équivalent aux circuits MC145040 et ADC08011 (compatible pin à pin). Le circuit est constitué d'un convertisseur Analogique/Digital par approximations successives, d'une résolution de 8 bits, associé à un multiplexeur permettant de choisir une entrée parmi 11. La partie logique du circuit est conçue autour d'une interface série, ce qui destine ce circuit à être utilisé conjointement avec un microprocesseur. La **figure 1** indique le brochage du circuit et la **figure 2** indique son schéma synoptique.

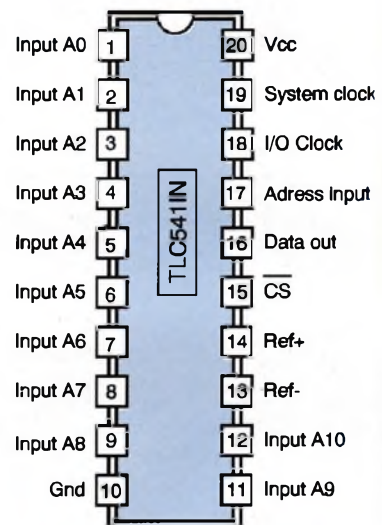
Le circuit nécessite un signal d'horloge cadencé jusqu'à 2,1MHz pour piloter son entrée SYSTEM CLK. Ce signal d'horloge est utilisé par le convertisseur à approximations successives, de sorte que la vitesse de conversion est liée étroitement à la fréquence de ce signal. Le signal SYSTEM CLK peut être complètement asynchrone des autres signaux. Par contre, pour cadencer le dialogue avec un microprocesseur, le circuit utilise un deuxième signal d'horloge : I/O CLOCK. Tous les échanges avec le microprocesseur seront synchrones avec ce signal. Le chronogramme des signaux nécessaires pour dialoguer avec un microprocesseur est indiqué en **figure 3**. Le signal -CS permet de valider la sélection du circuit. Le signal ADRESSE INPUT est utilisé pour le microprocesseur pour transmettre l'adresse du canal à échantillonner tandis que signal DATA OUT trans-

met le résultat de la conversion précédente, comme l'indique la figure 3 (voir A et H).

Légende :

- A : Sélection du canal pour le cycle 1
- B : Acquisition du canal demandé (Sample) pour le cycle 1
- C : Temps de conversion
- D : Sélection du canal pour le cycle 2
- E : Acquisition du canal demandé (Sample) pour le cycle 2
- F : Temps d'accès avant transmission du résultat
- G : Lecture du résultat de la conversion du cycle 0 (cycle précédent, non représenté sur la figure)
- H : Lecture du résultat de la conversion du cycle 1

La **figure 4** met en évidence l'influence de la résistance de sortie R_s du générateur équivalent pour le signal d'entrée, pendant la phase d'échantillonnage. En effet pendant la phase d'échantillonnage l'impédance d'entrée du circuit TLC541IN par rapport à la masse passe d'une résistance parallèle de 5 MΩ à une résistance de 1 kΩ en série avec un condensateur de 50 pF. Le comportement de la cellule équivalente est fonction de la constante de temps du circuit RC, cellule où le terme résistif fait intervenir la résistance du générateur d'attaque (R_s). Pendant la phase d'échantillonnage, la tension V_b (tension qui sera convertie par le circuit à la fin de la phase d'échantillonnage) est don-



1 BROCHAGE DU CIRCUIT

née par la formule :

$$V_b = V_{in} \cdot (1 - e^{-t/Req \cdot Ceq})$$

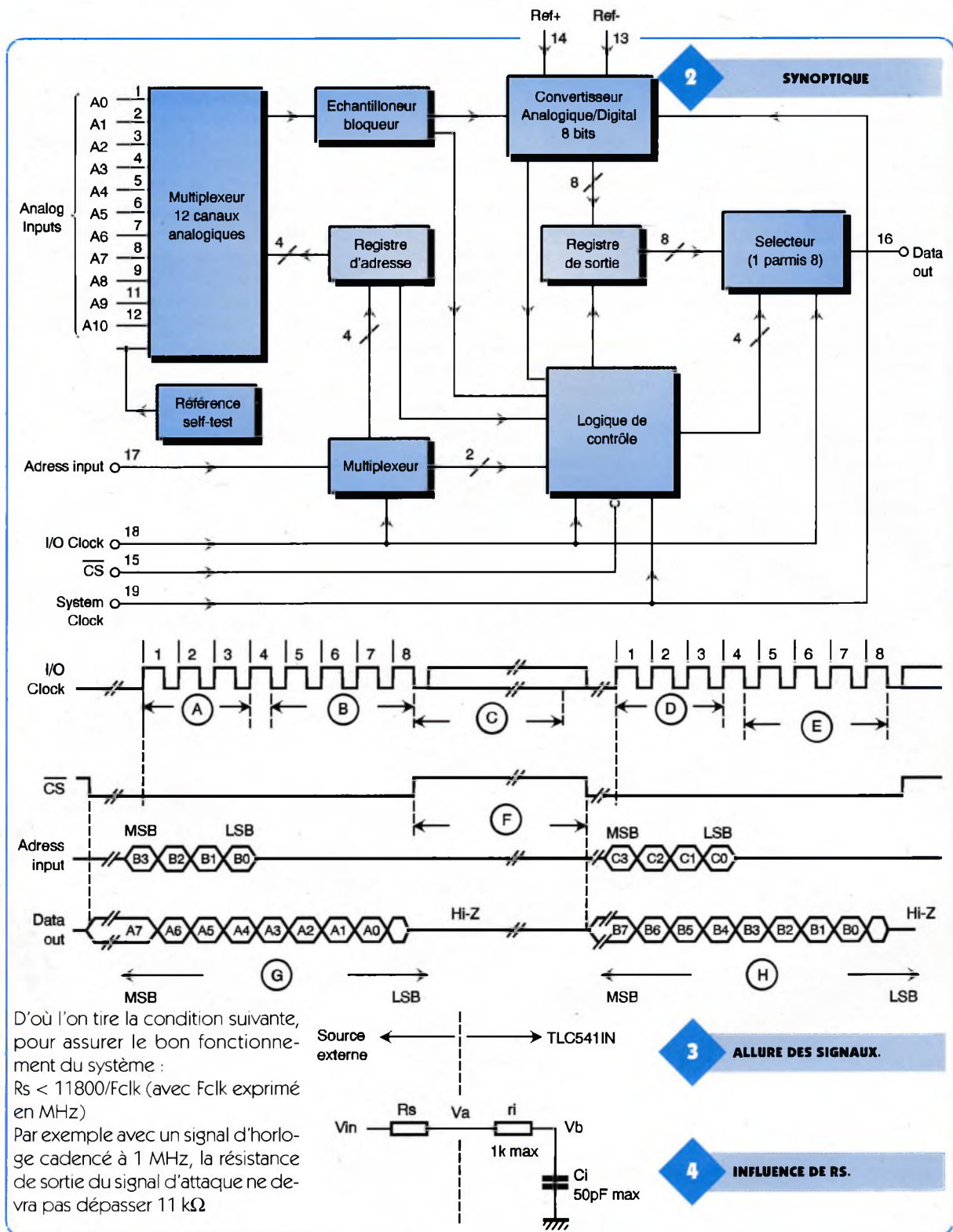
avec Req = R_s + r_i

Le but recherché est d'obtenir pour V_b la valeur de V_{in} au moins à $\frac{1}{2}$ LSB près, pour minimiser l'erreur due à l'échantillonnage. Le temps d'établissement de V_b à $\frac{1}{2}$ LSB près de V_{in} s'obtient à partir de la formule précédente :

$$T_s = (R_s + r_i) \cdot C_i \cdot \ln(512)$$

Il faut donc que le temps T_s soit inférieur au temps d'échantillonnage T_e. Le temps total d'échantillonnage est égal à 4 périodes du signal d'horloge (voir les temps B et E sur la figure 3).

Soit T_e = 4/Fclk



Teko est une marque déposée de Franclair-Diffusion

NOUVEAU CATALOGUE 1997

franco contre 2 timbres poste

LA PLUS VASTE GAMME DE COFFRETS STANDARD POUR L'ELECTRONIQUE DISPONIBLES CHEZ TOUS LES REVENDEURS SPECIALISES

Distributeur exclusif pour la France :

FRANCLAIR-DIFFUSION - BP 42 - 92133 ISSY-LES-MOULINEAUX
Tél. : 01 46 48 03 00 - Fax : 01 46 48 76 01

La famille **WAVETEK** change de look
 La performance au meilleur prix

27XT 935^F*

L'association unique d'un multimètre numérique et d'un testeur de composants dans le même appareil.

- ◆ Self
- ◆ Condensateur
- ◆ Niveau logique
- ◆ Fréquence

23XT 750^F*

Des fonctions de contrôle en électronique et électricité pour un usage général et pour la maintenance.

- ◆ Testeur de sécurité™ en VCA
- ◆ Température
- ◆ Condensateur
- ◆ Niveau logique



25XT 765^F*

Un capacimètre complet dans un multimètre numérique et plus encore! Idéal pour A/V, adaptation antenne et téléphone cellulaire, contrôle d'entrée.

- ◆ Tous les condensateurs de 0.1pF à 20mF
- ◆ Ajustage du zéro et prise de mesure pour les composants



28XT 935^F*

Un thermomètre plus un multimètre numérique pour la maintenance d'immeubles ou d'usines.

- ◆ Température
- ◆ Condensateur
- ◆ Fréquence
- ◆ Mémoire max



85XT 1339^F*

Un multimètre numérique de précision avec mesure en efficace vrai, idéal pour les équipements comme les photocopieurs.

- ◆ 4 1/2 chiffres
- ◆ Précision 0,05%
- ◆ Efficace vrai
- ◆ Fréquence
- ◆ Rapport cyclique



LCR55 1339^F*

Le meilleur choix pour un testeur de composants, un pont RLC complet avec des tests de composants actifs en plus!

- ◆ Self
- ◆ Condensateur
- ◆ Résistance
- ◆ Transistor
- ◆ Diode basse et haute tension



(*) Prix TTC généralement constatés

Coordonnées des «Partenaires Distributeurs» de la gamme **WAVETEK®**

1000 VOLTS
 ECELI
 SYSELCO
 0 10 C
 ELECTRONIQUE DIFFUSION

TOUT POUR LA RADIO
 AG ELECTRONIQUE
 ECE

8-10, rue de Rambouillet - 75012 Paris
 17, rue du Petit Change - 28004 Chartres Cedex
 1, allée Charles de Fitte - 31300 Toulouse
 27, boulevard de Genève - 31200 Toulouse
 15, rue de Rome - 59100 Roubaix
 234, rue des Postes - 59000 Lille
 43, rue Victor-Hugo - 92240 Malakoff
 66, cours Lafayette - 69003 Lyon
 51, cours de la Liberté - 69003 Lyon
 66, rue de Montreuil - 75011 Paris

Tél. 01 46 28 28 55 Fax. 01 46 28 02 03
 Tél. 02 37 28 40 74 Fax. 02 37 97 04 55
 Tél. 05 61 42 80 20 Fax. 05 61 42 91 92
 Tél. 05 62 72 77 17 Fax. 05 62 72 77 10
 Tél. 03 20 70 23 42 Fax. 03 20 70 38 46
 Tél. 03 20 30 97 96 Fax. 03 10 30 98 37
 Tél. 01 46 57 68 33 Fax. 01 46 57 27 40
 Tél. 04 78 60 26 23 Fax. 04 78 71 78 87
 Tél. 04 78 62 94 34 Fax. 04 78 71 76 00
 Tél. 01 43 72 30 64 Fax. 04 43 72 30 67