ELECTRONIQUE PRATIQUE

ELECTRONIQUE PRATIQUE

334 JANVIER 2009 ■ www.electroniquepratique.com ■ 5,00 €

Thermomètre parlant...
à distance au téléphone

La pile
source d'énergie incontournable

Sonnette HF
à mélodie programmable

Mesureur de distances

Crypteur vidéo

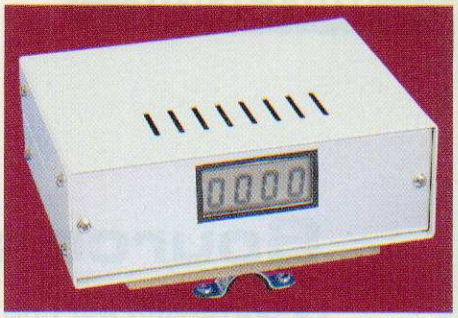
Les modules Zigbit

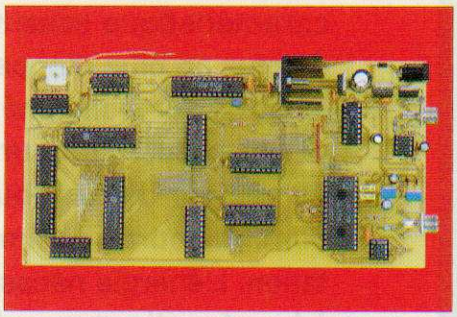
• France : 5,00 € • DOM Avion : 6,40 €
• DOM surface : 5,80 € • TOM : 800 XPF
• Portugal continent : 5,60 € • Belgique : 5,50 €
• Espagne : 5,60 € • Grèce : 5,80 €
• Suisse : 10,00 CHF • Maroc : 60 MAD
• Tunisie : 6200 TND • Canada : 7,50 $CAD

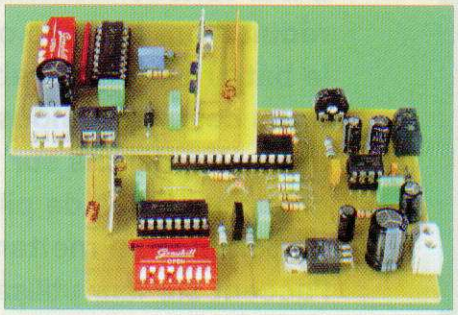
L 14377 - 334 - F: 5,00 €

ELECTRONIQUE PRATIQUE

N° 334 - JANVIER 2009







Initiation

4 La pile : source d'énergie incontournable

10 KICAD : Gestion des librairies de modules (9e partie)

Micro/Robot/Domotique

14 Mesureur de distances

20 Mise en œuvre des modules ZigBit

29 Crypteur vidéo

40 Thermomètre parlant au téléphone

51 Sonnette télécommandée à mélodie programmable

56 Truqueur de voix

Audio

62 Et si on parlait tubes... (cours n°50) : l'amplificateur mono Marantz Model 9

Divers

39 Bulletin d'abonnement

61 Hors-série Audio

66 Petites annonces

Fondateur : Jean-Pierre Ventillard - **TRANSOCEANIC SAS** au capital de 574 000 € - 3, boulevard Ney, 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80 - Fax : 01 44 65 80 90
Internet : *http://www.electroniquepratique.com* - **Président** : Patrick Vercher - **Directeur de la publication et de la rédaction** : Patrick Vercher
Secrétaire de rédaction : Elsa Sepulveda - **Couverture** : Dominique Dumas - **Illustrations** : Alain Bouteveille Sanders
Photos : Isabelle Garrigou - **Avec la participation de** : R. Bassi, R. Knoerr, G. Kossmann, P. Morin, P. Oguic, O. Viacava
La Rédaction d'Electronique Pratique décline toute responsabilité quant aux opinions formulées dans les articles, celles-ci n'engageant que leurs auteurs.
DIFFUSION/VENTES : ALIX CONSEIL PRESSE Tél. : 01 64 66 16 39 - **PUBLICITÉ** : À la revue, e-mail : pubep@fr.oleane.com
I.S.S.N. 0243 4911 - **N° Commission paritaire** : 0909 T 85322 - **Distribution** : MLP - **Imprimé en France/Printed in France**
Imprimerie : ROTO AISNE Sté Nouvelle, 02430 GAUCHY - DEPOT LEGAL : **JANVIER 2009** - Copyright © 2009 - **TRANSOCEANIC**
ABONNEMENTS : 18-24, quai de la Marne - 75164 Paris Cedex 19 - Tél. : 01 44 84 85 16 - Fax : 01 42 00 56 92. - Préciser sur l'enveloppe « Service Abonnements »
ATTENTION ! Si vous êtes déjà abonné, vous faciliterez notre tâche en joignant à votre règlement soit l'une de vos dernières bandes-adresses, soit le relevé des indications qui y figurent.
Abonnements USA - Canada : Contacter **Express Mag** - *www.expressmag.com* - *expressmag@expressmag.com* - Tarif abonnement USA-Canada : 60 €
TARIFS AU NUMÉRO : France Métropolitaine : 5,00 € • DOM Avion : 6,40 €• DOM Surface : 5,80 € • TOM : 800 XPF • Portugal continent : 5,60 €
Belgique : 5,50 € • Espagne : 5,60 € • Grèce 5,60 € • Suisse : 10,00 CHF • Maroc : 60 MAD • Tunisie : 5200 TND • Canada : 7,50 CAD

© La reproduction et l'utilisation même partielle de tout article (communications techniques ou documentation) extrait de la revue *Electronique Pratique* sont rigoureusement interdites, ainsi que tout procédé de reproduction mécanique, graphique, chimique, optique, photographique, cinématographique ou électronique, photostat tirage, photographie, microfilm, etc. Toute demande à autorisation pour reproduction, quel que soit le procédé, doit être adressée à la société TRANSOCEANIC.

LA PILE

Source d'énergie incontournable

La portabilité est une caractéristique essentielle de plus en plus d'appareils existant sur le marché, ce qui exclut le recours au secteur de distribution comme source d'alimentation. L'énergie nécessaire à leur fonctionnement se réduit alors à la pile ou à la batterie rechargeable. Dans cet article, nous nous attarderons sur les différents types de piles disponibles en mettant l'accent sur leur utilisation.

Les piles sont des réservoirs dont le fonctionnement repose sur une restitution d'énergie électrique. Cette restitution se produit lors d'une réaction électrochimique à partir de réactifs préalablement introduits au moment de la fabrication.

De ce fait, une fois épuisées, les piles sont à remplacer, contrairement aux batteries qui peuvent être rechargées par le biais d'une réaction électrochimique adaptée, qui est en quelque sorte l'inverse de la restitution.

Une pile ne peut donc pas être rechargée, contrairement à ce que laisse entendre l'argument commercial « pile rechargeable » qui s'adresse en réalité à la batterie.

Le principe de fonctionnement d'une pile est basé sur une auto-réduction, qui est une réaction chimique se produisant entre deux substances :

- le matériau « réducteur » capable de céder facilement des électrons
- le matériau « oxydant » qui absorbe ces mêmes électrons.

L'élément « oxydant » est relié à une électrode appelée anode tandis que l'élément « réducteur » se trouve en relation avec la cathode.

Le courant délivré par une pile est donc strictement continu. En règle générale, le potentiel disponible entre anode et cathode est voisin de 1,5 V. Pour obtenir des potentiels plus importants, il est donc nécessaire de réaliser des couplages en « série » des éléments de base.

Cela peut revêtir deux formes :

- le couplage interne d'éléments de base pour former une pile de potentiel plus important (6 V, 9 V, voire davantage)
- le couplage externe de piles de 1,5 V pour former des sources de tension dont la valeur est un multiple de 1,5 V.

A noter, comme nous le verrons plus loin, que les piles au lithium se caractérisent par un potentiel de 3 V.

Quelques rappels

Quand on caractérise une pile, on évoque le plus souvent sa « tension ». En réalité, ce terme est quelque peu impropre, du fait que la valeur de cette tension est uniquement mesurable lorsque la pile ne débite aucun courant. C'est la raison pour laquelle, le terme plus adapté serait, la « force électromotrice » (f.e.m) de la pile.

Si on relie les bornes de sortie d'une pile de f.e.m « E (V) » à une résistance extérieure de valeur « R (Ω) », un courant « I (A) » s'établit (**figure 1**). Soit U (V) la tension relevée aux bornes de la pile.

On constate que :

$$U < E$$

Cela est dû au fait que la pile se caractérise par une résistance interne « r (Ω) », de faible valeur certes, mais dont l'existence introduit une chute de tension à l'intérieur de la pile.

Tous ces paramètres sont reliés entre eux par la relation :

$$E = U + r.I$$

De laquelle on tire :

$$E = (R + r)\ I$$

$$E = (1 + \frac{r}{R})\ U$$

Une autre caractéristique de la pile est sa capacité. Elle s'exprime en ampères-heures (Ah) ou, plus souvent, en milliampères-heures (mAh).

Rappelons qu'une source de courant, délivrant un courant d'intensité I (A) pendant une durée d'heures (h), a fourni une quantité de courant **Q (Ah)** de **I x h**.

La capacité des piles usuelles

dépend essentiellement du format et de la technologie de fabrication. Elle varie dans de larges proportions, dans une fourchette allant de 100 à 2 500 mAh.

Plus rarement, la capacité d'une pile peut également se donner en coulombs (C) qui correspond à un débit de 1 A pendant 1 seconde :

1 Ah = 3600 C

Si on veut relier la notion de capacité à celle d'énergie (exprimée en Joules), il y a lieu de tenir compte, en outre, de la tension présente aux bornes de la pile.

Si U est cette valeur, on peut écrire :

W (J) = U (V) x (C) (A) x t(s)

W (J) = U (V) x Q (C)

Différentes technologies

Les piles salines

Elles sont les plus courantes et les moins chères. Leur fonctionnement électrochimique repose sur **le couple zinc-carbone**. Elles se caractérisent par une résistance interne non négligeable. De plus, leur usure est assez rapide. Même leur longévité de stockage n'est pas très bonne. En cas de débit soutenu, on note assez rapidement une chute de tension interne, due en plus de la résistance qui lui est propre, à l'apparition d'un manchon d'hydrogène qui vient enserrer le barreau de carbone. En laissant à la pile un temps de repos, l'hydrogène se résorbe, si bien que la pile présente de nouveau de meilleures performances après cette pause.

Ce type de pile se caractérise surtout par un rapport qualité/prix intéressant et convient parfaitement à l'alimentation de jouets ou de lampes d'éclairage utilisés ponctuellement.

Les piles alcalines

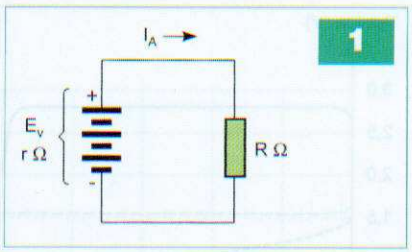
Les piles alcalines conviennent mieux à des applications plus exigeantes. Elles sont d'un prix de revient plus élevé, mais leurs qualités globales sont bien meilleures. La réaction électrochimique met en œuvre un **couple zinc-dioxyde de manganèse** réagissant dans un électrolyte de potasse caustique. Par rapport aux piles salines de mêmes dimensions, leur capacité peut être jusqu'à cinq fois supérieure. Mais elles présentent également d'autres avantages :

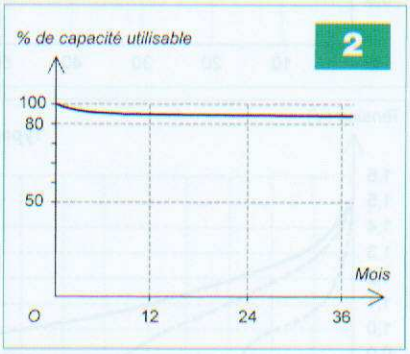
- une bien meilleure tenue lors du stockage (**figure 2**)
- une résistance interne plus faible
- une meilleure stabilité de la tension pendant la décharge
- une meilleure étanchéité grâce à une fabrication plus soignée imposée par le caractère davantage corrosif du contenu
- une bonne aptitude à fournir un courant pendant de plus longues périodes
- une tension légèrement supérieure à celle des piles salines : 1,56 V.

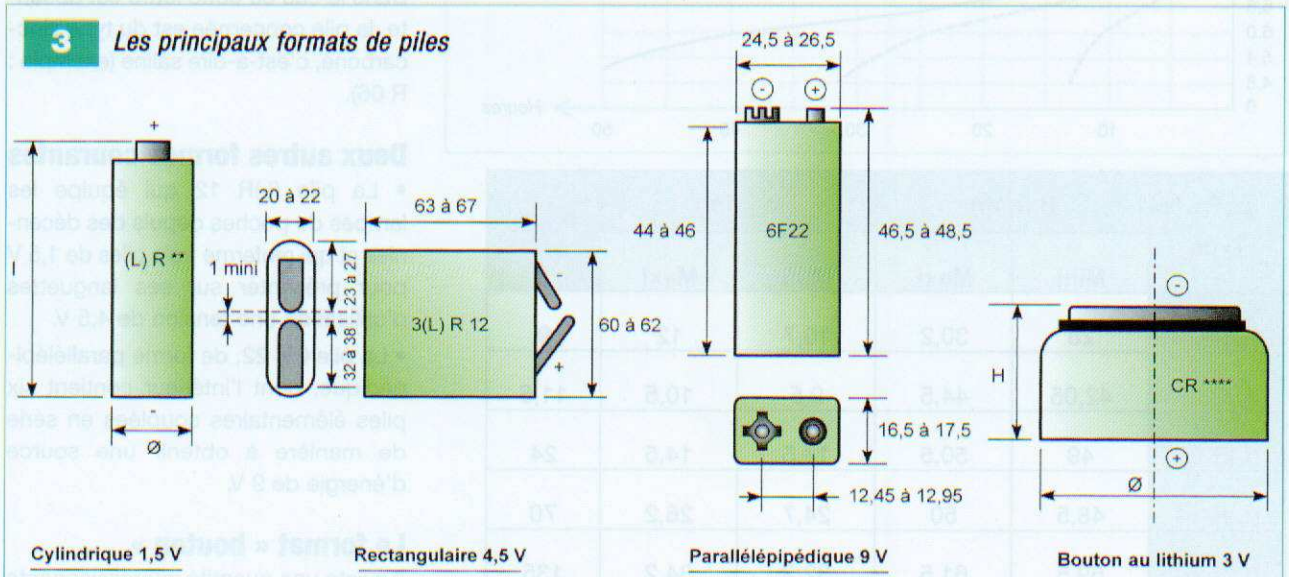
Les piles « bouton »

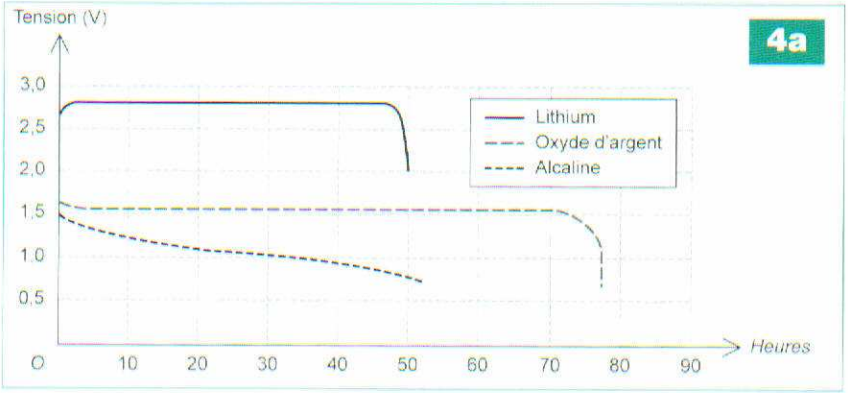
Avec le développement de récepteurs tels que les montres, les calculatrices, les appareils photos, les micro-émetteurs, la nécessité s'est fait sentir de mettre au point des piles de taille très réduite, tout en se caractérisant par une capacité acceptable. Elles sont généralement à l'oxyde d'argent, au lithium ou même alcalines. Au début de leur apparition, il en existait également au mercure. Mais depuis la parution d'une directive européenne en 1998, elles sont interdites de fabrication pour des raisons environnementales.

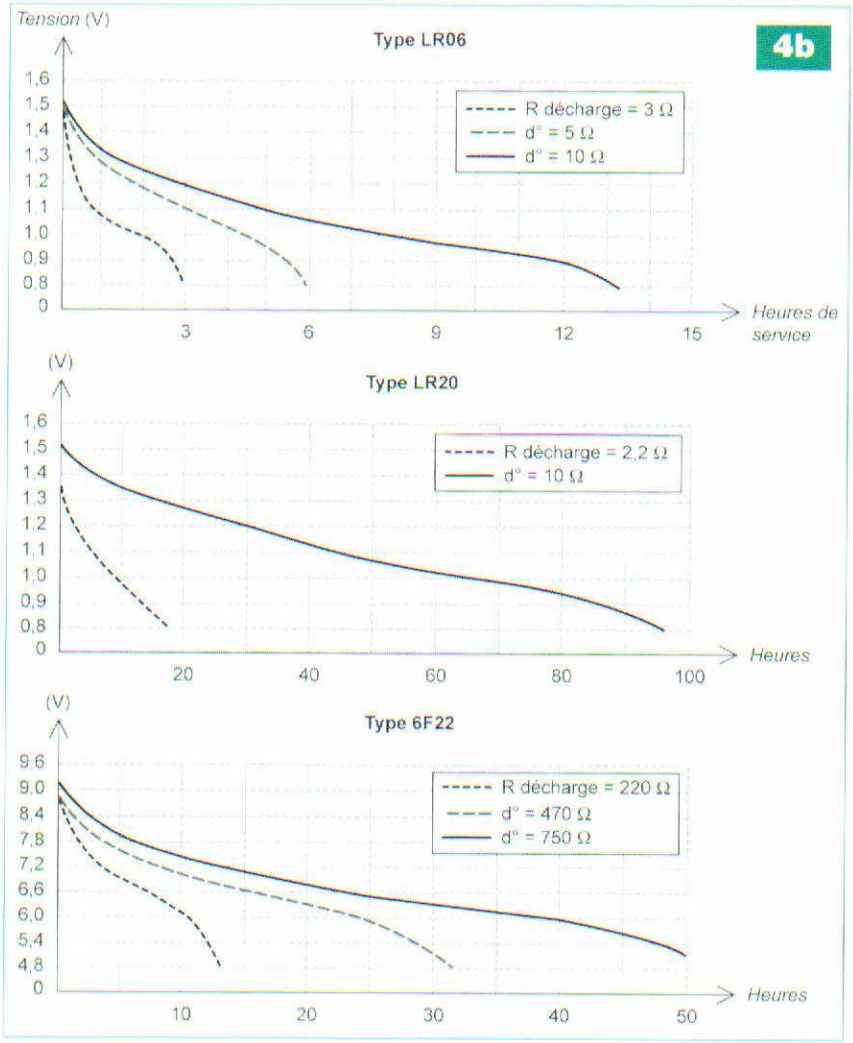
Indépendamment de leur miniaturisation, les piles « bouton » ont également l'avantage de présenter une remarquable constance de tension











Type	H (mm)		Ø (mm)		Poids (g)
	Mini	Maxi	Mini	Maxi	
(L)R 01	28	30,2	10,7	12	9
(L)R 03	42,05	44,5	9,5	10,5	11,5
(L)R 06	49	50,5	13,5	14,5	24
(L)R 14	48,5	50	24,7	26,2	70
(L)R 20	59,5	61,5	32,2	34,2	135

Tableau A

tout au long de leur durée de vie.
En cas de remplacement d'une pile « bouton » usée, il est vivement recommandé de lui substituer une pile du même type.
Notons également, que **les piles au lithium développent une tension double, soit 3 V**. Cela peut rendre des services intéressants dans la mesure où une telle pile peut remplacer deux piles de 1,5 V montées en « série ».
De plus, ces piles sont de véritables modèles de stabilité de la tension. Elles sont relativement bon marché et supportent facilement et sans problème une dizaine d'années de stockage, tout en conservant leur capacité. De ce fait, elles sont particulièrement bien adaptées aux **rôles de sauvegarde** dans le domaine informatique.

Les différents formats

Il existe une très grande diversité de formats de piles. Nous limiterons intentionnellement leur présentation aux plus courants (**figure 3**).

Les piles de forme cylindrique

Elles sont alcalines ou salines. Elles se caractérisent par une tension de 1,5 V. Seules leurs dimensions et leurs poids sont différents.
Le **tableau A** reprend ces caractéristiques.
Lorsque la lettre (L) figure dans la dénomination, il s'agit d'une pile alcaline (exemple : LR 03).
Dans le cas où cette lettre est absente, la pile concernée est du type zinc-carbone, c'est-à-dire saline (exemple : R 06).

Deux autres formes courantes

- La pile (L)R 12 qui équipe les lampes de poches depuis des décennies et qui renferme trois piles de 1,5 V pour présenter sur ses languettes d'utilisation une tension de 4,5 V.
- La pile 6 F 22, de forme parallélépipédique, dont l'intérieur contient six piles élémentaires couplées en série de manière à obtenir une source d'énergie de 9 V.

Le format « bouton »

Il existe une quantité impressionnante de types de ces piles.

Rien que pour les piles au lithium, d'une tension de 3 V, on ne dénombre pas loin de vingt types différents.
Par chance, leur dénomination détermine également leur dimensionnement. Par exemple, une pile au lithium référencée CR 1632 se caractérise par un diamètre de 16 mm et une épaisseur de 3,2 mm.
En revanche, les piles « bouton » alcalines de 1,5 V, référencées de AG0 à AG13, n'affichent pas de relation évidente entre dénomination et dimensionnement.
Le **tableau B** reprend ces dimensionnements.

Utilisation des piles

Choix de la pile

À partir du moment où l'on connaît la tension et le courant que la pile doit débiter, on peut en arrêter le type.
La **figure 4a** indique des exemples de courbes de décharges de différentes sortes de piles dans divers cas d'utilisations.
À titre d'exemple, prenons le cas d'une pile alcaline LR 06 (**figure 4b**). Avec un courant, au départ de 1,5 V/3 Ω soit 0,5 A, le potentiel de la pile tombe à 0,8 V au bout de trois heures de fonctionnement. À cette valeur de potentiel, l'intensité fournie n'est plus que de 0,27 A. On note cependant un palier à 1 V qui correspond à un courant de 0,33 A.
On considère qu'une fois atteinte la valeur de 0,8 V, la pile est complètement usée.
La même pile, avec un courant au départ de 0,15 A, tient treize heures. Cette durée atteint quatre-vingt quinze heures, toujours avec un courant de départ de 0,15 A, si on choisit une pile de type LR 20.
On note dans tous les cas une chute assez rapide de la tension. Pour des récepteurs courants tels que les lampes d'éclairage, les jouets, les postes « radio » et autres baladeurs, cela n'est pas très grave. Cependant, si on désire obtenir un potentiel davantage constant tout au long de l'utilisation de la pile, il convient de recourir à un potentiel plus important, (par exemple augmenté de 50 %) et de monter en aval un régulateur de tension adapté.
Enfin, pour des intensités plus faibles, on peut utiliser des piles « bouton ». La figure 4a met en évidence la remarquable constance de la tension que présente une pile au lithium ou à l'oxyde d'argent.

Connexions et couplages

En général, on a toujours intérêt à utiliser les connexions prévues pour les différents types de piles : coupleurs divers et connecteurs à « pression ». Les soudures directes sur les électrodes de sorties sont plutôt à éviter.
Dans le cas d'un couplage en « série » de plusieurs piles, il est déconseillé de mélanger des piles de types différents. Même **le mélange de piles neuves et partiellement usagées n'est pas recommandé**.
Enfin, il faut proscrire tout couplage en « parallèle » de piles. Si on désire obtenir une plus grande intensité, mieux vaut faire appel à des piles de plus grandes tailles.
Pour vérifier l'état d'une pile, il convient de la faire débiter. Mesurer son potentiel à vide ne signifie pas grand-chose. Par exemple, en branchant une résistance de 10 Ω/1 W sur une pile alcaline de type RL 06 et en mesurant le potentiel « u » à ses bornes, on peut rapidement avoir une idée de son état énergétique :
- si u > 1,2 V
la pile est en excellent état
- si 0,9 V < u < 1,2 V
la pile commence à présenter des signes de fatigue
- si u < 0,9 V
la pile est à remplacer.

R. KNOERR

Type	Ø	H
AG0	5,8	2,1
AG1	6,8	2,1
AG2	7,9	2,6
AG3	7,9	3,6
AG4	6,8	2,6
AG5	7,9	5,4
AG6	9,5	2,1
AG7	9,5	2,6
AG8	11,6	3,1
AG9	9,5	3,6
AG10	11,6	3,1
AG11	7,9	2,2
AG12	11,6	4,2
AG13	11,6	5,4

Tableau B

L'offre pertinente pour vos Circuits Imprimés professionnels
EURO CIRCUITS
On-line: calculez vos prix
On-line: passez vos commandes
On-line: suivez vos commandes
On-line: 24H/24 & 7J/7
Pas de minimum de commande !
Pas de frais d'outillages !
Une équipe novatrice à votre écoute: +33 (0)3 86 87 07 85
www.eurocircuits.com
Verified
- "Standard pooling" à prix très attractifs
- de 1 à 6 couches
- de 1 à 1000 pièces
- délais à partir de 3 jours ouvrés
A la carte
- "Technologie pooling" à prix attractifs
- de 1 à 8 couches
- de 1 à 1000 pièces
- délais à partir de 3 jours ouvrés
On demand
- "Technologie particulière" au juste prix
- de 1 à 16 couches
- de 1 pièce à la moyenne série
- délais à partir de 3 jours ouvrés

St Quentin Radio

6 rue de St Quentin 75010 PARIS

Tél 01 40 37 70 74
Fax 01 40 37 70 91
www.stquentin-radio.com

Prix donnés à titre indicatif

Boutons alu massif - made in italy

Ø18mm H=21,5mm - alu clair .....9€
Ø18mm H=21,5mm - alu noir .....9€
Ø29mm H=30mm - alu clair .....11€
Ø29mm H=30mm - alu noir .....11€
Ø39mm H=37mm - alu clair .....12€
Ø39mm H=37mm - alu noir .....12€
Ø49mm H=40mm - alu clair .....14€
Ø49mm H=40mm - alu noir .....15€

Potentiomètre Sfrenice P11

Piste cermet, axe Ø6mm, L=40mm.
Patte à piquer.

prix pour une pièce

Mono linéaire
470 ohms, 1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K, 1M ... 7.80€
Mono logarithme
470 ohms, 1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K, 1M ... 9.30€
Stéréo linéaire
1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K, 1M ..... 12.00€
Stéréo logarithme
1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K ..... 14.50€

Potentiomètre miniature Bourns 3310C

Piste cermet, axe Ø3.18mm,
Patte à piquer.

Mono linéaire
5K, 10K, 20K, 50K .....6.80€ pièce

LED blanches et bleues

blanche
ø5mm . 7150/18000mcd @20mA - 20° .....1.20€/1, 1€/50, 0.90€/100
ø3mm . 1200mcd @20mA - 20° .....1.20€/1, 1€/50, 0.90€/100

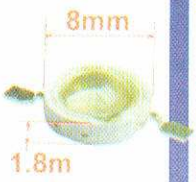
bleu
ø5mm . 3500mcd @20mA - 15° .....1.20€/1, 1€/50, 0.90€/100
ø3mm . 3500mcd @20mA - 15° .....1.20€/1, 1€/50, 0.90€/100

Cordons avec fiches XLR Neutrik

	3m	6m	20m
Jack 6.35 mâle<>XLR femelle	21€	21€	
Jack 6.35 mâle<>Jack 6.35 mâle	18€	21€	
XLR mâle<>XLR femelle	19€	21€	39€

LED Liteon SMD - très forte luminosité

Rouge
37 lumens, 110°, 350mA, 2.57V ..... 3.90€
Orange
44 lumens, 110°, 350mA, 2.57V ..... 3.90€
Jaune
36 lumens, 110°, 350mA, 2.57V ..... 3.90€
Vert
35 lumens, 110°, 350mA, 3,7V ..... 3.90€
Bleu
9 lumens, 110°, 350mA, 3.8V ..... 3.90€
Blanc froid
43 lumens, 110°, 350mA, 3,8V ..... 3.90€
Blanc chaud
28 lumens, 110°, 350mA, 3,8V ..... 3.90€



Les condensateurs chimiques

chimique radial

1µF/50V 85°C ø4-h7 ..... 0.25€
1µF/50V 105°C ø5-h11 ..... 0.30€
1µF/400V 105°C ø7-h11 ..... 0.60€
2.2µF/63V 105°C ø4-h7 ..... 0.25€
2.2µF/100V 105°C ø5-h11 ..... 0.30€
2.2µF/400V 105°C ø8-h11.5 ..... 0.80€
3.3µF/100V 105°C ø5-h11 ..... 0.25€
4.7µF/50V 105°C ø5-h6 ..... 0.25€
4.7µF/100V 105°C ø5-h11 ..... 0.30€
4.7µF/350V 105°C ø10-h12 ..... 1.40€
10µF/63V 105°C ø5-h11 ..... 0.25€
10µF/100V 105°C ø6.3-h11 ..... 0.25€
10µF/350V 105°C ø10-h21 ..... 0.95€
22µF/63V 105°C ø5-h11 ..... 0.30€
22µF/100V 105°C ø8-h11.5 ..... 0.40€
22µF/400V 105°C ø16-h32 ..... 1.40€
33µF/450V 105°C ø16-h32 ..... 4.20€
47µF/25V 105°C ø5-h11 ..... 0.25€
47µF/63V 105°C ø6.3-h11 ..... 0.40€
47µF/100V 105°C ø10-h12.5 ..... 1.60€
47µF/250V 105°C ø12.5-h25 ..... 2.00€
47µF/450V 105°C ø18-h35.5 ..... 2.60€
100µF/16V 105°C ø6.3-h7 ..... 0.25€
100µF/25V 85°C ø6-h11 ..... 0.30€
100µF/35V 105°C ø6-h12 ..... 0.50€
100µF/50V 105°C ø8-h20 ..... 0.40€
100µF/63V 105°C ø10-h13 ..... 0.45€
100µF/100V 105°C ø10-h20 ..... 0.45€
100µF/160V 105°C ø12.5-h25 ..... 1.50€
220µF/10V 105°C ø6.3-h11 ..... 0.80€
220µF/16V 105°C ø6.3-h11 ..... 0.40€
220µF/25V 85°C ø8-h11 ..... 0.45€
220µF/35V 105°C ø8-h11 ..... 0.60€
220µF/50V 105°C ø10-h13 ..... 0.50€
220µF/63V 105°C ø10-h16 ..... 0.60€
220µF/100V 105°C ø12.5-h25 ..... 1.00€
330µF/25V 105°C ø10-h12.5 ..... 0.60€
470µF/16V 105°C ø8-h11 ..... 0.50€
470µF/25V 105°C ø10-h12.5 ..... 0.60€
470µF/35V 105°C ø10-h16 ..... 0.80€
470µF/63V 105°C ø13-h21 ..... 1.00€
470µF/100V 105°C ø16-h25 ..... 1.00€
1000µF/6.3V 105°C ø7-h12 ..... 1.50€
1000µF/10V 105°C ø8-h22 ..... 1.50€
1000µF/16V 105°C ø10-h16 ..... 0.65€
1000µF/25V 105°C ø10-h21 ..... 1.00€
1000µF/35V 105°C ø13-h21 ..... 1.20€
1000µF/50V 105°C ø12.5-h25 ..... 1.50€
1000µF/63V 105°C ø16-h25 ..... 1.85€
1200µF/6.3V 105°C ø8-h20 ..... 1.50€
1500µF/10V 105°C ø10-h24 ..... 2.20€
1800µF/10V 105°C ø13-h25 ..... 2.20€
1800µF/25V 105°C ø16-h21 ..... 2.20€
2200µF/10V 105°C ø10-h31 ..... 1.80€
2200µF/10V 105°C ø13-h20 ..... 1.80€
2200µF/16V 105°C ø13-h21 ..... 1.10€
2200µF/35V 105°C ø16-h25 ..... 1.60€
2200µF/50V 105°C ø16-h35 ..... 2.00€
2200µF/63V 105°C ø18-h42 ..... 2.75€
2700µF/6.3V 105°C ø10-h30 ..... 3.50€
4700µF/10V 105°C ø13-h35 ..... 2.50€
4700µF/16V 105°C ø16-h26 ..... 1.40€
4700µF/25V 105°C ø16-h32 ..... 1.80€
4700µF/35V 105°C ø18-h35 ..... 2.30€
4700µF/50V 105°C ø22-h45 ..... 3.70€
4700µF/63V 105°C ø25-h50 ..... 4.20€

chimique type SNAP

47µF/400V - ø22-h25 ..... 3,50€
100µF/400V - ø22-h30 ..... 3,50€
100µF/450V - ø22-h35 ..... 4,00€
220µF/400V - ø25h35 ..... 5,00€
220µF/450V - ø30-h40 ..... 8,50€
330µF/450V - ø30-h40 ..... 12.00€
470µF/250V - ø30-h30 ..... 4,00€
470µF/450V - ø35-h50 ..... 12,00€
680µF/200V - ø25-h40 ..... 5,00€
1000µF/250V - ø30-h40 ..... 9,00€
4700µF/50V - ø25-h30 ..... 3,70€
4700µF/63V - ø30-h30 ..... 5,20€
4700µF/100V - ø35-h40 ..... 9,50€
10000µF/50V - ø30-h45 ..... 7,00€
10000µF/63V - ø35-h40 ..... 8,90€
15000µF/35V - ø35-h40 ..... 7,00€
22000µF/25V - ø25-h50 ..... 7,00€

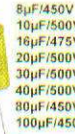
Condensateurs ELNA

Série SILMIC II

4.7µF 35V - ø5 H11mm ..... 0.80€
10µF 35V - ø5 H11mm ..... 0.90€
22µF 35V - ø8 H11.5mm ..... 1.00€
33µF 35V - ø10 H12.5mm ..... 1.10€
47µF 35V - ø10 H12.5mm ..... 1.20€
100µF 35V - ø10 H20mm ..... 1.50€
220µF 35V - ø12.5 H25mm ..... 1.50€
330µF 35V - ø16 H25mm ..... 2.00€
470µF 35V - ø16 31.5mm ..... 2.50€
1000µF 35V - ø18 35.5mm ..... 2.75€

Chimique SIC SAFCO

10µF/450V - ø12 L25 ..... 3,75€
15µF/450V - ø14 L30 ..... 4,20€
22µF/450V - ø14 L30 ..... 4,50€
33µF/450V - ø16 L30 ..... 4,50€
47µF/450V - ø18 L30 ..... 5,50€
100µF/450V - ø21 L40 ..... 6,50€
220µF/450V - ø25 L50 ..... 12.00€



chimique SPRAGUE axial

8µF/450V - ø12 L45 ..... 4,90€
10µF/500V - ø20 L32 ..... 6,80€
16µF/475V - ø23 L41 ..... 8.00€
20µF/500V - ø23 L55 ..... 9.00€
30µF/500V - ø26 L42 ..... 13.50€
40µF/500V - ø26 L61 ..... 9.00€
80µF/450V - ø27 L67 ..... 12,50€
100µF/450V - ø32 L80 ..... 13,50€

Chimique double radial

Ts = 500V continu

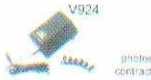
32µF + 32µF - ø36 h52mm ..... 14€
50µF + 50µF - ø36 h52mm ..... 12,50€
100µF + 100µF - ø36 h68mm ..... 19€
40µF + 3x 20µF - ø40 h52mm ..... 22€

Chimique Nippon Chemicon, C039

470µF 500V - ø51 L68 ..... 24€
1000µF 500V - ø51 L105 ..... 36€
1500µF 450V - ø51 L105 ..... 35€
2200µF 450V - ø63 L105 ..... 45€
2200µF 450V - ø51 L142 ..... 50€
4700µF 100V - ø35 L80 ..... 14€
10000µF 100V - ø51 L80 ..... 20€
22000µF 63V - ø51 L67 ..... 19€
47000µF 25V - ø35 L80 ..... 23€
47000µF 50V - ø50 L80 ..... 28€
150000µF 16V - ø51 L80 ..... 23€

Alimentation à découpage compacte entrée secteur 100/230VAC (sauf * 220/240V)

PSSMV1
V2000
PSS1212
PSS1217



V924

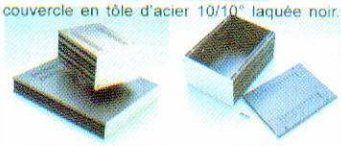
photos non contractuelles

PSSMV7/ PSSMV13
PSSMV8/ MW 7H60GS
PSSMV9/ V350

V924(*) - 9/12/15V 1.5A - 18V/20V(1.2A) - 24V(1A) .....19€
V1000 - 3/4.5/5V/6V/9V/12V(1A) .....15€
V2000 - 3/4.5/5V (2.5A) - 6V/6.5V(2A) - 7V(1.9A) .....26€
PSSMV1 - 3/4.5/6/7.5/9/12V (0.8A) - 86g .....17€
PSSMV7 - 5V à 24V - 4,3 à 1.5A - 92x42x28mm .....33€
PSS1212(*) - 12V - 1.2A miniature (f. alim:2.1mm) .....19€
PSS1217(*) - 12V - 1.7A miniature (f. alim:2.1mm) .....21€
V350 - 15/16/18/19/20/22/24V - 2.9A à 3.5A - 415g .....38€
PSSMV9 - 6/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/18/19/20/22/24V - 7.5A à 2.7A (5Amax sous 12V) .....39€
PSSMV8 - 15/16/18/19/20V (6A) - 22/24V (5A) .....69€
MW7H50GS 6/7.5/9/12V (5A) - 13.5/15V (3.8A) .....35€
PSSMV13 15/16/18/19/20V (7.5A) - 22/24V (6A) .....85€
PSSMV17 12V (8A) 15/16/18/19/20V(6A) 22(5A) .....79€
+ sortie USB 5V

Coffrets GALAXY

Coffrets très robustes en 3 éléments assemblés par vis. façades avant et arrière en aluminium 30/10° anodisé, côtés en profilé d'aluminium noir formant dissipateur de chaleur. Fond et couvercle en tôle d'acier 10/10° laquée noir.



GX143	124x40x73mm	25€
GX147	124x40x170mm	29.50€
GX247	230x40x170mm	35€
GX243	230x40x230m	35€
GX248	230x40x280mm	40€
GX347	330x40x170mm	40€
GX343	330x40x230mm	41€
GX348	330x40x280mm	43€
GX187	124x80x170mm	35€
GX287	230x80x170mm	38€
GX283	230x80x230mm	40€
GX288	230x80x280mm	42€
GX387	330x80x170mm	48€
GX383	330x80x230mm	52€
GX388	330x80x280mm	52€

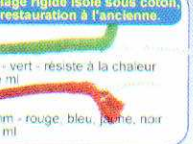
Largeur x Hauteur x Profondeur

Fil de LITZ

Le fil de Litz consiste en un assemblage de fil émaillé, réuni sous une gaine coton (50x0.25) ou synthétique (50x0.15) Utilisation pour liaison enceinte Hi-Fi ou câblage spécifique.

50x0.15 (section 0,9mm²) ..... 2.50€ le ml
50x0.25 (section 2,5mm²) ..... 4.20€ le ml
2 x 50x0.25 (section 2x2.5mm²) ..... 10.00€ le ml

Fil de câblage rigide isolé sous coton, pour une restauration à l'ancienne.



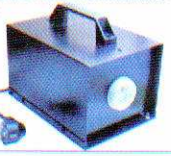
Ø 1mm - vert - résiste à la chaleur
2.50€ le ml

Ø 0.65mm - rouge, bleu, jaune, noir
1.80€ le ml

Transformateur de séparation de circuits 230V/230V

Pour la protection des équipements audio, informatiques, médicaux...

- Entrée sur cordon secteur avec fiche mâle 2P+T 16A (2m)
- Utilisation: socle femelle 2P+T 16A
- Ecran Electrostatique entre Primaire et Secondaire
- Conformité totale aux normes en vigueur
- Coffret en tôle acier peinture époxy noire texturée - IP21
- Poignée de transport



Réf	puissance	prix	hauteur	largeur	longueur	poids
TSC400	400 VA	158€	128	147	217	9Kg
TSC630	630VA	225€	170	205	240	14Kg
TSC750	750VA	253€	190	210	260	18Kg
TSC1000	1KVA	310€	190	210	260	23Kg
TSC1600	1.6KVA	357€	190	210	260	27Kg
TSC2000	2KVA	444€	230	220	360	39Kg
TSC2500	2.5KVA	494€	230	220	360	44Kg
TSC3000	3KVA	536€	230	220	360	52Kg

Veuillez nous appeler en cas d'expédition - rapport au poids

Barrette au pas de 2mm

Femelle 1x32pts droit - 2.50€
Femelle 1x32pts coudée - 3.00€
Mâle 1x32pts droit - 1.70€
Mâle 1x32pts coudé - 1.70€
Mâle 2x22pts droit - 2.00€

Câbles audio GOTHAM et MOGAMI

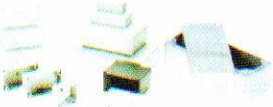
GAC 1 : Gotham, 1 cond + blind, ø 5.3mm ..... 2,00€
GAC 2 : Gotham, 2 cond. + blind, ø 5.4mm ..... 2,75€
GAC 3 : Gotham, 2 cond. + blind, ø 5.4mm ..... 2,75€
GAC2-2P : Gotham, 2 fois 2 paires type sindex ø4mm ..... 3,90€
GAC 4 : Gotham, 4 cond. + blind, ø 5,4mm ..... 3,20€

2524 : Mogami, 1 cond + blindage ..... 2,60€
2792 : Mogami, 2 cond 8mm ..... 2,50€
2534 : Mogami, 4 cond + blindage ..... 3,50€
2965 : Mogami, audio/vidéo type sindex ø 4,6mm par canal ..... 3,80€
2552 Mogami pour Bantam ..... 2,00€
2944A : 1 paires blindé ..... 1.50€
3284 : 2 cds + blind. Polarflex ..... 3.20€

Coffret étanche en aluminium

Coffrets avec blindage EMI & RFI pour des appareils sensibles, comme les appareils électroniques, électriques, pneumatiques et hydrauliques pour des applications industrielles et commerciales. Conçus selon les spécifications des normes IP65 ou IEC529 et NEMA4 (protection contre les poussières et les projections d'eau).
Les trous de montage et les écrous de fixation du couvercle se trouvent en dehors des parties scellées, empêchant aux poussières et à l'humidité de pénétrer dans cette partie.
Le couvercle est équipé d'un joint en cage en néoprène.
Le fond est pourvu d'entretoises pour un montage horizontal de plaques ou pour la prise de terre, etc...
Les glissières à l'intérieur permettent le montage vertical de plaques.
Les trous de fixation du couvercle sont munis de douilles filetées.
2 ou 4 trous rendent le montage horizontal de plaques possible.
matériau: alliage d'aluminium

G102 - 90x36x30mm ..... 9€
G104 - 64x58x35mm ..... 9€
G106 - 115x65x30mm ..... 10€
G111 - 115x65x55mm ..... 12.50€
G113 - 115x90x55mm ..... 16.50€
G115 - 148x108x75mm ..... 24€
G1201 - 171x121x55mm ..... 24€
G124 - 222x146x55mm ..... 32€



Chambre de réverbération à ressorts «accutronics»

4BB2A1B - 2 ressorts, délai moyen (rempl. pour Music Man), type4 ..... 36€
4AB3C1B - 2 ressorts, délai long (SLM), type4 ..... 36€
4DB2C1D - 2 ressorts, délai moyen (Marshall), type4 ..... 36€
4EB2C1B - 2 ressorts, délai moyen, type4 ..... 36€
4FB3D1B - 2 ressorts, délai long (rempl. type: Ampeg type«C»), type4 ..... 36€
8AB2A1B - 3 ressorts, délai moyen (Mesa Boogie), typz8 ..... 33€
8AB2D1A - 3 ressorts, délai moyen (JC120), typz8 ..... 33€
8DB2C1D - 3 ressorts, délai moyen (Marshall), typz8 ..... 33€
8EB2C1B - 3 ressorts, délai moyen (Music Man, Fender, Peavy), type8 ..... 36€
9AB3C1B - 6 ressorts, délai long (pour Fender), type9 ..... 39€
9FB1A1C - 6 ressorts, délai long, type9 ..... 42€

Type 4 : 42,5 x 11,1 x 3.33cm
Type 8 : 23,5 x 11,1 x 3.33cm
Type 9 : 42,5 x 11,1 x 3.33cm

Mini XLR, Switchcraft et «éco»

	Prol. Mâle	Prol. Fem.	Chassis Mâle	Chassis fem.
3 broches Switchcraft	10€	11€	10€	14.50€
4 broches Switchcraft	10€	13€	14€	16€
5 broches Switchcraft	12€	13.50€	12€	14.50€
3 broches «éco»	4.50€	5.50€	4.50€	5.50€
4 broches «éco»	5€	5.50€		

Horaire d'ouverture : du lundi au vendredi de 9h30 à 12h30 et de 14h à 18h30. Le samedi fermeture à 18h. Entrée dernier client : 10mn avant la fermeture

Expédition mini 20€ de matériel. Expédition Poste ou GLS(à préciser lors de votre commande) : 7€ . + 2 € par objets lourds (coffrets métal, transfo etc..). CRBT +7,00€ en plus (uniquement pour la Poste).

St Quentin Radio

6 rue de St Quentin 75010 PARIS

Tél 01 40 37 70 74
Fax 01 40 37 70 91
www.stquentin-radio.com

Prix donnés à titre indicatif

Les condensateurs

mica argenté 500V

10pF	0,80€	100pF	0,80€		
22pF	0,80€	150pF	0,80€		
33pF	0,80€	220pF	1,20€	500pF	1,20€
47pF	0,80€	250pF	0,95€	680pF	1,20€
68pF	0,80€	390pF	0,95€	1nF	1,20€

SCR polypropylène

10nF/1kV	2,90€	0,22µF/1kV	2,90€
22nF/1kV	3,00€	0,33µF/630V	3,00€
33nF/1kV	2,90€	0,33µF/1kV	3,50€
47nF/1kV	2,90€	0,47µF/400V	1,90€
0,1µF/400V	1,50€	0,47µF/630V	2,20€
0,1µF/630V	2,20€	0,47µF/1kV	3,00€
0,1µF/1kV	2,90€	0,68µF/400V	2,00€
0,22µF/400V	1,50€	0,68µF/630V	2,20€
0,22µF/1kV	2,90€	1,0µF/400V	2,20€
0,33µF/630V	3,00€	1,0µF/630V	2,75€
0,33µF/1kV	3,50€	2,2µF/250V	2,00€
0,47µF/400V	1,90€	2,2µF/630V	2,80€
0,47µF/630V	2,20€	4,7µF/250V	3,00€
0,47µF/1kV	3,00€	4,7µF/400V	3,50€
10nF/1kV	2,90€	4,7µF/630V	4,00€
22nF/1kV	3,00€	10µF/250V	4,00€
33nF/1kV	2,90€	10µF/400V	4,50€
47nF/1kV	2,90€	10µF/630V	5,50€
0,1µF/400V	1,50€	22µF/400V	9,50€
0,1µF/630V	2,20€	47µF/400V	16,00€
0,1µF/1kV	2,90€	68µF/400V	19,00€
0,22µF/400V	1,50€		

716 Sprague

1nF	1,50€	10nF	1,50€		
2,2nF	1,50€	22nF	2,10€	100nF	2,90€
3,3nF	1,50€	33nF	2,20€	220nF	3,50€
4,7nF	1,50€	47nF	2,40€	470nF	3,90€

Xicon polypropylène/630V

1nF	1,20€	47nF	1,20€
2,2nF	1,20€	100nF	1,30€
4,7nF	1,20€	220nF	1,50€
10nF	1,20€	470nF	2,50€
22nF	1,20€		

Les Cond. de Démarrage SCR MKP

1µF/450V	8,00€	15µF/450V	13,00€
1,5µF/450V	8,00€	16µF/450V	13,00€
2µF/450V	8,00€	20µF/450V	13,00€
4µF/450V	10,00€	25µF/450V	14,00€
8µF/450V	10,00€	30µF/450V	14,00€
10µF/450V	12,00€	35µF/450V	14,50€
12µF/450V	10,00€	50µF/450V	20,00€

µcontrôleurs ATMEL et Microchip

ATMEGA		PIC	
8-16PI	6€	12C508-04/P	2,90€
8L-16AI cms	6€	12C509-04/P	4€
16-16PI	8€	12C509-04cms	3€
16L-8AI cms	8€	12F629-I/P	3,50€
32-16PU dip40	6€	12F675 I/P	3,50€
88-20AU	6€	16C54RC/P	4,90€
103-GAL	28€	16C83-04/SP	14€
128-16A TQFP	10€	16C71A-04/P	12€
168-20PU	6€	16C74A/JW	33€
644-20PU	8€	16C622A-04/P	7€
8535-8PI	13€	16C745JW	22€
		16F84-20/P	7,50€
AT89		16F88-I/P	6€
S51-24PI	3€	16F628-20/P	5,95€
S51-24PU	3€	16F871-I/P	8€
S53-24PI	9,50€	16F873-20/P	9,50€
C2051-24PC	4€	16F876-20/P	11€
C4051-24PI	5€	16F877-20/P	13€
S8252-24PI	13€	idem 04 en picc	18€
AT90		17C42A-JW	29€
S2343-10PC	7€	18F452-I/P	12€
S8515-8PI	12€	18F1220-E/P	5€
		idem en cms	5€
		18F2550-I/P	12€
		18F4550 I/P	18€

Relais statique

LCC 110	8,75€
LCA 110	6€
S 202 S01	5,50€
S 202 S02	8€

Mesure distance Sharp

GP 2D 120 -- 13,50€

Transistor japonais

2SA 968	2,20€
2SA 1302	4,50€
2SA 1943	8€
2SC 2238	1,55€
2SC 3281	4,50€
2SC 5200	8,00€
2SJ 162	10,50€
2SK 30	1,50€
2SK 1058	8,50€

Tubes électroniques

tubes individuels		lot de 2 tubes appairés	
2A3 - Sovtek	34€	300B - EH	149€
12AX7LPS - Sovtek	14€	6550 - EH	59€
12BH7 - EH	15€	6CA7 - EH	35€
5AR4 - SOVTEK	21€	6L6GC - EH	38€
5Y3GT - Sovtek	15€	6L6WXT - Sovtek	40€
5725 - CSF Thomson	12€	6V6GT - EH	33€
5881(*) Sovtek	15€	845 CHINE	120€
6550 - EH	25€	EL 34 - EH	32€
6922 - EH	16€	EL 84 - EH	27€
6C45Pi - Sovtek	22€	KT 88 - EH	69€
6CA4/EZ 81 - EH	15€	KT 90 - EH	90€
6H30 Pi EH gold	29€		
6L6GC - EH	15€		
6SL7 - Sovtek	14€		
6SN7 - EH	15€		
6V6GT - EH	17€		
ECC 81/12AT7 - EH	10€		
ECC 82/12AU7 - EH	12€		
ECC 83/12AX7 - EH	13€		
idem ci-dessus, gold	17€		
ECC 83=12AX7 - Sov.	15€		
12AX7LPS - Sov	14€		
ECC 84	10€		
ECF 82/6U8A	14€		
ECL 82/6BM8 Sovtek	16€		
ECL 86 teslam	22€		
EF 86	24€		
EL 34 - EH	14,50€		
EL 84 - Sovtek	8€		
EL 86	14€		
EM 80 / 6EIPI	31€		
EZ 81/ 6CA4 - EH	15€		
GZ 32 / 5V4	19€		
GZ 34 / 5AR4Sovtek	21€		
OA2 Sovtek	10€		
OB2 Sovtek	10€		

Support TUBE

NOVAL C. imprimé

Ø 22mm (1)	4,60€
Ø 25mm (2)	3,50€
blindé chassis (3)	4,60€
chassis doré (4)	4,60€

OCTAL

Pour CI (6)	4,60€
A cosses doré (7)	4,60€
chassis doré (8)	4,60€
pour 300B doré	10€
pour 845	24€
7br C. imprimé	3,00€

EH = Electro harmonix (*) = pour ampli Marshall

Transformateurs amplificateurs à tubes HEXACOM

Alimentation, pour amplis à lampe unique et push-pull

HT 2x250V ou 2x300V + 5V et 6V3

Pour ampli de Puissance			capoté	en cuve
TU75	8/12W	1.7Kg	74€	102€
TU100	12/15W	2.2Kg	85€	114€
TU120	15/20W	2.6Kg	99€	129€
TU150	20/30W	3.3Kg	117€	148€
TU200	30/50W	4.1Kg	133€	168€
TU300	50/80W	5.4Kg	154€	188€
TU400	100/120W	7.4Kg	198€	233€

(*) Les modèles en cuve sont «sur commande», délai 15 jours environ.

De sortie, pour amplis à lampe unique

Version éco, impédance dispo 2500, 3500, 4500, 7000 ohms

Puissance	8/10W	12/15W
Série	EC8	EC12
Poids	0,65Kg	1,15Kg
Prix	35€	43€

CM EI 0W6, grain orienté, enroulement sandwichés, BP: 20Hz à 20KHz, fixation étrier.

impédance dispo 2500, 3500, 4500, 7000 ohms

Puissance	15/30W	30/50W
Série	E15	E30
Poids	1,3Kg	1,9Kg
Prix	107€	129€

CM EI 0W6, qualité M6X recuit, en 35/100°, enroulement sandwichés, BP: 20Hz à 80KHz, à encastrer capot noir

De sortie, pour amplis à lampe «push-pull»

Circuit magnétique : EI, qualité «M6X à grains orientés» recuit, en 35/100°, BP: 30Hz à 60KHz ±1dB, à encastrer capot noir, prise écran à 40% sur enroulement primaire, enroulement sandwichés; impédance 3500, 5000, 6600, 8000 ohms

Pour ampli de:

Puissance	35W	65W	75W	100W
Série	EPP35	EPP65	EPP75	EPP100
Poids	1.7Kg	3,3Kg	4.5Kg	6.70Kg
Prix	131€	162€	203€	245€

Circuit magnétique:«double C», enroulement sandwichés, BP:15Hz à 80KHz±1dB, moulé dans boitier noir, prise écran à 40% sur enroulement primaire. impédance 3500, 5000, 6600, 8000 ohms

Pour ampli HAUT DE GAMME «double C» (*)

Puissance	35W	65W	100W
Série	CPHG35	CPHG65	CPHG100
Poids	2.8Kg	5.5Kg	6.8Kg
Prix	158€	275€	338€

Station de soudage WELLER WS81

Description : Station de soudage analogique 80 W, 230 V, avec fer à souder WSP80, 80 W.

- Régulation électronique analogique pour fer à souder jusqu'à 80 W
- Température réglable de 150°C à 450°C
- Réglage de température par potentiomètre gradué
- Protection classe 1
- Boîtier antistatique
- Equilibrage de potentiel (mise à la terre directe d'origine)
- Reconnaissance automatique des outils
- Dimensions: 166 x 115 x 101 mm (L x W x H)

Fer à souder 80 W, 24 V avec panne LT B

Prix en baisse

238 €

Exemple de panne ultra-fine LT1S, utilisable sur ce fer 5,50€

A=0,4mm
B=0,15mm

Auto-transformateur 230V > 115V

Equipé côté 230V d'un cordon secteur longueur 1,30m avec une fiche normalisée 16 amp. 2 pôles+ terre, et côté 115V d'un socle américaine recevant 2 fiches plates + terre. Fabrication française.

ATNP350 - 350VA -3,4Kg - 65€
ATNP630 - 630VA -4,2Kg - 95€
ATNP1000 - 1000VA - 8Kg - 125€
ATNP1500 - 1500VA - 9Kg - 159.50€
ATNP2000 - 2000VA - 13,5Kg - 199€

Auto-transformateur 230 > 115V Importation

45VA - 11€ 100VA - 21€ 300VA - 46€

Auto-transformateur 115 > 230V Importation

Auto-transfo pour utilisation aux USA, japon (tension secteur 110V). Fiche mâle type US, sortie 220V type SCHUKO (Ger)

45W	11€
100W	21€
300W	39€

Dimensions identiques aux modèles 45 et 100VA ci-dessus

Potentiomètres axe cannelé

Série de potentiomètres, avec axe fendu diam. 6mm pour boutons de type international. Version de qualité avec fixation par écrou et picots pour circuit imprimé. Angle de rotation : 300° ±5°.

Mono linéaire
1K, 5K, 10K, 20K, 50K, 100K, 200K, 500K, 1M ...2.50€

Mono logarithme
1K, 5K, 10K, 20K, 50K, 100K, 200K, 500K, 1M ...2.50€

Stéréo linéaire
10K, 50K, 100K, 500K ...3.80€

Stéréo logarithme
10K, 50K, 100K, 500K ...3.80€

Bouton pour axe cannelé

Bouton entièrement en plastique, noir pour le corps, couleur sur le dessus et le repérage, diamètre à la base du bouton 15,5mm
Ne s'adapte pas au potentiomètre à axe lisse

1,20€ pièce

Boutons pour axe fendu axe de 6mm et cannelé. Repère doré.

Ø15mm, h18mm	2.50€	Ø30mm, h18mm	2.80€
Ø20mm, h18mm	2.50€	Ø40mm, h18mm	3.50€
Ø25mm, h18mm	2.50€		

Notre site internet : www.stquentin-radio.com

VM151- 49€ contrôleur bandeau LED

Convient parfaitement pour usage avec des flexibles à LED

Caractéristiques
convient pour des ampoules à incandescence comme pour des LED, effets à transition directe: poursuite, stroboscope, boucles, etc... effets à transition progressive: transition de couleurs, effet flamme, couleurs arbitraires, extinction lente, etc. vitesse des effets réglable. mémorisation de l'effet et de la vitesse sélectionnés en dernier. 5 chartes de couleur paramétrables, sorties à MOSFET
dimensions: + 80 x 70 x 23mm

Bandeau de LED, souple, adhésif, protégé par une couche de silicone transparente. couleur : rouge, vert, jaune ambrée, bleu, blanc et RVB,

Nouvelle couleur en stock

19€ (longueur 50cm)

Bandeau bleu, rouge, jaune ambré, vert ou blanc

Caractéristiques : largeur bandeau : 10mm
épaisseur bandeau : 3 mm environ
Alimentation 12V=, (non fournie).
3 LED par longueur de 5cm (20mA)
(vendu par longueur de 50cm) Longueur ruban max : 5 mètres

26€ (longueur 50cm)

Bandeau RVB
3 LED par longueur de 10cm
(vendu par longueur de 50cm)

Caractéristiques :largeur bandeau : 12mm épaisseur bandeau : 3 mm environ. Alimentation : 12V= (non fournie)

Câble haut-parleur (udv = 1mètre)

Version éco, type sindex, transparent et repéré.

2 x 0,75mm²	0,80€
2 x 1,5mm²	1,50€
2 x 2,5mm²	2.20€
2 x 4mm²	3,00€

Version éco, type sindex, repéré rouge et noir.

2 x 0,50mm²	0,60€
2 x 0,75mm²	0,80€
2 x 1mm²	1.00€
2 x 1,5mm²	1.50€
2 x 2,5mm²	2,20€
2 x 4mm²	3.20€

Marque CULLMANN, OFC, extra souple, type sindex, transparent et repéré.

2 x 0,75mm²	0,75€
2 x 1,5mm²	1,60€
2 x 2,5mm²	2,50€
2 x 4mm²	3,50€
2 x 6mm²	4,60€

Idem ci-dessus, mais argenté
2 x 1,5mm² 2,50€

MOGAMI, OFC, câble rond noir

3103 - 2 x 4mm², Ø 12,5mm	12€
2921 - 4 x 2,5mm², Ø 11,8mm	14€
3104 - 4 x 4mm², Ø 15mm	18€
3082 - 2 x 2mm², Ø 6,5mm (type coaxial)	4,50€

Fil de câblage : extra/extra souple OFC

0,10mm² rouge, noir	0,80€/ml
0,25mm² rouge, noir, jaune,vert, bleu	0,75€/ml
0,5mm² rouge, noir, jaune,vert, bleu, blanc	0,90€/ml
1mm² rouge, noir, jaune,vert, bleu, blanc	1,40€/ml
2,5mm² rouge, noir, jaune,vert, bleu	1,90€/ml

Solde * sur des coffrets métalliques ESM, ainsi que sur des transformateurs étrier et moulés

* dans la limite des stocks

Horaire d'ouverture : du lundi au vendredi de 9h30 à 12h30 et de 14h à 18h30. Le samedi fermeture à 18h. Entrée dernier client : 10mn avant la fermeture

Expédition mini 20€ de matériel. Expédition Poste ou GLS(à préciser lors de votre commande) : 7€ ; + 2 € par objets lourds (coffrets métal, transfo etc..). CRBT +7,00€ en plus (uniquement pour la Poste). Paiement par chèque ou carte bleue.

KICAD

Gestion des librairies de modules

Dans cette neuvième partie de notre série d'articles consacrés au logiciel Kicad, nous abordons la gestion des librairies de modules, un chapitre important et indispensable.

Un module est l'empreinte exacte du composant qu'elle est censée représenter sur l'implantation du circuit imprimé. Pour le dessin de notre circuit imprimé, nous avons utilisé des modules existants et disponibles dans la librairie « nativement » bien fournie. Que se passera-t-il si nous avons à placer un composant dont le module ne se trouve pas dans une des librairies mise à notre disposition ? La réponse évidente est qu'il va falloir le créer de toutes pièces. C'est pour cela que les programmes « d'édition » et de « gestion » de bibliothèques sont présents dans PCBNEW. Lequel gère différentes librairies simultanément. Lorsque l'on charge un module, l'ensemble des librairies qui apparaît dans la liste est analysé jusqu'à trouver le module (ou le premier module s'il existe dans plusieurs librairies).

Une information qui a toute son importance dans PCBNEW. On appelle « librairie active » la librairie sélectionnée dans Module Editor (ou **ModEdit**), dans laquelle se font les diverses actions que nous décrirons au fur et à mesure que nous avancerons dans les procédures d'utilisation.

ModEdit permet donc l'édition et la création de modules, c'est-à-dire :

- ajout et suppression de pastilles;
- édition des caractéristiques de ces pastilles (formes, couches) pour chaque pastille ou toutes les pastilles du module;
- édition, ajout et modification des éléments graphiques (contours, textes);
- édition des champs (valeur, référence ...);
- édition de la documentation associée (description, mots clés).

À cela, s'ajoute la maintenance de la librairie active qui permet de :

- gérer la liste des modules de la librairie active;
- effacer un module de cette librairie;
- sauvegarder un module dans cette libraire;
- sauvegarder tous les modules différents d'un circuit imprimé.

On peut aussi créer une nouvelle librairie.

En réalité, une librairie de modules est constituée de deux fichiers qui sont :

- la librairie elle-même (fichier d'extension.**lib**);
- la documentation associée (fichier d'extension.**dcm**).

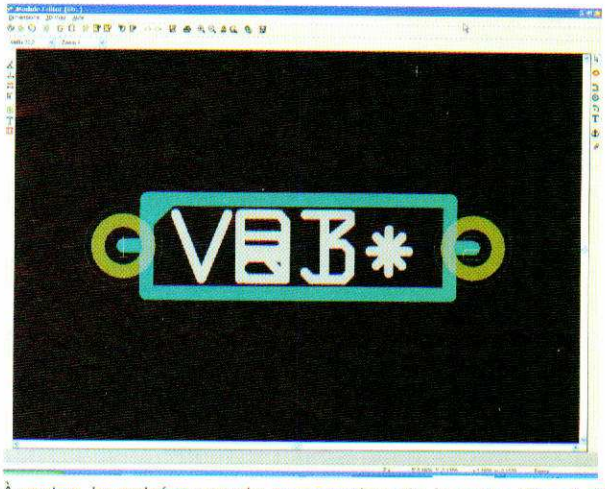
Le fichier « documentation » est toujours recréé à chaque modification du fichier .lib correspondant, de sorte qu'en cas de perte, il peut être facilement régénéré. Il sert à accélérer les accès aux documentations des modules.

ModEdit : l'éditeur de modules

Pour accéder à **ModEdit**, deux commandes sont à notre disposition :

- soit directement par l'icône de la barre d'outils principale de Pcbnew;
- soit à travers le menu d'édition du module courant dans Pcbnew, bouton « **Ouvrir Editeur de Module** ».

Une fois lancé, ModEdit présente sa fenêtre de travail comme représenté en **figure 131**.

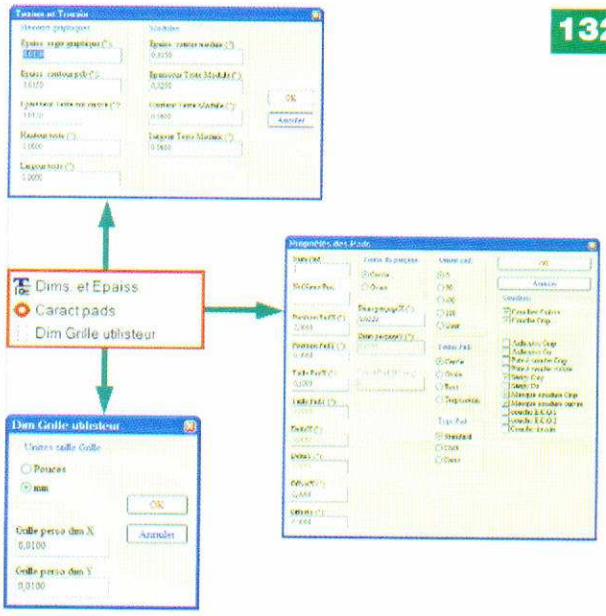


131

À noter, la cohérence de conception de la suite Kicad. En effet, quel que soit le module sollicité, la présentation demeure constante.

Nous sommes allés chercher dans la librairie un module simple : une résistance référencée R3.

Parcourons maintenant les différents menus afin de faire connaissance avec l'éditeur de modules et les trois sous-menus du menu « **Dimensions** » (**figure 132**).



132

Nous nous intéresserons ultérieurement au second menu nommé « **3D Visu** ».

Menu Dims. et Epaiss.

Un clic gauche sur le sous-menu **Dims. et Epaiss.** pour faire apparaître la fenêtre **Textes et Tracés**.
Il s'agit d'un ensemble de paramétrages mis à la disposition du concepteur de circuits imprimés.
Cela concerne particulièrement les paramètres suivants :

- épaisseur des segments graphiques et contours de dessin;
- épaisseur du texte sur cuivre et sur module;
- largeur et hauteur des caractères du texte sur cuivre et sur module.

Menu Propriétés des Pads

La fenêtre de ce sous-menu comporte un nombre important de paramètres à renseigner qui sont :

- les formes du pad : circulaire, rectangulaire, carré, ovale, trapézoïdale…
- diamètre du trou de perçage;
- orientation angulaire du pad;
- à quelle couche il appartient;
- quel type de pad : composant CMS ou classique;
- les offsets dimensionnels (écartement entre pistes ou pastilles).

Menu Dims. Grille utilisateur

Celui-ci est simple car il s'agit d'indiquer l'unité de mesure en pouces ou en millimètres et le pas pour la grille de travail. Le tableau de la **figure 133** complète les explications précédentes.

Editeur de modules : menu Dimensions		
	Dims. Et Epaisseur.	Donne accès au sous-menu des paramètres de dimensions et d'épaisseurs des tracés et des textes.
	Caract. pads	Sous-menu des toutes les caractéristiques des Pads configurables
	Dim. Grille utilisateur	Indication de l'unité de mesure à utiliser et les dimensions de la grille de travail.

133

Barre d'outils de gauche

Le tableau de la **figure 134** rassemble la plupart des commandes en icônes du menu « Dimensions et épaisseurs ».

Menu Editeur de modules : Barre d'outils de gauche		
	Suppression de l'affichage de la grille	Commande de visualisation de la grille ou non sur l'espace de travail. Fonction bascule un clic gauche pour voir la grille et un second clic pour qu'elle disparaisse.
	Affichage des coordonnées polaires.	Commande à bascule : un clic gauche pour visualiser les coordonnées polaires en bas de l'écran et un autre clic pour faire disparaître les indications.
	Unités = pouce	La sélection de cette icône affiche toutes les dimensions en pouce (1 pouce = 25,4 mm)
	Unités = mm	La sélection de cette icône affiche toutes les dimensions en millimètre.
	Sélection de la forme du curseur	Permet la sélection de la forme du curseur, soit une petite croix ou soit une croix prenant toute la hauteur et toute la largeur de l'espace de travail qui facilite l'alignement sur un large espace.
	Afficher pastilles en contour	Commute l'affichage des pastilles en mode contour.
	Afficher textes en contour	Affiche les pastilles en mode contour.
	Afficher modules en contour	Affiche les contours des composants, en mode contour. Cette fonction est très pratique pour visualiser la construction des modules, laissant apercevoir la structure.

134

Du déjà vu pour la plupart des commandes lors des précédentes parties de l'étude, par conséquent aucune difficulté. Les trois dernières commandes traitent du contour des pastilles, du texte et du module à traiter.

Barre d'outils supérieure (principale)

Cette barre d'outils est beaucoup plus fournie que la gauche ou la droite. Logique puisqu'il s'agit de la panoplie générale d'outils.
Le tableau de la **figure 135** détaille les différentes commandes disponibles et leur utilité dans le processus de création de modules.

135

Menu Editeur de modules : barre d'outils supérieure		
	Sélection de la librairie de travail	Cette commande a pour effet d'ouvrir la fenêtre de librairie active de travail et de visualiser le contenu de la bibliothèque.
	Sauver module en librairie de travail	Sauver le module courant dans la librairie active.
	Créer une nouvelle librairie et y sauver le composant	Créer une nouvelle librairie et y sauver le module courant.
	Supprimer composant en librairie de travail	Supprimer un module de la librairie active.
	Nouveau module	Créer un nouveau module.
	Charger un module à partir de la bibliothèque	Charger un module à partir de la librairie courante.
	Charge module à partir du C.I.	Charger (importer) un module à partir du circuit imprimé en cours de création.
	Remplace module dans le C.I.	Exporter le module édité vers le circuit imprimé. Ce module a été importé du circuit imprimé, il remplacera le module correspondant dans celui-ci (avec conservation de la position et de l'orientation) Si ce module a été chargé depuis une librairie, il sera copié dans le circuit imprimé en position 0.
	Placer module dans le C.I.	Placer directement un module dans le circuit imprimé.
	Importer module	Importer un module d'un fichier créé par la commande Export ( ).
	Exporter module	Exporter un module. Cette commande est identique à la commande de création de librairie. La seule différence est que crée une librairie dans le répertoire courant, et que crée une librairie dans le répertoire des librairies (*kicad/modules*)
	Défait dernière édition	Retour arrière de la dernière commande effectuée en annulant celle-ci.
	Refait la dernière commande défaite	Commande pour refaire la dernière commande défaite.
	Propriétés du module	Liste de toutes les propriétés du module.
	Imprimer le module	Sortie sur une imprimante du module créé.
	Zoom + (F1)	Commandes classique du Zoom +.
	Zoom - (F2)	Commandes classique du Zoom -.
	Redessin (F3)	Redessin après avoir effectué des modifications sur un module. Il assure un nettoyage complet des restes de dessin.
	Zoom automatique	Non utilisé.
	Caract. pads	Appel de la fenêtre des caractéristiques du pad pointé par la souris.
	Test module	Non utilisé

Les trois premières commandes concernent la gestion des bibliothèques : sélection d'un module, sauvegarde des modules créés ou modifiés, puis création d'une librairie. Les cinq suivantes sont attachées à la modification ou à la création de modules. Les deux icônes suivantes traitent l'importation et l'exportation des modules à partir de (la) ou (des) bibliothèque(s).
Enfin, les huit suivantes ont un air de déjà vu et gèrent l'impression, le redessin, le zoom, les caractéristiques des modules et pads.

Barre d'outils de droite

Cette barre d'outils (**figure 136**) offre la trousse à outils de création de modules et permet l'accès aux outils pour :

Menu Editeur de modules : barre d'outils de droite		
	Retrouver le pointeur d'origine	Permet de rafraîchir la fonction du pointeur de la souris en supprimant la dernière commande sélectionner. Exemple, si on a sélectionné l'icône de placement de pads, cette fonction annulera la commande en cours.
	Addition de pins	Génération de pastilles (pads) pour le circuit imprimé. Les caractéristiques des pastilles sont établies par le menu Dimensions.
	Addition de lignes ou polygones graphiques	Outil de dessin de segments et polygones pour dessiner les contours des composants
	Addition de graphiques (cercles)	Outil de dessin de cercles graphiques pour dessiner les contours des composants
	Addition de graphiques (arc de cercle)	Outil de dessin d'arc de cercles graphiques pour dessiner les contours des composants
	Ajout de texte	Ajout de texte pour les modules
	Place ancre	Placement de l'ancre du module
	Suppression d'éléments	Outils de suppression d'éléments du module en cours de création ou de modification.

136

- le placement des pastilles (Pads);
- le placement d'éléments graphiques (contours, textes);
- le positionnement de l'ancre;
- l'effacement d'éléments présents dans le module.

Aucune particularité nécessitant des explications, tout cela sera étudié lors de la création de nos modules.

Les menus contextuels

Nous sommes en terrain connu. Rappelez-vous, pour notre circuit imprimé de formation, nous avions exploité ces menus directs. Alors faisons le tour de ces menus de l'éditeur de module.

Menu contextuel général

Nous avons déjà exploité ces commandes générales.
En effet, la **figure137** liste huit commandes directes déjà exploitées avec notre circuit imprimé. Par conséquent, passons au suivant.

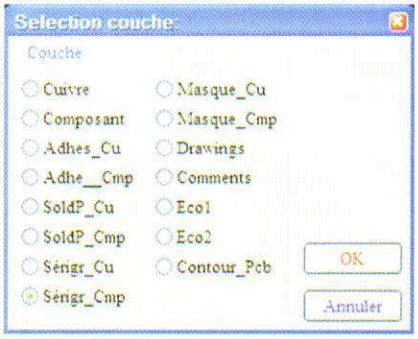
137

Menu contextuel Contour

Encore une fois, rien de bien compliqué dans ce menu.
Ce sont les trois premières commandes qui sont nouvelles. Il s'agit de : déplacer, éditer, effacer les contours (**figure 138**).

138

Puis, le sous-menu **Editer** nous propose d'ajuster les épaisseurs des tracés et d'assigner le module à une couche du circuit imprimé, comme le montre la **figure 139**.



139

Menu contextuel Pads

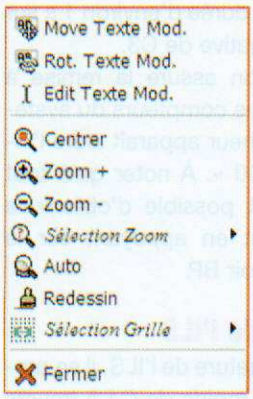
Toujours pas de difficulté particulière, c'est formidable.
Ce menu sert à déplacer, éditer, donner les caractéristiques, exporter et supprimer les pads.
Tout est simple dans ce module d'édition de composants (**figure 140**).

140

Pour les autres lignes de commandes, je ne vous ferai pas l'affront d'une explication, c'est du déjà vu.

Menu contextuel Pads

La **figure 141**, tout comme la précédente, est simple.



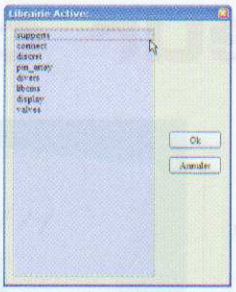
141

On peut déplacer, effectuer des rotations et éditer les différents caractères en alphanumérique.

Accès à la librairie active

Parcourons la librairie :

362 - Clic gauche sur l'icône **Sélection de la librairie de travail**. La fenêtre de la **figure 142** apparaît.



142

On peut voir la liste des rubriques de l'organisation interne de la bibliothèque. Si on prévoit de créer des modules, on a le choix entre les placer au bon endroit dans la bibliothèque native ou en créer une nouvelle plus personnalisée. Au cours de notre prochain article, nous passerons à la pratique en créant plusieurs modules de types différents. En attendant, exercez-vous à manipuler les commandes et menus. Je vous recommande tout particulièrement de vous servir de l'éditeur pour créer toutes sortes de pastilles, de formes et de dimensions différentes. Explorez aussi les propriétés des modules pour vous familiariser avec les paramètres qui composent chaque élément d'un module.

Gabriel KOSSMANN
gabriel.kossmann@orange.fr

Remerciements de l'auteur à Jean-Pierre Charras pour sa précieuse aide

Mesureur de distances

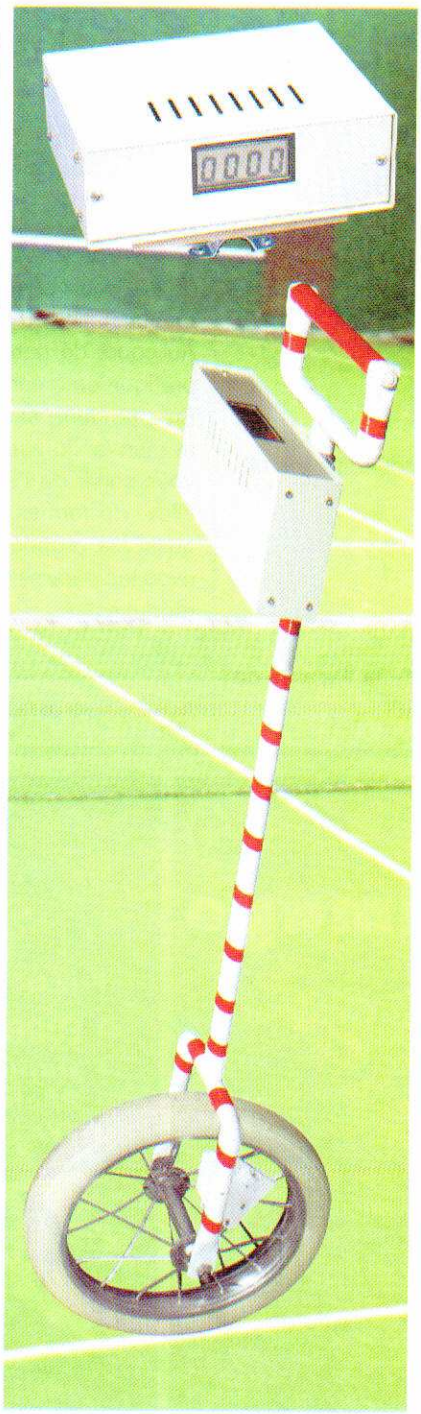
Ce montage permet la mesure de distances relativement importantes, au mètre près. Il s'avère particulièrement pratique pour tout ce qui touche à l'arpentage, au calcul des surfaces des terrains ou encore à la détermination des longueurs de parcours sportifs, par exemple.

Une roue guidée par un bâti adapté permettant un maniement simple de l'appareil se déplace sur le sol. Elle comporte, au niveau de sa jante, un aimant permanent qui défile devant un ILS (interrupteur à lames souples) placé sur la fourche de guidage. Les fermetures périodiques de ce dernier mettent ainsi en évidence le nombre de tours qu'effectue la roue lors d'un parcours donné. Voilà pour la partie mécanique (**figure 1**).
L'électronique prend ensuite le relais. Chaque tour de roue correspond en fait à un nombre précis, exprimé en millimètres, correspondant à la circonférence. C'est ce nombre qui est incrémenté par un dispositif de comptage.
Par la suite et après avoir effectué une division par 1000, le résultat du comptage parvient à un afficheur à cristaux liquides de quatre digits, ce qui permet un affichage maximal de 9999 mètres. En fait, la capacité de mesure n'est pas limitée par cette valeur. Lors de l'incrémentation suivante, l'affichage entreprend un nouveau cycle en passant par la valeur zéro.

Fonctionnement

Alimentation

La source d'énergie est une pile de 9 V qu'un interrupteur met en service. Le découplage entre la pile et la partie aval du montage est assuré par la capacité C1 (**figure 2**).



Étant donné le recours à un affichage à cristaux liquides, la consommation est vraiment réduite au minimum : environ 2 mA. Il en résulte une autonomie très importante du mesureur.

Initialisation lors de la mise sous tension

Lors de la fermeture de l'interrupteur « I », la capacité C3 se charge à travers R1. Il en résulte une impulsion positive d'une durée d'environ 1 s sur l'armature négative de C3.
Cette impulsion assure la remise à zéro de tous les compteurs du système. Sur l'afficheur apparaît alors l'indication « 0000 ». À noter qu'à tout moment il est possible d'obtenir le même résultat en appuyant sur le bouton-poussoir BP.

Fermeture de l'ILS

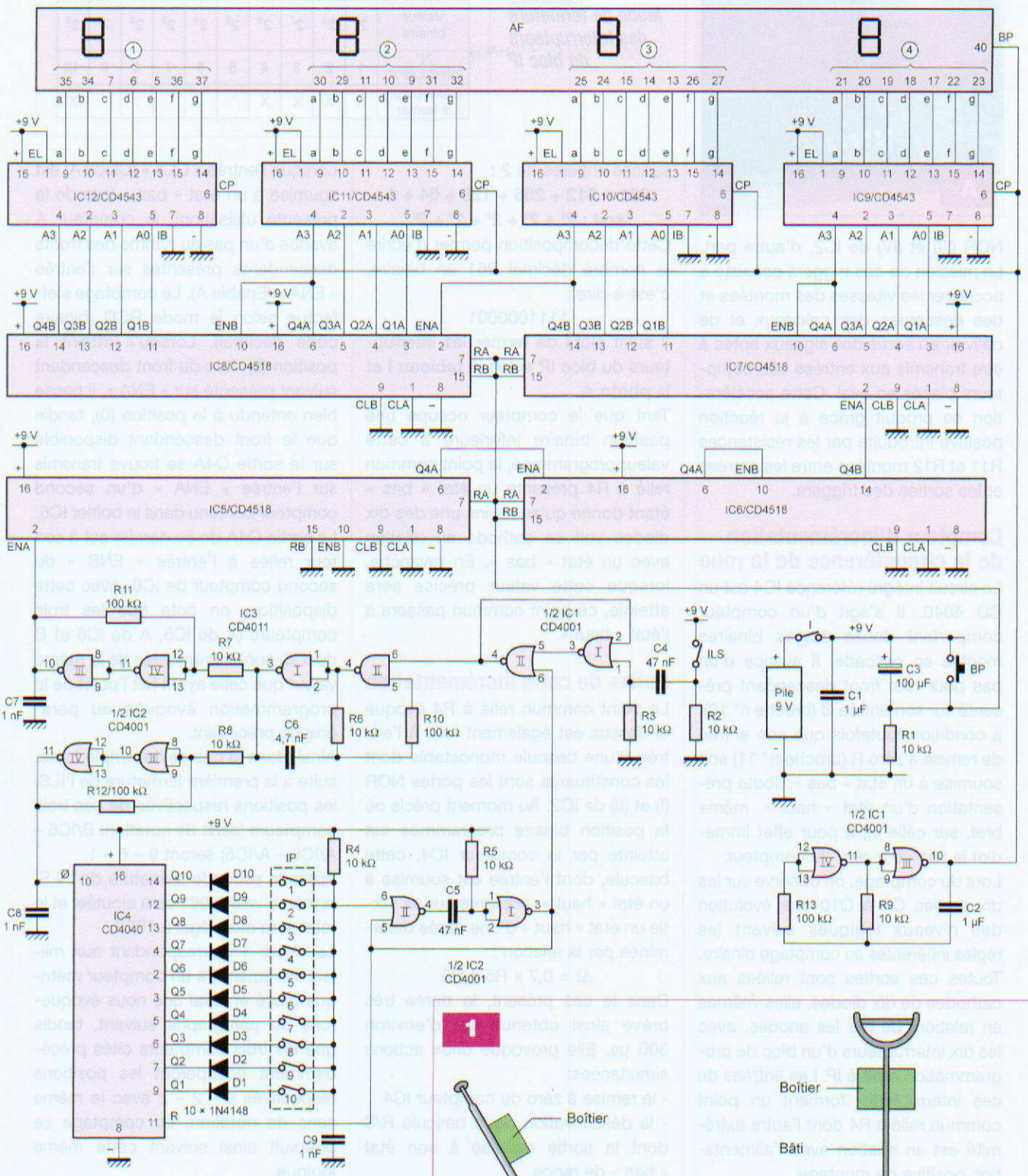
A chaque fermeture de l'ILS, il se produit la charge rapide de C4 à travers R3. En règle générale, cette fermeture est très brève : de l'ordre de quelques millisecondes. L'impulsion positive qui en découle est aussitôt acheminée sur l'entrée d'une bascule R/S (Reset/Set), constituée des portes NOR (I) et (II) de IC1.
Rappelons que toute impulsion positive sur l'entrée (1) d'une telle bascule a pour effet de faire passer sa sortie (4) à un état « haut » stable. Cette sortie repasse à l'état « bas » seulement quand l'entrée (6) de la bascule est soumise à son tour à une impulsion positive.
Nous verrons ultérieurement dans quelles conditions cela se produit.
Lorsque l'ILS s'ouvre, la capacité C4 se décharge à travers R2 et R3 de manière à être prête pour remplir son rôle lors de la prochaine fermeture de l'ILS.

Génération des signaux de comptage

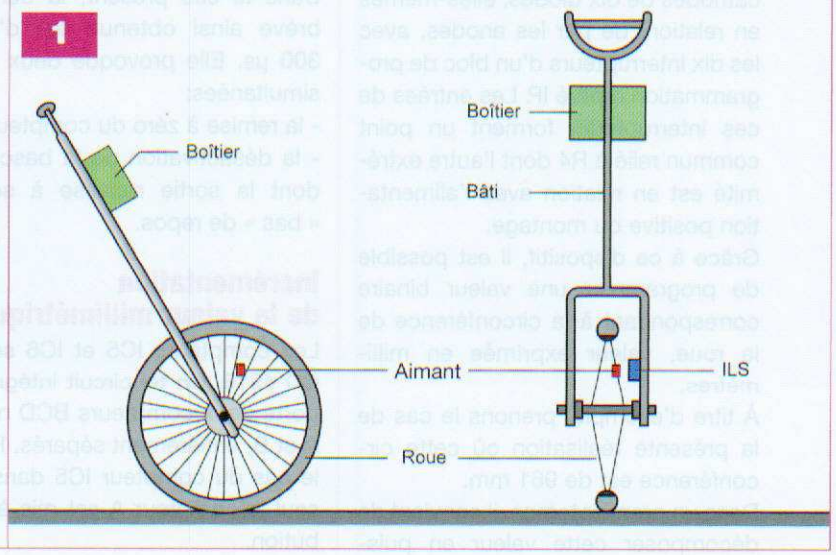
Les portes NAND (I) et (II) de IC3 forment un oscillateur « commandé » qui est opérationnel tant que son entrée (6) est soumise à un état « haut ». Si tel est le cas, on relève sur sa sortie des créneaux de forme carrée dont la période est déterminée par les valeurs de R6 et C6. Plus précisément, cette période se calcule par le biais de la relation :

$$T = 2{,}2 \times R6 \times C6$$

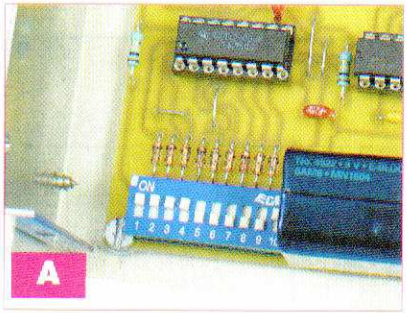
Le lecteur vérifiera que la valeur obtenue est de 100 µs, ce qui correspond à une fréquence de 10 kHz.
Les signaux sont ensuite pris en compte par deux triggers de Schmitt formés par les portes NAND (III) et (IV) de IC3, d'une part, et par les portes


AF
BP
IC12/CD4543
IC11/CD4543
IC10/CD4543
IC9/CD4543
IC8/CD4518
IC7/CD4518
IC5/CD4518
IC6/CD4518
IC3 CD4011
1/2 IC1 CD4001
1/2 IC2 CD4001
IC4 CD4040
10 × 1N4148
Pile 9 V
ILS
IP
+9 V

1


Boîtier
Bâti
Aimant
ILS
Roue

2



NOR (III) et (IV) de IC2, d'autre part. La mission de ces triggers consiste à accélérer les vitesses des montées et des descentes des créneaux et de délivrer en sortie des signaux aptes à être transmis aux entrées des compteurs placés en aval. Cette accélération se produit grâce à la réaction positive introduite par les résistances R11 et R12 montées entre les entrées et les sorties des triggers.

Compteur d'incrémentation de la circonférence de la roue

Le circuit intégré référencé IC4 est un CD 4040. Il s'agit d'un compteur comportant douze étages binaires montés en cascade. Il avance d'un pas pour tout front descendant présenté sur son entrée Ø (broche n° 10), à condition toutefois que son entrée de remise à zéro R (broche n° 11) soit soumise à un état « bas ». Toute présentation d'un état « haut », même bref, sur celle-ci, a pour effet immédiat la remise à zéro du compteur.

Lors du comptage, on observe sur les dix sorties Q1 à Q10 une évolution des niveaux logiques suivant les règles inhérentes au comptage binaire. Toutes ces sorties sont reliées aux cathodes de dix diodes, elles-mêmes en relation, de par les anodes, avec les dix interrupteurs d'un bloc de programmation repéré IP. Les entrées de ces interrupteurs forment un point commun relié à R4 dont l'autre extrémité est en relation avec l'alimentation positive du montage.

Grâce à ce dispositif, il est possible de programmer une valeur binaire correspondant à la circonférence de la roue, valeur exprimée en millimètres.

À titre d'exemple, prenons le cas de la présente réalisation où cette circonférence est de 961 mm.

Dans un premier temps, il convient de décomposer cette valeur en puissances entières de 2 :

$$961 = 512 + 256 + 128 + 64 + 1$$

$$\text{soit : } 2^9 + 2^8 + 2^7 + 2^6 + 2^0$$

Cette décomposition permet d'écrire le nombre décimal 961 en binaire, c'est-à-dire :

1111000001

Il suffit alors de fermer les interrupteurs du bloc IP selon le **tableau I** et la **photo A**.

Tableau I
Mode de fermeture des interrupteurs du bloc IP

Valeur binaire	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
N° Interrupteur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Interrupteur à fermer	X	X	X	X						X

Tant que le compteur occupe une position binaire inférieure à cette valeur programmée, le point commun relié à R4 présente un état « bas » étant donné qu'au moins une des dix diodes voit sa cathode en relation avec un état « bas ». En revanche, lorsque cette valeur précise sera atteinte, ce point commun passera à l'état « haut ».

Suites de cette incrémentation

Le point commun relié à R4 évoqué ci-dessus est également relié à l'entrée d'une bascule monostable dont les constituants sont les portes NOR (I) et (II) de IC2. Au moment précis où la position binaire programmée est atteinte par le compteur IC4, cette bascule, dont l'entrée est soumise à un état « haut », présente sur sa sortie un état « haut » d'une durée déterminée par la relation :

$$\Delta t = 0{,}7 \times R5 \times C5$$

Dans le cas présent, la durée très brève ainsi obtenue est d'environ 300 µs. Elle provoque deux actions simultanées:

- la remise à zéro du compteur IC4
- la désactivation de la bascule R/S dont la sortie repasse à son état « bas » de repos.

Incrémentation de la valeur millimétrique

Les compteurs IC5 et IC6 sont des CD 4518. Un tel circuit intégré comporte deux compteurs BCD nommés A et B, entièrement séparés. Prenons le cas du compteur IC5 dans lequel seul le compteur A est mis à contribution.

Lorsque l'entrée « CLA » (Clock A) est soumise à un état « bas » (cas de la présente utilisation), le compteur A avance d'un pas au rythme des fronts descendants présentés sur l'entrée « ENA » (Enable A). Le comptage s'effectue selon le mode BCD (binaire codé décimal). Lorsqu'il atteint la position (9), lors du front descendant suivant présenté sur « ENA », il passe bien entendu à la position (0), tandis que le front descendant disponible sur la sortie Q4A se trouve transmis sur l'entrée « ENA » d'un second compteur contenu dans le boîtier IC6. La sortie Q4A de ce dernier est à son tour reliée à l'entrée « ENB » du second compteur de IC6. Avec cette disposition, on note que les trois compteurs (A de IC5, A de IC6 et B de IC6) sont incrémentés de la même valeur que celle ayant fait l'objet de la programmation évoquée au paragraphe précédent.

Ainsi, dans le cas de l'exemple traité, suite à la première fermeture de l'ILS, les positions respectives de ces trois compteurs (sens de notation: B/IC6 – A/IC6 – A/IC5) seront 9 – 6 – 1.

Après la seconde fermeture de l'ILS, la même valeur 961 sera ajoutée et le total sera alors égal à 1922.

La valeur 1 (correspondant aux milles) incrémentera un compteur métrique placé en aval que nous évoquerons au paragraphe suivant, tandis que les trois compteurs cités précédemment occuperont les positions respectives 9 – 2 – 2 avec le même sens de notation. Le comptage se poursuit ainsi suivant cette même logique.

Incrémentation de la valeur métrique

Les circuits intégrés IC7 et IC8, toujours des CD 4518, forment un ensemble de quatre compteurs correspondant au comptage métrique des :

- unités pour le « compteur A » de IC7
- dizaines pour le «compteur B» de IC7

- centaines pour le «compteur A» de IC8
- mille pour le « compteur B » de IC8.

Le compteur des unités (« compteur A » de IC7) reçoit les fronts descendants délivrés par la sortie Q4B de IC6 par l'intermédiaire de son entrée « ENA ». On notera que l'ensemble des entrées de remise à zéro (RA et RB) de tous les compteurs est soumis à l'impulsion positive d'initialisation qui se produit lors de la mise sous tension du montage. De même, tous ces compteurs peuvent être remis à zéro à tout moment par un simple appui sur le bouton-poussoir BP.

Décodage et affichage

Les sorties Qn de l'ensemble formé par IC7 et IC8 sont reliées, pour un compteur donné, aux quatre entrées A0 à A3 des quatre circuits décodeurs référencés IC9 à IC12. Il s'agit de CD 4543 qui sont des décodeurs BCD → 7 segments plus particulièrement destinés à « driver » un affichage à cristaux liquides.

Il convient, en effet, de rappeler que ce type d'affichage nécessite une alimentation des segments en alternant sans cesse les états « haut » et les états « bas », contrairement aux segments constitués par des leds. C'est la raison pour laquelle un oscillateur formé par les portes NOR (III) et (IV) de IC1 génère en permanence des créneaux sous une fréquence de l'ordre de 45 Hz.

La sortie de cet oscillateur est reliée, d'une part, au point « BP » (backplane) de l'afficheur sept segments comportant quatre digits et, d'autre part, aux entrées « CP » des décodeurs.

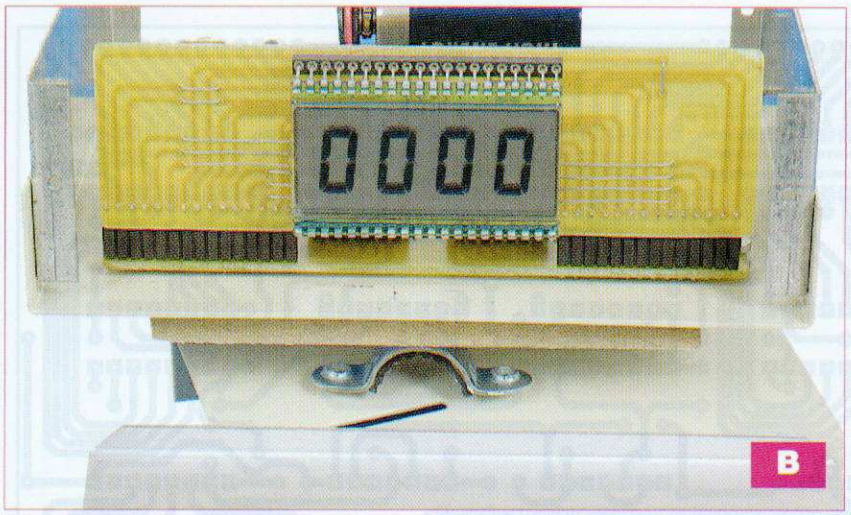
La logique de fonctionnement est fort simple. Si un segment donné doit être actionné, il faut et il suffit que son entrée de commande « CP » et la broche « BP » de l'afficheur soit soumises à des niveaux logiques opposés.

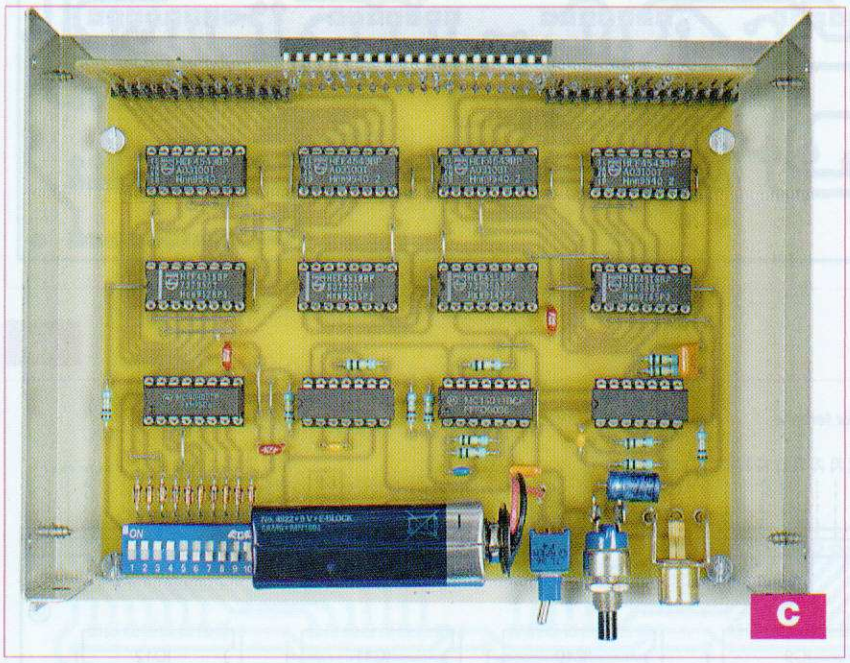
Les limites du mesureur

Vitesse maximale de déplacement de la roue

La vitesse maximale que l'utilisateur du mesureur ne devra pas dépasser est essentiellement liée à la fréquence des signaux de comptage.

Plus exactement, lorsqu'une fermeture de l'ILS s'effectue, il est indispensable que l'incrémentation correspondant au cycle précédent soit achevée. On peut calculer cette vitesse maximale limite.





Soit **D** (en mm) le diamètre de la roue, **V** (en km/h) la vitesse de déplacement de l'utilisateur et **F** (en Hz) la fréquence de comptage.

Pour un tour de roue, la distance parcourue est de **π D** (mm). La durée correspondant à ce parcours est donc de :

$$\Delta t\ (s) = \frac{\text{Distance (mètres)}}{\text{Vitesse (m/s)}}$$

Soit :

$$\Delta t\ (s) = \frac{\Pi D / 10^3}{10^3 \times V / 3600} = \frac{3{,}6\ \Pi D}{1000\ V}$$

Le nombre (exprimé en mm) à incrémenter, c'est-à-dire le nombre de périodes étant de **π D** (mm), on peut calculer la valeur de la période **T** :

$$T = \frac{\Delta t\ (s)}{\Pi D} = \frac{3{,}6}{1000\ V}$$

D'où la valeur de la fréquence F :

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1000\ V}{3{,}6}$$

En définitive, on peut exprimer V :

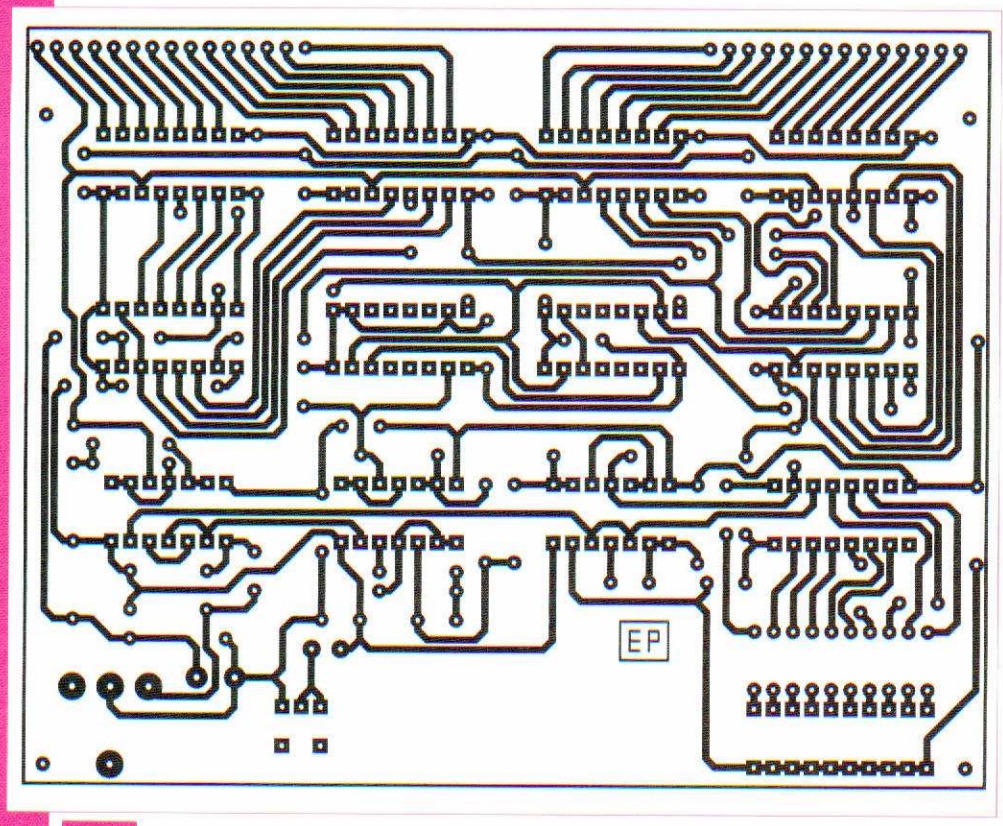
V = 0,0036 F

Nous avons vu que la fréquence de comptage était de 10 kHz. En conséquence, la valeur maximale de V est de **36 km/h**.

Il n'y a donc pas de problème de ce côté. Même un coureur de niveau olympique aurait du mal à atteindre cette limite...

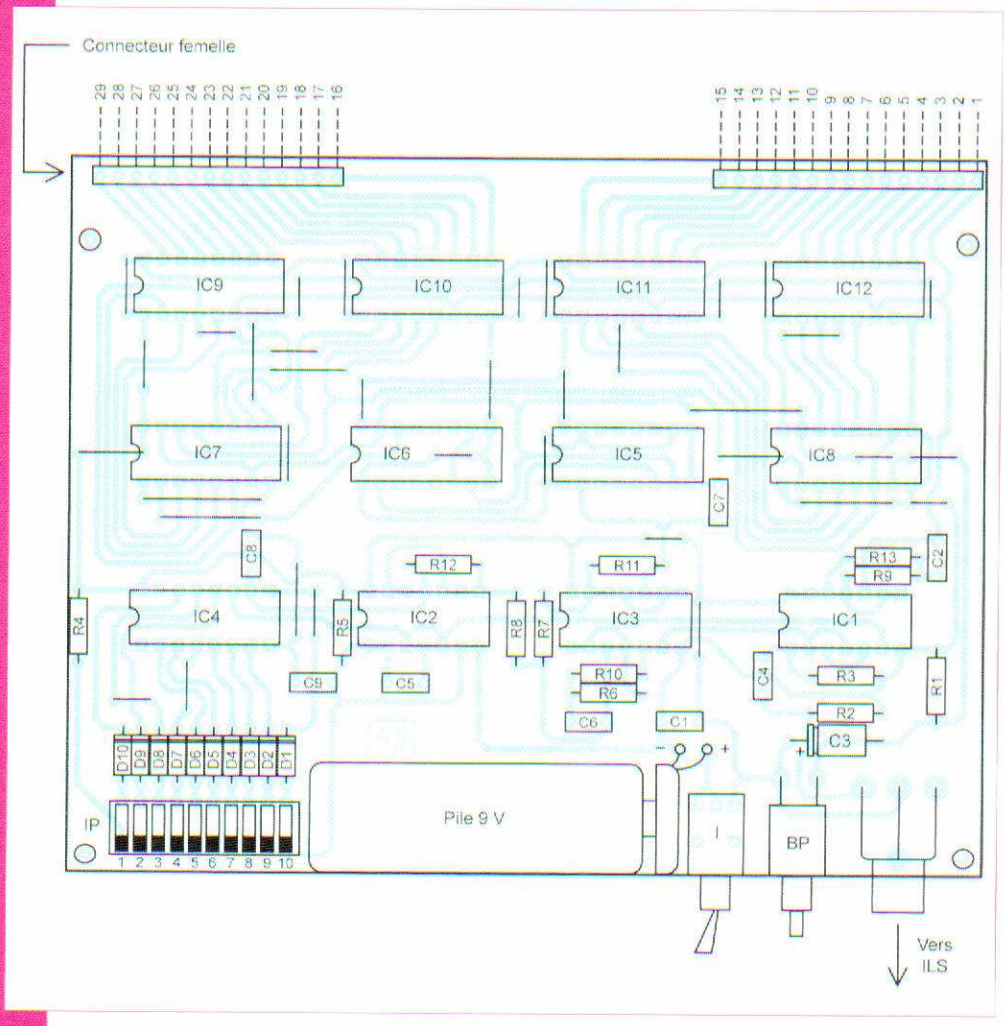
Diamètre maximal de la roue

Une autre limite est le diamètre maximal de la roue. C'est le nombre maxi-



3a

4a



Nomenclature

Résistances
R1 à R9 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R10 à R13 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

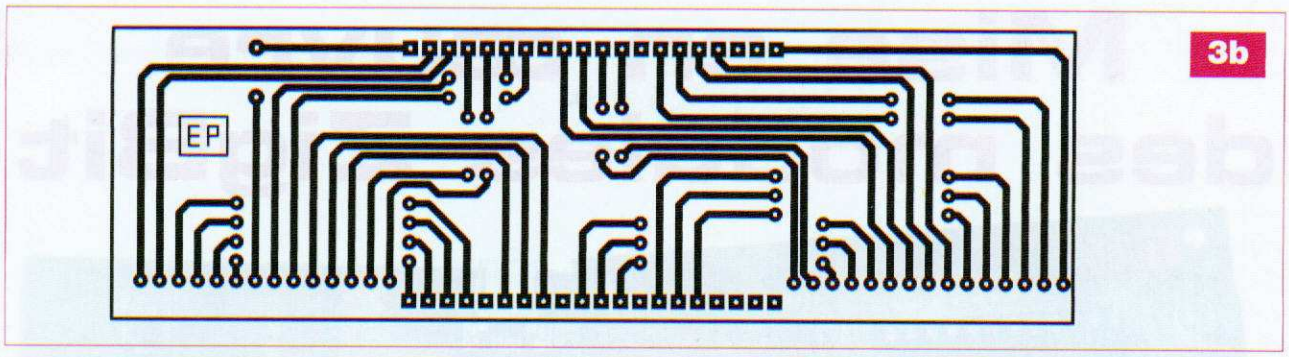
Condensateurs
C1, C2 : 1 µF
C3 : 100 µF/25 V
C4, C5 : 47 nF
C6 : 4,7 nF
C7, C8, C9 : 1 nF

Semiconducteurs
D1 à D10 : 1N 4148
AF : Afficheur à cristaux liquides 4 digits (119 RS)
IC1, IC2 : CD 4001
IC3 : CD 4011
IC4 : CD 4040
IC5 à IC8 : CD 4518
IC9 à IC12 : CD 4543

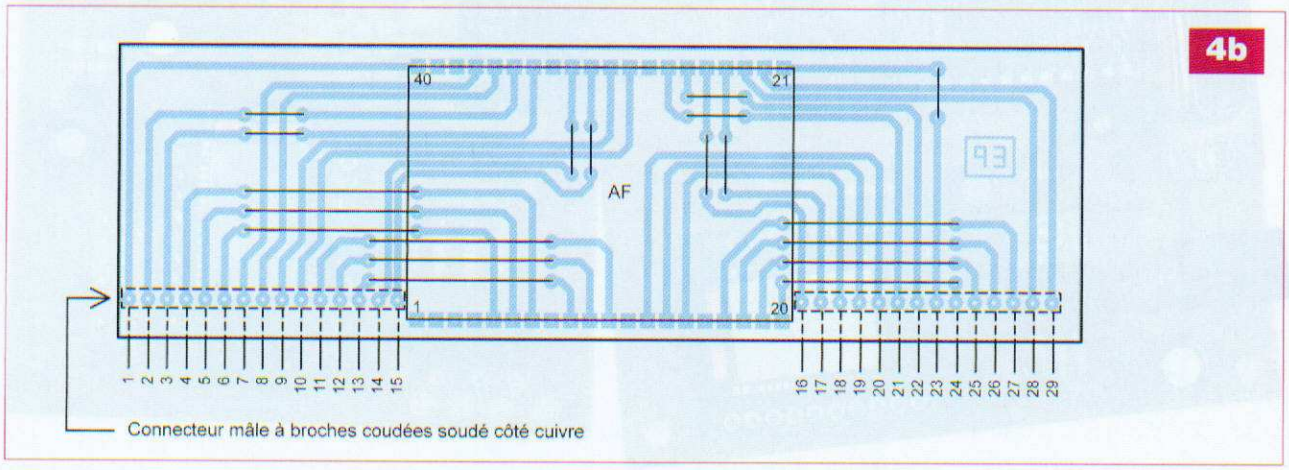
Divers
Straps :
- module affichage : 19 (14 horizontaux, 5 verticaux)
- module comptage : 36 (16 horizontaux, 20 verticaux)
IP : groupe de 10 interrupteurs « dual in line »
2 bandes-support de 20 broches (afficheur)
3 supports de 14 broches
9 supports de 16 broches
1 support de 20 broches
Pile 9 V
Coupleur de pile
I : Interrupteur (broches coudées)
BP : Bouton-poussoir (broches coudées)
Embase femelle CINCH
ILS (Interrupteur à lames souples)
Fiche mâle CINCH
Aimant(s) permanent(s) – voir texte
Connecteurs à broches coudées sécables (15 et 16 broches)
Connecteurs femelles sécables (15 et 16 broches)
2 picots

mal de l'incrémentation millimétrique qui constitue cette limite. Comme le nombre d'interrupteurs de programmation est de 10, la valeur binaire maximale que l'on peut obtenir est $2^{10} - 1$, c'est-à-dire 1023. Il ne faut donc pas que le diamètre de la roue dépasse 1023/π soit **325 mm**.

Si la roue que l'on a réussi à se procurer était caractérisée par un diamètre supérieur à cette valeur, il reste la possibilité de disposer sur la jante deux aimants permanents diamétralement opposés. Dans ce cas, l'ILS est actionné pour chaque demi-tour de roue. La valeur millimétrique à



3b



4b

incrémenter est la demi-circonférence d'où une diminution de ce nombre et la possibilité de la programmer.
La vitesse maximale de 36 km/h n'en serait pas affectée du fait que le nombre nécessaire de périodes du signal de comptage serait également réduit de moitié.

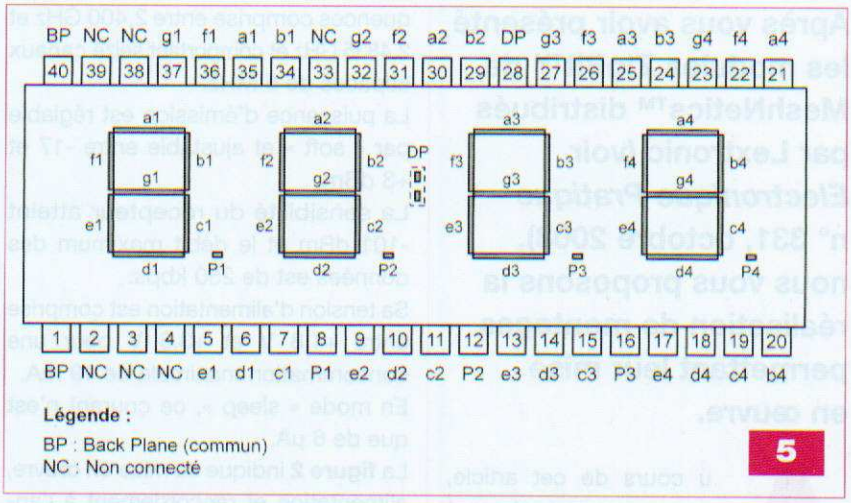
Réalisation pratique

Circuits imprimés

Ils sont au nombre de deux : un module « comptage » (**figure 3a**) et un module « affichage » (**figure 3b**). Ces circuits imprimés sont prévus pour être disposés selon deux plans perpendiculaires. Le module « affichage » apparaîtra ainsi contre la face avant du boîtier. Bien entendu, cela nécessite une parfaite concordance des pastilles au niveau de l'arête de raccordement. Comme c'est souvent le cas quand le nombre de circuits intégrés est plus important, de nombreux straps ont été nécessaires pour contourner la problématique technique du circuit double face.

Implantation des composants

Après la mise en place des straps, implanter les diodes, les résistances, les capacités et les supports des circuits intégrés (**figures 4a** et **4b**).
Terminer le montage par les composants plus volumineux comme l'interrupteur, le bouton-poussoir et l'embase CINCH.
Attention à l'orientation des diodes, de C3 et surtout des circuits intégrés.
Les deux modules sont reliés entre eux, d'une part, par des connecteurs mâles soudés sur le côté cuivre du module « affichage » et, d'autre part, par des connecteurs femelles soudés sur l'autre module (**photos B** et **C**).
La **figure 5** indique à titre d'information le brochage détaillé de l'afficheur quatre digits à cristaux liquides.
Le montage ne nécessite aucun réglage. Ne pas oublier la programmation des interrupteurs IP.



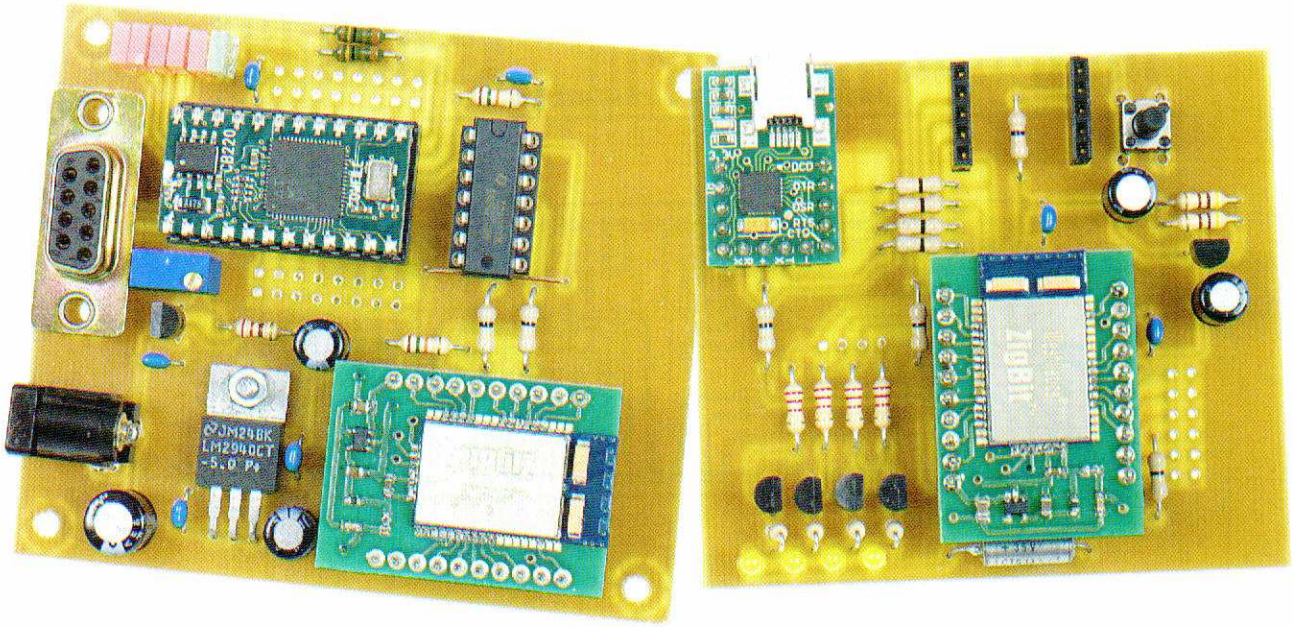
5

Réalisation mécanique

Peu de remarques sur cette réalisation. Il vous suffit de faire appel à vos talents de bricoleur. Le bâti du modèle proposé a été réalisé à l'aide d'un tube en cuivre de diamètre 16 mm, utilisé pour les installations sanitaires. À ce sujet, on peut préciser qu'il n'est pas obligatoire de réaliser les assemblages par soudures, une colle du type « Araldite » fait amplement l'affaire.

R. KNOERR

Mise en œuvre des modules ZigBit



Après vous avoir présenté les modules ZigBit™ de MeshNetics™ distribués par Lextronic (voir *Electronique Pratique* n° 331, octobre 2008), nous vous proposons la réalisation de montages permettant leur mise en œuvre.

Au cours de cet article, nous verrons également comment programmer ces modules au moyen de simples commandes AT et réaliser, par exemple, un réseau domotique.

Nous avons utilisé le module ZigBit ZDM-A1281-A2 (ou MNZB-24-A2) dont le schéma interne est donné en **figure 1**. L'antenne est intégrée, ce qui simplifie sa mise en œuvre.

Ce module est constitué d'un microcontrôleur ATMEGA1281V disposant de 128 ko de mémoire flash, de 8 ko de RAM, de 4 ko d'EEPROM et il est cadencé à une vitesse de 4 MHz.

La section « RF » est confiée à un transceiver de type AT86RF230 travaillant dans une bande de fréquences comprise entre 2,400 GHz et 2,4835 GHz et comportant seize canaux espacés de 5 MHz.

La puissance d'émission est réglable par « soft » et ajustable entre -17 et +3 dBm.

La sensibilité du récepteur atteint -101 dBm et le débit maximum des données est de 250 kbps.

Sa tension d'alimentation est comprise entre +1,8 V et +3,6 V pour une consommation maximale de 19 mA.

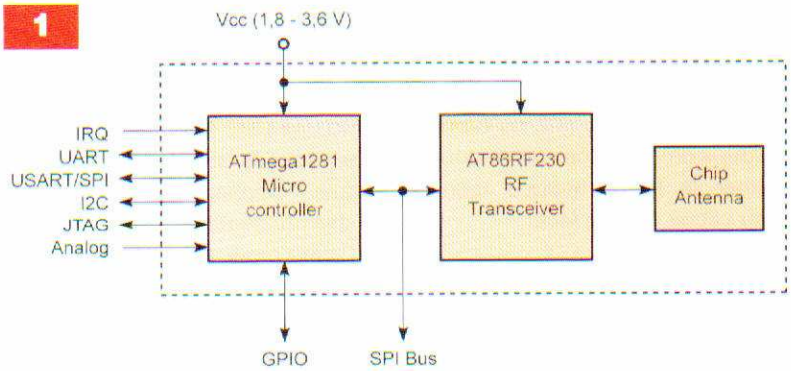
En mode « sleep », ce courant n'est que de 6 µA.

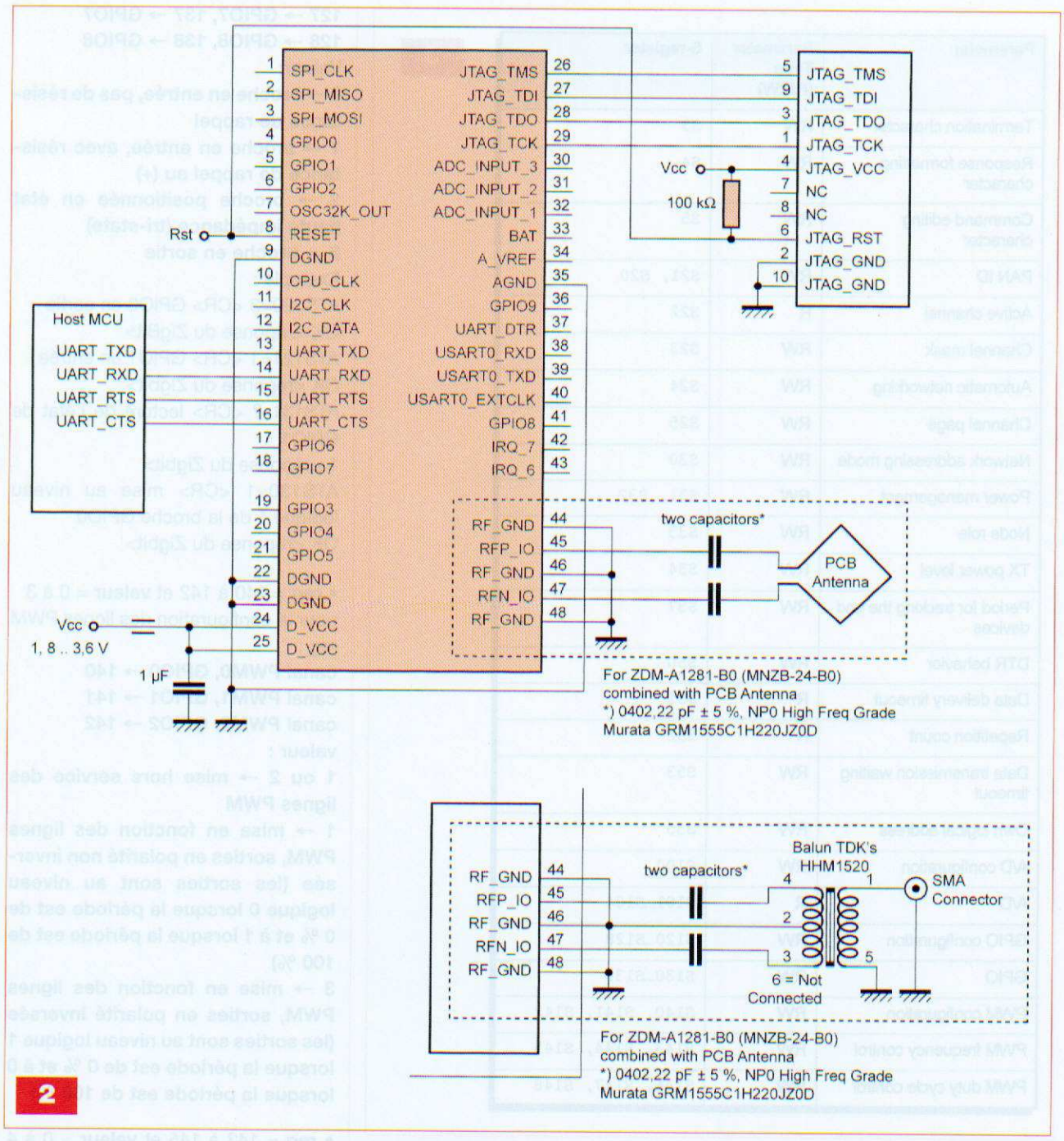
La **figure 2** indique sa mise en œuvre, alimentation et raccordement à l'antenne (pour la version ZDM-A1281-B0 ou MNZB-24-B0).

La fonction de chacune des broches est donnée ci-dessous :

- Broches 1, 2 et 3 : **bus SPI, CLK MISO** et **MOSI**
- Broches 4, 5, 6, 17, 18,19, 20, 21 et 41 : **GPIO (ligne d'entrée / sortie) 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8**
- Broche 7 : **sortie de l'horloge 32,768 kHz**
- Broche 8 : **entrée RESET** active au niveau bas
- Broche 9, 22 et 23 : **DGND**, masse numérique
- Broche 10 : **RF Clock output**, sortie de l'horloge 4 MHz
- Broche 11 et 12 : **bus I²C (Inter-Integrated Circuit), serial clock output et serial data input/output**
- Broches 13, 14, 15 et 16 : **lignes TXD (réception), RXD (transmis-**

1





2

sion), RTS (entrée) et CTS (sortie) de l'interface série (UART)

- Broches 24 et 25 : **D_VCC, lignes d'alimentation positive (3,3V)**
- Broches 26, 27, 28 et 29 : **Test Access Port, port d'accès de test (ou JTAG)**

TMS (Test Mode Select), Signal d'activation de la communication JTAG

TDI (Test Data Input), Entrée des données

TDO (Test Data Output), Sortie des données

TCK (Test ClocK) Horloge

- Broches 30, 31, 32 et 33 : **ADC_INPUT_3, ADC_INPUT_2, ADC_INPUT_ 1 et ADC_INPUT_0.** Cette dernière est utilisée pour la mesure du niveau de charge de la batterie d'alimentation.
- Broche 34 : **A_VREF, entrée / sortie de la tension de référence de l'ADC**
- Broche 35 : **AGND, masse analogique**
- Broche 36 : **GPIO_1WR, interface 1-Wire**
- Broche 37 : **UART_DTR, ligne d'entrée du signal DTR (interface UART)**
- Broches 38, 39 et 40 : **USART0_RXD, USART0_TXD et USART0_EXTCLK, UART/SPI TX, RX et horloge**
- Broches 42 et 43 : **IRQ_7 et IRQ_6, entrées d'interruption**
- Broches 44, 46 et 48 : **masse analogique RF**
- Broches 45 et 47 : **entrées différentielles RF (antenne)**

Le tableau représenté en **figure 3** donne les adresses du « S-register » pouvant (et devant) être programmées afin d'avoir accès, en ce qui nous concerne, aux lignes d'entrées/sorties. Ainsi, la syntaxe suivante doit être utilisée : **S<reg> = <valeur>** ou **reg** et **valeur** prennent les valeurs suivantes :

3

Parameter	Parameter Type (R/RW)	S-register
Termination character	RW	S3
Response formatting character	RW	S4
Command editing character	RW	S5
PAN ID	RW	S21, S20
Active channel	R	S22
Channel mask	RW	S23
Automatic networking	RW	S24
Channel page	RW	S25
Network addressing mode	RW	S30
Power management	RW	S31, S32
Node role	RW	S33
TX power level	RW	S34
Period for tracking the end devices	RW	S37
DTR behavior	RW	S50
Data delivery timeout	R	S51
Repetition count	R	S52
Data transmission waiting timeout	RW	S53
Own logical address	RW	S55
A/D configuration	RW	S100
A/D	R	S101...S104
GPIO configuration	RW	S120...S128
GPIO	RW	S130...S138
PWM configuration	RW	S140, S141, S142
PWM frequency control	RW	S143, S144, S145
PWM duty cycle control	RW	S146, S147, S148

• **reg** = 100 et **valeur** = 01 à 0F pour la configuration des broches du convertisseur AD. Ce dernier chiffre doit être donné en format hexadécimal et permet la programmation des quatre premiers bits, b0 à b3.
Ainsi, une valeur de 0F validera les quatre canaux du convertisseur :
01 → AD0
02 → AD1
04 → AD2
08 → AD3
Exemple :
ATS100=08 <CR> valide les conversions sur la broche AD3
OK <réponse du ZigBit>
ATS104 ? <CR> lecture de la conversion sur la broche AD3
... <réponse en format décimal>

• **reg** = 120 à 128 (configuration), 130 à 138 (lecture) et **valeur** = 0 à 3 pour la configuration des lignes d'entrées/sorties GPIO à GPIO8
reg :
120 → GPIO0, 130 → GPIO0
121 → GPIO1, 131 → GPIO1
122 → GPIO2, 132 → GPIO2
123 → GPIO3, 133 → GPIO3
124 → GPIO4, 134 → GPIO4
125 → GPIO5, 135 → GPIO5
126 → GPIO6, 136 → GPIO6
127 → GPIO7, 137 → GPIO7
128 → GPIO8, 138 → GPIO8
Valeur:
0 → broche en entrée, pas de résistance de rappel
1 → broche en entrée, avec résistance de rappel au (+)
2 → broche positionnée en état haute impédance (tri-state)
3 → broche en sortie
Exemple :
ATS120=3 <CR> GPIO0 en sortie
OK <réponse du ZigBit>
ATS121=1 <CR> GPIO1 en entrée
OK <réponse du Zigbit>
ATS131 ? <CR> lecture de l'état de GPIO1
1 <réponse du Zigbit>
ATS130=1 <CR> mise au niveau logique 1 de la broche GPIO0
OK <réponse du Zigbit>

• **reg** = 140 à 142 et **valeur** = 0 à 3 pour la configuration des lignes PWM
reg :
canal PWM0, GPIO0 → 140
canal PWM1, GPIO1 → 141
canal PWM2, GPIO2 → 142
valeur :
1 ou 2 → mise hors service des lignes PWM
1 → mise en fonction des lignes PWM, sorties en polarité non inversée (les sorties sont au niveau logique 0 lorsque la période est de 0 % et à 1 lorsque la période est de 100 %)
3 → mise en fonction des lignes PWM, sorties en polarité inversée (les sorties sont au niveau logique 1 lorsque la période est de 0 % et à 0 lorsque la période est de 100 %)

• **reg** = 143 à 145 et **valeur** = 0 à 4 pour la fréquence
reg :
canal PWM0, GPIO0 → 143
canal PWM1, GPIO1 → 144
canal PWM2, GPIO2 → 145
valeur :
0 → 5 kHz
1 → 10 kHz
2 → 20 kHz
3 → 50 kHz
4 → 100 kHz

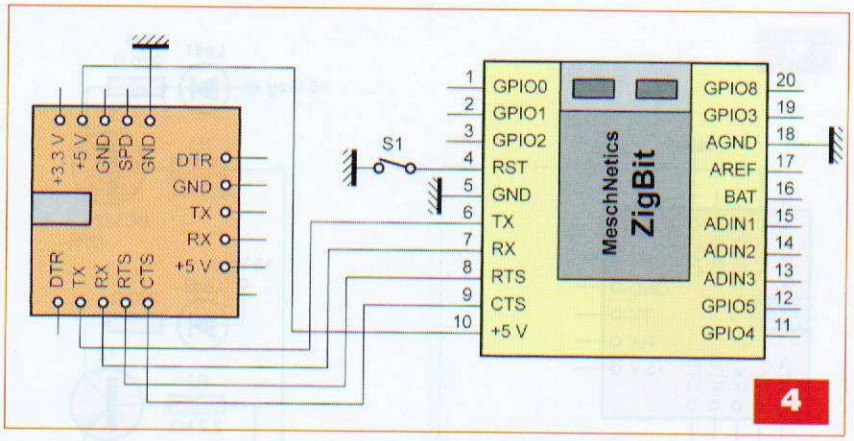
• **reg**=146 à 148 et **valeur**=0 à 100 (en %)
canal PWM0, GPIO0 → 146
canal PWM1, GPIO1 → 147
canal PWM2, GPIO2 → 148

Valeur est un entier compris entre 0 et 100 donnant directement la période en pourcentage. La résolution est de 1 % jusqu'à 20 kHz pour atteindre 2,5 % à 50 kHz et 5 % à 100 kHz.
Exemple :
ATS140=1 <CR> valide le canal PWM0 en polarité de sortie non inversée
OK <réponse du Zigbit>
ATS143=2 <CR> fixe la fréquence du canal PWM0 à 20 kHz
OK <réponse du Zigbit>
ATS146=50 <CR> fixe la période du canal PWM0 à 50 %
OK <réponse du Zigbit>

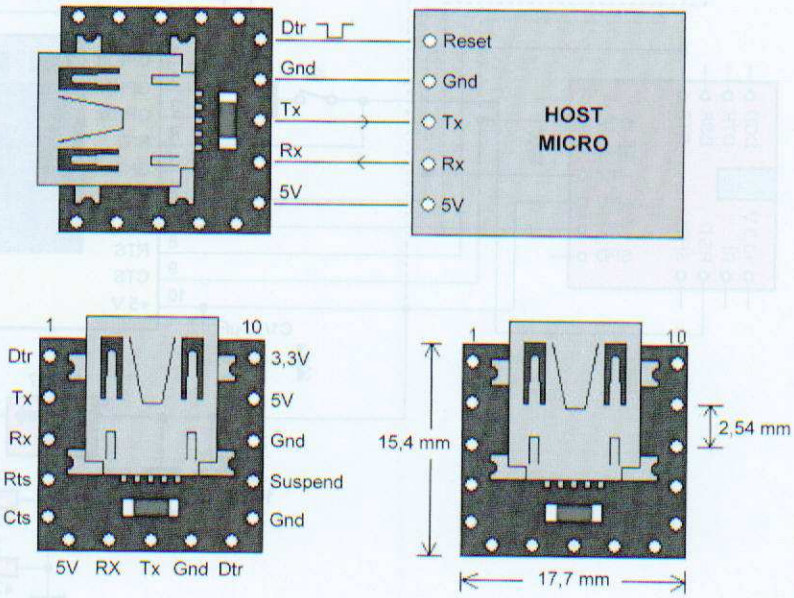
Nous vous invitons malgré tout à consulter l'ouvrage « **BITCLOUD SOFTWARE 1.2 AT-COMMAND SET SERIALNET REFERENCE MANUAL** » (© 2008 MeshNetics) disponible en téléchargement sur le site du fabricant : *www.meshnetics.com*.
Voilà pour ce qui est de la programmation des lignes d'entrées/sorties.
Nous verrons, lors de la phase des essais, les instructions permettant de configurer les modules ZigBit pour leur mise en réseau, mais passons maintenant à l'étude des schémas de nos réalisations.

Schémas théoriques

Le premier schéma, le plus simple, est donné en **figure 4**.
Il ne comporte que deux composants : le module ZigBit et le module de conversion USB <> série µUSB-MB5.
Nous aurions pu, bien évidemment, utiliser directement l'interface série du PC, mais cela aurait entraîné l'utilisation d'un circuit intégré d'interface de type MAX3232, diverses capacités, mais aussi une alimentation externe, ce que nous ne souhaitions pas.
Les choses sont bien plus simples puisque l'alimentation est fournie par le PC. Cette platine ne pourra fonctionner que reliée à un PC et sera utilisée afin de commander d'autres platines et collecter les données qui en émaneront.
En ce qui concerne l'interface USB, nous avons utilisé le module USB-MB5 de 4DSYSTEMS, distribué par Lextronic.



4



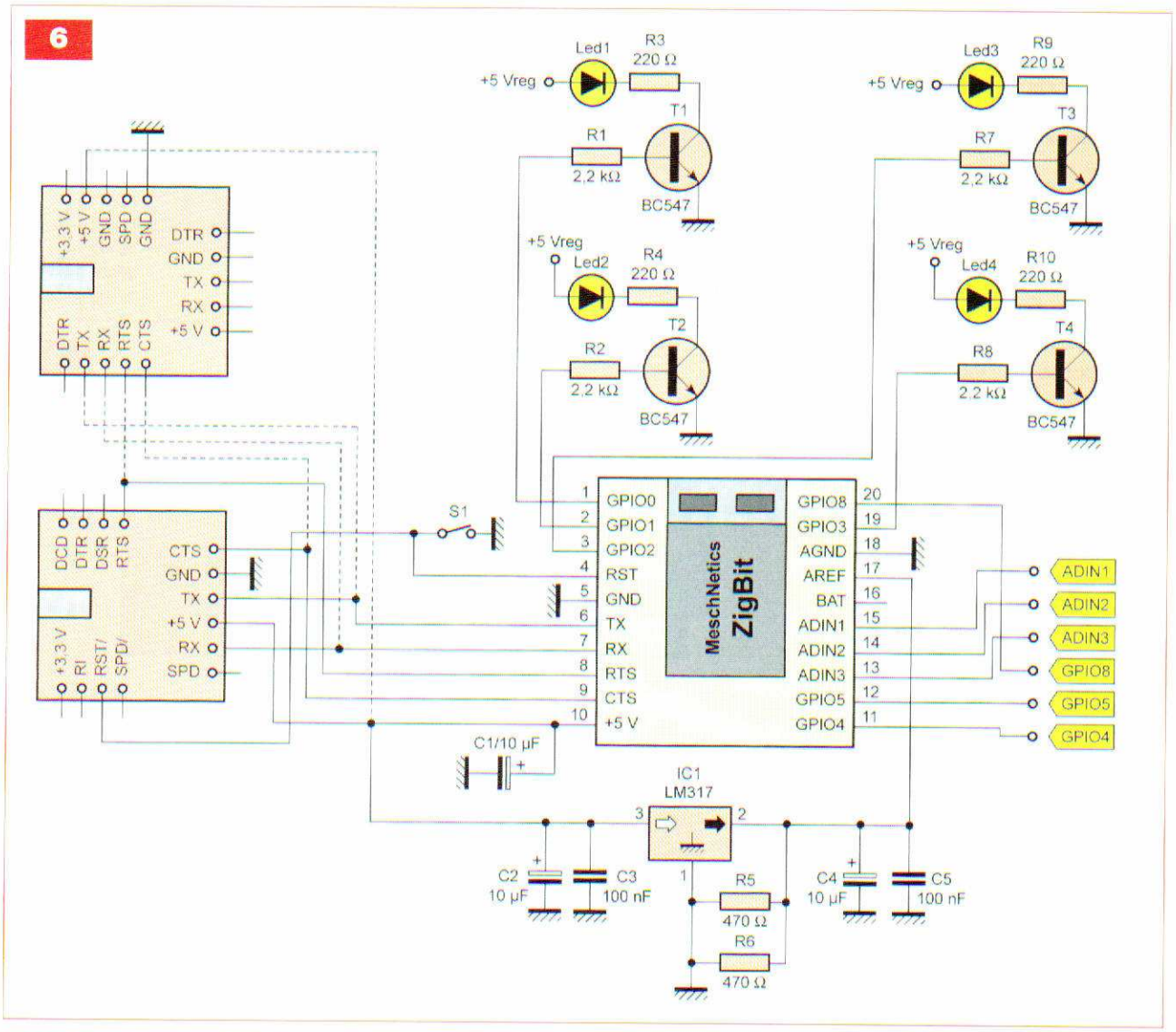
Pin	Name	Description
1	DTR	Data Terminal Ready output (active low)
2	TX	Serial Data output (USB Transmit)
3	RX	Serial Data input (USB Receive)
4	RTS	Ready to send output (active low)
5	CTS	Clear to send input (active low)
6	GND	Ground
7	SUSPEND	USB Suspend State (active high)
8	GND	Ground
9	5 V	5 V Power from USB (up to 500 mA)
10	3,3 V	3,3 V Power regulated (up to 100 mA)

5

Le dessin donné en **figure 5** représente le brochage et indique la fonction de chacune des broches du module.
Nous voyons que deux sorties d'alimentations sont disponibles :
- +5 V, courant jusqu'à 500 mA
- +3,3 V, courant maximum 100 mA

L'USB-MB5 utilise un driver de port COM virtuel, disponible en téléchargement sur le site du fabricant : *http://www.4dsystems.com.au/products.php* ou sur notre site : *http://www.electroniquepratique.com/*. Nous verrons, lors de la phase des essais, comment l'installer sur le PC.
Quatre des lignes de l'interface série sont connectées au module ZigBit : TX, RX, et CTS, RTS.
Ces deux dernières pouvant, dans certains cas, être utilisées.
Le second schéma est donné en **figure 6**. Il est un peu plus complexe, car nous utilisons les lignes d'en-

6



trées/sorties du module ZigBit :
- quatre lignes en sorties (GPIO0 à GPIO3),
- trois lignes en entrées (GPIO4, GPIO5 et GPIO8)
- trois entrées analogiques (ADIN1, ADIN2 et ADIN3).

Le convertisseur AD interne nécessitant une tension de référence, nous utilisons celle d'un régulateur de tension de type LM317L.

La valeur est de 1,25 V et la stabilité nettement suffisante.

Ici, deux types d'interface USB <> série peuvent être utilisées : l'USB-MB5 de 4DSYSTEMS ou l'USBO1A de POLOLU (Lextronic).

Les deux types utilisent bien évidemment le même principe de port COM virtuel.

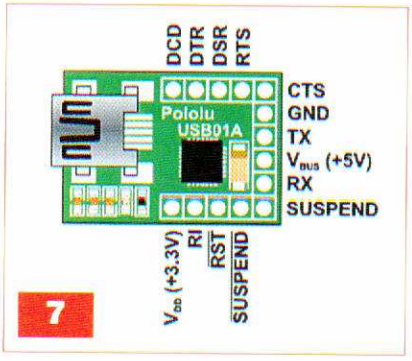
Le schéma de la **figure 7** représente le brochage de l'interface. Le driver peut être téléchargé sur le site du fabricant : *http://www.pololu.com/catalog/category/13* (ou celui de notre revue).

Le troisième schéma, de la **figure 8**, met en œuvre un microcontrôleur de type CB220. Nous disposons alors de lignes d'entrées/sorties plus nombreuses et le processus de lecture des entrées peut être automatisé.

Ainsi, un changement d'état des entrées pourra être communiqué au module coordinateur, sans que celui-ci ne doive envoyer un ordre de lecture. Cependant, le prix de revient d'une platine est largement augmenté (trois fois plus cher). À chacun de décider.

Le CB220 communique par les lignes TX et RX de son interface série COM1 avec le module ZigBit. Le niveau de ses sorties étant au standard TTL, une adaptation est nécessaire : deux portes à « collecteur ouvert » se chargent de cette besogne.

Une double alimentation est nécessaire :
- +5 V pour le CB220 et le ZigBit
- +3,3 V pour l'adaptation des niveaux



7

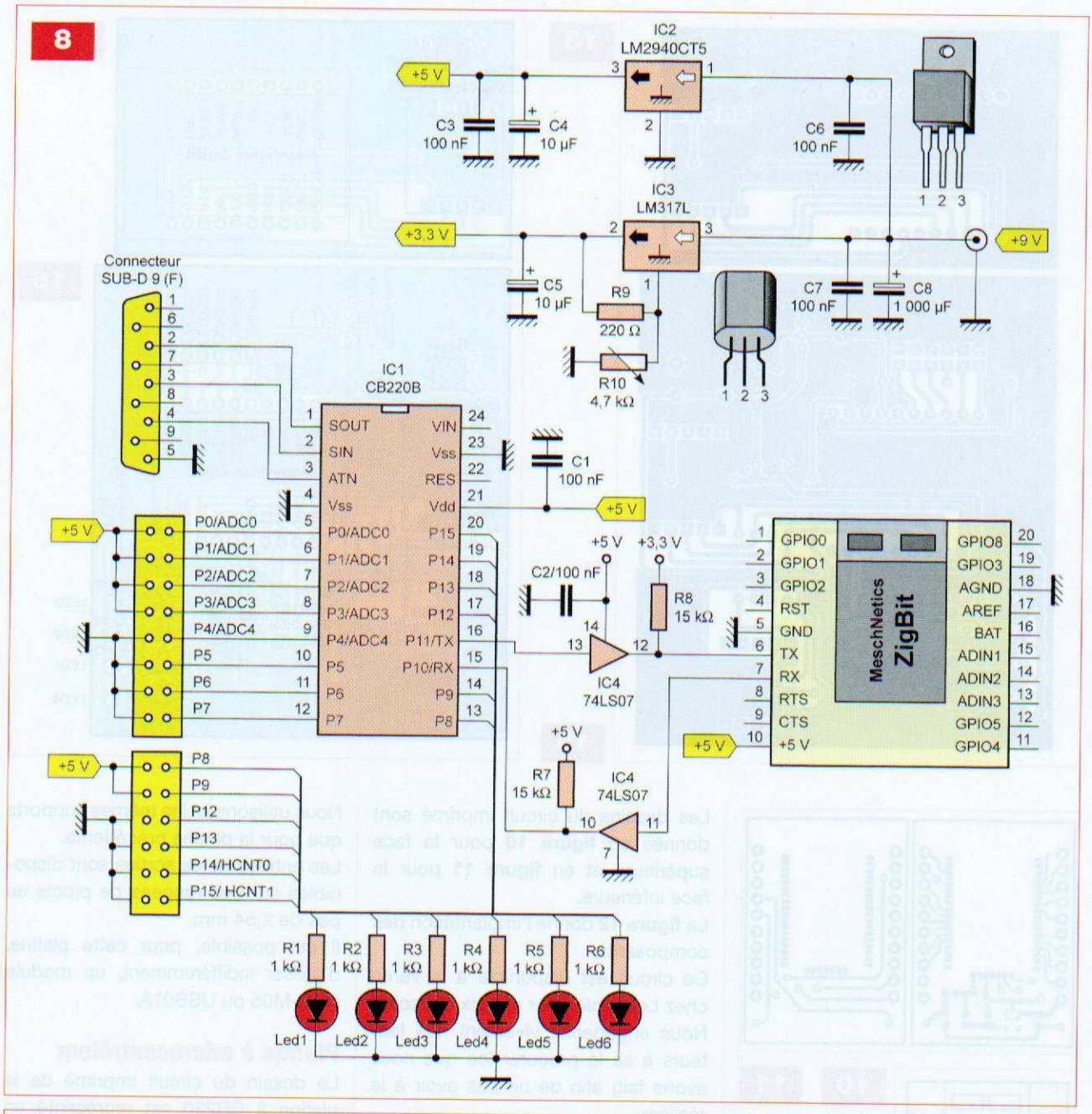
Des diodes leds indiquent l'état des sorties du microcontrôleur.

Réalisation

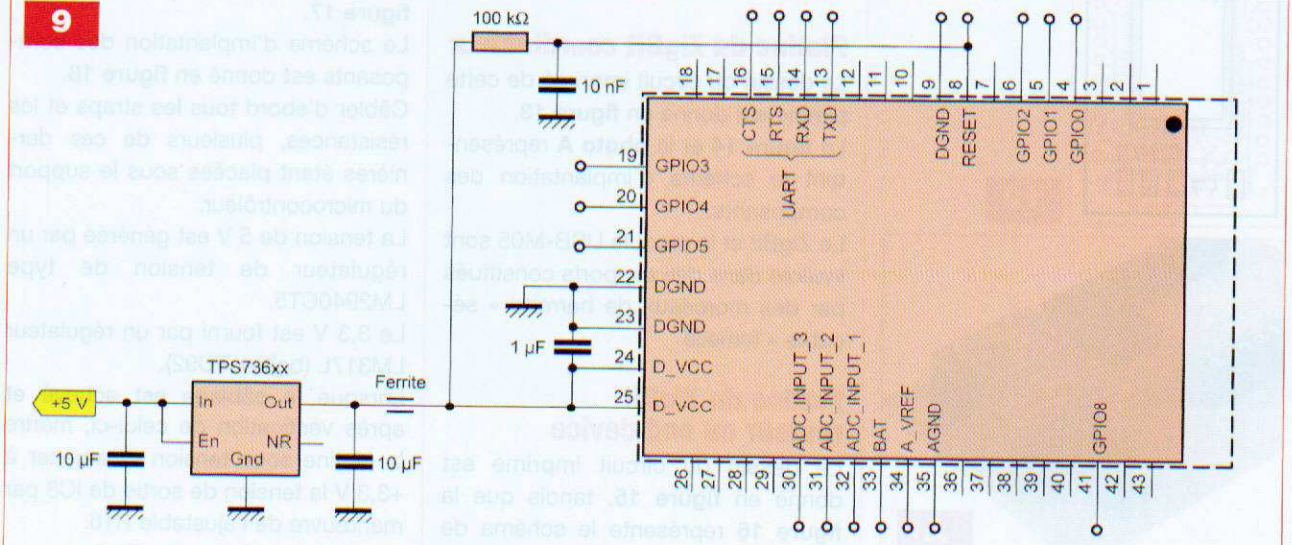
Platine d'adaptation

Le schéma donné en **figure 9** représente la platine d'adaptation du module ZigBit. En effet, celui-ci étant de dimensions fort restreintes et en double face, il est nécessaire de prévoir un circuit d'adaptation.

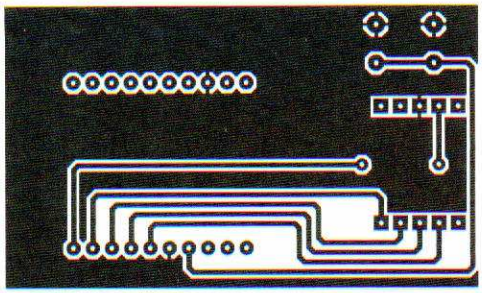
8



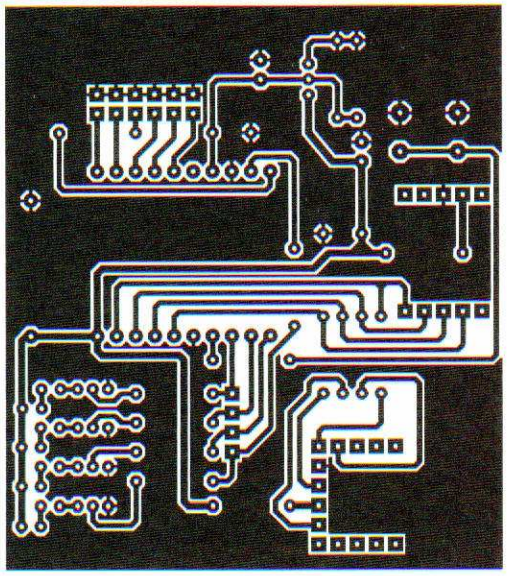
9



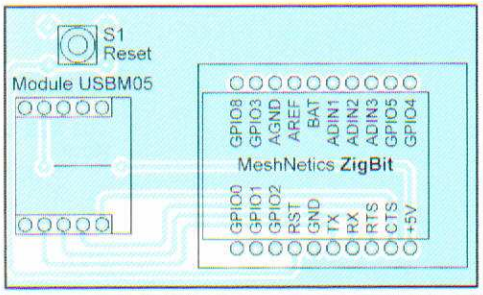
Note : La ferrite utilisée est un modèle 600 Ω/200 mA. Son utilisation est préconisée pour assurer une bonne stabilité lors des mesures sur les entrées de conversion « analogique/numérique ».



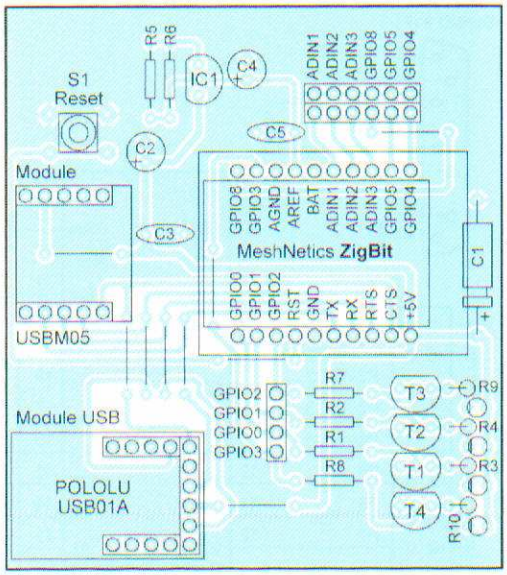
13



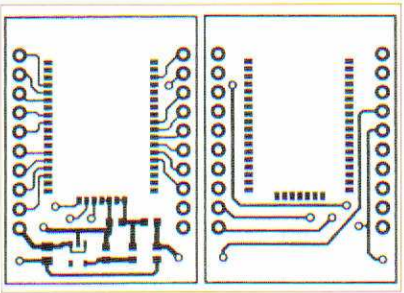
15



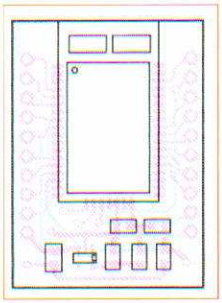
14



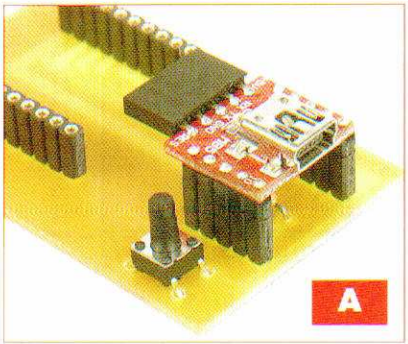
16



10 11



12



A

Les dessins du circuit imprimé sont donnés en **figure 10** pour la face supérieure et en **figure 11** pour la face inférieure.

La **figure 12** donne l'implantation des composants.

Ce circuit est disponible à la vente chez Lextronic pour un prix dérisoire. Nous engageons vivement nos lecteurs à se le procurer (ce que nous avons fait) afin de ne pas avoir à le réaliser.

Platine du ZigBit coordinateur

Le dessin du circuit imprimé de cette platine est donné en **figure 13**.

La **figure 14** et la **photo A** représentent le schéma d'implantation des composants.

Le ZigBit et le module USB-M05 sont insérés dans des supports constitués par des morceaux de barrette « sécable » femelle

Platine du ZigBit routeur ou end device

Le dessin du circuit imprimé est donné en **figure 15**, tandis que la **figure 16** représente le schéma de l'implantation des composants.

Nous utilisons ici les mêmes supports que pour la platine précédente.

Les entrées et les sorties sont disponibles sur des rangées de picots au pas de 2,54 mm.

Il est possible, pour cette platine, d'utiliser indifféremment, un module USB-M05 ou USB01A.

Platine à microcontrôleur

Le dessin du circuit imprimé de la platine à CB220 est représenté en **figure 17**.

Le schéma d'implantation des composants est donné en **figure 18**.

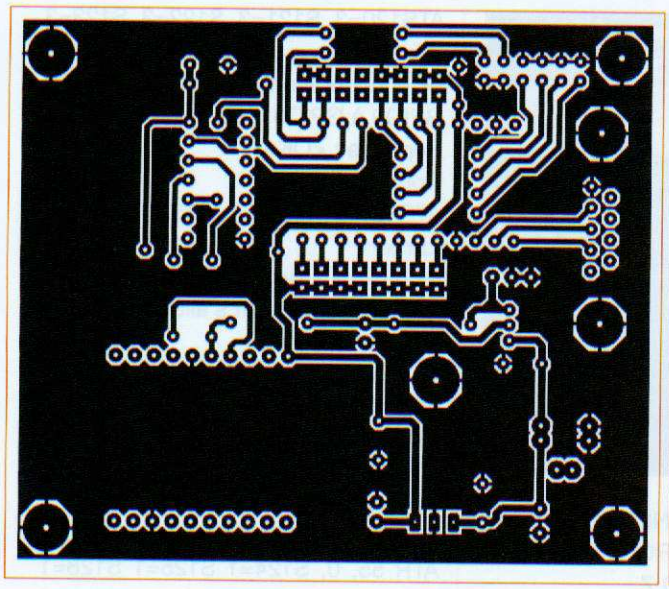
Câbler d'abord tous les straps et les résistances, plusieurs de ces dernières étant placées sous le support du microcontrôleur.

La tension de 5 V est générée par un régulateur de tension de type LM2940CT5.

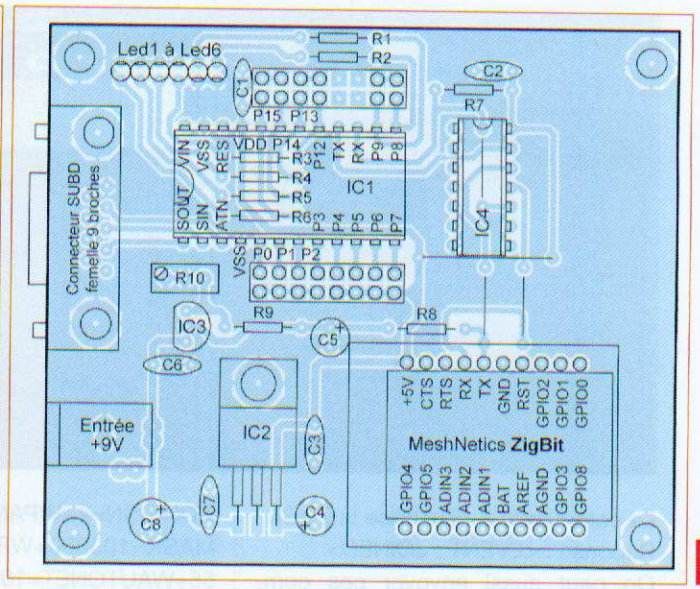
Le 3,3 V est fourni par un régulateur LM317L (boîtier TO92).

Lorsque le câblage est achevé et après vérification de celui-ci, mettre la platine sous tension et amener à +3,3 V la tension de sortie de IC3 par manœuvre de l'ajustable R10.

C'est le seul réglage à effectuer.



17



18

Nomenclature

PLATINE COORDINATEUR

1 circuit imprimé adaptateur (Lextronic)
1 module ZigBit ZDM-A1281-A2 (Lextronic)
1 module USB-M05 (Lextronic)

PLATINE ROUTEUR

Résistances
R1, R2, R7, R8 : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
R3, R4, R5, R6, R9, R10 : 470 Ω (jaune, violet, marron)

Condensateurs
C1, C2, C4 : 10 µF/16 V
C3, C5 : 100 nF

Semiconducteurs
T1, T2, T3, T4 : BC547
LED1, LED2, LED3, LED4 : diodes électroluminescentes de couleur quelconque
IC1 : régulateur de tension LM317L

Divers
1 circuit imprimé adaptateur (Lextronic)
1 module ZigBit ZDM-A1281-A2 (Lextronic)
1 module USB-M05 ou USB01A (Lextronic)
2 morceaux de barrette « sécable » femelle 10 points en ligne pour broches carrées de 0,635 mm
4 morceaux de barrette « sécable » femelle 4 points pour broches carrées de 0,635 mm
1 morceau de barrette « sécable » femelle 6 points en ligne pour broches carrées de 0,635 mm

PLATINE À CB220

Résistances
R1 à R6 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R7, R8 : 15 kΩ (marron, vert, orange)
R9 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
R10 : résistance ajustable multitours 4,7 kΩ

Condensateurs
C1, C2, C3, C6, C7 : 100 nF
C4, C5 : 10 µF/16 V
C8 : 470µF à 1000 µF/16 V

Semiconducteurs
LED1 à LED6 : diodes électroluminescentes de couleur quelconque
IC1 : CB220 (Lextronic)
IC2 : régulateur de tension LM2940CT5
IC3 : régulateur de tension LM317L
IC4 : 74LS07

Divers
1 circuit imprimé adaptateur (Lextronic)
1 module ZigBit ZDM-A1281-A2 (Lextronic)
2 morceaux de barrette « sécable » femelle 10 points en ligne pour broches carrées de 0,635 mm
2 morceaux de barrette sécable femelle 12 points en ligne de support tulipe
1 support pour circuit intégré 14 broches

Essais

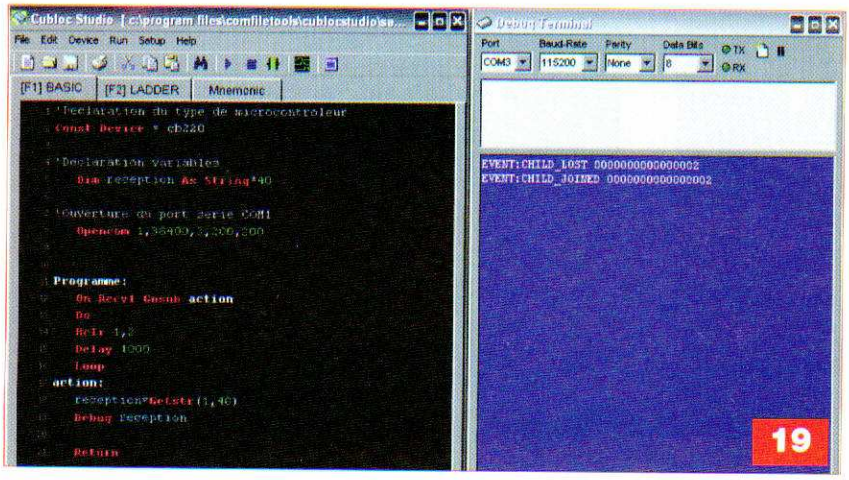
Il convient tout d'abord d'installer les drivers des modules USB.
Lancer l'exécution de « CP210x_VCP_Win2K_XP_S2K3 » et (ou) de « Pololu USBInstaller » qui installeront le(s) driver(s) sur le PC.
Une fois cette installation terminée, il suffit de connecter la platine coordinateur à une prise USB pour constater que « le matériel est installé ».

Lancer alors l'exécution de l' « HYPER TERMINAL » de Windows que l'on configure de la manière suivante :
- Port COM ... (défini par le driver)
- 38400 bps
- 8 bits de donnée
- Pas de parité
- 1 bit de stop
- Pas de contrôle de flux

Il suffit ensuite d'entrer : AT <Return>.
Si la connexion est bonne, le ZigBit répond « OK ».

Configuration du premier module en mode coordinateur

Entrer les commandes suivantes :
Commande : ATX <Enter>
→ initialisation du module ZigBit
Réponse : <OK>
Commande : AT+GSN=1 <Enter>
→ configuration de l'adresse MAC du ZigBit
Réponse : <OK>
Commande : AT+WPANID=1620 <Enter>
→ configuration de l'adresse PAN ID
Réponse : <OK>
Commande : AT+WCHMASK=100000 <Enter>
→ configuration d'une valeur de MASK des canaux
Réponse : <OK>
Commande : AT+WROLE=0+WSRC=0 <Enter>
→ configuration en mode coordinateur et adresse logique=0
Réponse : <OK>
Commande : ATWAUTONET=1 Z <Enter>
→ configuration pour connexion au réseau avec un délai de 1 s entre deux tentatives de connexion.



La commande Z réinitialise le ZigBit
Réponse : <EVENT : JOINED>
On peut aussi envoyer ces commandes en une seule ligne :
ATX+GSN=1+WPANID=1620+WCHMASK=100000+WROLE=0+WSRC=0+WAUTONET=1 Z

Configuration du second module en mode routeur

On entre les commandes suivantes :
Commande : ATX <Enter>
→ initialisation du module ZigBit
Réponse : <OK>
Commande : AT+GSN=2 <Enter>
→ configuration de l'adresse MAC du ZigBit
Réponse : <OK>
Commande : AT+WPANID=1620 <Enter>
→ configuration de l'adresse PAN ID
Réponse : <OK>
Commande :
AT+WCHMASK=100000 <Enter>
→ configuration d'une valeur de MASK des canaux
Réponse : <OK>
Commande :
AT+WROLE=0+WSRC=55 <Enter>
→ configuration en mode coordinateur et adresse logique=0
Réponse : <OK>
Commande :
ATWAUTONET=10 Z <Enter>
→ configuration pour connexion au réseau avec un délai de 10 s entre deux tentatives de connexion. La commande Z réinitialise le ZigBit
Réponse : <EVENT : JOINED>
Si la platine coordinateur est reliée à un autre PC, l'écran de l' « HYPERTERMINAL™ » doit afficher :
<EVENT : CHILD_JOINED 0000000000000002>
On peut aussi envoyer ces commandes en une seule ligne :
ATX+GSN=2+WPANID=1620+WCHMASK=100000+WROLE=0+WSRC=55+WAUTONET=10 Z

Test de présence sur le réseau

Commande : AT+WNWK <Enter>
→ si le module est présent sur le réseau, il doit retourner <OK>
Commande : AT+WLEAVE <Enter>
→ le routeur quitte le réseau et transmet au module coordinateur :
<EVENT : CHILD_LOST 0000000000000002>
Réponse : <OK>
Commande : AT+WNWK <Enter>
Réponse : <ERROR>
→ le routeur n'est plus présent sur le réseau
Commande : AT+WJOIN <Enter>
Réponse : <OK>
Réponse : <EVENT : JOINED>
→ le routeur reprend la connexion au réseau et envoie au routeur :
<EVENT : CHILD_JOINED 0000000000000002>

Transmission de données entre le coordinateur et le routeur

Commande : ATD 0,1,6 <Enter>
Puis : ESSAI
L'écran de l' « HYPERTERMINAL™ » gérant le coordinateur doit afficher :
DATA 0055,0,6 : ESSAI
Commande : ATD 55,1,6 <Enter>
Puis : ESSAI
L'écran de l' « HYPERTERMINAL™ » gérant le routeur doit afficher :
DATA 0000,0,6 : ESSAI
Syntaxe : ATD <adresse>,<1 pour l'accusé de réception>,<nombre d'octets>

Programmation des lignes d'entrées/sorties du routeur

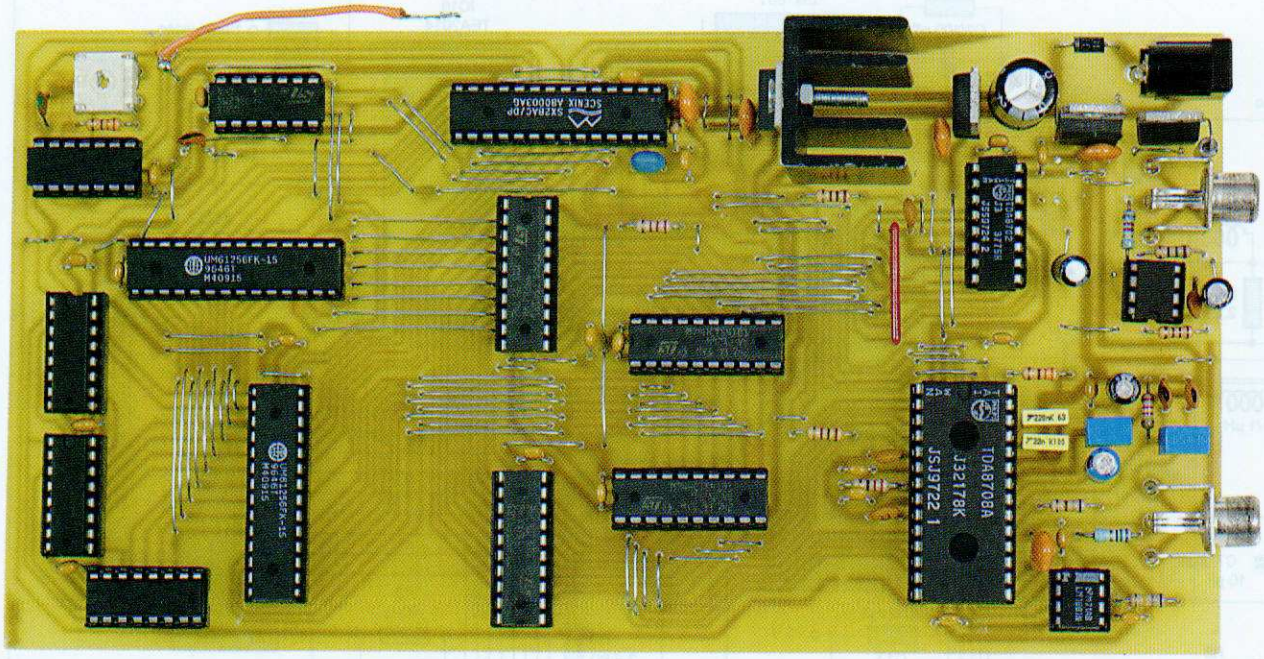
En local :
Commande :
ATS120=3 S121=3 S122=3 S123=3 <Enter>
→ configuration en sortie des lignes GPIO0 à GPIO3
Réponse : <OK>
Commande :
ATS130=1 S131=1 S132= S133=1 <Enter>
→ mise à 1 des lignes de sortie (les quatre leds doivent s'allumer)
Réponse : <OK>
À distance, par l'intermédiaire du coordinateur :
Commande : ATR 55, 0, S130=1 S131=1 S132=1 S133=1
Réponse : <OK>
Commande :
ATR 55, 0, S124=1 S125=1 S128=1 <Enter>
→ configuration en « entrée » des lignes GPIO4, GPIO5 et GPIO8 du routeur à partir du coordinateur
Réponse : <OK>
Commande : ATS134 ? S135 ? S138 ?
Réponse : 1, 1, 1 puis OK
si les trois entrées sont laissées « en l'air »

La platine à CB220

Nous ne fournissons pas de logiciel spécifique pour cette platine. Chacun l'écrira selon ses besoins. Nous n'avons écrit que quelques lignes qui permettent des communications entre le coordinateur et le routeur, comme le montre la vue d'écran de la **figure 19**.
Il suffit ensuite, selon les ordres, d'interpréter les caractères reçus au moyen des instructions de manipulation de chaînes.
Par exemple, l'instruction « MID (Variable, Position, Nb caractères) » sélectionne un nombre défini de caractères à partir d'un emplacement donné. On pourra se reporter utilement au « Manuel de l'utilisateur Version 2.5 », disponible en téléchargement sur le site de Lextronic.
Un réseau domotique pourra être facilement constitué par un module coordinateur et plusieurs modules routeurs. Un petit logiciel simple, « tournant » sur un PC, envoyant des ordres à des moments précis de la journée et décidant d'actions à mener en fonction des informations reçues à tout moment, sera suffisant.

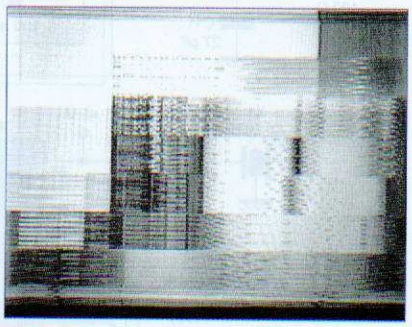
P. OGUIC

Crypteur vidéo



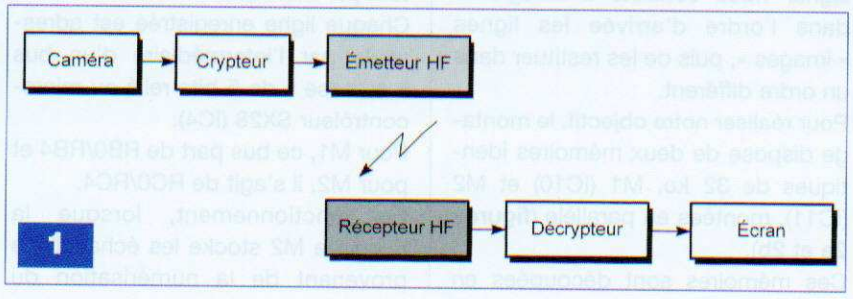
Après avoir décrit, dans de précédents numéros d'*Electronique Pratique*, quelques réalisations en relation avec la vidéo-surveillance comme « La mosaïque 4 écrans » (EP 310 et 311) ou « L'image dans l'image » (EP 323, épuisé), intéressons-nous cette fois au lien établi entre la caméra et l'écran.

Afin d'éviter de recourir à des longueurs démesurées de câbles et pour gagner en liberté de placement, il est idéal d'utiliser une liaison HF pour transférer l'image de la caméra jusqu'à l'écran.
Cependant, il n'est pas forcément souhaitable que le contenu ainsi transmis soit rendu clairement accessible à tous ceux qui disposent d'un système de réception similaire. C'est pourquoi il est intéressant de faire appel à un dispositif de cryptage.
Le présent montage est conçu pour fonctionner avec des signaux composites PAL noir et blanc.
Les signaux « couleur » sont également acceptés, mais avec réserve.
Comme indiqué en **figure 1**, notre montage doit être utilisé par paire.
Le premier exemplaire, branché entre la caméra et l'émetteur HF, opère en tant que « crypteur ».
Le second exemplaire, placé entre le récepteur HF et l'écran, fonctionne comme « décodeur ».
Ces deux fonctions sont déterminées automatiquement par le montage lui-même, suivant les caractéristiques du signal vidéo d'entrée. Par défaut, il se place en mode « crypteur », mais s'il détecte dans le signal d'entrée la signature typique du cryptage, il commute en mode « décrypteur».
Les photographies **A** et **B** donnent un aperçu du mode d'action du crypteur : on remarque que les lignes verticales sont préservées mais dès que l'image est un peu complexe, elle devient totalement méconnaissable.

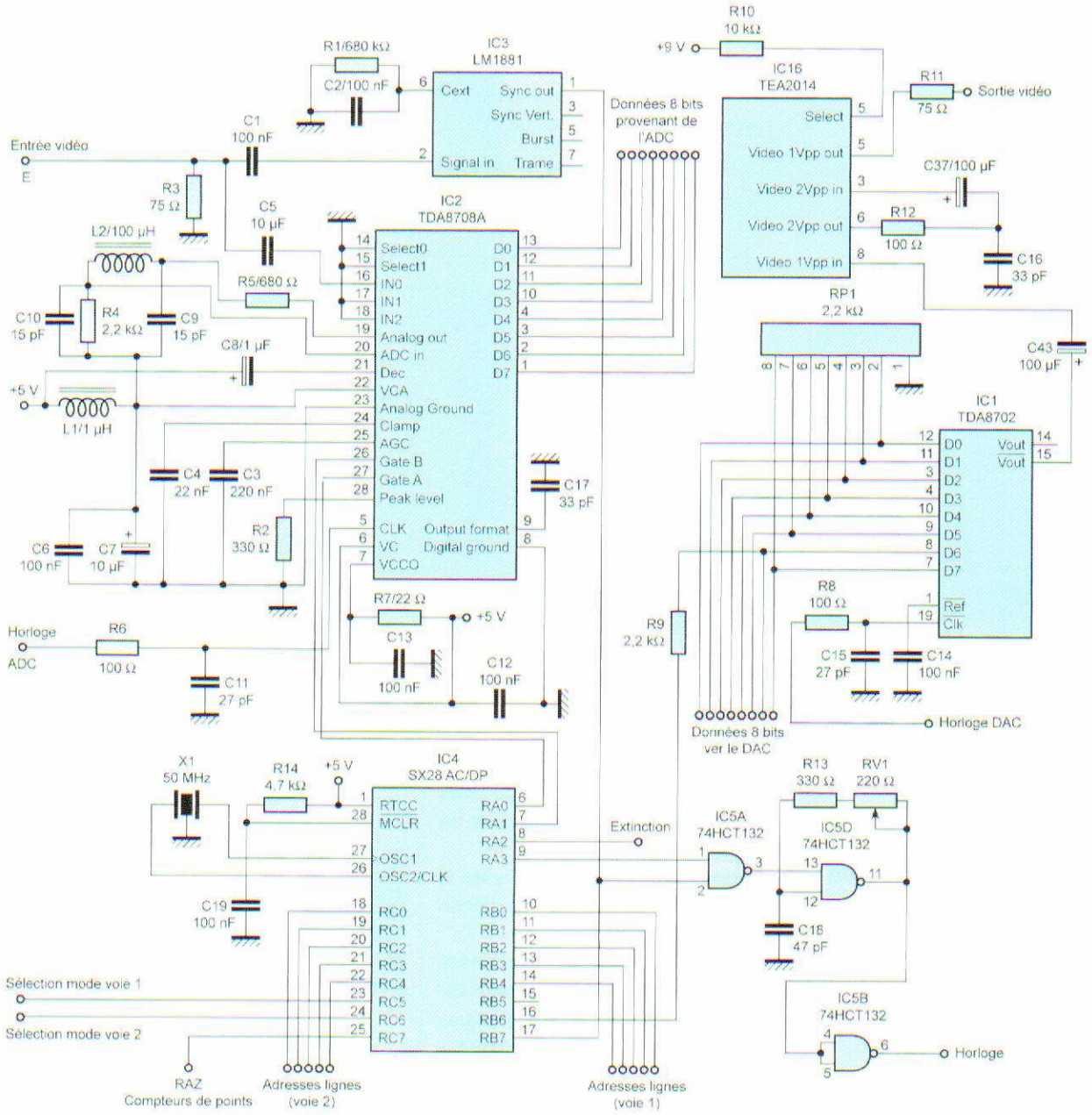


A *Image cryptée*

Image après décryptage **B**



1



2a

Principe du cryptage

La technique utilisée pour crypter le signal vidéo consiste à enregistrer dans l'ordre d'arrivée les lignes « images », puis de les restituer dans un ordre différent.

Pour réaliser notre objectif, le montage dispose de deux mémoires identiques de 32 ko, M1 (IC10) et M2 (IC11), montées en parallèle (**figures 2a** et **2b**).

Ces mémoires sont découpées en trente-deux blocs de 1024 octets (1 ko), chaque bloc pouvant recevoir une ligne « image », soit 32 lignes en tout par mémoire.

Chaque ligne enregistrée est adressable par l'intermédiaire d'un bus « adresse » de 5 bits relié au microcontrôleur SX28 (IC4).

Pour M1, ce bus part de RB0/RB4 et pour M2, il s'agit de RC0/RC4.

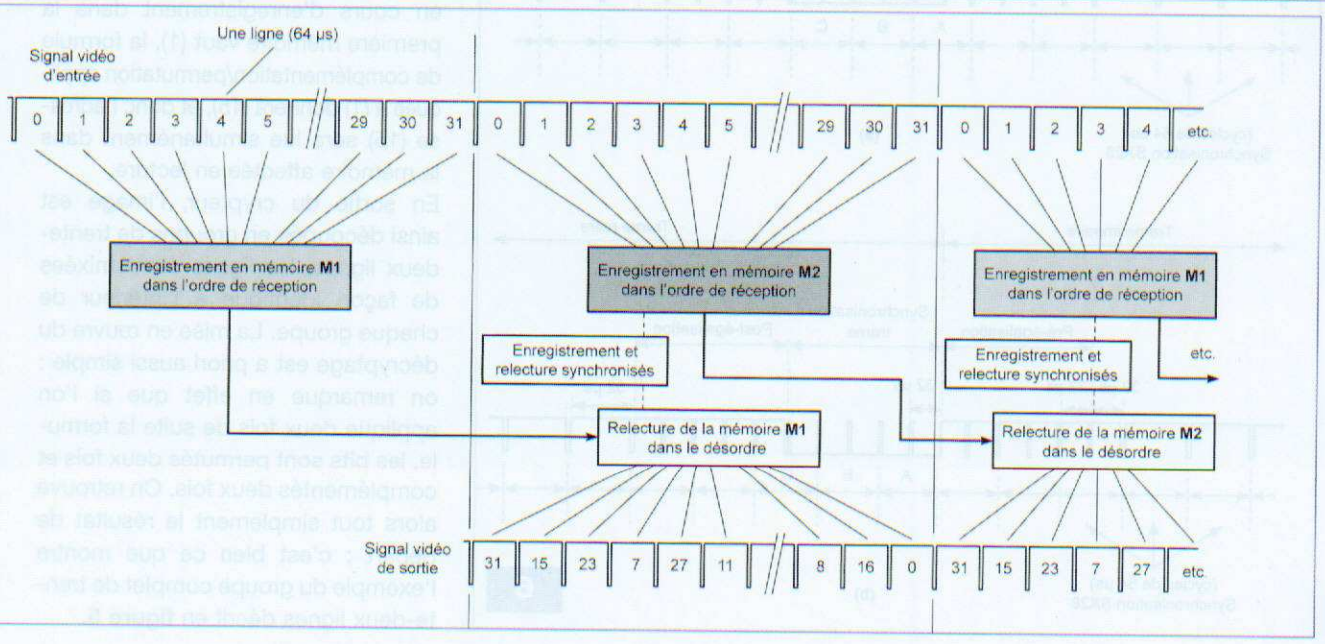
En fonctionnement, lorsque la mémoire M2 stocke les échantillons provenant de la numérisation du signal vidéo d'entrée, les échantillons précédemment stockés en mémoire M1 sont lus pour obtenir le signal de sortie.

Puis, une fois M2 entièrement remplie et M1 entièrement lue, les affectations des deux voies sont permutées et le cycle recommence.

La **figure 3** illustre ce procédé dans le détail, annotée de chiffres indiquant la valeur présente sur le bus « adresse » des mémoires lors de l'enregistrement et de la lecture.

Horloge ADC
Données 8 bits proventant de l'AD
IC6 74HCT541
IC7 74HCT541
C38 15 pF
Données 8 bits vers le DAC
Horloge DAC
IC12/74LS161
IC10 61256 M1
Adresses lignes (voie 1)
IC13/74LS161
+5 V
IC14/74LS161
Adresses lignes (voie 2)
IC11 61256 M2
RAZ Compteur de point
IC8 74HCT541
IC9 74HCT541
IC15A 74LS00
IC15C 74LS00
IC15B 74LS00
Horloge
Sélection mode voie 2
Extinction
Sélection mode voie 1

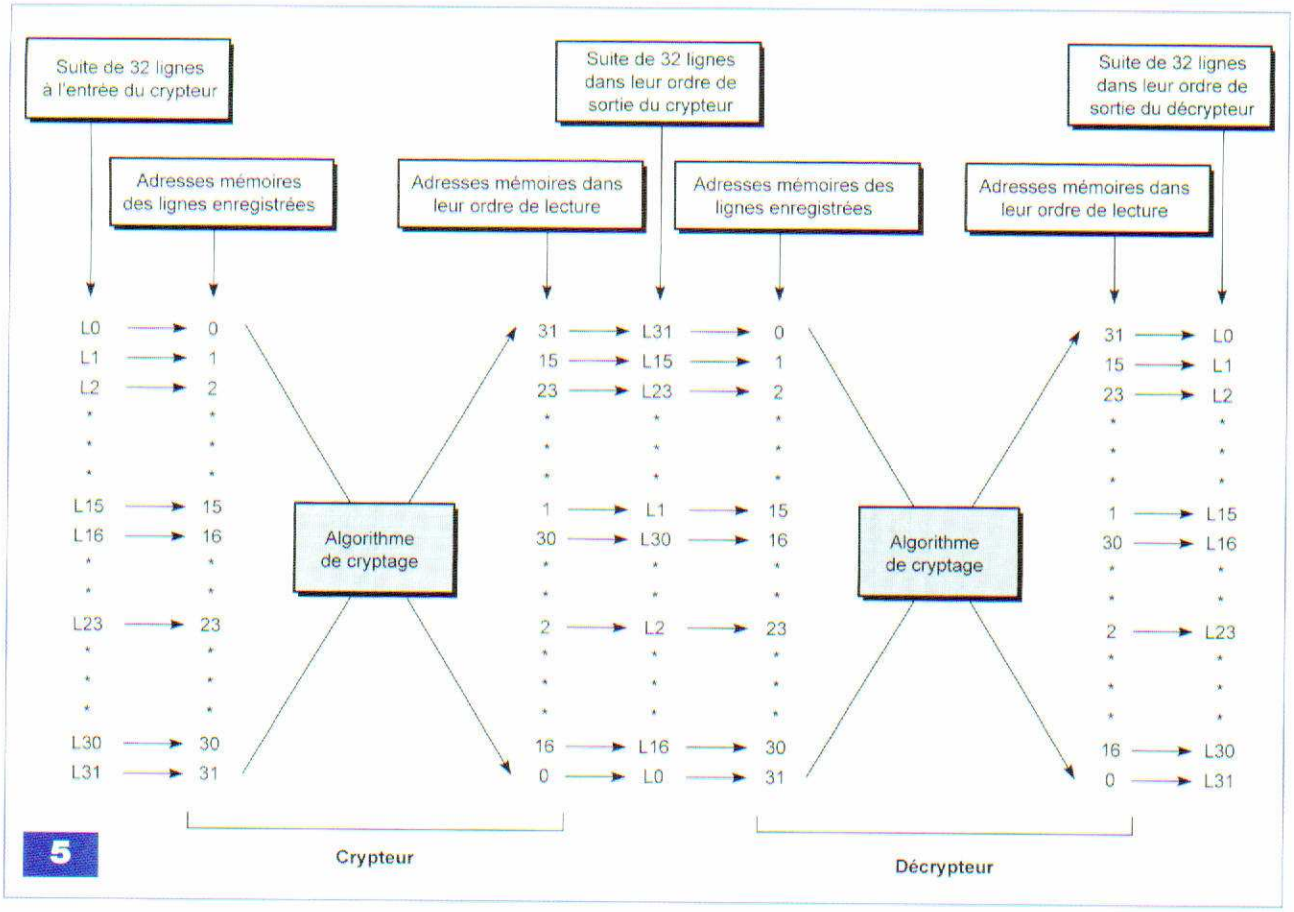
2b



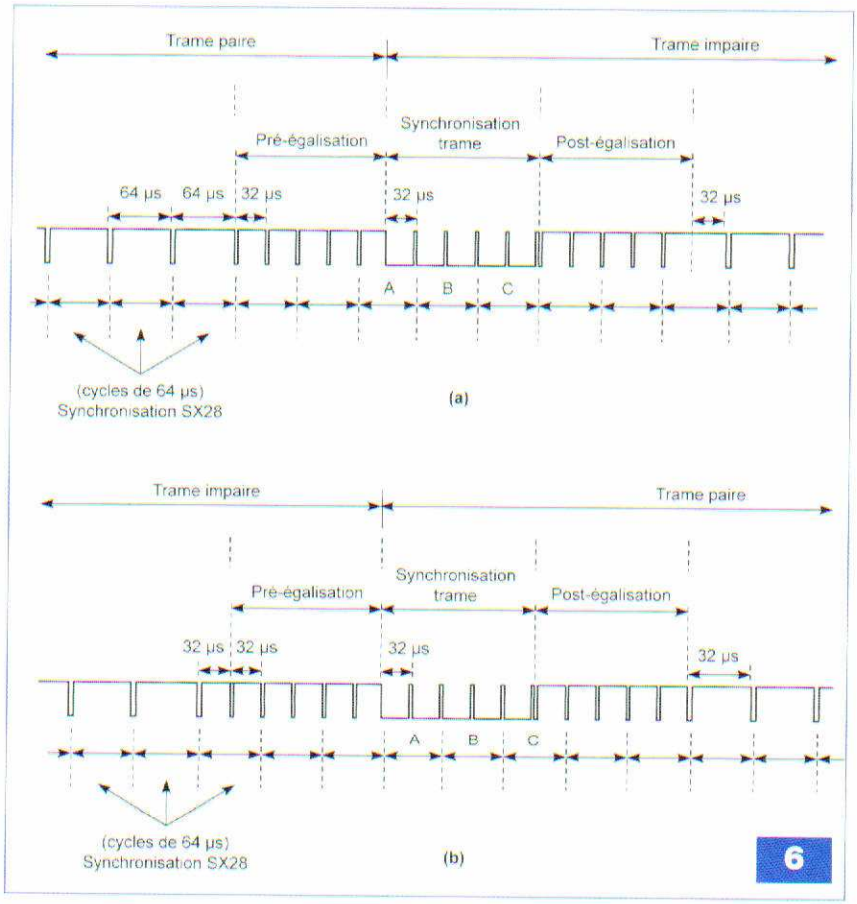
3

31	15	23	7	27	11	19	3	29	13	21	5	25	9	17	1	30	14	22	6	26	10	18	2	28	12	20	4	24	8	16	0

4



5



6

En **figure 4**, on trouvera la table complète des adresses mémoires des lignes dans leur ordre de lecture.

Cet ordre de lecture est issu d'une simple formule de complémentation/permutation des bits (bit 0<>bit 4, bit 1<>bit 3) de l'adresse d'enregistrement. Par exemple, si l'adresse en cours d'enregistrement dans la première mémoire vaut (1), la formule de complémentation/permutation appliquée à (1) donnera (15), et donc l'adresse (15) sera lue simultanément dans la mémoire affectée en lecture.

En sortie du crypteur, l'image est ainsi découpée en groupes de trente-deux lignes, les lignes étant mixées de façon identique à l'intérieur de chaque groupe. La mise en œuvre du décryptage est a priori aussi simple : on remarque en effet que si l'on applique deux fois de suite la formule, les bits sont permutés deux fois et complémentés deux fois. On retrouve alors tout simplement le résultat de départ : c'est bien ce que montre l'exemple du groupe complet de trente-deux lignes décrit en **figure 5**.

0 17 2 19 4 21 6 23 8 25 10 27 12 29 14 31 16 1 18 3 20 5 22 7 24 9 26 11 28 13 30 15

7

Ainsi, le même programme peut réaliser le cryptage et le décryptage. Bien entendu, on a supposé pour cela que le décrypteur considérait la ligne (L31) en sortie du crypteur comme la première ligne du groupe qu'il mémorisait (adresse = 0). Or, a priori, il n'y a qu'une chance sur trente-deux pour que cela se produise à la mise sous tension du montage. Dans tous les autres cas, le décryptage sera inopérant. Tout le problème pour le programme de décryptage est donc de trouver le début des groupes de trente-deux lignes en sortie du crypteur de façon à leur réappliquer la formule.

Synchronisation lors du décryptage

Un signal vidéo n'est pas uniquement constitué de lignes images de 64 µs, il comporte aussi trois séries de cinq impulsions de 32 µs qui se répètent toutes les 20 ms (**figures 6a** et **6b**). Ces impulsions servent à la synchronisation verticale de l'image. Dans le cadre de ce montage, seules les cinq impulsions de synchronisation « trame » présentant un niveau « bas » de 30 µs, suivi d'un niveau « haut » de 2 µs seront intéressantes.

Le microcontrôleur SX28, qui se synchronise automatiquement sur les fronts descendants des tops de synchronisation des lignes de 64 µs (noté «synchronisation SX28» sur le schéma), considère ces impulsions comme trois blocs de 64 µs notés (A), (B) et (C) sur les figures 6a et 6b. Seuls les blocs de la figure 6b seront pris en compte par le programme, ce qui suffit au fonctionnement du montage.

Dans le reste de cet article, nous prendrons comme référence les blocs (ABC) de la figure 6b. Ces blocs se répètent toutes les six cent vingt-cinq lignes, c'est-à-dire tous les écrans.

Supposons que le bloc (A) soit la première ligne enregistrée dans la mémoire du crypteur, son adresse mémoire lors de l'enregistrement sera donc (0). L'adresse mémoire du bloc (A) de l'écran suivant, six cent vingt-cinq lignes plus tard, sera (17).

Adresse d'enregistrement en mémoire du bloc A	Rang des 3 blocs d'impulsions en sortie du crypteur			Nombre de cycles de 64 µs séparant la venue de ces blocs dans l'image cryptée	
	A	B	C	Blocs 1 à 2	Blocs 2 à 3
0	31	15	23	8	8
1	15	23	7	8	8
2	23	7	27	16	4
3	7	27	11	4	16
4	27	11	19	8	8
5	11	19	3	8	8
6	19	3	29	16	10
7	3	29	13	10	16
8	29	13	21	8	8
9	13	21	5	8	8
10	21	5	25	16	4
11	5	25	9	4	16
12	25	9	17	8	8
13	9	17	1	8	8
14	17	1	30	16	13
15	1	30	14	13	16
16	30	14	22	8	8
17	14	22	6	8	8
18	22	6	26	16	4
19	6	26	10	4	16
20	26	10	18	8	8
21	10	18	2	8	8
22	18	2	28	16	10
23	2	28	12	10	16
24	28	12	20	8	8
25	12	20	4	8	8
26	20	4	24	16	4
27	4	24	8	4	16
28	24	8	16	8	8
29	8	16	0	8	8
30	16	0	63	16	47
31	0	63	47	47	16

8

Le tableau de la **figure 7** donne la liste des adresses mémoires du bloc (A) lors de son enregistrement par le crypteur, d'écran en écran. On voit que, quelle que soit l'adresse du bloc (A) lors de son enregistrement à la mise en route du crypteur, elle passera périodiquement par toutes les autres valeurs de (0) à (31), ce qui est important pour le décryptage car certaines valeurs particulières vont être utilisées [les adresses (14) et (15)].

Le crypteur n'a ainsi aucun besoin d'être synchronisé avec les trames du signal vidéo qu'il reçoit, il doit simplement poursuivre son comptage cyclique des adresses lignes à enregistrer de (0) à (31) sans perturbation.

Il nous faut à présent trouver une référence qui permette de connaître avec certitude le début d'un groupe crypté de trente-deux lignes, ce qui synchroniserait automatiquement le décrypteur pour les groupes suivants et rétablirait l'image dans son état d'origine.

L'idée est la suivante : lors du cryptage, les trois blocs contigus (A), (B), (C) vont être disjoints et séparés par d'autres lignes du signal vidéo d'entrée. En étudiant les écarts qui les séparent en nombre de lignes de 64 µs, il sera possible de déterminer leur emplacement dans le groupe de trente-deux lignes images issu du crypteur et donc le point de départ du prochain groupe de trente-deux lignes, ce qui permettra de synchroniser le décrypteur.

Les écarts relatifs des blocs (A), (B), (C) en sortie du crypteur sont indiqués dans le tableau de la **figure 8**. Nous y voyons, par exemple, que si les adresses de mémorisation des

blocs (A), (B), (C) par le crypteur sont (0), (1), (2), alors leurs rangs en sortie du crypteur seront (31), (15), (23). En les classant dans leur ordre de venue, nous aurons (15), (23), (31), ce qui revient à dire que huit lignes de 64 µs (23 - 15 = 8) sépareront le premier bloc reçu du deuxième à l'entrée du décrypteur. Huit lignes sépareront également le deuxième bloc du troisième reçu (31 - 23 = 8), d'où la notation (8) et (8) des deux dernières colonnes du tableau de la figure 8.

En bas du tableau, nous voyons que les valeurs (63) et (47) indiquent que (B) et (C) ne sont pas dans le même groupe de trente-deux lignes que (A), mais ce cas ne nous intéressera pas ici. Les deux configurations intéressantes sont les valeurs (16/13) ou bien (13/16) des adresses (14) et (15) du tableau. Dans les deux cas, le dernier bloc détecté, (C) ou (B), se situe au rang (30), c'est-à-dire sur l'avant dernière place d'un groupe de trente lignes. Si le microcontrôleur identifie une configuration (16/13) ou (13/16) dans les écarts entre les blocs qu'il reçoit, alors il saura que le dernier des trois blocs reçus est placé une ligne avant le début d'un nouveau groupe. C'est ainsi qu'il se synchronisera en mettant son index d'adresse d'enregistrement de ligne à (31), soit une ligne avant le prochain groupe qui commence à (0).

Cette configuration (16/13) ou (13/16) revient tous les trente-deux écrans, soit presque une fois par seconde, le décrypteur est ainsi sans cesse resynchronisé. L'effet d'un éventuel parasite serait donc de courte durée. Dans le cas d'un signal vidéo normal, les configurations (16/13) ou (13/16) n'apparaissent jamais car les blocs (ABC) se suivent, aussi n'y a-t-il jamais de synchronisation et le montage poursuit son compte perpétuel des adresses de (0) à (31) sans interruption. Cela permet au même programme d'effectuer à la fois le cryptage et le décryptage sans aucune modification.

Structure électronique

Le schéma électronique du montage est très simple.

Les circuits IC6, IC7 et IC10, d'une part, et les circuits IC8, IC9, IC11, d'autre part, constituent les deux voies parallèles d'enregistrement et de lecture des lignes images. L'état logique des sorties RC5 et RC6 du microcontrôleur SX28 (IC4) détermine le rôle de chacune des voies, un état « bas » signale une voie en lecture alors qu'un état « haut » la place en enregistrement.

Les compteurs binaires IC12 à IC14, montés en cascade, déterminent les adresses des points de l'image qui vont de (0) à (1023) au maximum (10 bits). On notera que les deux voies utilisent la même adresse de point en même temps, ce qui permet de les synchroniser parfaitement.

Le SX28 remet l'ensemble des compteurs à zéro par sa sortie RC7 à la fin de chaque ligne image, ce qui fait que l'adresse de point (0) correspond toujours au départ d'une nouvelle ligne.

Ces compteurs de points sont sous le contrôle d'une horloge générée par le circuit IC5. Cet oscillateur fournit également l'horloge des deux convertisseurs IC1 et IC2. Sa fréquence est comprise entre 12 MHz et 14 MHz (réglable par l'ajustable RV1).

Il est synchronisé sur chaque front descendant des signaux de synchronisation horizontaux du signal vidéo d'entrée.

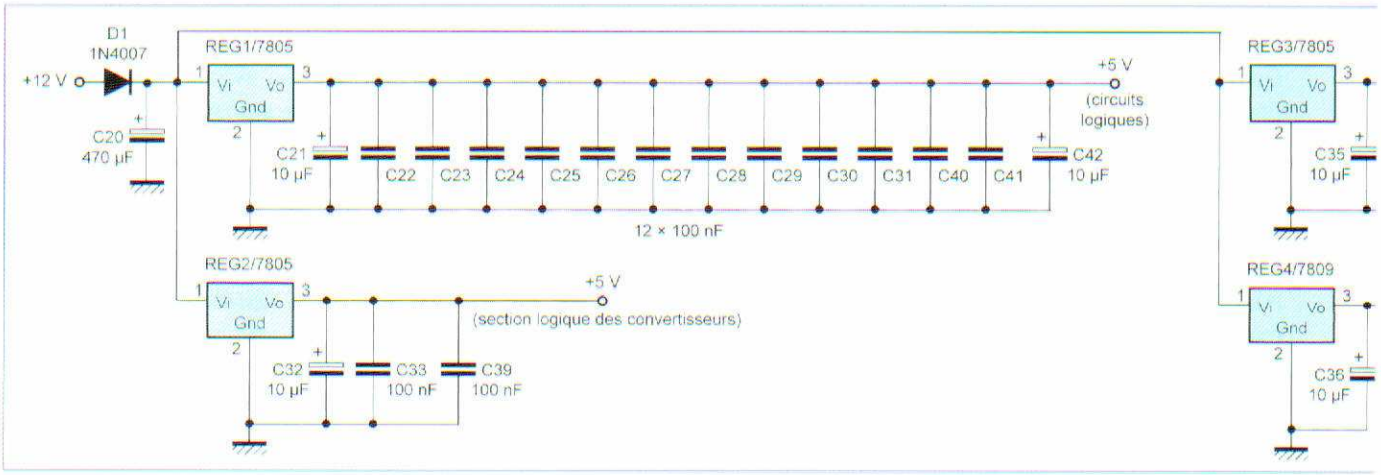
Pour réaliser cela, le SX28 bloque d'abord l'oscillateur IC5 en fin de ligne image en mettant à l'état « haut » sa sortie RA3. Lors de la venue d'un top de synchronisation horizontale, un niveau « bas » apparaît au niveau de la sortie SYNC_OUT de IC3 et la sortie de IC5/A repasse à l'état « haut », ce qui autorise le redémarrage de l'oscillateur façon synchrone.

Entre temps, le SX28, qui est commandé en « interruption » par la venue des tops de synchronisation ligne, fait passer sa sortie RA3 à l'état « bas ». Ce qui permet de garder l'oscillateur IC5 actif, malgré le retour à l'état « haut » de la sortie SYNC_OUT de IC3.

Les mémoires IC10 et IC11 sont reliées respectivement aux bus adresses RB0/RB4 et RC0/RC4 du SX28 qui déterminent les adresses d'enregistrement des lignes stockées en mémoire. Cet enregistrement est commandé par les signaux provenant des portes IC15/A et IC15/B reliées aux entrées WE (Write-Enable) des mémoires IC10 et IC11.

Si une voie est active en enregistrement, alors la mémoire associée recevra les impulsions de l'horloge sur sa broche WE. Par contre, une voie active en lecture ne recevra aucune impulsion et son entrée WE restera à l'état « haut ».

Les étages tampons IC6, IC8 servent à aiguiller le signal d'entrée provenant



du convertisseur analogique/numérique IC2 vers les mémoires. Les étages tampons IC7 et IC9 servent à aiguiller le signal de sortie vers le convertisseur numérique/analogique IC1.

On notera la présence du réseau de résistances RP1 et de la résistance R9 reliée à la sortie RB6 du SX28, dont le but est de présenter, à l'entrée du convertisseur IC1, deux valeurs « clés » lorsque le bus de sortie de IC7/IC9 est placé à l'état de haute impédance par SX28 grâce à sa sortie RA2.

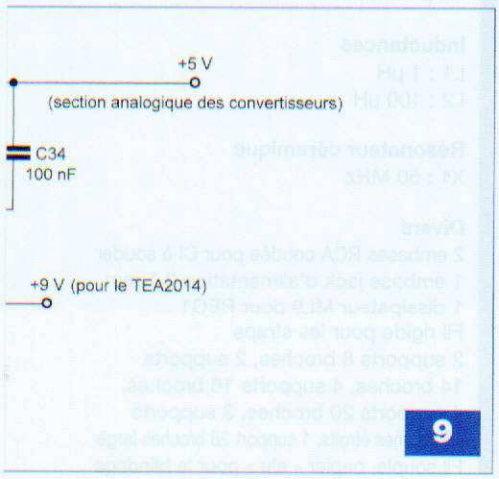
La première de ces valeurs est (64), qui correspond à l'extinction du spot (palier de noir) et sert en fin de ligne à éteindre l'affichage juste avant que le microcontrôleur ne suspende l'oscillateur général IC5 pour le resynchroniser.

La seconde valeur est (0) et correspond au top de synchronisation horizontale. Elle est utilisée au début d'une nouvelle ligne, au redémarrage de l'horloge et permet d'obtenir, en sortie du convertisseur, un front de top de synchronisation en phase parfaite avec l'horloge.

Ce dernier dispositif permet en fait d'éviter de lire l'adresse de point (0) dont le contenu est imprévisible. Les tampons IC7 et IC9 sont ensuite réactivés quelques cycles d'horloge plus tard et la lecture du contenu de la mémoire commence.

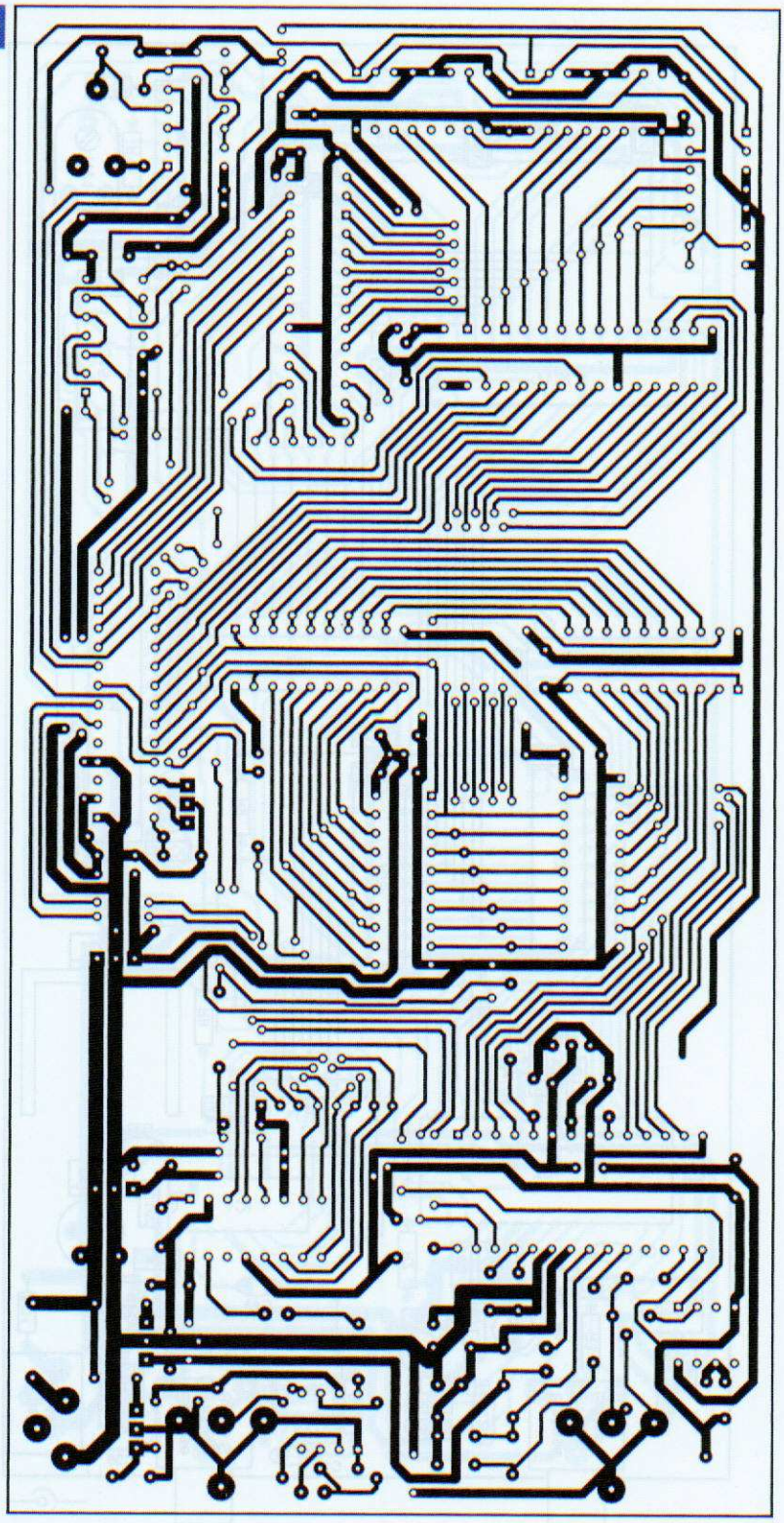
Enfin, le signal en sortie du convertisseur IC1 passe par un amplificateur TEA2014 (IC16) qui comporte deux sections.

La première amplifie par deux le signal, alors que la seconde l'adapte aux valeurs normalisées de 1 Vpp sur 75 Ω d'une sortie vidéo.



9

10

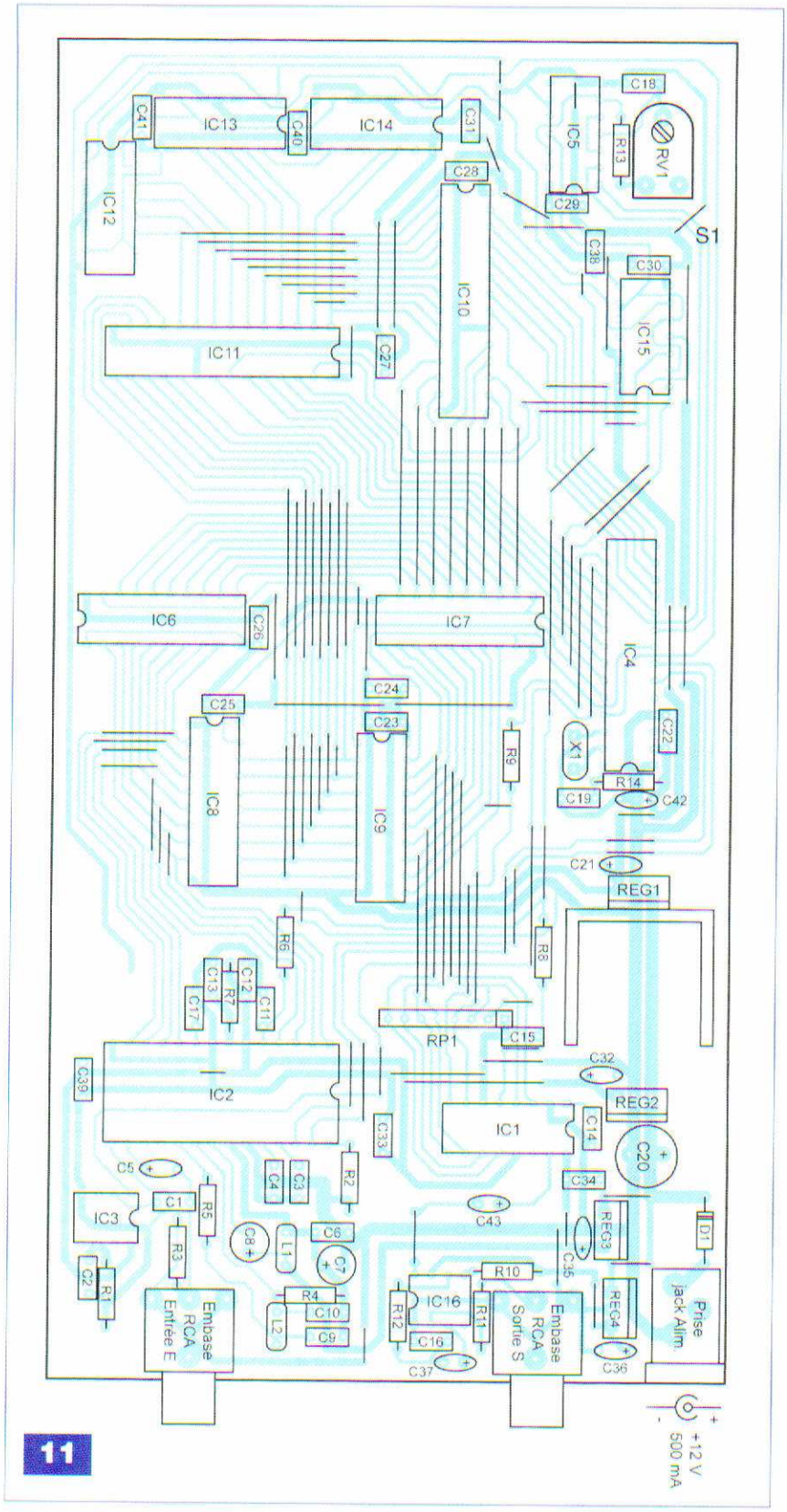


L'alimentation est divisée en quatre sections (**figure 9**). Une première pour l'ensemble des circuits logiques y compris le SX28 (REG1), une deuxième pour la section numériques des deux convertisseurs IC1 et IC2, la troisième pour la section analogique de ces convertisseurs et la dernière pour le TEA2014 qui réclame une tension de 9 V.

Réalisation

Le circuit imprimé comporte un certain nombre de pistes proches qui en rendent la réalisation délicate.

Une seule mauvaise soudure suffit à rendre le montage inopérant, sans que la source du dysfonctionnement soit facilement décelable (**figure 10**).



11

Il convient en outre de songer qu'il faut en construire au moins deux exemplaires : le premier servant de crypteur et le second de décrypteur. Avec l'important nombre de straps à placer (ne pas oublier ceux placés sous IC5 et IC2), cela représente un travail conséquent (**figure 11**). **Ce n'est donc pas, a priori, un montage pour débutant**. En ce qui concerne le matériau de la plaquette, seul de l'époxy devra être utilisé.

Le lecteur attentif notera que les liaisons entre les broches des mé-

Nomenclature

Résistances
R1 : 680 kΩ
R2, R13 : 330 Ω
R3, R11 : 75 Ω
R4, R9 : 2,2 kΩ
R5 : 680 Ω
R6, R8, R12 : 100 Ω
R7 : 22 Ω
R10 : 10 kΩ
R14 : 4,7 kΩ

Réseau de résistances
RP1 : 2,2 kΩ huit broches, sept résistances + commun

Ajustable
RV1 : 220 Ω

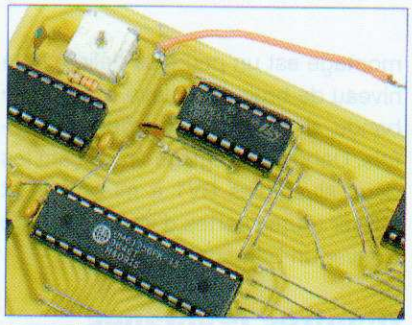
Condensateurs
C1, C2, C6, C12, C13, C14, C19, C22 : 100 nF
C23 à C29 : 100 nF
C30, C31, C33, C34, C39, C40, C41 : 100 nF
C3 : 220 nF
C4 : 22 nF
C5, C21, C32, C35, C42 : 10 µF/6,3 V
C7 : 10 µF
C8 : 1 µF
C9, C10, C38 : 15 pF
C11, C15 : 27 pF
C16, C17 : 33 pF
C18 : 47 pF
C20 : 470 µF/25 V
C36 : 10 µF/16 V
C37, C43 : 100 µF/25 V

Semiconducteurs
D1 : 1N4007
IC1 : TDA8702
IC2 : TDA8708A
IC3 : LM1881
IC4 : SX28 AC/DP (Sélectronic)
IC5 : 74HCT132
IC6, IC7, IC8, IC9 : 74HCT541
IC10, IC11 : 61256
IC12, IC13, IC14 : 74HCT161
IC15 : 74HCT00
IC16 : TEA2014 (Electronique Diffusion)
REG1, REG2, REG3 : 7805
REG4 : 7809

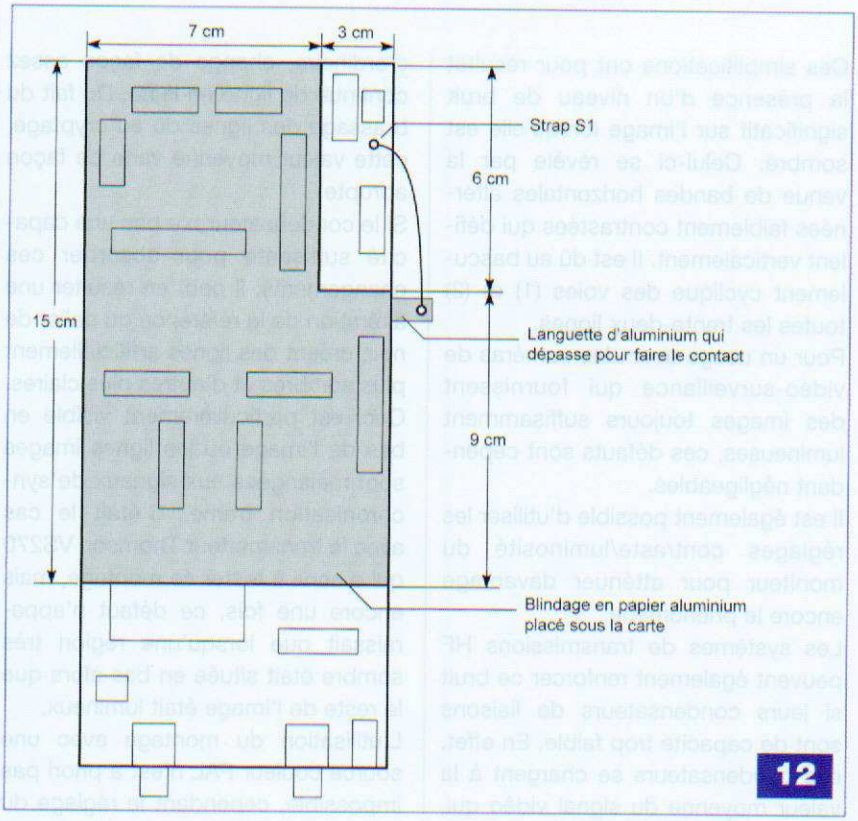
Inductances
L1 : 1 µH
L2 : 100 µH

Résonateur céramique
X1 : 50 MHz

Divers
2 embases RCA coudée pour CI à souder
1 embase jack d'alimentation 2,1 mm
1 dissipateur ML9 pour REG1
Fil rigide pour les straps
2 supports 8 broches, 2 supports 14 broches, 4 supports 16 broches, 4 supports 20 broches, 3 supports 28 broches étroits, 1 support 28 broches large
Fil souple, papier « alu » pour le blindage



C



12

moires, des compteurs et des étages tampons ne correspondent pas forcément à celles indiquées sur le schéma de principe pour la raison suivante : le schéma de principe se doit d'être clair pour comprendre le fonctionnement du montage, aussi les conventions de branchement ont-elles été respectées (D0 avec Q0, D1 avec Q1 etc.). Par contre, lors du dessin du circuit imprimé, c'est la simplicité du tracé qui prime, ce qui mène à des liaisons équivalentes logiquement et fonctionnellement, mais différentes de celles normalisées indiquées sur le schéma de principe. Le montage réclame un blindage afin de limiter les perturbations qu'il génère, sa conception est donnée en **figure 12**.

Il s'agit d'une bande de papier « aluminium » collée sur une feuille de papier qui servira d'isolant. Le papier « aluminium » sera relié au strap noté S1 sur le schéma d'implantation (**photo C**). Si l'aluminium s'avère difficile à souder, utiliser une pince crocodile pour faire le contact.

Prendre soin de respecter le tracé du blindage et de faire tout particulièrement attention à ce qu'il ne se place ni sous la section analogique, ni sous l'oscillateur.

En service, le montage est simplement posé sur le blindage, la feuille de papier évitant les courts-circuits.

En supplément du blindage, le montage devra être enfermé dans un boîtier métallique afin de l'empêcher de perturber les récepteurs radio, le circuit imprimé étant fixé le plus loin possible des parois.

Deux programmes sont fournis avec le montage sur notre site internet (*www.electroniquepratique.com*) : un programme permettant de tester une seule plaquette à la fois (*test.sxh*) et le programme du crypteur (*crypteur.sxh*).

Pour programmer le SX28 (attention : soit un Scenix ou un Ubicom dont la date est précédée par A, soit un Parallax), il est possible d'utiliser le programmateur décrit dans le n°320 d'*Électronique Pratique*. Les codes sources commentés des deux programmes sont fournis : *test.src* et *crypteur.src*.

Le SX28 se trouve notamment au catalogue de Sélectronic (ainsi que des straps en bandes dont l'usage est fort pratique), le TEA2014 chez Electronique Diffusion ou chez E44.

Réglages

Pour tester le montage avant son utilisation définitive, il est conseillé d'utiliser le programme *test.sxh*. Ce programme ne crypte pas l'image mais utilise tout de même toutes les ressources du montage et permet donc de s'assurer que la maquette fonctionne correctement.

Une fois le SX28 programmé avec le fichier *test.sxh* et placé sur la carte, positionner l'ajustable RV1 à mi-course, brancher une source vidéo à l'entrée E1 du montage et le relier à un téléviseur par sa sortie S1. Placer le blindage sous le montage et mettre l'ensemble sous tension en utilisant un bloc secteur 12 V/500 mA.

En principe, une image claire apparaît sur l'écran.

Une fois les cartes testées, il faudra reprogrammer les SX28 avec le programme *crypteur.sxh*, puis les replacer sur les cartes. Cette fois, brancher une source vidéo à l'entrée E1 de la carte 1 et relier sa sortie S1 au transmetteur HF, puis relier la sortie du récepteur HF à l'entrée E2 de la seconde carte. La sortie S2 de cette carte sera branchée au téléviseur.

À la mise sous tension, l'image doit apparaître rapidement en clair.

Règler les ajustables RV1 des deux cartes pour trouver une position qui offre une image bien définie et stable. Ce réglage n'est normalement pas critique avec une source en noir et blanc. Vérifier alors, en reliant la sortie du récepteur HF à l'entrée du téléviseur, que l'image est bien cryptée.

Altération de l'image

Le principe de fonctionnement de ce crypteur/décrypteur requiert que le signal vidéo soit numérisé deux fois. De plus, pour faciliter la réalisation, nous avons renoncé à un circuit double face avec plan de masse, ainsi qu'au blindage de la section numérique, très prolifique en bruit.

Ces simplifications ont pour résultat la présence d'un niveau de bruit significatif sur l'image lorsqu'elle est sombre. Celui-ci se révèle par la venue de bandes horizontales alternées faiblement contrastées qui défilent verticalement. Il est dû au basculement cyclique des voies (1) et (2) toutes les trente-deux lignes.

Pour un usage avec des caméras de vidéo-surveillance qui fournissent des images toujours suffisamment lumineuses, ces défauts sont cependant négligeables.

Il est également possible d'utiliser les réglages contraste/luminosité du moniteur pour atténuer davantage encore le phénomène.

Les systèmes de transmissions HF peuvent également renforcer ce bruit si leurs condensateurs de liaisons sont de capacité trop faible. En effet, ces condensateurs se chargent à la valeur moyenne du signal vidéo qui, d'ordinaire, change de façon assez continue de ligne en ligne. Du fait du brassage des lignes dû au cryptage, cette valeur moyenne varie de façon abrupte.

Si le condensateur n'a pas une capacité suffisante pour absorber ces changements, il peut en résulter une altération de la référence du palier de noir, créant des lignes artificiellement plus sombres et d'autres plus claires. Ceci est particulièrement visible en bas de l'image où les lignes images sont mélangées aux signaux de synchronisation trame. C'était le cas avec le transmetteur Thomson VS270 qui a servi à tester ce montage, mais encore une fois, ce défaut n'apparaissait que lorsqu'une région très sombre était située en bas alors que le reste de l'image était lumineux.

L'utilisation du montage avec une source couleur PAL n'est a priori pas impossible, cependant le réglage du montage est un peu plus délicat et le niveau de bruit plus élevé. Une petite bande décolorée fixe apparaît parfois. Débuter le réglage en plaçant les deux ajustables RV1 à mi-course et utiliser toutes sortes d'images afin de trouver un bon compromis.

D'autres cryptages

Le cryptage utilisé ici n'est pas restrictif. D'autres cryptages sont possibles, soit en utilisant une table de référence plutôt qu'une simple formule de complémentation/permutation, soit en utilisant différemment les capacités du montage. Par exemple, on peut imaginer un cryptage par groupe de vingt-cinq lignes qui serait ainsi périodique tous les écrans de 625 lignes. L'image serait alors stable mais découpée en fines tranches.

O. VIACAVA
oviacava@free.fr

Et si vous réalisiez votre ampli à tubes...

Une sélection de 9 amplificateurs de puissances 9 Weff à 65 Weff à base des tubes triodes, tétrodes ou pentodes

Des montages à la portée de tous en suivant pas à pas nos explications

Je désire recevoir le CD-Rom (fichiers PDF) « Et si vous réalisiez votre ampli à tubes... »

France : 30 € Union européenne : 32 € Autres destinations : 33 € (frais de port compris)

Nom : _____ Prénom : _____

N° : _____ Rue : _____

Code Postal : _____ Ville-Pays : _____

Tél. ou e-mail : _____

Je vous joins mon règlement par : ❒ chèque ❒ virement bancaire *(IBAN : FR76 3005 6000 3000 3020 1728 445/BIC : CCFRFRPP)*

A retourner accompagné de votre règlement à : TRANSOCÉANIC 3, boulevard Ney 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80

abonnez-vous

Je m'abonne au magazine ÉLECTRONIQUE PRATIQUE

MENSUEL - 11 NUMÉROS PAR AN

ECONOMISEZ 12 €*

43 €

France Métropolitaine

DOM par avion : 50,00 € - TOM par avion : 60,00 €
Union européenne : 52,00 €
Europe (hors Union européenne) - USA - Canada : 60,00 €
Autres pays : 70,00 €

* Prix total au numéro en France métropolitaine : 55,00 €

Je retourne mon coupon accompagné de mon règlement à :
Electronique Pratique, service abonnements, 18/24 quai de la Marne 75164 Paris Cedex 19

EP334

☐ M. ☐ Mme ☐ Mlle

Nom Prénom

Adresse

Code postal Ville/Pays Tél ou e-mail

Je désire que mon abonnement débute avec le n° : _____

Abonnement 11 numéros - France Métropolitaine : 43,00 € - DOM par avion : 50,00 € - TOM par avion : 60,00 €
Union européenne : 52,00 € - Europe (hors UE), USA, Canada : 60,00 € - Autres pays : 70,00 €

Offre spéciale étudiant - 11 numéros (Joindre obligatoirement un document daté prouvant votre qualité d'étudiant)
France Métropolitaine : 35,00 € - DOM par avion : 45,00 €
Union européenne : 47,00 € - TOM, Europe (hors UE), USA, Canada : 55,00 € - Autres pays : 65,00 €

Je choisis mon mode de paiement :

☐ Chèque *à l'ordre d'Electronique Pratique.* Le paiement par chèque est réservé à la France et aux DOM-TOM

☐ Virement bancaire *(IBAN : FR76 3005 6000 3000 3020 1728 445 • BIC : CCFRFRPP)*

☐ Carte bancaire (compléter ci-dessous) J'inscris ici mon numéro de carte bancaire

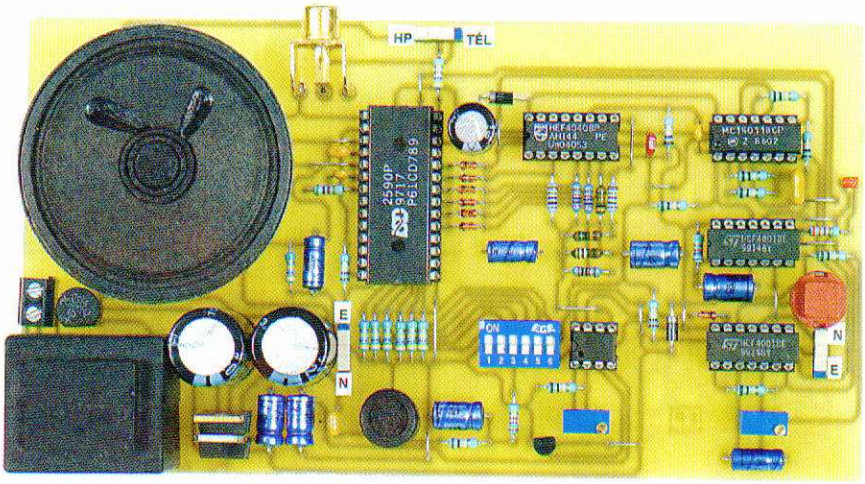
Expire le J'inscris ici les trois derniers chiffres du numéro cryptogramme noté au dos de ma carte

Signature (obligatoire si paiement par carte bancaire)

Conformément à la loi Informatique et libertés du 06/01/78, vous disposez d'un droit d'accès et de vérification aux données vous concernant.

Un thermomètre parlant... au téléphone

Vous êtes parti pour quelque temps de chez vous ou êtes propriétaire d'une résidence secondaire. C'est l'hiver. Le chauffage doit continuer à fonctionner, même à allure réduite, afin de ne pas exposer les canalisations aux risques liés au gel. Savoir que tout se passe bien, en particulier que le chauffage n'est pas tombé en panne, vous rassurerait. Rien de plus simple avec notre thermomètre parlant.



Grâce à ce montage, il vous suffira de téléphoner pour être renseigné instantanément sur la température de votre intérieur. Un thermomètre ... parlant vous répondra où que vous soyez.

Principe

Le montage comporte deux modules distincts :
- un « thermomètre parlant »
- un « téléphone »

Il n'est pas nécessaire de réaliser le second module, qui est une option, si vous n'êtes pas intéressé par la transmission à distance de la température par téléphone.

La mesure de la température s'effectue par la mise en œuvre d'une sonde thermique très courante : il s'agit du LM35 dont la caractéristique essentielle est la production d'un potentiel de sortie rigoureusement proportionnel à la température, contrairement à la CTN, dont la variation de la résistance a une allure logarithmique. La restitution vocale de la température est basée sur la mise en œuvre d'une mémoire analogique courante : le circuit ISD 2590 ou 2560.

Une fois les deux modules couplés, le processus d'interrogation est le suivant :
- appel du numéro correspondant à la ligne fixe sur laquelle est branché le module,
- le dispositif décroche après environ dix sonneries, dissuadant ainsi un éventuel correspondant ignorant la présence de ce montage,
- le module « thermomètre » se met en relation avec le module « téléphone »,
- la restitution vocale se réalise par l'annonce périodique (toutes les cinq secondes) de la température,
- au bout de 30 à 40 s, le dispositif raccroche.

Le « thermomètre parlant »

Alimentation

L'énergie provient du secteur 230 V par l'intermédiaire d'un transformateur dont le secondaire, obligatoirement à deux enroulements, délivre deux tensions alternatives de 6 V (**figure 1**).

Le point commun des enroulements secondaires constitue la référence (0) de l'alimentation symétrique essentiellement constituée de deux régulateurs, un positif et un négatif, REG 1 et REG 2. Les capacités C1 et C2 assurent le filtrage.

On obtient ainsi une alimentation présentant trois sorties : la polarité « + 6 V », la polarité « - 6 V » et la polarité « 0 V ». Comme nous le verrons ultérieurement, le recours à une alimentation symétrique est ici nécessaire de par la mise en œuvre d'un amplificateur opérationnel.

En revanche, toute la partie logique, située en aval, est alimentée par un potentiel de +5,4 V, étant donné la chute de tension introduite par D8.

La capacité C15 effectue un complément de filtrage. Le « - » de cette seconde partie d'alimentation est la polarité « 0 V » issue de l'alimentation symétrique.

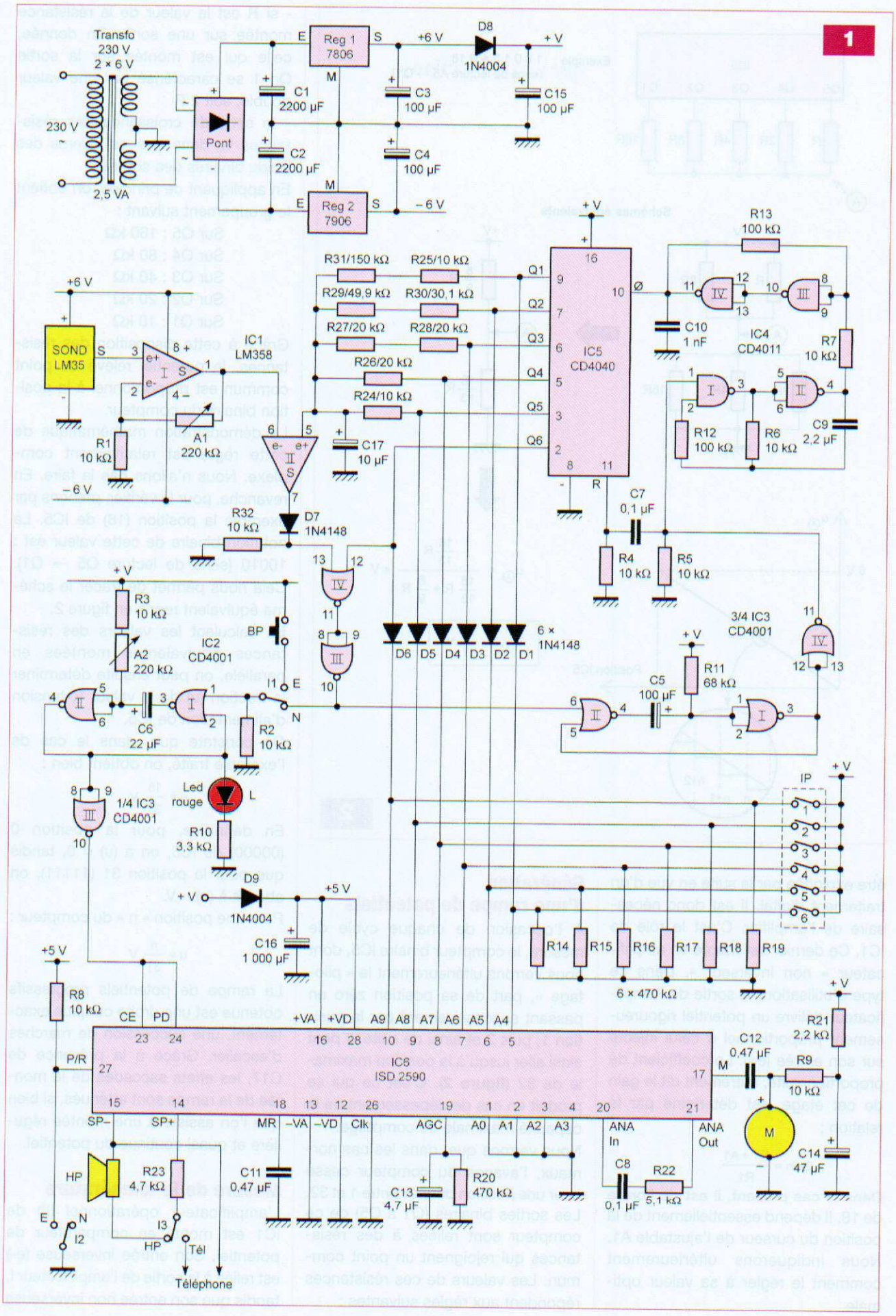
Enfin, la mémoire analogique est découplée, à son tour, de cette partie logique par D9 et C16 pour disposer d'une alimentation de près de 5 V, valeur imposée par les caractéristiques du circuit ISD 2590.

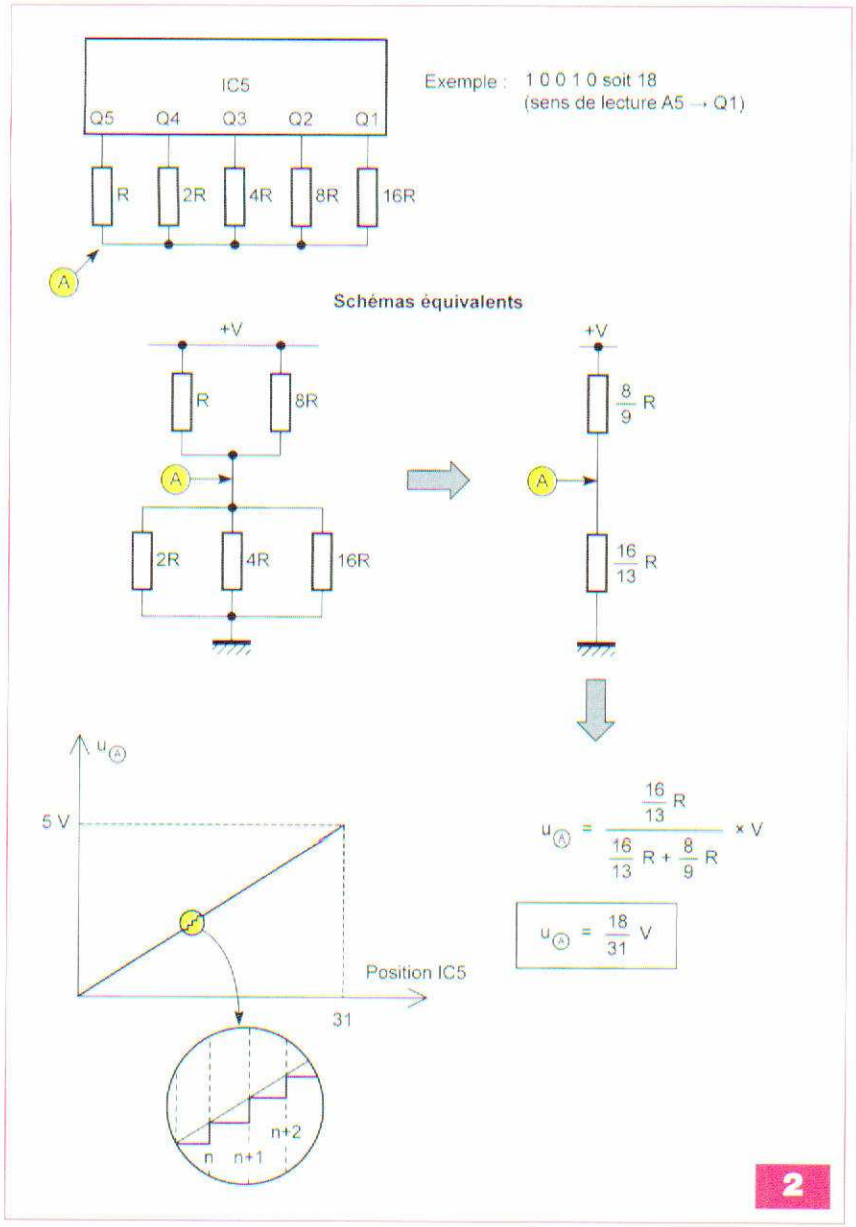
Appréciation de la température

C'est la sonde LM 35 qui mesure la température ambiante environnante. Un tel circuit intégré présente sur sa sortie un potentiel nul pour une température de 0°C.

Pour une température supérieure, le potentiel délivré correspond à une valeur de 10 mV par degré. Par exemple, si la température ambiante est de 20°C, le potentiel disponible en sortie du LM 35 sera de 0,2 V.

Une telle valeur est trop faible pour


1
Transfo
230 V
2 × 6 V
230 V
2,5 VA
Pont
Reg 1
7806
Reg 2
7906
C1
2200 µF
C2
2200 µF
C3
100 µF
C4
100 µF
C15
100 µF
D8
1N4004
+6 V
+ V
– 6 V
SOND
LM35
IC1
LM358
R1
10 kΩ
A1
220 kΩ
R32
10 kΩ
D7
1N4148
R31/150 kΩ
R25/10 kΩ
R29/49,9 kΩ
R30/30,1 kΩ
R27/20 kΩ
R28/20 kΩ
R26/20 kΩ
R24/10 kΩ
C17
10 µF
IC5
CD4040
R13
100 kΩ
C10
1 nF
IC4
CD4011
R7
10 kΩ
R12
100 kΩ
R6
10 kΩ
C9
2,2 µF
C7
0,1 µF
R4
10 kΩ
R5
10 kΩ
R3
10 kΩ
BP
IC2
CD4001
A2
220 kΩ
C6
22 µF
R2
10 kΩ
6 × 1N4148
D6 D5 D4 D3 D2 D1
3/4 IC3
CD4001
R11
68 kΩ
C5
100 µF
1/4 IC3
CD4001
Led
rouge
R10
3,3 kΩ
D9
1N4004
+5 V
C16
1 000 µF
IP
R14 R15 R16 R17 R18 R19
6 × 470 kΩ
R8
10 kΩ
IC6
ISD 2590
CE PD P/R
+VA +VD A9 A8 A7 A6 A5 A4
SP– SP+ MR –VA –VD Clk AGC A0 A1 A2 A3
ANA In
ANA Out
C11
0,47 µF
C13
4,7 µF
R20
470 kΩ
C8
0,1 µF
R22
5,1 kΩ
R21
2,2 kΩ
C12
0,47 µF
R9
10 kΩ
C14
47 µF
M
HP
R23
4,7 kΩ
Tél
Téléphone



être exploitée par la suite en vue d'un traitement digital. Il est donc nécessaire de l'amplifier. C'est le rôle de IC1. Ce dernier est monté en amplificateur « non inverseur ». Dans ce type d'utilisation, la sortie de l'amplificateur délivre un potentiel rigoureusement proportionnel à celui injecté sur son entrée (e+). Le coefficient de proportionnalité, autrement dit le gain de cet étage, est déterminé par la relation :

$$\text{Gain} = \frac{R1 + A1}{R1}$$

Dans le cas présent, il est de l'ordre de 18. Il dépend essentiellement de la position du curseur de l'ajustable A1. Nous indiquerons ultérieurement comment le régler à sa valeur optimale.

Génération d'une rampe de potentiels

À l'occasion de chaque cycle de mesure, le compteur binaire IC5, dont nous verrons ultérieurement le « pilotage », part de sa position zéro en passant successivement par la position 1, puis 2 et ainsi de suite. Il peut ainsi aller jusqu'à la position maximale de 32 (**figure 2**). C'est ce qui se produit en cas de dépassement de la capacité maximale de comptage.

Nous verrons que, dans les cas normaux, l'avance du compteur cesse pour une position donnée entre 1 et 32. Les sorties binaires (Q1 à Q5) de ce compteur sont reliées à des résistances qui rejoignent un point commun. Les valeurs de ces résistances répondent aux règles suivantes :

- si R est la valeur de la résistance montée sur une sortie Qn donnée, celle qui est montée sur la sortie Qn–1 se caractérise par une valeur double, soit 2 R
- le sens de croissance des résistances va dans le sens inverse des poids binaires des sorties

En appliquant ce principe, on obtient le groupement suivant :

Sur Q5 : 160 kΩ
Sur Q4 : 80 kΩ
Sur Q3 : 40 kΩ
Sur Q2 : 20 kΩ
Sur Q1 : 10 kΩ

Grâce à cette disposition des résistances, le potentiel relevé au point commun est proportionnel à la position binaire du compteur.

La démonstration mathématique de cette règle est relativement complexe. Nous n'allons pas la faire. En revanche, pour la vérifier, prenons par exemple la position (18) de IC5. La notation binaire de cette valeur est : 10010 (sens de lecture Q5 → Q1). Cela nous permet de tracer le schéma équivalent repris en figure 2.

En calculant les valeurs des résistances équivalentes montées en parallèle, on peut ensuite déterminer la fraction (u) de la valeur V, tension d'alimentation de IC5.

On constate que, dans le cas de l'exemple traité, on obtient bien :

$$u = \frac{18}{31}\ V$$

En définitive, pour la position 0 (00000) de IC5, on a (u) = 0, tandis que pour la position 31 (11111), on aboutit à (u) = V.

Pour une position « n » du compteur :

$$u = \frac{n}{31}\ V$$

La rampe de potentiels progressifs obtenue est une droite ou, plus exactement, une succession de marches d'escalier. Grâce à la présence de C17, les effets saccadés de la montée de la rampe sont atténués, si bien que l'on assiste à une montée régulière et quasi continue du potentiel.

Mesure de la température

L'amplificateur opérationnel (II) de IC1 est monté en comparateur de potentiel. Son entrée inverseuse (e-) est reliée à la sortie de l'amplificateur I, tandis que son entrée non inverseuse

(e+) est en relation avec le point commun des résistances évoqué au paragraphe précédent.
À titre d'exemple, prenons le cas d'une température de 20°C.
Nous avons vu que, pour cette valeur, le potentiel délivré par la sortie de la sonde thermique était de 0,2 V. Suite à l'amplification produite par l'amplificateur (I) de IC1, avec un gain de 18, le potentiel alors présenté sur l'entrée inverseuse (e-) de l'amplificateur (I) est de 3,6 V.
Au début du cycle de comptage de IC5, le potentiel présenté au point commun des résistances est beaucoup plus faible que cette valeur de 3,6 V. Il en résulte, sur la sortie de l'amplificateur (II), la présentation d'un potentiel voisin de -6 V. Au niveau de la cathode de D7, le potentiel mesuré est donc de 0 V, étant donné la présence de R32 et le blocage réalisé par la diode D7.
Cette situation subsiste tant que le potentiel au point commun des résistances reste inférieur à 3,6 V. Dès que cette valeur est légèrement dépassée, le potentiel présenté sur l'entrée non inverseuse (e+) devient supérieur à celui de l'entrée inverseuse. La sortie du comparateur passe à un potentiel voisin de 6 V. Sur la cathode de D7, on relève alors un potentiel de 5,4 V valeur qui, rappelons-le, correspond à la tension d'alimentation de IC5.
On peut déterminer la position que le compteur occupe à ce moment en appliquant la relation mise en évidence au paragraphe précédent.

$$n = \frac{31 \times u}{V} = \frac{31 \times 3{,}6}{5{,}4} = 20{,}6666 \text{ c'est à dire } 21$$

Nous verrons plus loin que le comptage cesse à ce moment pour permettre la restitution vocale de la valeur de la température.

Commande de la restitution vocale

La sortie de la porte NOR (III) de IC2, normalement à l'état « bas », passe à l'état « haut » pour l'une ou l'autre des deux raisons suivantes :
- le potentiel sur l'entrée non inverseuse du comparateur devient supérieur à celui de l'entrée inverseuse (cas normal évoqué ci-dessus)
- le compteur a dépassé la position 31 (11111) pour arriver à la position 32 (100000). Dans ce cas, l'état « haut » apparaissant sur la sortie Q6 du compteur fait basculer la sortie de la porte NOR (IV) sur l'état « bas ».

Rappelons que ce cas est exceptionnel. Il se produit uniquement si la capacité de mesure du thermomètre est dépassée.
L'apparition d'un état « haut » sur la sortie de la porte NOR (III) de IC2 commande le déclenchement de la bascule monostable constituée des portes NOR (I) et (II) de IC2, étant donné que l'inverseur I1 est placé sur la position « N » (Normal).
La bascule monostable délivre un état « haut » dont la durée est réglable grâce à l'ajustable A2. Cette durée est de l'ordre de 2 s. On assiste donc à l'apparition d'un état « bas » de la même durée sur la sortie de la porte NOR (III) de IC3.
Nous verrons que cette action commande la restitution vocale de la température. L'allumage de la led rouge (L) signalise la réalisation de cette commande.

Neutralisation de l'avance du compteur IC5

L'état « haut », issu de la sortie de la porte NOR (III) de IC2, déclenche également une seconde bascule formée par les portes NOR (I) et (II) de IC3. La sortie de cette dernière passe aussitôt à un état « haut » d'une durée de l'ordre de 5 s.
Pendant cette même durée, la sortie de la porte NOR (IV) de IC3 présente un état « bas ».
Cela a pour conséquence le blocage de l'oscillateur que forment les portes NAND (I) et (II) de IC4.
C'est cet oscillateur qui était à l'origine de l'avance du compteur IC5. Le compteur reste donc bloqué sur la position qu'il occupait au moment du déclenchement du comparateur.

Commande d'un nouveau cycle de mesure

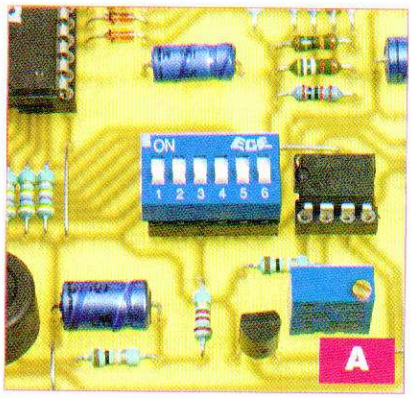
Lorsque la sortie de la bascule monostable formée par les portes NOR (I) et (II) de IC3 repasse à sa situation de repos, la sortie de la porte NOR (IV) du même circuit intégré présente un front ascendant. Ce dernier est aussitôt pris en compte par le dispositif dérivateur formé par C7, R4 et R5.
En particulier, sur l'entrée de remise à zéro « R » de IC5, on note l'apparition d'une brève impulsion positive due à la charge rapide de C7 à travers R4. Le compteur IC5 est remis à zéro.
En même temps, l'entrée de commande de l'oscillateur NAND (I) et (II) de IC4 étant de nouveau soumise à un état « haut », celui-ci entre en action. Il délivre sur sa sortie des créneaux de forme carrée, caractérisés par une période d'environ 50 ms. Le trigger de Schmitt, que forment les portes NAND (III) et (IV) de IC4, achemine ces signaux sur l'entrée de comptage « Ø » de IC5. Ce dernier redevient actif. Il amorce un nouveau cycle de comptage, ce qui a pour effet de produire à nouveau la rampe de potentiels croissants évoquée préalablement.

Organisation de l'adressage de la mémoire vocale

La plage de mémorisation du circuit intégré ISD 2590 comporte six cents segments correspondant à une durée élémentaire de 150 ms chacun. La plage totale représente donc 90 s d'enregistrement analogique.
Chacun de ces six cents segments est accessible par les dix entrées de programmation notées A0 à A9. Bien entendu, cet adressage est du type binaire. Si on désirait, par exemple, s'adresser au segment n°459, il conviendrait auparavant de décomposer ce nombre en puissances entières de (2) afin d'aboutir à sa notation en mode binaire. :
458 = 256 + 128 + 64 + 8 + 2 + 1
soit :
$458 = 2^8 + 2^7 + 2^6 + 2^3 + 2^1 + 2^0$
L'écriture binaire de 459 est alors : 111001011 et la programmation des entrées-adresses serait celle du **tableau I** ci-après :

A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
0	1	1	1	0	0	1	0	1	1

Les quatre entrées A0 à A3 de IC6 étant reliées en permanence à l'état « bas », c'est l'entrée A4 qui correspond aux unités.
C'est elle qui est en relation avec la sortie Q1 de IC5. L'entrée A5 est reliée à Q2 et ainsi de suite, pour terminer par la relation A9 → Q6.



Position IC4	Interrupteurs de programmation						Annonce vocale
	1	2	3	4	5	6	
1	0	0	0	0	0	1	< 1 degré
2	0	0	0	0	1	0	1 degré
3	0	0	0	0	1	1	2 degrés
4	0	0	0	1	0	0	3 degrés
5	0	0	0	1	0	1	4 degrés
6	0	0	0	1	1	0	5 degrés
7	0	0	0	1	1	1	6 degrés
8	0	0	1	0	0	0	7 degrés
9	0	0	1	0	0	1	8 degrés
10	0	0	1	0	1	0	9 degrés
11	0	0	1	0	1	1	10 degrés
12	0	0	1	1	0	0	11 degrés
13	0	0	1	1	0	1	12 degrés
14	0	0	1	1	1	0	13 degrés
15	0	0	1	1	1	1	14 degrés
16	0	1	0	0	0	0	15 degrés
17	0	1	0	0	0	1	16 degrés
18	0	1	0	0	1	0	17 degrés
19	0	1	0	0	1	1	18 degrés
20	0	1	0	1	0	0	19 degrés
21	0	1	0	1	0	1	20 degrés
22	0	1	0	1	1	0	21 degrés
23	0	1	0	1	1	1	22 degrés
24	0	1	1	0	0	0	23 degrés
25	0	1	1	0	0	1	24 degrés
26	0	1	1	0	1	0	25 degrés
27	0	1	1	0	1	1	26 degrés
28	0	1	1	1	0	0	27 degrés
29	0	1	1	1	0	1	28 degrés
30	0	1	1	1	1	0	29 degrés
31	0	1	1	1	1	1	30 degrés
32	1	0	0	0	0	0	> 30 degrés

Tableau II

Avec ce type d'organisation de la mémoire, l'avance d'un pas élémentaire du compteur IC5 correspond à une avance de 2^4, soit seize segments élémentaires de la mémoire ISD. Cela revient à disposer de seize segments consécutifs pour chaque position du compteur, ce qui représente 0,15 s x 16 = 2,4 s d'enregistrement vocal. Cette durée suffit largement pour une restitution vocale du type « 23° », par exemple.

Le compteur IC5 pouvant occuper les positions 1 à 31, nous affecterons :

- les températures inférieures à 1°C à la position 1 de IC5
- la température de 1°C à la position 2
- la température de 2°C à la position 3
- .....
- la température de 30°C à la position 31
- les températures supérieures à 30°C, lorsque la capacité de mesure est dépassée et que la sortie Q6 de IC5 passe à l'état « haut ».

À noter que l'on peut aussi faire appel à un circuit ISD 2560. Ce dernier n'a que 60 s de possibilité d'enregistrement. Il comporte également six cents segments élémentaires, mais chacun correspond seulement à une durée de 100 ms. On ne dispose donc plus que de 0,1 s x 16 = 1,6 s pour faire une annonce de température.

Par ailleurs, il conviendra, dans ce cas, de diminuer la durée de l'état « haut » généré par la bascule monostable formée par les portes NOR (I) et (II) de IC3, en agissant sur le curseur de l'ajustable A2. Il est conseillé de ne pas dépasser 1,5 s.

Restitution vocale

Tant que l'entrée Play/Record (P/R) est soumise à un état « haut », le circuit ISD2590 fonctionne en mode restitution. Lorsque l'on soumet simultanément les entrées (CE) et (PD) à un état « bas », la restitution de l'enregistrement prend son départ. Plus exactement, un pointeur interne se place sur le segment de mémorisation correspondant à l'adressage auquel sont soumises les entrées A0 à A9. La vitesse de restitution est pilotée par un quartz interne. Elle est évidemment la même que celle qui a été appliquée à l'enregistrement préalable. Nous reviendrons sur cet enregistrement au paragraphe suivant.

Reprenons le cas de l'exemple numérique de 20°C pour lequel le compteur IC5 s'était arrêté sur la position 21. Les entrées An du circuit ISD sont alors soumises aux niveaux logiques 010101 (sens A9 → A4). Au niveau du haut-parleur branché entre les broches (SP +) et (SP –), on entendra alors l'annonce vocale : « Vingt degrés ».

À noter que grâce à l'inverseur I3, il est possible de diriger les signaux vocaux, soit vers le haut-parleur, soit vers la ligne téléphonique.

Il est important que les entrées (CE) et (PD) repassent à leur état « bas » de repos dès la fin de l'annonce. C'est la raison pour laquelle la temporisation de la bascule monostable NOR (I) et (II) de IC2 doit être réalisée avec soin. Faute de cette précaution, si cette durée était trop longue par exemple, on risquerait d'entendre le début de l'annonce de la température enregistrée à la suite, c'est-à-dire « Vingt et un degrés ».

Enregistrement préalable

Lorsque l'on place l'inverseur I2 en position Enregistrement (E), l'entrée (P/R) est soumise à un état « bas ».

Le circuit ISD est prêt pour un enregistrement vocal. Celui-ci se déclenche dans les mêmes conditions que pour la restitution, à savoir un état « bas » sur les entrées (CE) et (PD).

Le début de l'enregistrement se situe, bien entendu, sur le segment interne désigné par l'adressage.

Grâce aux six interrupteurs de programmation IP, il est possible de réaliser l'adressage désiré (**photo A**).

Toujours dans le cas de l'exemple de 20°C, ces interrupteurs sont à positionner de façon à obtenir la configuration 010101 (sens interrupteur 1 → interrupteur 6). Bien entendu, le compteur IC5 doit être retiré de son support pour cette opération.

L'inverseur I1 est également à placer sur position (E). Ainsi, en appuyant sur le bouton-poussoir BP, on provoque le déclenchement de la bascule monostable NOR (I) et (II) de IC2. Pendant l'allumage de la led rouge, il convient alors de prononcer distinctement devant le microphone, l'annonce « Vingt degrés ».

On réalise ainsi l'enregistrement préalable pour les trente-deux cas évoqués précédemment.

Le **tableau II** résume cet enregistrement préalable.

Réalisation pratique

La **figure 3** reprend le tracé du circuit imprimé, lequel appelle peu de remarques.

Comme toujours, il convient de se procurer les différents composants afin d'être en mesure de modifier éventuellement le tracé de celui-ci en cas de différences de brochages ou de dimensionnements de composants tels que les inverseurs, par exemple.

Quant à la **figure 4**, elle illustre l'insertion des composants. Attention surtout à l'orientation des composants polarisés tels que les condensateurs électrolytiques, les diodes et les circuits intégrés.

La **figure 5** rappelle le brochage de la sonde LM 35, des régulateurs de tensions et du circuit ISD2590.

Dans un premier temps, seul le circuit IC2 sera inséré dans son support. Par ailleurs, les curseurs des deux ajustables seront à placer en position médiane. S'agissant d'ajustables multitours, cette opération est à réaliser à l'aide d'un ohmmètre.

Réglage de l'ajustable A2

L'inverseur I1 positionné sur (E), appuyer sur le bouton-poussoir BP.

Le réglage consiste à obtenir une durée d'allumage de la led rouge (L) de l'ordre de 2 s. Procéder par approches successives.

Rappelons que cette durée doit être réduite à 1,5 s en cas d'utilisation d'une mémoire ISD 2560.

Enregistrement préalable

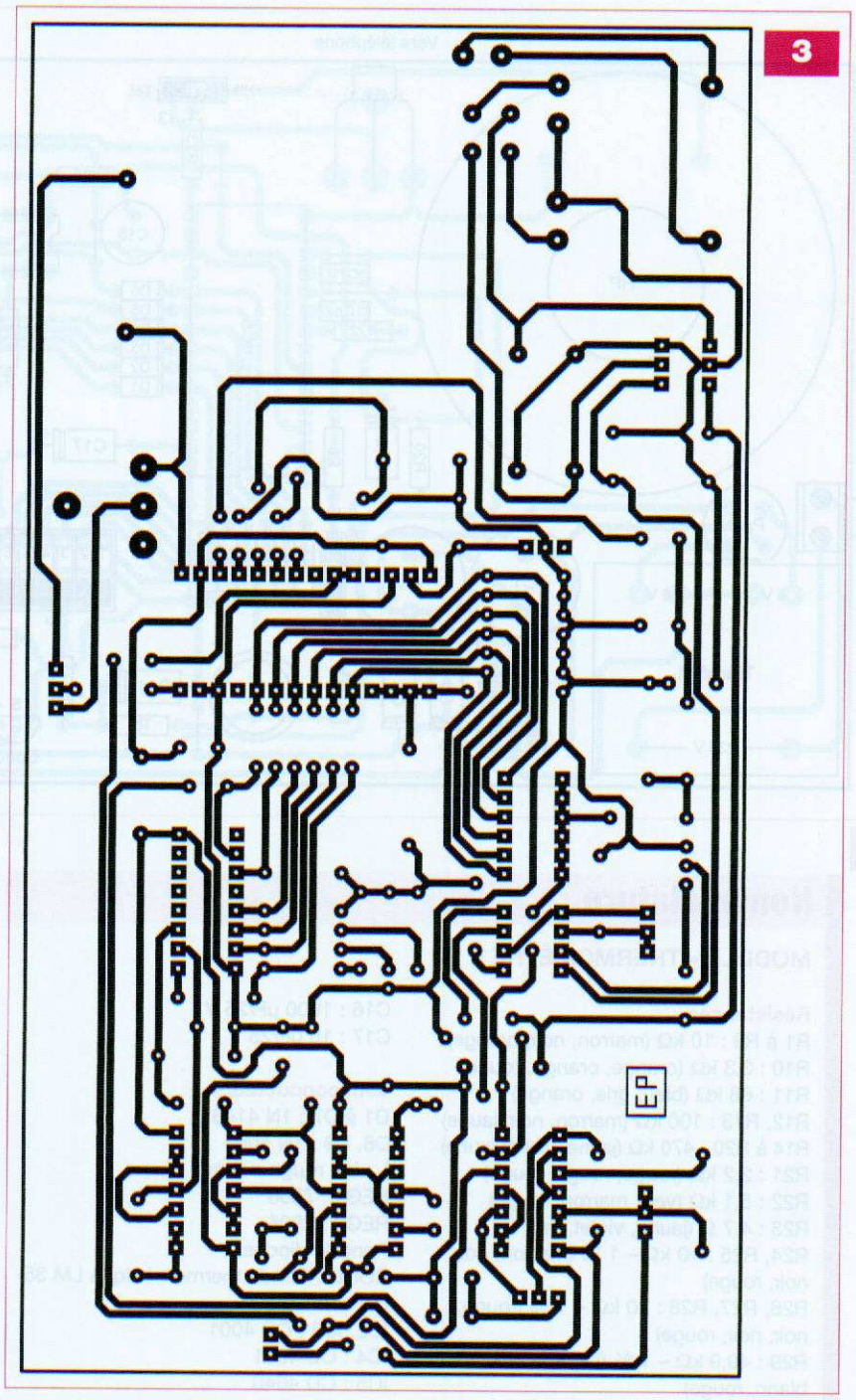
Il convient de positionner l'inverseur I2 sur (E) et d'insérer IC6 dans son support. À l'aide du tableau de programmation et en positionnant à chaque fois les six interrupteurs IP sur les positions requises, il suffit d'énoncer devant le microphone, pendant l'allumage de la led rouge, la température correspondante à chaque ligne de programmation. Si on se trompe, il suffit de recommencer : un nouvel enregistrement efface automatiquement l'enregistrement précédent.

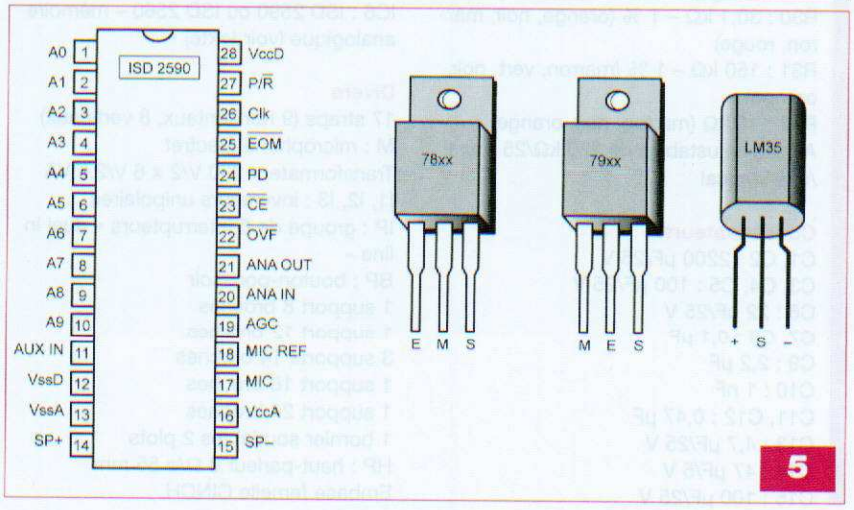
Réglage de l'ajustable A1

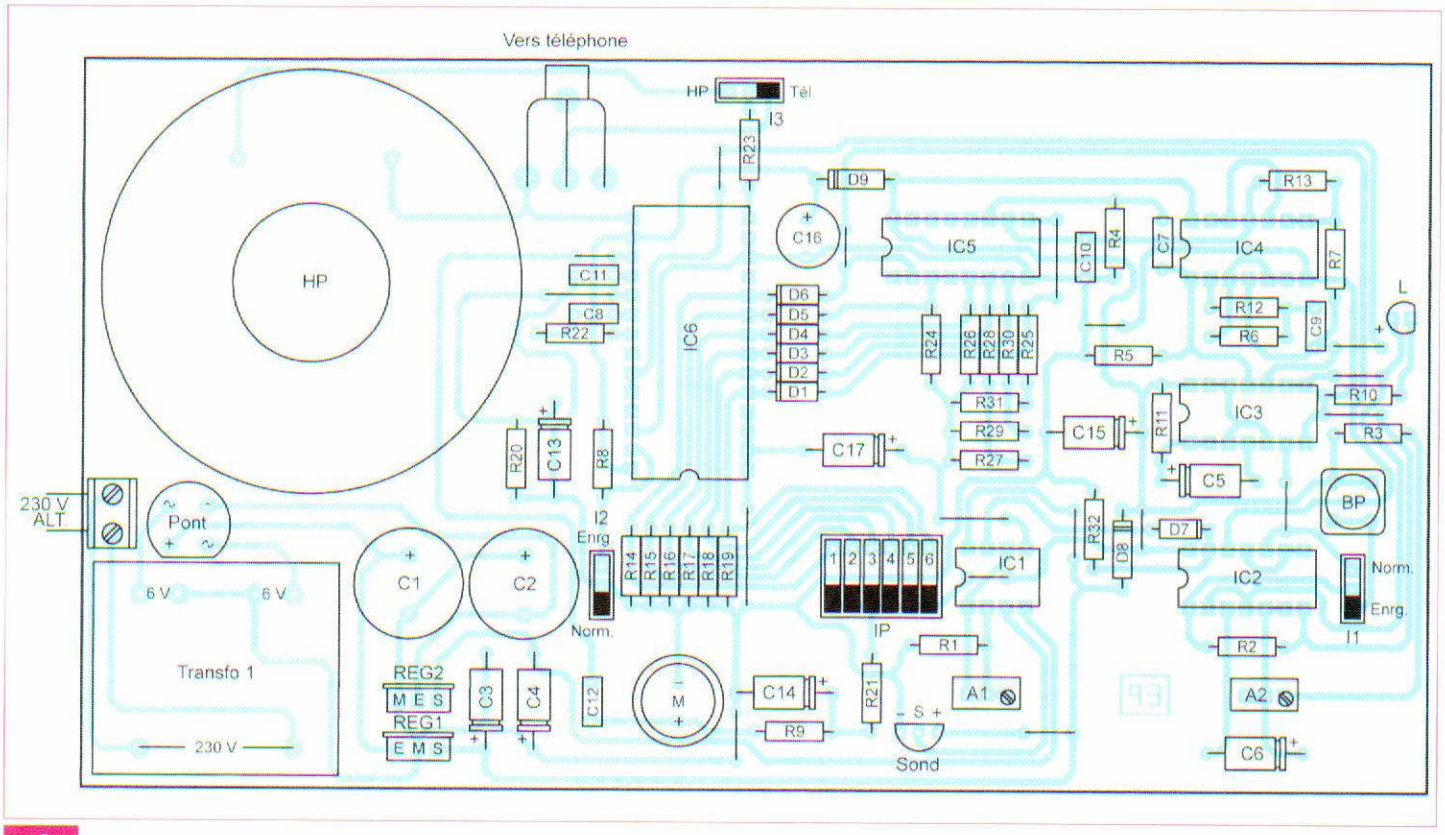
Les inverseurs I1, I2 et I3 sont à placer sur la position « Normal » (N3). Tous les circuits intégrés sont à insérer dans leurs supports. Les six interrupteurs de programmation sont à placer en position 0.

Après la mise sous tension, le système annonce une température qui n'est pas nécessairement la bonne.

En prenant un thermomètre comme référence, tourner le curseur de l'ajustable A1 dans un sens ou dans l'autre pour obtenir une annonce de température correcte.







4

Nomenclature

MODULE « THERMOMÈTRE »

Résistances
R1 à R9 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R10 : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
R11 : 68 kΩ (bleu, gris, orange)
R12, R13 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R14 à R20 : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
R21 : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
R22 : 5,1 kΩ (vert, marron, rouge)
R23 : 4,7 Ω (jaune, violet, or)
R24, R25 : 10 kΩ – 1 % (marron, noir, noir, rouge)
R26, R27, R28 : 20 kΩ – 1 % (rouge, noir, noir, rouge)
R29 : 49,9 kΩ – 1 % (jaune, blanc, blanc, rouge)
R30 : 30,1 kΩ – 1 % (orange, noir, marron, rouge)
R31 : 150 kΩ – 1 % (marron, vert, noir, orange)
R32 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
A1, A2 : ajustables de 220 kΩ/25 tours /axe vertical

Condensateurs
C1, C2 : 2200 µF/25 V
C3, C4, C5 : 100 µF/25 V
C6 : 22 µF/25 V
C7, C8 : 0,1 µF
C9 : 2,2 µF
C10 : 1 nF
C11, C12 : 0,47 µF
C13 : 4,7 µF/25 V
C14 : 47 µF/5 V
C15 : 100 µF/25 V
C16 : 1000 µF/25 V
C17 : 10 µF/25 V

Semiconducteurs
D1 à D7 : 1N 4148
D8, D9 : 1N 4004
L : led rouge ø 3 mm
REG1 : 7806
REG2 : 7906
Pont de diodes
SOND : Sonde thermométrique LM 35
IC1 : LM 358
IC2, IC3 : CD 4001
IC4 : CD 4011
IC5 : CD 4040
IC6 : ISD 2590 ou ISD 2560 – mémoire analogique (voir texte)

Divers
17 straps (9 horizontaux, 8 verticaux)
M : microphone Electret
Transformateur 230 V/2 x 6 V/2,5 VA
I1, I2, I3 : inverseurs unipolaires
IP : groupe de 6 interrupteurs « dual in line »
BP : bouton-poussoir
1 support 8 broches
1 support 12 broches
3 supports 14 broches
1 support 16 broches
1 support 28 broches
1 bornier soudables 2 plots
HP : haut-parleur 8 Ω/ø 55 mm
Embase femelle CINCH

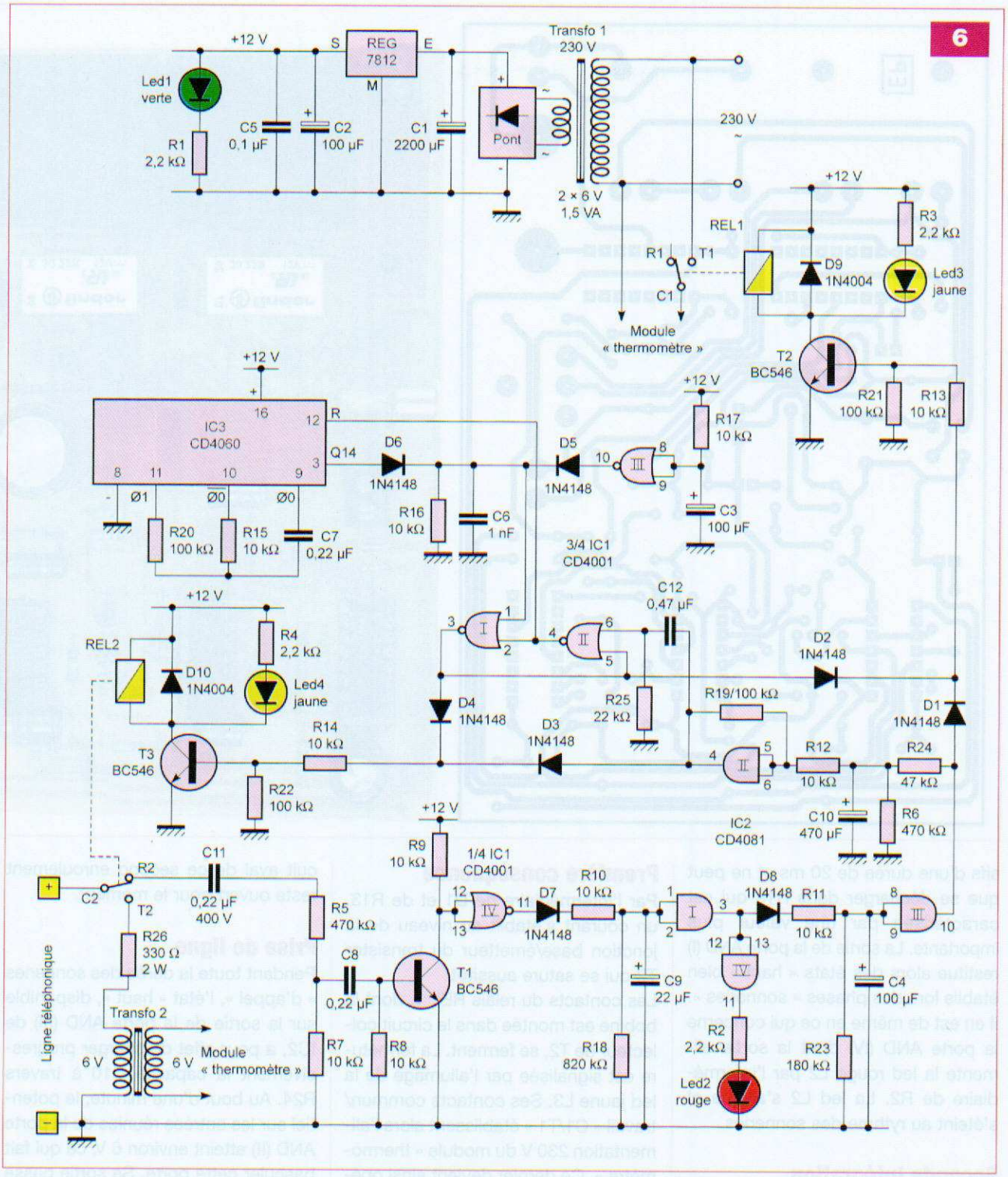
Le module « téléphone »

Alimentation

L'alimentation est tout à fait classique. Un transformateur délivre sur son enroulement secondaire un potentiel alternatif de 12 V dont un pont de diodes redresse les deux alternances (**figure 6**).
La capacité C1 effectue un premier filtrage. Sur la sortie du régulateur 7812, on relève une tension continue stabilisée à 12 V.
La capacité C2 réalise un complément de filtrage, tandis que C5 fait office de capacité de découplage.
L'allumage de la led verte L1 signalise la mise sous tension du montage.

Traitement des signaux d'appel

En situation de veille, les deux relais REL 1 et REL 2 sont ouverts. Tant que la ligne téléphonique est « libre », on relève une tension continue de 52 V à ses bornes de raccordement.
Lorsque des signaux de sonnerie « d'appel » se présentent, ces derniers sont transmis au montage par l'intermédiaire du contact « commun/repos » du relais REL 2.
Rappelons que ces signaux ont une allure sinusoïdale et se caractérisent



par une fréquence de 25 Hz avec une amplitude entre « minima » et « maxima » de l'ordre de 100 V.

Les signaux transitent par la capacité C11 et une fraction seulement de l'amplitude est prélevée au point commun des résistances R5/R7, avant d'être transmis à la base du transistor T1 par l'intermédiaire du condensateur C8.

Sur le collecteur de T1, on relève des créneaux de 40 ms de période et calibrés au potentiel d'alimentation de 12 V.

La porte NOR (IV) de IC1, dont la sortie est à l'état « bas » en situation de veille, les inverse. On observe alors sur cette sortie une suite d'impulsions positives lors des sonneries.

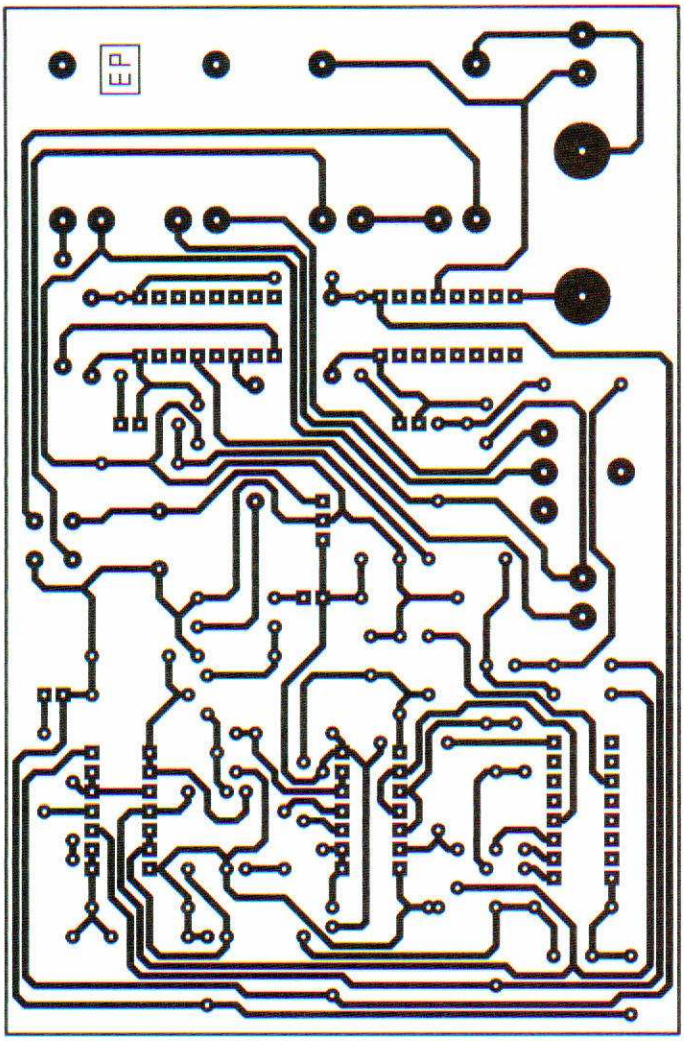
Première intégration des signaux d'appel

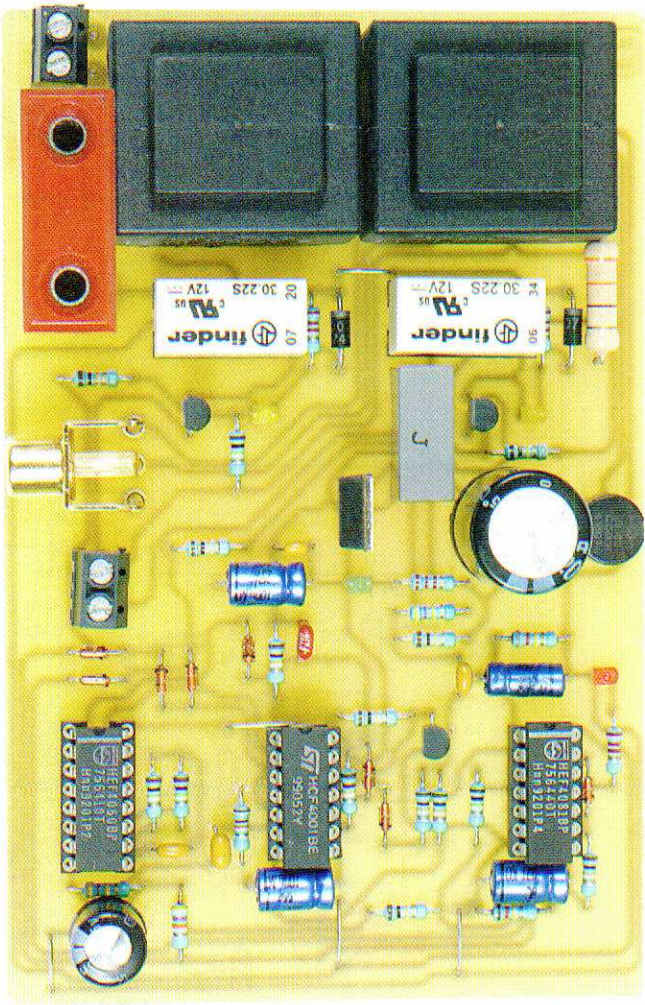
Rappelons que les sonneries se succèdent avec une périodicité de 5 s se décomposant comme suit :

- 1,7 s de sonnerie
- 3,3 s de silence

Les impulsions de 40 ms, qui sont délivrées par la sortie de la porte NOR (IV) de IC1, sont prises en compte par le dispositif intégrateur formé par D7, R10, R18 et C9.

Lors des sonneries, on enregistre un potentiel voisin de 10 V sur les entrées réunies de la porte AND (I) de IC2. La capacité C9 se charge, en effet, lors des états « haut » succes-





7

sifs d'une durée de 20 ms et ne peut que se décharger dans R18 qui est caractérisée par une valeur plus importante. La sortie de la porte AND (I) restitue alors des états « haut » bien établis lors des phases « sonneries ». Il en est de même en ce qui concerne la porte AND (IV) dont la sortie alimente la led rouge L2 par l'intermédiaire de R2. La led L2 s'allume et s'éteint au rythme des sonneries.

Seconde intégration des signaux d'appel

Lors des sonneries « d'appel », la sortie de la porte AND (I) présente une succession d'états « haut » d'une durée de 2 à 3 s, à une périodicité de 5 s. Ces états « haut » subissent alors une seconde intégration par le système intégrateur que forment D8, R11, R23 et C4. Sur la sortie de la porte AND (III), on relève ainsi un état « haut » continu pendant toute la durée des sonneries « d'appel ».

Première conséquence

Par l'intermédiaire de D1 et de R13, un courant s'établit au niveau de la jonction base/émetteur du transistor T2 qui se sature aussitôt.

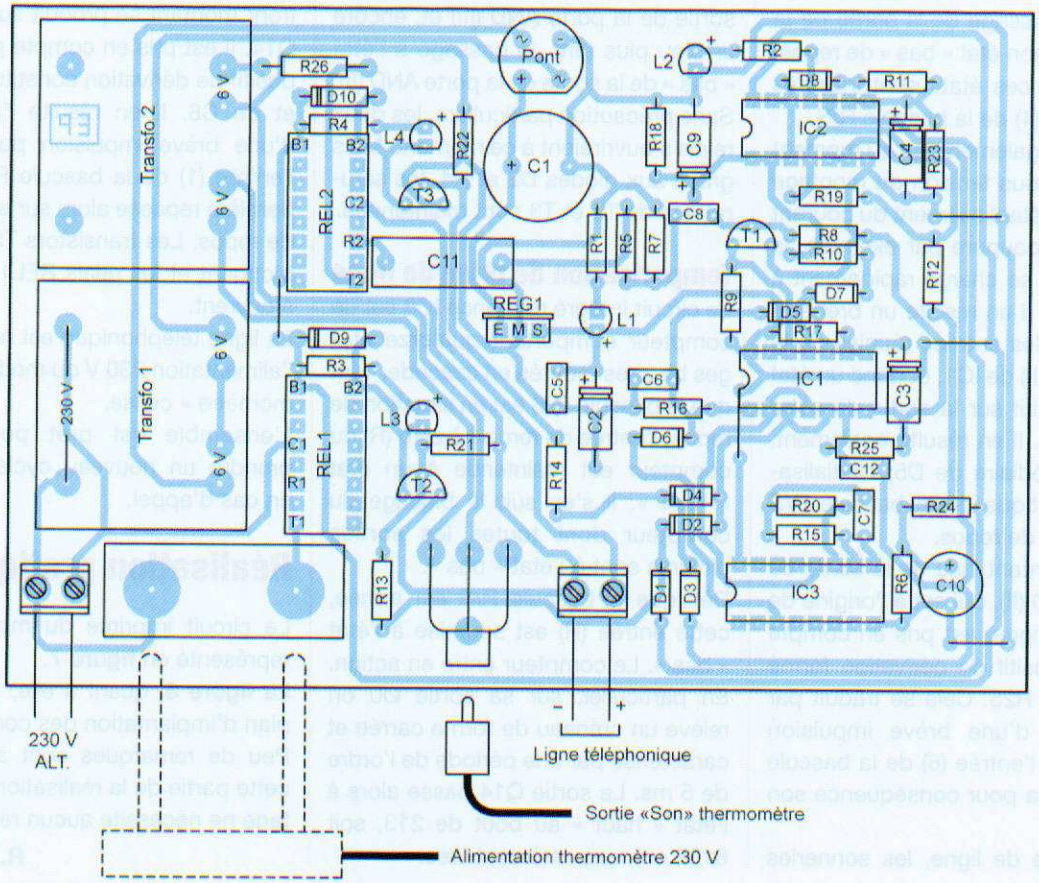
Les contacts du relais REL 1, dont la bobine est montée dans le circuit collecteur de T2, se ferment. La fermeture est signalisée par l'allumage de la led jaune L3. Ses contacts commun/travail « C1/T1 » établissent alors l'alimentation 230 V du module « thermomètre ». Ce dernier devient ainsi opérationnel et « entame » son fonctionnement.

La restitution périodique du message vocal est transmise dans l'un des deux enroulements de 6 V d'un second transformateur dont l'enroulement primaire est inutilisé. Par induction, les signaux correspondant au message vocal sont, bien entendu, disponibles aux bornes du second enroulement de 6 V. Mais cela s'arrête à ce niveau étant donné que le circuit aval de ce second enroulement reste ouvert pour le moment.

Prise de ligne

Pendant toute la durée des sonneries « d'appel », l'état « haut », disponible sur la sortie de la porte AND (III) de IC2, a pour effet de charger progressivement la capacité C10 à travers R24. Au bout d'une minute, le potentiel sur les entrées réunies de la porte AND (II) atteint environ 6 V, ce qui fait basculer cette porte. Sa sortie passe à l'état « haut ». La vitesse de ce basculement est encore accélérée par le trigger de Schmitt formé par la porte AND en question et ses résistances périphériques R12 et R19.

Le transistor T3 se sature et le relais REL 2 se ferme. La led jaune L4 signalise cette fermeture. Il s'établit alors une continuité entre le « + » et le « - » de la ligne téléphonique par la mise en série de R26 et du second enroulement du transformateur n°2. C'est



8

Nomenclature

MODULE « TÉLÉPHONE »

Résistances
R1, R2, R3, R4 : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
R5, R6 : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
R7 à R17 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R18 : 820 kΩ (gris, rouge, jaune)
R19, R20, R21, R22 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R23 : 180 kΩ (marron,gris, jaune)
R24 : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
R25 : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
R26 : 330 Ω/2 W (orange, orange, marron)

Condensateurs
C1 : 2200 µF/25 V
C2, C3, C4 : 100 µF/25 V
C5 : 0,1 µF
C6 : 1 nF
C7, C8 : 0,22 µF
C9 : 22 µF/25 V
C10 : 470 µF/25 V
C11 : 0,22 µF/400 V
C12 : 0,47 µF

Semiconducteurs
D1 à D8 : 1N 4148
D9, D10 : 1N 4004
L1 : led verte ø 3 mm
L2 : led rouge ø 3 mm
L3, L4 : leds jaunes ø 3 mm
T1, T2, T3 : BC 546 ou BC 547
IC1 : CD 4001
IC2 : CD 4081
IC3 : CD 4060

Divers
5 straps (3 horizontaux, 2 verticaux)
Transfo 1 et Transfo 2 : transformateurs 230 V/ 2 x 6 V/1,5 VA
2 supports 14 broches
3 supports 16 broches
Pont de diodes
REL 1 et REL 2 : relais 12 V/2 RT (Finder série 3022)
REG : régulateur 7812
2 borniers soudables 2 plots
Embase femelle « CINCH »
Prise femelle 230 V pour circuit imprimé

la prise de ligne. La tension de cette dernière chute à environ 15 V. Le message vocal périodique issu du module « thermomètre » est alors injecté dans la ligne et devient audible dans celle-ci.

Comme nous l'avons déjà indiqué en début d'article, cette temporisation relativement importante (près de dix sonneries) avant la prise de ligne est volontaire. Elle est censée dissuader un éventuel correspondant ignorant la présence du dispositif et qui, de ce fait, raccrochera ainsi son combiné au bout de cinq ou six sonneries.

Armement du dispositif de temporisation

Les portes NOR (I) et (II) de IC1 constituent une bascule R/S.

Rappelons le fonctionnement d'un tel montage.

Toute impulsion positive sur l'entrée (6) a pour effet de présenter un état « haut » stable sur la sortie (3) de la

bascule. De même, toute impulsion positive sur l'entrée (1) a pour conséquence le passage de la sortie de la bascule sur son état « bas » de repos. À noter que ces états sont inversés sur la sortie (4) de la bascule R/S.

À observer également, qu'au moment de la mise sous tension du montage ou suite au rétablissement du courant suite à une coupure par exemple, la capacité C3 se charge rapidement à travers R17. Il en résulte un bref état « bas » sur les entrées réunies de la porte NOR (III) de IC1, et donc un état « haut » fugitif sur la sortie de cette même porte. Il en résulte également, par l'intermédiaire de D5, l'initialisation automatique de la bascule R/S sur son état de repos.

Le front montant issu de la sortie de la porte AND (II), qui est à l'origine de la prise de ligne, est pris en compte par le dispositif de dérivation formé par C12 et R25. Cela se traduit par l'apparition d'une brève impulsion positive sur l'entrée (6) de la bascule R/S, ce qui a pour conséquence son armement.

Dès la prise de ligne, les sonneries cessent. Il en résulte, peu de temps après le passage à l'état « bas » de la sortie de la porte AND (III) et, encore un peu plus tard, le passage à l'état « bas » de la sortie de la porte AND (II). Sans précaution particulière, les deux relais s'ouvriraient à ce moment. Mais grâce aux diodes D2 et D4, les saturations de T2 et T3 sont maintenues.

Temporisation de prise de ligne

Le circuit intégré référencé IC3 est un compteur comportant quatorze étages binaires montés en cascade. Tant que la bascule R/S est en situation de repos, l'entrée de remise à zéro (R) du compteur est maintenue à un état « haut ». Il s'en suit le blocage du compteur dont toutes les sorties binaires sont à l'état « bas ».

Dès que la bascule R/S est armée, cette entrée (R) est soumise à l'état « bas ». Le compteur entre en action. En particulier, sur sa sortie Ø0 on relève un créneau de forme carrée et caractérisé par une période de l'ordre de 5 ms. La sortie Q14 passe alors à l'état « haut » au bout de 213, soit 8192 créneaux élémentaires. Cela représente environ 40 s.

Au bout de cette temporisation, un front montant se produit sur la sortie Q14. Il est pris en compte par le dispositif de dérivation constitué de R16 et de C6. Il en résulte l'apparition d'une brève impulsion positive sur l'entrée (1) de la bascule R/S. Cette dernière repasse alors sur sa position de repos. Les transistors T2 et T3 se bloquent et les relais REL1 et REL 2 s'ouvrent.

La ligne téléphonique est restituée et l'alimentation 230 V du module « thermomètre » cesse.

L'ensemble est prêt pour entreprendre un nouveau cycle éventuel en cas d'appel.

Réalisation pratique

Le circuit imprimé du montage est représenté en **figure 7**.

La **figure 8**, quant à elle, reprend le plan d'implantation des composants. Peu de remarques sont à faire sur cette partie de la réalisation. Le montage ne nécessite aucun réglage.

R. KNOERR

Et si vous réalisiez votre chaîne hi-fi à tubes...

8 amplis de puissances 4 à 120 Weff
4 préamplis haut et bas niveau
1 filtre actif deux voies

Des montages à la portée de tous en suivant pas à pas nos explications

Je désire recevoir le CD-Rom (fichiers PDF) « Et si vous réalisiez votre chaîne hi-fi à tubes... »

France : 30 € Union européenne : 32 € Autres destinations : 33 € (frais de port compris)

Nom : _____ Prénom : _____

N° : _____ Rue : _____

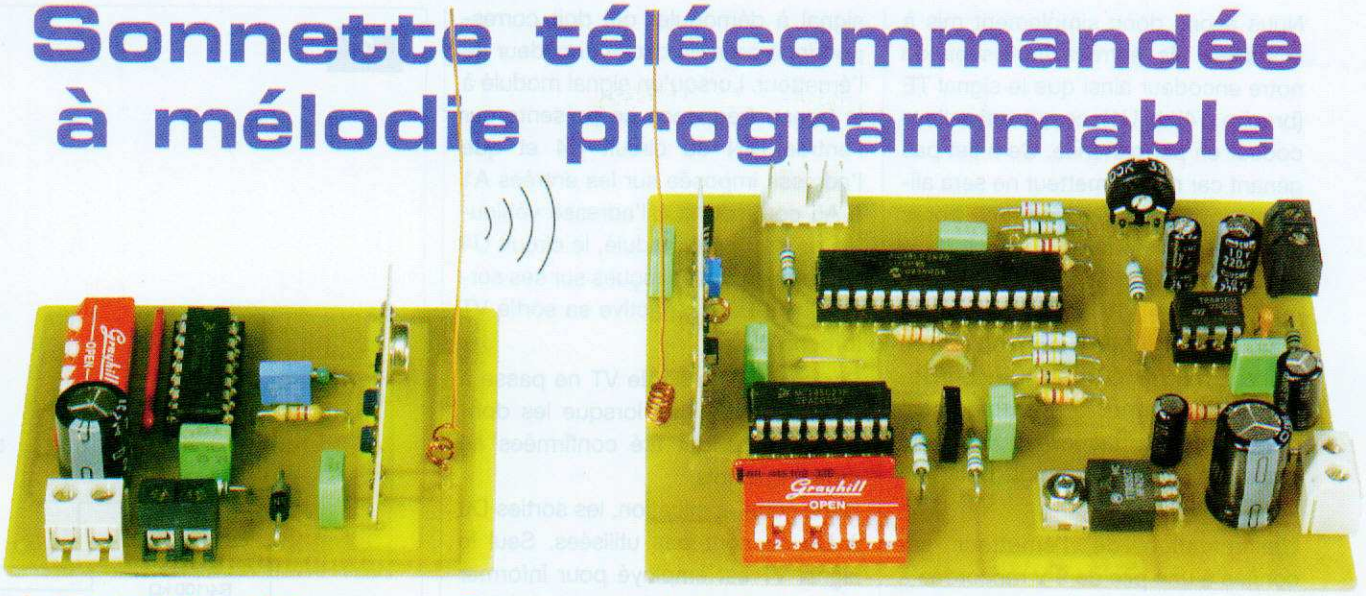
Code Postal : _____ Ville-Pays : _____

Tél. ou e-mail : _____

Je vous joins mon règlement par : ❒ chèque ❒ virement bancaire *(IBAN : FR76 3005 6000 3000 3020 1728 445/BIC : CCFRFRPP)*

A retourner accompagné de votre règlement à : TRANSOCÉANIC 3, boulevard Ney 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80

Sonnette télécommandée à mélodie programmable



Les sonnettes télécommandées que l'on trouve dans le commerce proposent des mélodies diverses et variées, mais rarement la mélodie de nos rêves. Aussi, si vous aimez vous différencier jusque dans les moindres détails, vous apprécierez le montage que nous vous proposons.

Il s'agit d'une sonnette télécommandée dont vous pourrez programmer vous-même la mélodie. Facile à réaliser et à programmer, elle surprendra votre entourage.

Les schémas

L'émetteur fait l'objet de la figure 1, tandis que le récepteur est reproduit en figure 2.

L'émetteur est organisé autour d'un encodeur MC145026 (U1) et d'un émetteur HF Aurel TX 433-SAW (EMIT1). Le circuit MC145026 fournit un signal codé assurant une bonne fiabilité du système en cas de fonctionnement dans un environnement très perturbé. C'est relativement important, puisque notre sonnette fait appel à un module émetteur « normalisé », pour des questions de simplicité et de respect de la réglementation en matière de télécommunications.

En contre-partie, la bande de fréquences utilisée est parfois très encombrée. En effet, le module HF que nous avons choisi travaille à puissance contrôlée dans une bande de fréquences normalisée de 433 MHz.

L'utilisation d'un tel module procure une grande souplesse de mise en œuvre, mais présente un risque de « collision » avec les nombreux systèmes de télécommandes du commerce. C'est surtout en zone urbaine que cette bande de fréquences se retrouve très encombrée.

Cela dit, la puissance d'émission maximale autorisée dans cette bande de fréquences est très faible afin de limiter volontairement la portée de l'émetteur, en vue d'éviter une gêne mutuelle au delà d'une centaine de mètres. Toutefois, cela ne suffisant pas toujours, il est indispensable d'utiliser un système de codage très « robuste » pour écarter toute possibilité d'une commande intempestive du système.

Les circuits MC145026 (encodeur) et MC145027 (décodeur) que nous avons retenus offrent de nombreux avantages dans ce domaine. Le protocole de transmission utilisé permet de garantir une transmission « intègre » avec un très bon niveau d'immunité face aux interférences provoquées par les autres télécommandes environnantes. Bien entendu, de nombreux systèmes commerciaux exploitent, eux aussi, les circuits MC145026 et MC145027. Le risque de « collision » entre télécommandes basées sur la même famille d'encodeurs n'est donc pas nul.

Les MC145026 et MC145027 permettent cependant de choisir facilement la fréquence de modulation acceptée, à l'aide de quelques composants discrets. Combiné avec une portée nécessairement restreinte des télécommandes dans cette bande de fréquences, le risque final de « collision » reste très faible. Ce serait un hasard assez extraordinaire que d'avoir un voisin situé à moins de 100 m de chez vous qui possèderait une télécommande basée sur un encodeur MC145026 exploitant exactement la même fréquence de porteuse que notre montage (à moins qu'il ne soit lui-même lecteur d'*Électronique Pratique* !). Si d'aventure ce cas se produisait, il vous suffirait de changer une résistance sur chacun de vos modules pour vous prémunir des « collisions » avec sa télécommande.

Revenons au schéma de la **figure 1**. Les composants qui fixent la fréquence de travail du circuit encodeur (U1) sont C2, R1 et R2.

Les lignes d'adresse et de données du circuit U1 sont pilotées directement par le microcontrôleur. Selon le décodeur utilisé, les lignes de données peuvent devenir des lignes supplémentaires d'adresse, ce qui augmente le nombre de récepteurs possibles.

Pour notre étude, nous avons préféré nous limiter aux possibilités du décodeur MC145027, ce dernier étant bien plus facile à approvisionner.

Nous avons donc simplement mis à la masse les entrées inutilisées de notre encodeur ainsi que le signal TE (broche (14) de U1), ce qui active l'encodeur en permanence. Ce n'est pas gênant car notre émetteur ne sera alimenté que quelques instants après un appui sur le bouton poussoir de la sonnette. Le signal issu du codeur (patte (15) de U1) pilote le module émetteur HF (EMIT1) sur son entrée faible niveau (MOD VL). Le connecteur CN3 permet le raccordement d'une antenne, laquelle pourra être réalisée à l'aide d'un simple petit brin de fil émaillé.

L'alimentation de l'émetteur est confiée à une pile de 9 V raccordée à CN1. Elle est contrôlée par le bouton poussoir connecté à CN2 avant de traverser la diode D1. Cette alimentation sert de protection contre les inversions de polarités qui peuvent toujours survenir en cas d'étourderie. Le condensateur C1 permet de stocker assez d'énergie pour faire fonctionner l'émetteur pendant au moins une seconde, lors d'un appui rapide sur le bouton poussoir. C'est nécessaire pour garantir au récepteur un temps suffisant pour décoder le signal émis (lequel doit être confirmé au moins trois fois avant de valider la réception).

La résistance R3 permet de limiter le courant de charge du condensateur C1 afin de ne pas solliciter la pile de 9 V outre mesure, à chaque appui sur le bouton poussoir et ansi d'optimiser un peu sa durée de vie.

Pour information, le montage est prévu pour assurer au moins cinq à six heures d'émission continue avec une pile alcaline classique, soit un peu plus de dix mille appuis de 2 s sur le bouton de la sonnette.

Voyons maintenant le schéma du récepteur (**figure 2**).

Un module HF (RECV1) fournit le signal capté sur sa sortie OUT (broche 14). Ce signal est appliqué à l'entrée DIN (broche 9) du décodeur MC145027 (U4). Les entrées A1 à A5 du décodeur sont contrôlées par un bloc d'interrupteurs SW1. Il permet de fixer le code accepté à l'identique de celui programmé sur l'émetteur.

Les composants R8, C3, R11 et C4 permettent de fixer la fréquence du signal à démoduler qui doit correspondre à celle du circuit encodeur de l'émetteur. Lorsqu'un signal modulé à la bonne fréquence se présente sur l'entrée DIN du circuit U4 et que l'adresse imposée sur les entrées A1 à A5 correspond à l'adresse véhiculée par le signal modulé, le circuit U4 place les données reçues sur ses sorties D6 à D9 puis active sa sortie VT (broche 11).

Par sécurité, la sortie VT ne passe à l'état « haut » que lorsque les données reçues ont été confirmées au moins trois fois.

Dans notre application, les sorties D6 à D9 ne sont pas utilisées. Seul le signal VT est employé pour informer le microcontrôleur (U1) qu'un utilisateur vient d'appuyer sur le bouton de la sonnette.

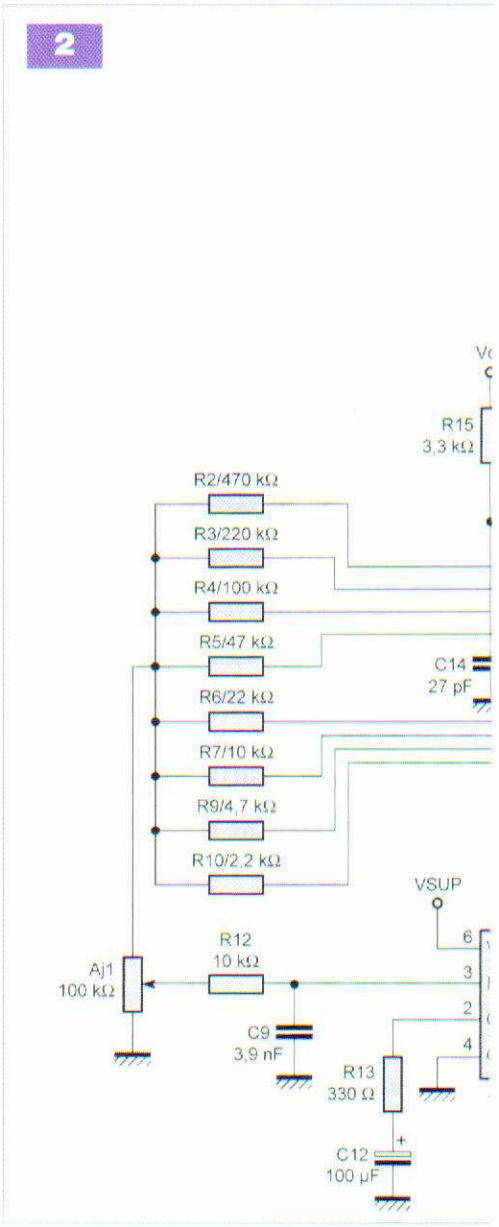
Le microcontrôleur « scrute » régulièrement l'état du signal VT. Dès qu'il détecte un état actif, il génère le signal sonore dont il conserve la définition dans sa mémoire programmée. Ceci explique pourquoi nous avons choisi un microcontrôleur disposant de 64 ko de mémoire « Flash » (60 ko de la mémoire sont réservés pour coder un signal sonore de 7,5 s au format PCM 8 kHz/8 bits).

Pour simplifier la procédure de téléchargement du « son personnalisé », nous avons préféré utiliser la mémoire interne du microcontrôleur puisque cette dernière doit de toute façon être programmée tôt ou tard.

Nous vous expliquerons par la suite comment associer le programme et les données provenant du fichier « son » que vous aurez choisi.

Pour reproduire le signal sonore mémorisé par le microcontrôleur, il faut un convertisseur A/D 8 bits. Afin de simplifier le montage, nous avons eu recours à un réseau de résistances associées selon le principe R/2R. Bien que le réseau soit réalisé avec des résistances à 5 %, la qualité de conversion de notre montage reste acceptable pour la qualité sonore que nous nous sommes fixés. De plus, vous constaterez que les valeurs des résistances normalisées que nous avons retenues ne respectent pas tout à fait le principe R/2R. Cela se traduira donc par une légère distorsion du signal sonore mais, dans les faits, pour une utilisation comme sonnette, cela ne s'entend pas.

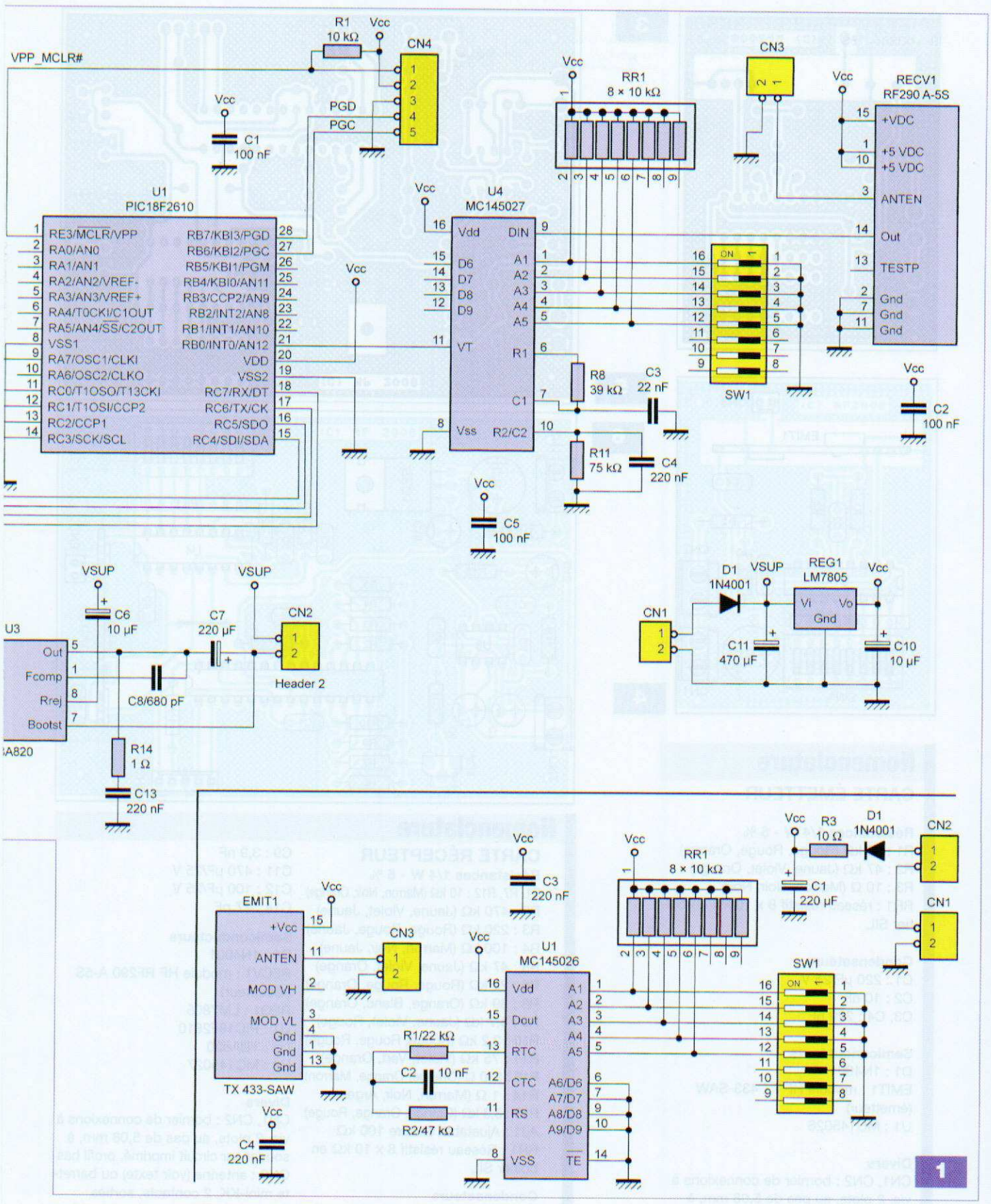
2



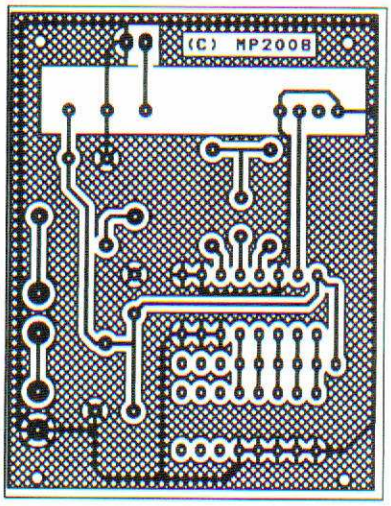
Une fraction du signal converti est prélevée aux bornes de l'ajustable Aj1, après quoi il est filtré par une cellule passe-bas formée par R12 et C9. Le signal est ensuite amplifié par un circuit TBA820M qui est capable de « piloter » directement un petit haut-parleur de 8 Ω.

Noter que l'un des fils du haut-parleur est relié directement au potentiel d'alimentation du montage (VSUP). Nous avons choisi cette configuration pour l'amplificateur TBA820M car c'est elle qui comporte le moins de composants.

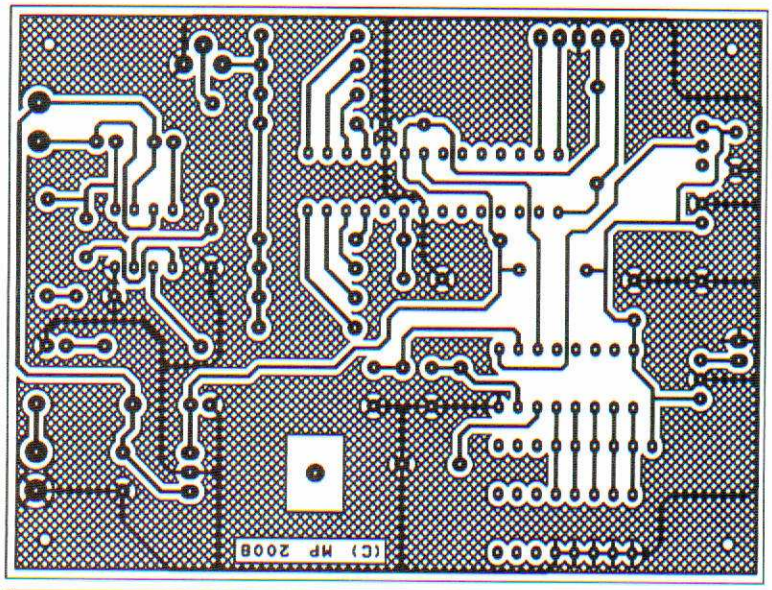
Le haut-parleur sera isolé de la composante continue de la tension d'ali-



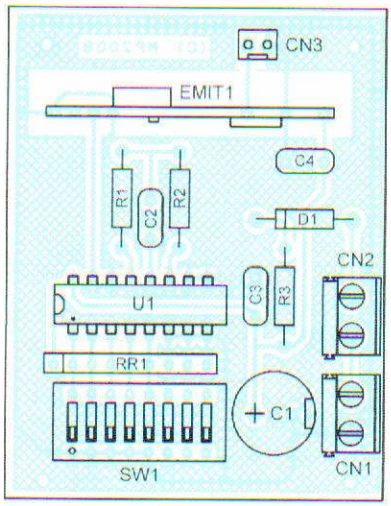
mentation grâce au condensateur C7. Nous terminerons ce descriptif en précisant que le récepteur sera alimenté par un petit bloc capable de délivrer +9 V/DC à +12 V/DC sous 150 mA. Le récepteur est également protégé contre l'inversion des polarités de l'alimentation par la diode D1, après quoi un banal régulateur LM7805 se charge de fournir la tension +5 V/DC nécessaire aux parties logiques du montage.



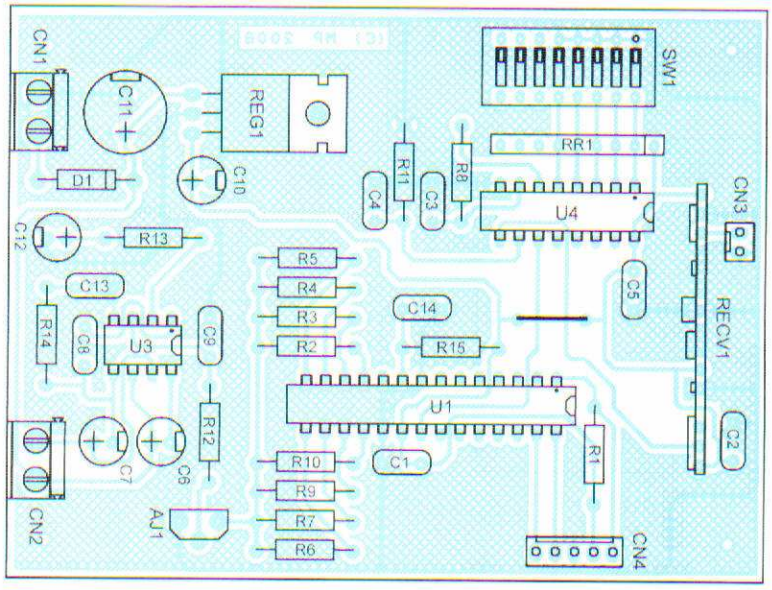
3



5



6



4

Nomenclature

CARTE ÉMETTEUR

Résistances 1/4 W - 5 %
R1 : 22 kΩ (Rouge, Rouge, Orange)
R2 : 47 kΩ (Jaune, Violet, Orange)
R3 : 10 Ω (Marron, Noir, Noir)
RR1 : réseau résistif 8 x 10 kΩ en boîtier SIL

Condensateurs
C1 : 220 µF/25 V
C2 : 10 nF
C3, C4 : 220 nF

Semiconducteurs
D1 : 1N4001
EMIT1 : module HF TX 433-SAW (émetteur)
U1 : MC145026

Divers
CN1, CN2 : bornier de connexions à vis, 2 plots, au pas de 5,08 mm, à souder sur circuit imprimé, profil bas.
CN3 : antenne (voir texte) ou barrette mini-KK, 2 contacts, sorties droites, à souder sur circuit imprimé, référence MOLEX 22-27-2021
SW1 : bloc de 8 micro interrupteurs

Nomenclature

CARTE RÉCEPTEUR

Résistances 1/4 W - 5 %
R1, R7, R12 : 10 kΩ (Marron, Noir, Orange)
R2 : 470 kΩ (Jaune, Violet, Jaune)
R3 : 220 kΩ (Rouge, Rouge, Jaune)
R4 : 100 kΩ (Marron, Noir, Jaune)
R5 : 47 kΩ (Jaune, Violet, Orange)
R6 : 22 kΩ (Rouge, Rouge, Orange)
R8 : 39 kΩ (Orange, Blanc, Orange)
R9 : 4,7 kΩ (Jaune, Violet, Rouge)
R10 : 2,2 kΩ (Rouge, Rouge, Rouge)
R11 : 75 kΩ (Violet, Vert, Orange)
R13 : 330 Ω (Orange, Orange, Marron)
R14 : 1 Ω (Marron, Noir, Argent)
R15 : 3,3 kΩ (Orange, Orange, Rouge)
AJ1 : Ajustable linéaire 100 kΩ
RR1 : Réseau résistif 8 x 10 kΩ en boîtier SIL

Condensateurs
C1, C2, C5 : 100 nF
C3 : 22 nF
C4, C13 : 220 nF
C6, C10 : 10 µF/25 V
C7 : 220 µF/25 V
C8 : 680 pF
C9 : 3,9 nF
C11 : 470 µF/25 V
C12 : 100 µF/25 V
C14 : 27 pF

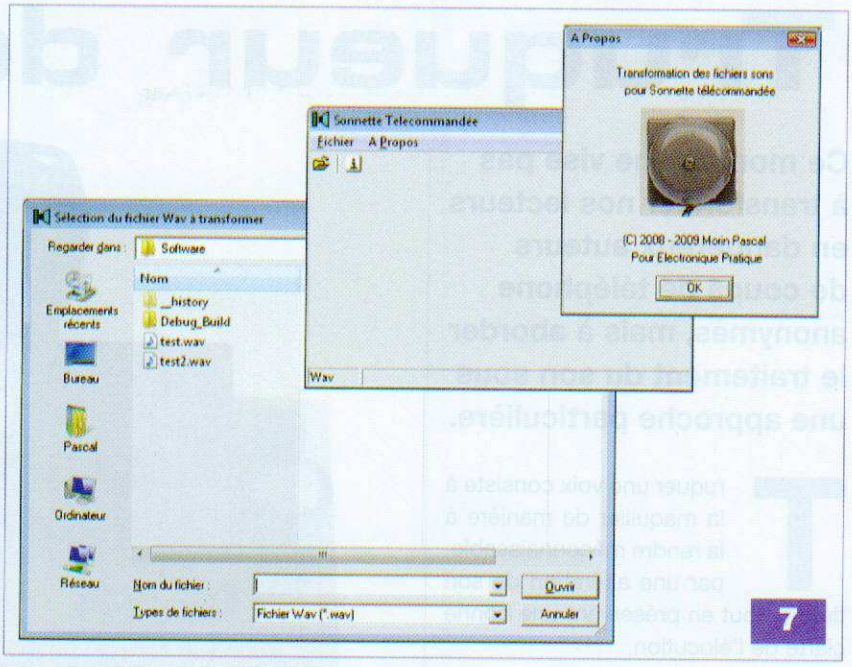
Semiconducteurs
D1 : 1N4001
RECV1 : module HF RF290 A-5S (récepteur)
REG1 : LM7805
U1 : PIC18F2610
U3 : TBA820
U4 : MC145027

Divers
CN1, CN2 : bornier de connexions à vis, 2 plots, au pas de 5,08 mm, à souder sur circuit imprimé, profil bas
CN3 : antenne (voir texte) ou barrette mini-KK, 2 contacts, sorties droites, à souder sur circuit imprimé, référence MOLEX 22-27-2021
CN4 : barrette mini-KK, 5 contacts, sorties droites, à souder sur circuit imprimé, référence MOLEX 22-27-2051
SW1 : bloc de 8 micro interrupteurs

Réalisation

La réalisation du montage nécessite deux circuits imprimés de dimensions raisonnables.
Le dessin du circuit imprimé de l'émetteur est reproduit en **figure 3**.
La vue d'implantation associée est reproduite en **figure 4**.
Le dessin du circuit imprimé du récepteur est reproduit en **figure 5**.
La vue d'implantation correspondante est reproduite en **figure 6**.
Les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. En ce qui concerne le régulateur, les diodes 1N4001 et les borniers à vis, il faudra repercer les pastilles avec un foret de 1 mm de diamètre et l'ajustable AJ1 avec un foret de 1,3 mm de diamètre.
Il n'y a pas de difficulté particulière pour l'implantation des composants, mais soyez tout de même attentif au sens des condensateurs et des circuits intégrés.
Les antennes seront réalisées avec un simple brin de fil émaillé de 9 cm, avec quelques spires à la base pour ne laisser apparaître le brin que sur 8 cm de haut. Pour les spires, s'aider d'un foret de 3 mm de diamètre.
Ne pas oublier de gratter le vernis à la base sur 2 à 3 mm pour permettre de le souder correctement.
Equipée de ces petites antennes rudimentaires, la sonnette aura une portée de plusieurs dizaines de mètres.
Nos lecteurs pourront personnaliser la sonnerie, à partir d'un fichier WAV, grâce au programme « SonnetHF.exe » à télécharger gratuitement sur notre site internet *www.electroniquepratique.com*. Ce programme sera utilisé pour extraire les données brutes du fichier WAV et reconstituer le fichier nécessaire à la programmation du microcontrôleur.
Comme le montre la **figure 7**, l'utilisation de ce programme est on ne peut plus simple. Il suffit de choisir le fichier à transformer et le programme s'occupe du reste.
Noter que le format des fichiers WAV acceptés par le programme est limité. Pour des questions de temps de développement, notre programme ne sait traiter que des fichiers WAV au format PCM 8 kHz, 8 bits. En outre, la durée du message sonore ne devra pas dépasser 7,5 s (60 ko de la mémoire Flash du microcontrôleur sont réservés à cet usage : 8 000 ech 8 bits/s x 7,5 s -> 60 000 octets).
Si vous présentez au programme de conversion un fichier WAV dont la durée dépasse 7,5 s, il vous avertira que les données excédentaires seront ignorées (le son reproduit par le montage sera coupé brutalement au bout de 7,5 s).
Pour fonctionner correctement, le programme *SonnetHF.exe* nécessite la présence de deux fichiers nommés *Sonnet.hex1* et *Sonnet.hex2* dans le même répertoire que le programme. Ces fichiers vous seront remis lors du téléchargement du programme.
Il s'agit tout simplement du contenu du programme du microcontrôleur déjà compilé, lequel sera complété par les données du fichier WAV pour produire le fichier final au format Hex (il s'agit du format Intel HEX 32 pour être exact).
Si vous ne possédez par de fichier « son » au format requis, vous pourrez utiliser le programme « magnétophone » (*sndrec32.exe*) qui est fourni en standard avec Windows XP afin de transformer les fichiers « son » dont vous disposez. Les utilisateurs de Windows Vista devront néanmoins trouver une autre application par eux-mêmes sur Internet (Nero WaveEditor par exemple) car le nouveau « magnétophone » de Windows Vista ne permet plus de charger un fichier « son » pour le modifier. Pour cela, il suffit d'ouvrir le fichier « son » de votre choix, puis de l'enregistrer dans un nouveau fichier en prenant soin de modifier les paramètres de l'enregistrement (utiliser le bouton « modifier » dans la boite de dialogue d'enregistrement).
Une fois votre fichier programme (fichier Hex) créé, il ne vous restera plus qu'à programmer votre microcontrôleur à l'aide d'une interface ICD2 et le programme MPLAB de Microchip (à télécharger gratuitement sur le site Internet de Microchip).
Lancer le programme « MBLAB IDE », puis utiliser le menu « Programmer/Select Programmer » pour choisir l'interface « MPLAB ICD 2». Ensuite, charger votre fichier HEX en mémoire à l'aide du menu « File/Import ». Enfin, pour terminer, il ne vous reste plus qu'à programmer le microcontrôleur de votre sonnette à l'aide du menu « Programmer/Program ».
Avant de tester le fonctionnement, ne pas oublier d'accorder la position des interrupteurs de l'émetteur et du récepteur et de placer l'ajustable AJ1 à mi-course. Si vous jugez que le son est beaucoup trop fort et que vous avez du mal à ajuster AJ1 pour le réduire suffisamment, n'hésitez pas à ajouter une résistance de 10 Ω à 47 Ω en série avec votre HP.

P. MORIN



7

Truqueur de voix

Ce montage ne vise pas à transformer nos lecteurs en dangereux auteurs de coups de téléphone anonymes, mais à aborder le traitement du son sous une approche particulière.

Truquer une voix consiste à la maquiller de manière à la rendre méconnaissable, par une altération de son timbre, tout en préservant une bonne clarté de l'élocution.

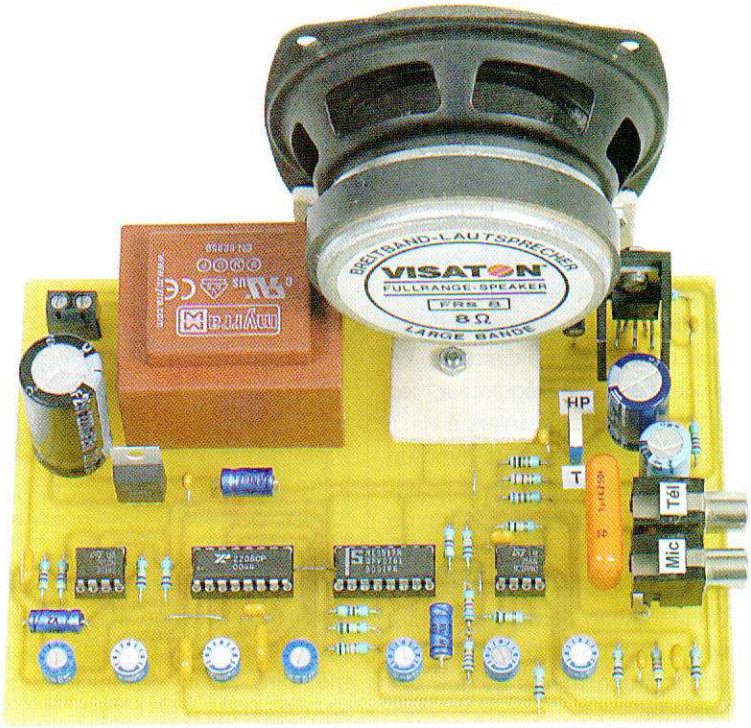
Principe

Un transducteur actif reçoit, d'une part, les signaux amplifiés en provenance d'un microphone et, d'autre part, ceux délivrés par un générateur sinusoïdal (**figure 1**).
Le gain du transducteur est « piloté » par le potentiel du signal périodique auquel il est soumis. Il en résulte une amplification altérée du signal issu du microphone, ce qui produit une modification assez sensible du timbre de la voix.
Après une dernière amplification, le signal final aboutit au commun d'un inverseur manuel qui offre une double possibilité d'utilisation :
- soit la restitution sur un haut-parleur
- soit l'envoi dans une ligne téléphonique

Fonctionnement

Alimentation

Un transformateur abaisse la tension en provenance du secteur 230 V à une valeur de 15 V (**figure 2**). Un pont de diodes assure le redressement des deux alternances, tandis que la capacité C1 réalise un premier filtrage. À la sortie d'un régulateur (7812), on recueille un potentiel continu et stabilisé à 12 V. La capacité C2 effectue un filtrage complémentaire, alors que C3 fait office de condensateur de découplage de l'alimentation du montage proprement dit.



Création d'une alimentation symétrique

L'amplificateur opérationnel référencé IC1 est monté en suiveur de potentiel. Son entrée « non inverseuse » est soumise à un potentiel fixe de 6 V, grâce au pont diviseur que forment les résistances d'égales valeurs R1 et R2. Sa sortie délivre alors cette même valeur de potentiel, mais amplifiée. Cette dernière constitue la « référence zéro » des parties du montage nécessitant une alimentation symétrique. Cette disposition aboutit à une alimentation définie par les trois valeurs de potentiel suivantes : + 6 V, - 6 V et 0 V.

Génération d'un signal sinusoïdal

C'est au circuit IC3, un XR 2206, qu'incombe la « mission » de générer un signal sinusoïdal. Il peut également délivrer des signaux de forme carrée ou triangulaire, mais l'application précise dans ce montage nécessite l'utilisation d'un signal dont les variations sont sinusoïdales. Le recours à des signaux se caractérisant par des variations brusques produirait, en effet, des ronflements, nuisibles à la clarté du son « truqué ».

Les signaux sinusoïdaux sont disponibles sur la sortie (2) de IC3. La période se détermine avec la relation :

$$T = A3 \times C6$$

Dans le cas présent, celle-ci peut varier jusqu'à une valeur maximale de 0,22 s, ce qui correspond à une fréquence minimale de l'ordre de 5 Hz.
L'amplitude du signal est réglable en agissant sur A1.
Quant à A4, son rôle consiste à ajuster au mieux la sinusoïde afin qu'elle présente le moins de distorsion possible.
Enfin, A2 sert à obtenir un signal présentant une bonne symétrie.

Amplification du signal sinusoïdal

Les signaux sinusoïdaux délivrés par IC3 sont appliqués par l'intermédiaire de C7 et de R3, à l'entrée « inverseuse » de l'un des deux amplificateurs opérationnels contenus dans IC2. L'entrée « non inverseuse » est soumise à la « référence zéro » du montage par le biais de R4. Le gain de cet étage est déterminé par la position angulaire de l'ajustable A6. Plus exactement, le gain est fixé par le rapport A6 / R3.

Amplification de la parole

Le microphone utilisé, du type Electret, comporte une première amplification interne.

Les signaux disponibles sur la borne positive sont transmis à l'entrée « inverseuse » du second amplificateur opérationnel de IC2.

Comme pour l'amplification évoquée précédemment, l'entrée « non inverseuse » est reliée à la « référence zéro » par la résistance R7.

Concernant la transmission des signaux issus du microphone sur l'entrée « inverseuse », noter que celle-ci est réalisée de deux manières :

- d'une part, par le biais de C9 et de R14
- d'autre part, par le biais de C11 et de R6

Compte tenu des valeurs de ces composants, les signaux de fréquence plus élevée sont favorisés au niveau de l'amplification. Cela a pour conséquence une première altération des signaux issus du microphone.

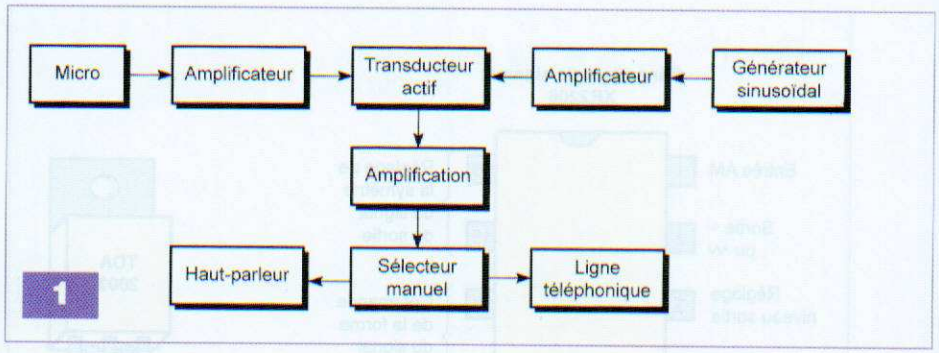
Le réglage du gain de cet étage amplificateur s'effectue au moyen de l'ajustable A7.

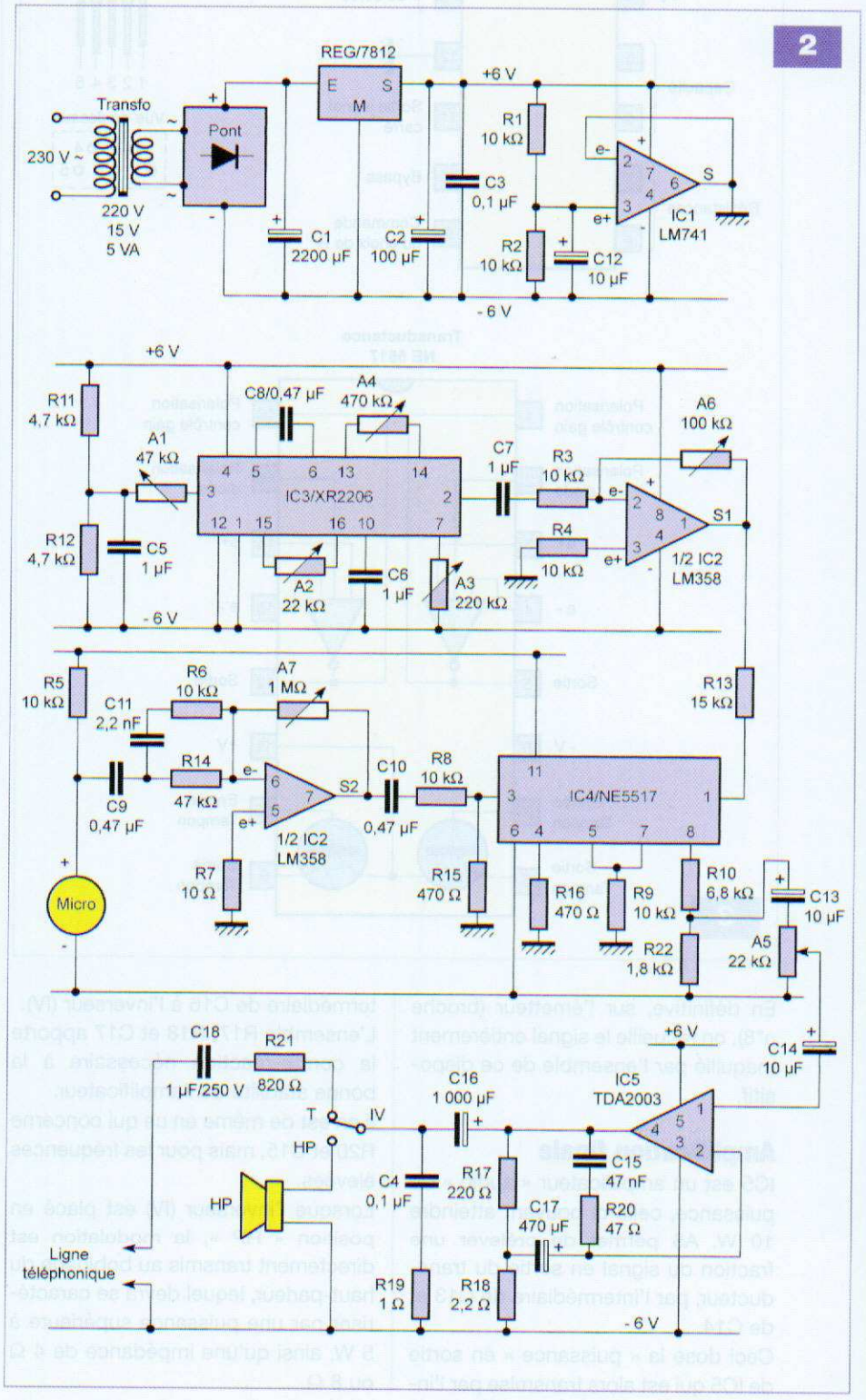
Truquage définitif de la voix

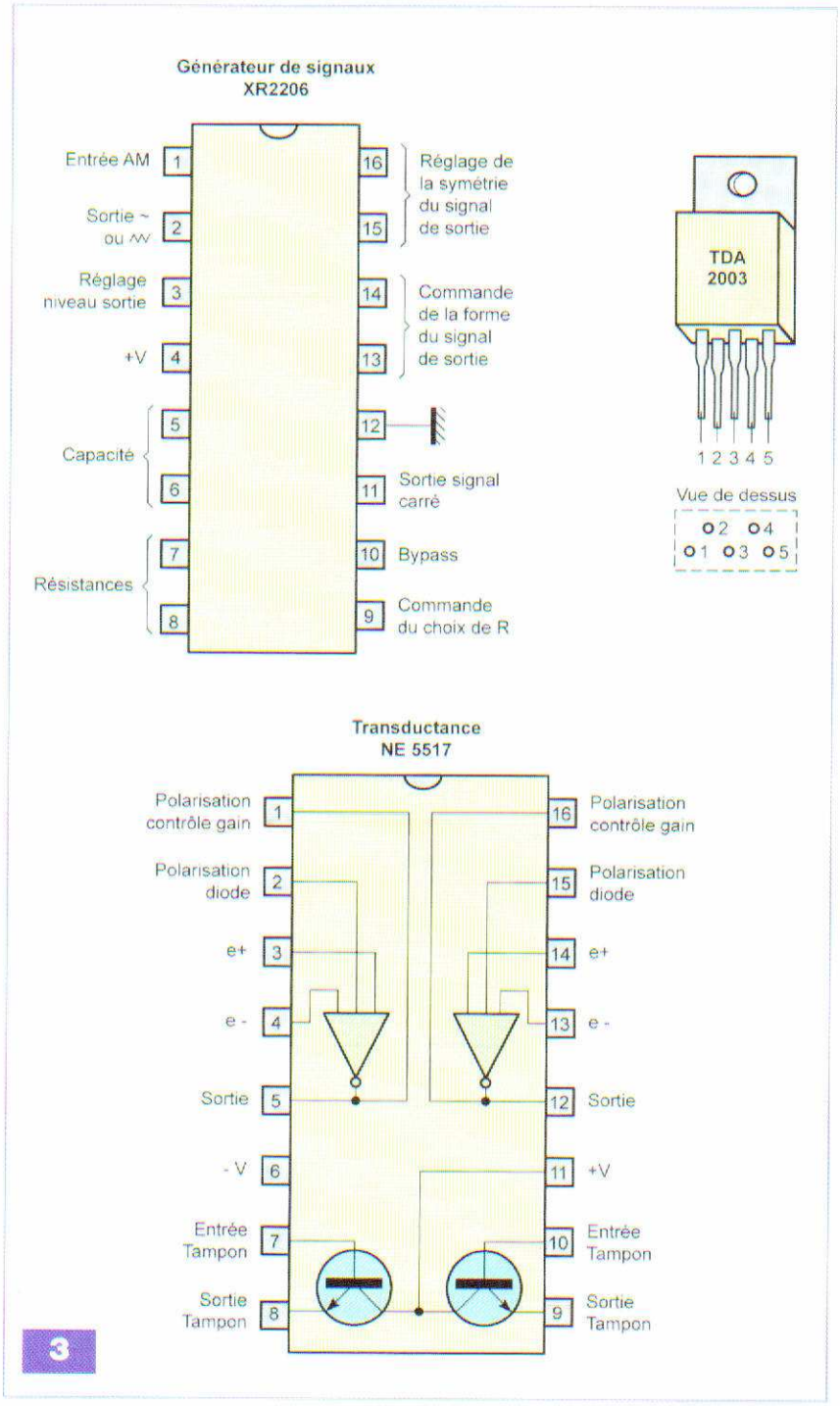
IC4 est un NE 5517. Ce circuit intégré contient deux transducteurs, dont un seul est utilisé dans la présente application.

Le fonctionnement est très simple. Chaque transducteur se compose d'un amplificateur opérationnel et d'un transistor de sortie (**figure 3**). L'amplificateur opérationnel présente une particularité. Grâce à une entrée « spéciale » de polarisation, broche (1), il est possible de commander le gain déterminé par le potentiel appliqué à cette entrée qui n'est autre que celui en provenance du générateur sinusoïdal, via la résistance R13.

Le signal amplifié issu du microphone est appliqué, quant à lui, à l'entrée « non inverseuse » de l'amplificateur opérationnel IC4. L'entrée « inverseuse » est soumise à la « référence zéro » du montage. Ainsi, l'amplification « modulée » se réalise sans inversion de phase. Le signal qui en découle est directement acheminé vers la base du transistor de sortie. Ce dernier est monté en collecteur commun, c'est-à-dire en mode « suiveur de potentiel ».







En définitive, sur l'émetteur (broche n°8), on recueille le signal entièrement maquillé par l'ensemble de ce dispositif.

Amplification finale

IC5 est un amplificateur « audio » de puissance, celle-ci pouvant atteindre 10 W. A5 permet de prélever une fraction du signal en sortie du transducteur, par l'intermédiaire de C13 et de C14.

Ceci dose la « puissance » en sortie de IC5 qui est alors transmise par l'intermédiaire de C16 à l'inverseur (IV).

L'ensemble R17, R18 et C17 apporte la contre-réaction nécessaire à la bonne stabilité de l'amplificateur.

Il en est de même en ce qui concerne R20 et C15, mais pour les fréquences élevées.

Lorsque l'inverseur (IV) est placé en position « HP », la modulation est directement transmis au bobinage du haut-parleur, lequel devra se caractériser par une puissance supérieure à 5 W, ainsi qu'une impédance de 4 Ω ou 8 Ω.

Il est également possible de placer l'inverseur en position « ligne téléphonique ».

Dans ce cas, les signaux sont acheminés vers la ligne téléphonique à travers R21 et C18. Cette dernière devra présenter une tension d'isolement de 250 V.

Nomenclature

Résistances

R1 à R9 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R10 : 6,8 kΩ (bleu, gris, rouge)
R11, R12 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R13 : 15 kΩ (marron, vert, orange)
R14 : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
R15, R16 : 470 Ω (jaune, violet, marron)
R17 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
R18 : 2,2 Ω (rouge, rouge, or)
R19 : 1 Ω (marron, noir, or)
R20 : 47 Ω (jaune, violet, noir)
R21 : 820 Ω (gris, rouge, marron)
R22 : 1,8 kΩ (marron, gris, rouge)
A1 : 47 kΩ
A2 : 22 kΩ
A3 : 220 kΩ
A4 : 470 Ω
A5 : 22 kΩ
A6 : 100 kΩ
A7 : 1 MΩ

Condensateurs

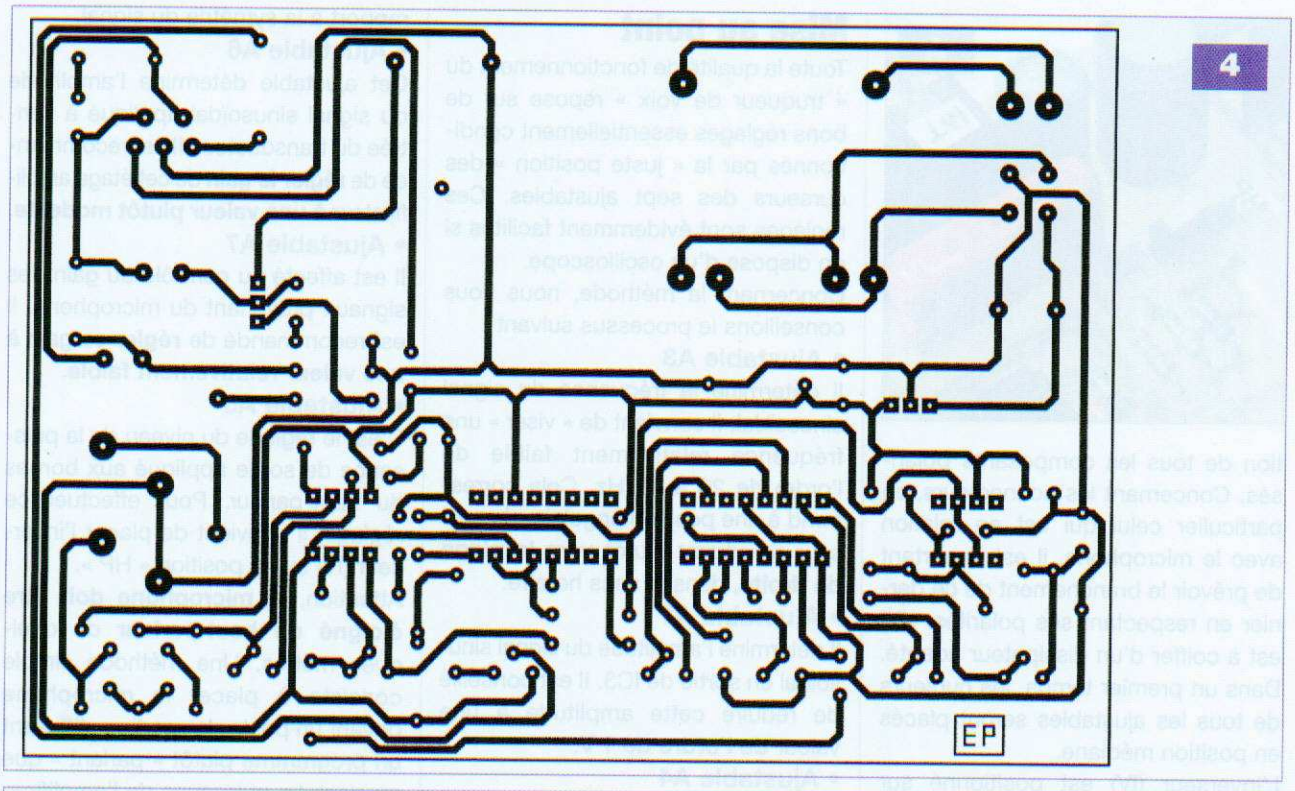
C1 : 2200 µF/25 V (sorties radiales)
C2 : 100 µF/25 V
C3, C4 : 0,1 µF
C5, C6, C7 : 1 µF
C8, C9, C10 : 0,47 µF
C11 : 2,2 nF
C12, C13, C14 : 10 µF/25 V
C15 : 47 nF
C16 : 1000 µF/25 V (sorties radiales)
C17 : 470 µF/25 V (sorties radiales)
C18 : 1 µF/250 V

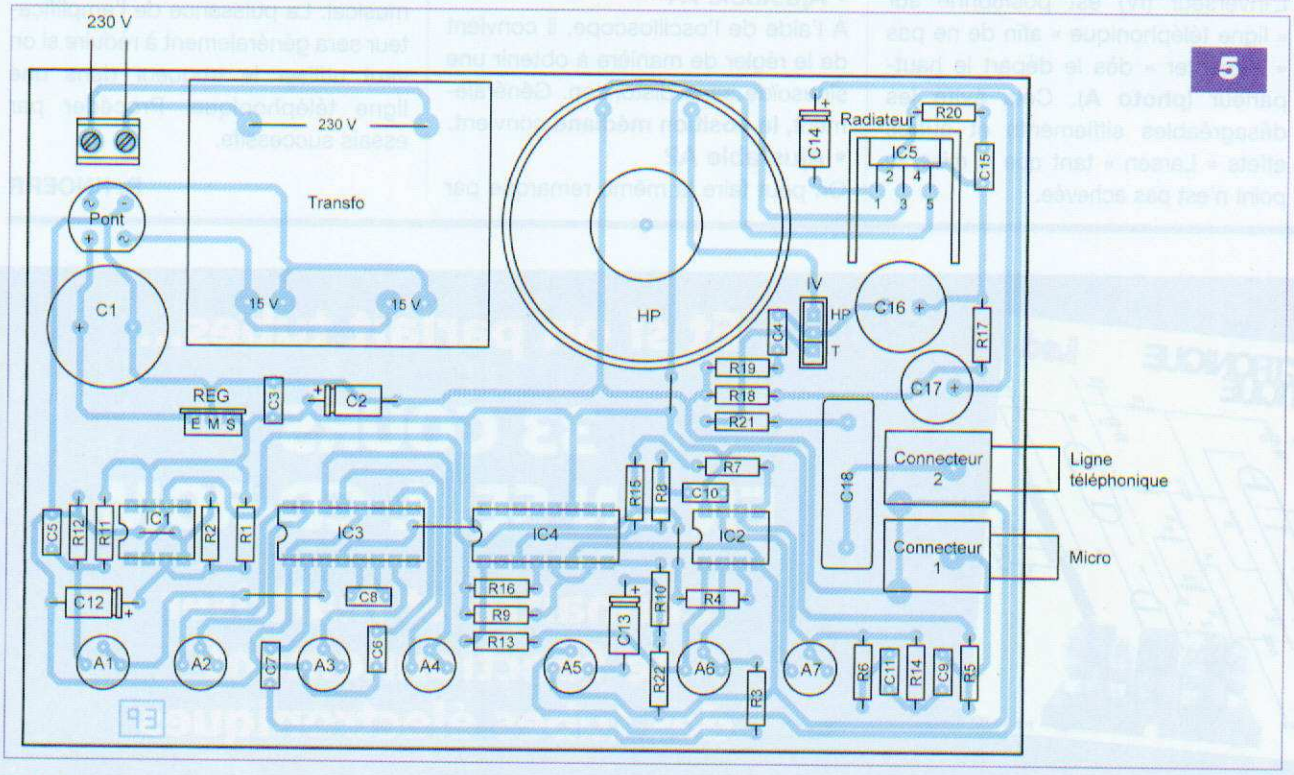
Semiconducteurs

Pont de diodes
REG : Régulateur 12 V (7812)
IC1 : LM 741
IC2 : LM 358
IC3 : XR 2206
IC4 : NE 5517
IC5 : TDA 2003

Divers

5 straps (3 horizontaux, 2 verticaux)
2 supports 8 broches
2 supports 16 broches
Dissipateur (IC5)
Microphone Electret (voir texte)
Haut parleur 4 Ω/ 8 Ω (voir texte)
Transformateur 220 V/Rx15 V/5 VA
I : Interrupteur unipolaire
2 connecteurs femelles (1 polarité + masse)
2 fiches mâles (1 polarité + masse)
Bornier soudable 2 plots
Câble blindé (1 conducteur + masse)





Réalisation

Circuit imprimé

Avant d'entreprendre la réalisation du circuit imprimé (**figure 4**), il est vivement conseillé de se procurer les différents composants nécessaires au montage.

Le dimensionnement, voire les brochages, peuvent différer de ceux des modèles présentés.

C'est surtout le cas pour les composants de grandes tailles, tels que les connecteurs et surtout le transformateur d'alimentation.

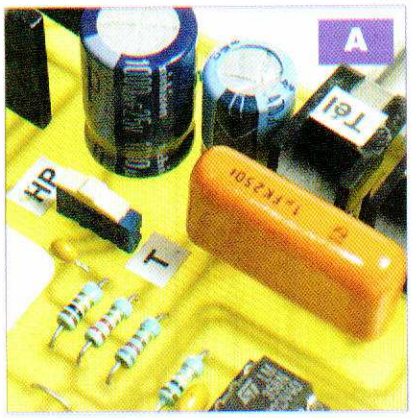
Le circuit imprimé reproduit et gravé, percer toutes les pastilles avec un foret de ø 0,8 mm. Certains trous seront à agrandir à ø 1, ø 1,3 mm, voire davantage suivant les diamètres des connexions des composants qui s'y rapportent.

Implantation

Commencer par la mise en place des straps, des résistances et des condensateurs de petites tailles (**figure 5**).

Poursuivre par les supports des circuits intégrés et des condensateurs de hauteurs plus importantes.

Terminer par les éléments les plus volumineux. Il va sans dire qu'il convient de veiller à la bonne orienta-



tion de tous les composants polarisés. Concernant les connecteurs, en particulier celui qui est en relation avec le microphone, il est important de prévoir le branchement de ce dernier en respectant ses polarités. IC5 est à coiffer d'un dissipateur adapté. Dans un premier temps, les curseurs de tous les ajustables seront placés en position médiane.

L'inverseur (IV) est positionné sur « ligne téléphonique » afin de ne pas « alimenter » dès le départ le haut-parleur (**photo A**). Cela évite les désagréables sifflements et autres effets « Larsen » tant que la mise au point n'est pas achevée.

Mise au point

Toute la qualité de fonctionnement du « truqueur de voix » repose sur de bons réglages essentiellement conditionnés par la « juste position » des curseurs des sept ajustables. Ces réglages sont évidemment facilités si on dispose d'un oscilloscope.

Concernant la méthode, nous vous conseillons le processus suivant :

• Ajustable A3

Il détermine la fréquence du signal sinusoïdal. Il convient de « viser » une fréquence relativement faible de l'ordre de 20 à 40 Hz. Cela correspond à une position angulaire du curseur se situant plutôt **vers la plage de droite**, dans le sens horaire.

• Ajustable A1

Il détermine l'amplitude du signal sinusoïdal en sortie de IC3. Il est conseillé de réduire cette amplitude à une valeur **de l'ordre de 1 V**.

• Ajustable A4

À l'aide de l'oscilloscope, il convient de le régler de manière à obtenir une sinusoïde sans distorsion. Généralement, **la position médiane** convient.

• Ajustable A2

On peut faire la même remarque par rapport à la symétrie du signal.

• Ajustable A6

Cet ajustable détermine l'amplitude du signal sinusoïdal appliqué à l'entrée du transducteur. Il est recommandé de **régler le gain** de cet étage amplificateur **à une valeur plutôt modeste**.

• Ajustable A7

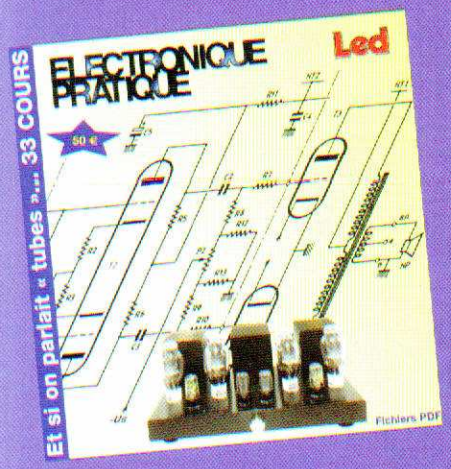
Il est affecté au contrôle du gain des signaux provenant du microphone. Il est recommandé de **régler** ce gain **à une valeur relativement faible**.

• Ajustable A5

C'est le réglage du niveau de la puissance de sortie appliqué aux bornes du haut-parleur. Pour effectuer ce réglage, il convient de placer l'inverseur (IV) sur la position « HP ».

Attention, **le microphone doit être éloigné du haut-parleur** de quelques mètres. Une méthode simple consiste à placer le microphone devant un poste de « radio » diffusant un programme plutôt « parlant » que musical. La puissance de l'amplificateur sera généralement à réduire si on veut utiliser le truqueur dans une ligne téléphonique. Procéder par essais successifs.

R. KNOERR



Et si on parlait tubes...

33 COURS EN UN SEUL CD-ROM

Connaître et maîtriser le fonctionnement des tubes électroniques

Bon à retourner à : TRANSOCÉANIC - 3, boulevard Ney 75108 Paris - France

☐ Oui, je désire recevoir le CD complet 33 premiers cours (fichiers PDF) « Et si on parlait tubes... »
France : 50 € Union européenne : 52 € Autres destinations : 53 €

☐ J'envoie mon réglement ☐ par chèque joint *à l'ordre de Transocéanic*

☐ par virement bancaire *(IBAN : FR76 3005 6000 3000 3020 1728 445/BIC : CCFRFRPP)*

Nom : Prénom :

Adresse :

Code postal : Ville-Pays : Tél. ou e-mail :

ELECTRONIQUE PRATIQUE

ELECTRONIQUE PRATIQUE

HORS-SÉRIE N°4 ■ www.electroniquepratique.com ■ 5,00 €

HORS-SERIE AUDIO

À RÉALISER SOI-MÊME

Single End

Pentodes 813
2 x 40 Weff

ACTUELLEMENT EN KIOSQUE

Push-Pull

hybride EL84
2 x 10 Weff

Caisson grave de 120 litres

Préamplificateur tous transistors

L 14562 - 4 H - F: 5,00 € - RD

LES NUMÉROS HORS-SÉRIE NE SONT PAS INCLUS DANS LES ABONNEMENTS

ANALYSE DES MONTAGES ÉPROUVÉS

L'amplificateur mono Marantz Model 9

C'est au cours des années de « l'âge d'or de la haute-fidélité » (1950 à 1960) que la stéréophonie s'est imposée. En moins de trois ans, elle balaya les « monophonistes » convaincus.

Dès 1959, les constructeurs se sont plongés dans cette aventure en doublant les installations monophoniques existantes. Marantz fut, à ce titre, l'un des pionniers de la stéréophonie domestique à double monophonie avec son « audio consolette » et ses deux amplis mono « Model 2 ».
Mc Intosh fit de même en doublant son préamplificateur C8 et en le couplant avec des MC30, MC60 et MC75...
Dès 1960, tout allait changer !

De la monophonie à la vraie stéréophonie

C'est Leak, en Angleterre, qui lança les hostilités en créant le désormais célèbre « Leak Stéréo 60 ». Cet « Alien » envahit les Etats-Unis au prix imbattable de 189 $ US.
Mc Intosh réagit instantanément en lançant deux produits plus onéreux : le MC240 à 288 $ et le MC275 à 444 $. Grâce à l'excellente réputation de la marque, Mc Intosh va s'imposer rapidement aux USA.

Marantz, victime de sa réputation

Il convient de préciser que, bien que talonné par Mc Intosh, Marantz était, à l'époque, numéro un aux Etats-Unis de la « monophonie haut de gamme ». Saul B. Marantz, qui avait créé sa société en 1950, n'avait rien vu venir ! Il essaya encore de convaincre son public de fidèles que seule la « double mono » permettait d'accéder à la « vraie » stéréophonie. Les clients boudent... Il faut en sortir.
En 1961, naissent le célèbre amplificateur Marantz 8 B et son préamplificateur, le Model 7. C'est un échec commercial. Bien qu'irréprochables, les deux appareils ne tiennent pas la « dragée haute » aux Mc Intosh 240 et C20.

Marantz 8B contre Leak Stéréo 60 et MC240

De cet affrontement, provient l'erreur commerciale de Saul B. Marantz.
Alors que Mc Intosh vendait son « petit » MC240 sans essayer de le comparer à son « grand » MC275 et que Leak jouait la carte de l'amplificateur populaire du « juste milieu », Marantz annonçait vouloir vendre « le meilleur amplificateur du monde » !
Bien que doté de grandes qualités, son amplificateur 8B n'était pas assez puissant (2 x 35 W) pour une clientè-

le éprise de performances exceptionnelles. Le 8B est un bon petit amplificateur, aussi bon qu'un MC240 ou un Leak Stéréo 60 qui reprenaient, pour l'un la structure du MC30 et, pour l'autre, celle du TL12.

Mais Saul B. Marantz tenta de faire croire que ce 8B était un appareil révolutionnaire alors qu'il s'inspirait simplement du « Model 2 » multiplié par deux !

Pour sortir de cette situation, l'idée vint à Saul B. Marantz et à ses ingénieurs, Sidney Smith et Richard Sequerra, de « doubler le 8B ». Ainsi naquit le « Model 9 ».

Ce nouveau modèle devint le fer de lance de la marque entre 1961 et 1968. Les « fans » de Marantz furent comblés.

Pour la stéréophonie, deux amplificateurs de 35 kg pièce (ça fait sérieux), pilotés par un Model 7, étaient nécessaires.

Le Model 9 avait emprunté au 8B son amusant petit appareil de mesure de polarisation et de balance en alternatif du push-pull.

Cerise sur le gâteau, un commutateur leur permettait d'utiliser les 6CA7/EL34 en configuration « tétrode » (puissance 70 W) ou en « triodes » (40 W), de quoi faire des comparaisons avec les copains !

Pour la petite histoire, il convient de rappeler que Saul B. Marantz n'était pas bon gestionnaire. Vous avez tous entendu parler de la catastrophe financière que fut la création du célèbre tuner 10 B.

Lequel amena la compagnie au bord de la faillite, malgré sa vente à « Superscope » en 1964 (Superscope USA était alors le distributeur de Sony aux Etats-Unis). En 1971, Marantz USA disparaissait au profit de SRC (Standard Radio Corporation) qui devient en 1975 Marantz Japon. En 1980, Marantz Japon Inc fut acquise par le fabricant néerlandais Philips. C'est grâce à Superscope que Marantz devint célèbre dans le monde entier dans les années soixante. De nos jours, Marantz est regroupé avec d'autres marques sous le D & M Holding Inc. Saul B. Marantz s'est éteint sans bruit, en janvier 1997, loin de toute cette agitation financière.

Model 9, la structure

Cet appareil pèse 35 kg. Il s'agit d'un double push-pull de 6CA7/EL34, soit quatre tubes de puissance fonctionnant, au choix, en ultra-linéaire ou en triodes, pilotés par une double triode 6FQ7/6CG7 montée en « cathode follower », cet étage étant précédé par un « inverseur de Schmidt » (6DJ8/ECC88). L'inverseur est piloté par un double étage préamplificateur à gain réglable (ECC88/6DJ8)

Les tubes

Attention, bien qu'ayant les mêmes caractéristiques électriques, la EL34 est un tube totalement différent de la 6CA7 (**photo A**). En effet, la EL34 est une pure pentode, alors que la vraie 6CA7 est une tétrode à « faisceaux dirigés » (voir cours précédents).

Les fabricants de tubes modernes abusent de cette double dénomination et baptisent 6CA7 des pentodes EL34. Le son que vous extrairez d'une 6CA7 (véritable !) sera, bien évidemment, différent de celui fabriqué par une pentode EL34 (harmoniques impairs dominants).

Ceci est fondamental et bon à savoir !

Côté 6FQ7/6CG7, rien à dire. Ce tube est l'équivalent électrique exact de l'antique 6SN7 à culot octal, très à la mode en cette période confuse quant à la dénomination des tubes, chinois de préférence.

La ECC88/6DJ8 est tellement connue et utilisée qu'il n'y a rien à ajouter (équivalent E188CC ou 6922, éviter la E88CC fabriquée à l'époque pour l'informatique et ayant un comportement très bizarre en audio !).

A

Model 9, le schéma

Bien qu'il soit fréquent de l'entendre dire, le Model 9 n'est pas un 8B bridgé. S'il est vrai que son schéma (**figure 1**) reprend certaines astuces du Model 8 (déjà présentes dans l'antique Model 2), la section préamplificatrice et la section de l'inverseur de phase sont, elles, totalement différentes.

Passons donc, tout d'abord, à l'alimentation (transformateur TP6)

La haute tension est produite par un doubleur de tension. Aujourd'hui oublié, ce principe présente néanmoins de nombreux avantages, à commencer par la faible résistance interne de l'alimentation qui n'utilise qu'un seul enroulement pour la haute tension (principe utilisé par Mc Intosh, Harman Kardon et d'autres à la même époque).

Il convient ici de remarquer la faible valeur des condensateurs de filtrage utilisés. Là réside, rappelons-le, le secret du fonctionnement remarquable des « engins » de l'époque : des constantes de temps de 10 ms respectant parfaitement la « courbe enveloppe du signal audio » (voir cours précédents).

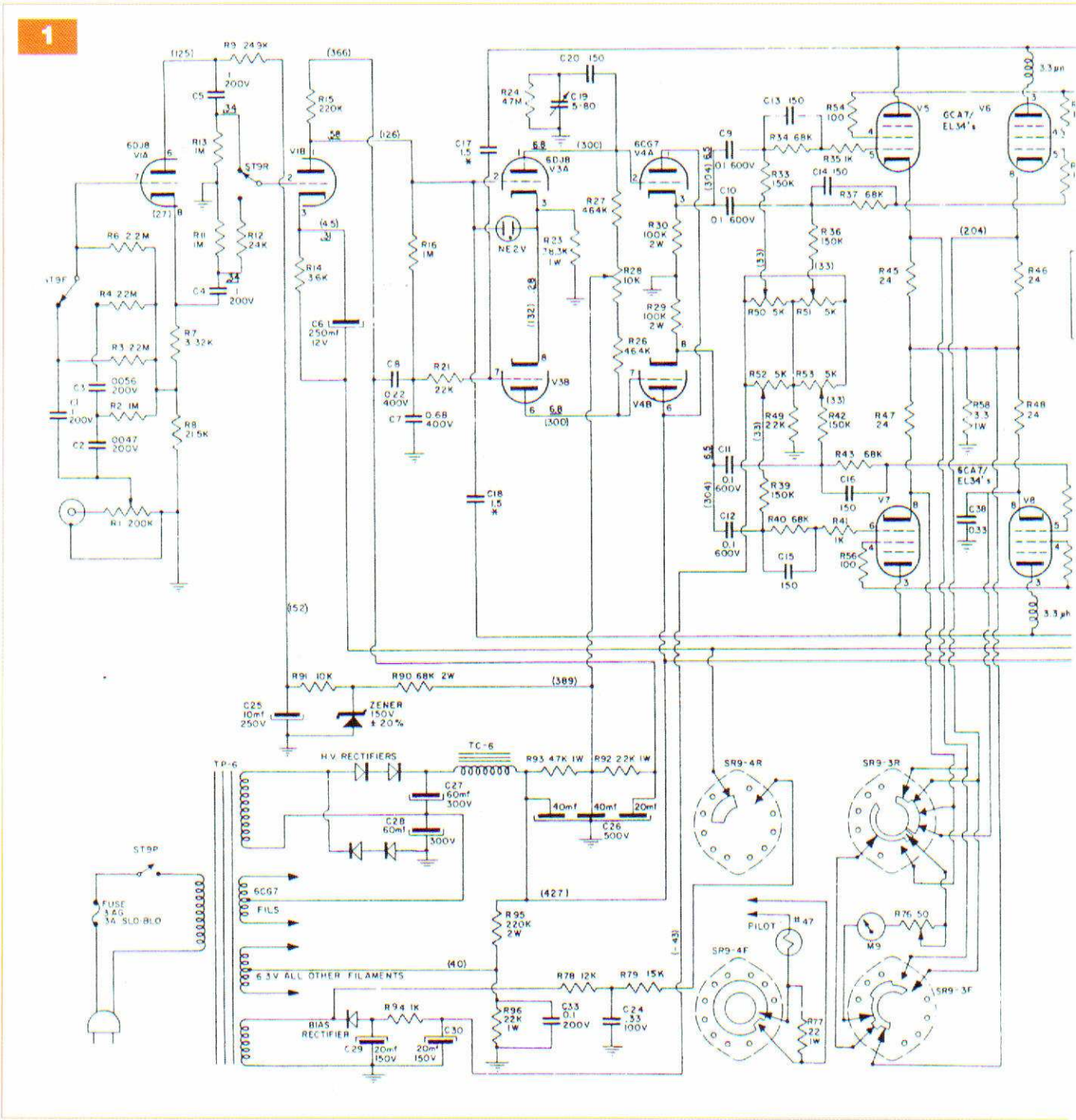
Remarquez également que le filament de la 6CG7 est polarisé positivement au point milieu du doubleur de tension (soit environ 180 V) car les charges de 100 kΩ, placées dans les cathodes de ce tube, amènent une tension élevée sur ces dernières. La tension entre le filament et la cathode doit donc être élevée afin d'éviter un éventuel « claquage » ou, plus sûrement, du souffle et des bruits parasites.

Le second enroulement de 6,3 V est, lui aussi, porté à une tension positive de 40 V par le diviseur de tension R95 et R96.

C33 assure le filtrage de cette tension qui est la référence à la masse en « alternatif » de tous les filaments afin d'éviter les ronflements parasites.

Un enroulement supplémentaire du transformateur TP6 délivre la tension nécessaire à la polarisation des tubes de puissance. Une fraction de la ten-

1



sion alternative à 50 Hz fournie par cet enroulement est atténuée par R78 et R79. R77 est déviée par le commutateur « SR9 4R » vers V1B (à travers la ligne de contre-réaction) pour vérifier l'équilibre du push-pull en alternatif (réglable par R28). Ceci est l'une des astuces reprises du 8B.

Le schéma général

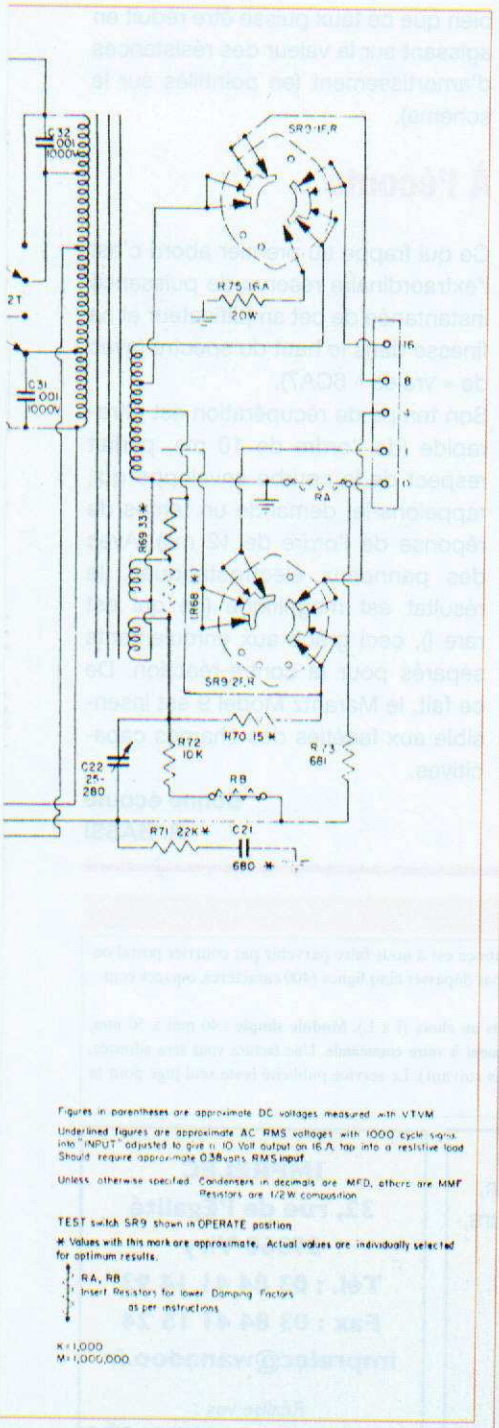
Le tube V1A est en « utilisation normale » quand le switch ST9R est basculé vers le bas, un adaptateur d'impédance à charge cathodique par R7+R8. Dans ce cas, la grille de V1A est alimentée à travers C4 et R12, R11 étant la résistance de fuite de grille de V1B.

Si vous basculez le switch ST9R vers le haut, tel que représenté sur le schéma, le signal est prélevé aux bornes de R9 à travers C5, R13 étant à son tour la fuite de grille de V1B.

Selon le principe bien connu (voir cours précédents), le signal qui attaque V1B se trouve en opposition de phase par rapport au signal d'entrée.

À quoi cela sert-il ?

À l'époque, la hantise était le « trou central » en stéréo. On conseillait donc à l'utilisateur de connecter une enceinte supplémentaire centrale entre les deux sorties stéréo, en branchant un haut-parleur entre les deux points chauds (4,8 ou 16 Ω) des deux amplificateurs. Les signaux étant en opposition de phase, le canal central fonctionnait (mal !) et on « fichait en l'air » l'effet stéréophonique... mais cela plaisait ! Aujourd'hui, oubliez ce conseil, laissez le commutateur en



position « normal », cela fonctionne mieux, croyez-moi !

Reprenons l'étage d'entrée ST9F qui met en fonction deux filtres passe-haut.

En position « out » (telle que représentée), pas d'atténuation dans les basses fréquences.

En position « in » (vers R4), on introduit un filtre qui atténue les fréquences en dessous de 20 Hz avec une pente de 12 dB/octave (anti-rumble efficace pour une platine de tourne-disques).

V1B est un amplificateur sur lequel on applique la contre-réaction à travers R73 et les enroulements spéciaux du transformateur de sortie à travers RB. Nous approfondirons l'étude particulière de la contre-réaction du Model 9 plus loin. Il s'agit d'un amortissement variable.

De R15, le couplage de V1B vers l'inverseur de phase V3 A et B est direct.

L'inverseur de phase

C'est un inverseur de Schmidt pour lequel les Américains utilisent l'expression imagée de « inverseur à longue queue ». La « longue queue » est ici R23 de 38,3 kΩ.

Comme tout honnête inverseur de Schmidt, la grille de V3B est mise à la masse en alternatif à travers C7. Ne vous étonnez pas de la présence de C8 (0,22 µF/400 V), il n'a rien à voir avec l'inverseur, mais sert à compenser la réponse dans les basses fréquences de V1B.

Le petit néon de 2 V (NE2V), placé entre la grille de V3A et sa cathode, sert à driver la haute tension à travers R23 vers la masse lorsque vous allumez l'appareil et que les tubes sont froids. Sur les grilles de V3A et V3B, sont appliquées les contre-réactions croisées en provenance du primaire du transformateur de sortie à travers C17 et C18. Des résistances de charges de V3A et V3B (R26 et R27), les liaisons sont directes vers les grilles de V4A et V4B. Le potentiomètre de 10 kΩ sert à équilibrer les signaux en provenance de l'inverseur de phase.

Les triodes V4A et B sont chargées par les cathodes (faible impédance de sortie) et « attaquent » les tubes de puissance par C9, C10, C11 et C12. R33, R36, R42 et R49 sont les fuites de grilles des 6CA7/EL34, raccordées aux potentiomètres R50, R51, R52 et R53. Ils permettent des réglages indépendants des polarisations des tubes de puissance (fonctionnement en classe AB1).

R34/C13, R37/C14, R43/C16 et R40/C15 sont des cellules destinées à corriger la phase du signal dans les hautes fréquences.

Le courant traversant les tubes de puissance est mesuré à travers R45, R46, R47, R48 et R58 (commun aux résistances de cathodes) et envoyé vers SR2, lequel commute l'appareil de mesure M9.

Le commutateur ST2T est représenté en position « ultra-linéaire », les prises écrans du transformateur de sortie étant reliées à travers les résistances de protections R54, R55, R56 et R57 aux écrans des EL34/6CA7. En position « haute », les écrans sont réunis directement aux anodes des tubes de puissance (fonctionnement en triode).

La guerre entre triodes et pentodes étant aussi vieille que l'audio, à vous de jouer ! Cela dit, je soupçonne Saul B. Marantz d'avoir voulu démontrer qu'un amplificateur ultra-linéaire bien fagoté valait largement un push-pull de triodes.

Le transfo de sortie et l'amortissement variable

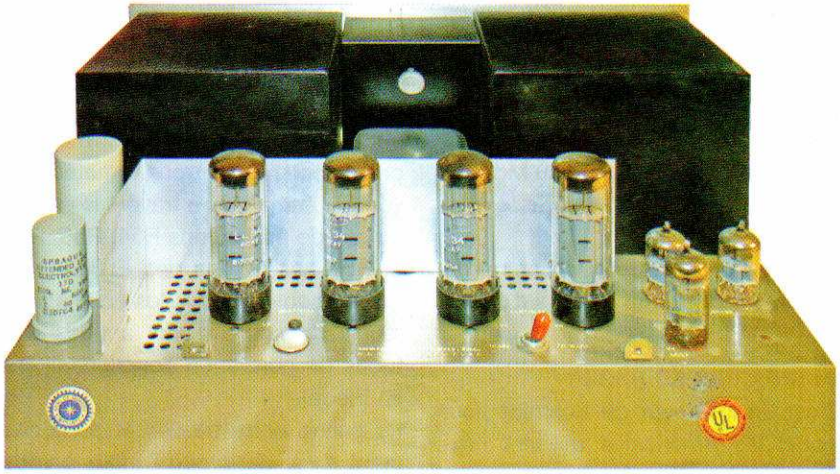
La coutume veut que l'on entoure la fabrication du transformateur de sortie d'une chape de mystère alchimique aux formules cabalistiques, que le métal des tôles soit fondu dans le plus grand secret et les bobinages en métal précieux exécutés par des bobineuses les soirs de pleine lune... Si, de plus, ce modeste et lourd composant est noyé dans de la cire d'abeille vierge et enveloppé d'un capot chromé, c'est l'extase !

L'acheteur innocent sort son chéquier et tant pis pour le prix qui peut atteindre des sommets vertigineux ! Le pire vu en la matière ce sont des transformateurs d'entrée pour cellule à bobine mobile qui, en réalité, se sont avérés de vulgaires transformateurs d'adaptation pour microphones, noyés dans un coffret rempli de sable « pour faire lourd »...

Assez plaisanté, soyons sérieux !

C'est vrai, un bon transformateur de sortie est délicat à fabriquer, mais il n'y a rien de magique dans tout cela. Tout réside dans la parfaite connaissance des lois de l'électromagnétisme, l'utilisation de matières premières de grande qualité et une fabrication du bobinage mécaniquement irréprochable.

Les transformateurs du Model 9, parfaitement calculés et bien construits, évitent les dispersions des caracté-



ristiques d'un modèle à l'autre. De plus, Marantz a adopté une méthode radicale employée dans pratiquement tous les amplificateurs professionnels : un ajustement de l'amortissement propre du transformateur grâce à deux enroulements supplémentaires et par des résistances ajustées amplificateur par amplificateur en fonction des haut-parleurs utilisés (R68, R70, RA, RB, en pointillés sur le schéma). Ces enroulements sont, en outre, utilisés pour générer la contre-réaction globale de l'amplificateur, la rendant ainsi pratiquement indépendante de la charge constituée par le haut-parleur.

Le taux de contre-réaction moyen est de l'ordre de 20 dB, ce qui est important pour un amplificateur à tubes, bien que ce taux puisse être réduit en agissant sur la valeur des résistances d'amortissement (en pointillés sur le schéma).

À l'écoute

Ce qui frappe au premier abord c'est l'extraordinaire réserve de puissance instantanée de cet amplificateur et sa finesse dans le haut du spectre (avec de « vraies » 6CA7).

Son temps de récupération est ultra-rapide (de l'ordre de 10 ms, parfait respect de la courbe enveloppe qui, rappelons-le, demande un temps de réponse de l'ordre de 12 ms). Avec des panneaux électrostatiques, le résultat est magnifique (ce qui est rare !), ceci grâce aux enroulements séparés pour la contre-réaction. De ce fait, le Marantz Model 9 est insensible aux facéties des charges capacitives.

Bonne écoute
R. BASSI

PETITES ANNONCES

• **VOUS ÊTES UN PARTICULIER.** Vous bénéficiez d'une petite annonce gratuite dans ces pages. Votre annonce est à nous faire parvenir par courrier postal ou électronique (*contact@electroniquepratique.com*, texte dans le corps du mail et non en pièce jointe). Elle ne doit pas dépasser cinq lignes (400 caractères, espaces compris). Elle doit être non commerciale et s'adresser à d'autres particuliers.

• **VOUS ÊTES UNE SOCIÉTÉ.** Cette rubrique vous est ouverte sous forme de modules encadrés, deux formats au choix (l x L). **Module simple** : 46 mm x 50 mm, **Module double** : 46 mm x 100 mm. Prix TTC respectifs : 65,00 € et 110,00 €. **Le règlement est à joindre obligatoirement à votre commande**. Une facture vous sera adressée.

• **TOUTES LES ANNONCES** doivent nous parvenir avant le 15 de chaque mois (pour une parution le mois suivant). Le service publicité reste seul juge pour la publication des petites annonces en conformité avec la loi.

VDS. bandes magnétiques ø 18 cm, 1 BASF 1100 m neuf, 1 Shamrock 750 m, 1 Shamrock 550 m, 2 Shamrock 365 m Hi-fi, 6 Shamrock 365 m, 5 Alfa 365 m, 2 Scott pro 365 m contrôle magnétophone à bande Akai 620 + pièce et divers. Faire offre de prix. Tél. : 02 33 52 20 99

VDS. cause décès lot 400 transistors et 100 CI, valeur : 900 €. cédé : 200 € (rangés dans tiroir). Pas d'expéditon, à prendre dans l'Ain. Tél. : 04 74 30 55 23 (après 18h00)

VDS. pour collectionneur magnétophone Grundig TK35 années 60 avec accessoires micro bandes, bon état mais non révisé. Faire offre sérieuse. Dépt 94. M. Link. Tél. : 01 69 09 56 01 (après-midi) ou Tél. : 01 43 76 51 29 (après 20h00)

RECH. dongle (clé DB25) pour logiciel de simulation EWB5 (années 90) ou le programme complet. Faire offre au 02 31 92 14 80

VDS. :
- 2 ordinateurs PCW Amstrad, imprimantes, accessoires, disquettes, logiciels, documentation, livres, revues Microstrad & Echo PCW : 200 €, à enlever
- 2 ordinateurs ZX 81 Sinclair 16 ko et 64 ko, sortie vidéo, RAZ, alimentations, imprimante, module enregistrement, documentation, livres, logiciels, cassettes : 200 € + port

Tél. : 05 59 62 83 38 à Lons (64140)

Appareils de mesures électroniques d'occasion, oscilloscopes, générateurs, etc.
HFC Audiovisuel
29, rue Capitaine Dreyfus
68100 MULHOUSE
Tél. : 03 89 45 52 11
www.hfc-audiovisuel.com
SIRET 30679557600025

www.casyel.fr
NOUVEAU
Câbler... décâbler pour vos montages **sans soudure**
(brevet déposé)
Venez découvrir...
www.casyel.fr
SIRET 501 277 487 00010

IMPRELEC
32, rue de l'Égalité
39360 Viry
Tél. : 03 84 41 14 93
Fax : 03 84 41 15 24
imprelec@wanadoo.fr
Réalise vos :
CIRCUITS IMPRIMÉS
de qualité professionnelle SF ou DF, étamés, percés sur V.E. 8/10 ou 16/10, œillets, trous métallisés, sérigraphie, vernis épargne, face alu. et polyester multi-couleurs.
Montages composants.
De la pièce unique à la petite série.
Vente aux entreprises et particuliers.
Travaux éxécutés à partir de tous documents.
Tarifs contre une enveloppe timbrée, par téléphone ou mail