



(9<sup>ème</sup> partie)

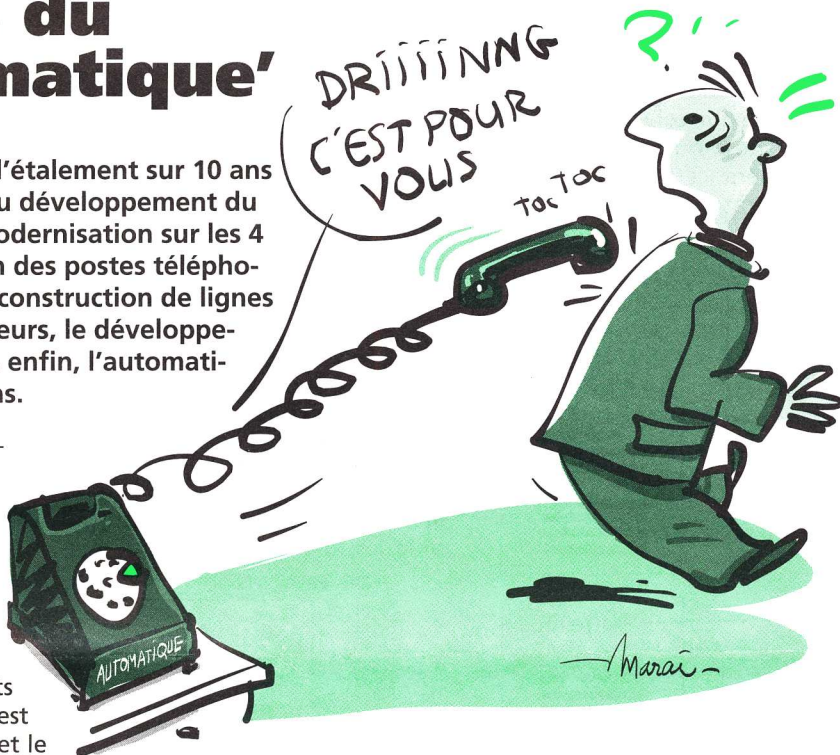
## PETITE HISTOIRE DU TELEPHONE

### Les débuts du 'tout automatique'

Le plan de 1923 prévoyait l'étalement sur 10 ans des travaux nécessaires au développement du réseau téléphonique et à sa modernisation sur les 4 axes suivants : l'uniformisation des postes téléphoniques fournis aux usagers, la construction de lignes de qualité munies d'amplificateurs, le développement du réseau interurbain et, enfin, l'automatisation complète des connexions.

#### La politique du téléphone

Dans les faits, la réalisation de ces objectifs s'avère des plus difficiles en raison de la faiblesse des budgets alloués. Le plan d'investissements est abandonné presque aussitôt voté et le



suite p 24

### Une commande bi-manuelle

PAGE 4

Ce petit montage a été conçu pour mettre en évidence la notion de sécurité sur le poste de commande d'une machine quelconque. En effet, dans certains cas comme une presse à emboutir ou une cisaille électrique, il est impératif que l'opérateur soit contraint de positionner ses deux mains hors de la zone d'action dangereuse. Il sera par exemple obligé d'actionner deux poussoirs simultanément. Une simple porte AND ne peut nous convenir ici pour assurer cette fonction, pour la bonne raison que l'un des deux poussoirs pourrait être bloqué à demeure, l'autre suffisant dès lors pour mettre la machine en marche.

Nous allons donc exiger une pression simultanée sur les deux poussoirs et tout retard (réglable sur la maquette) dans l'une ou l'autre des actions conduira à chaque fois au blocage du système de commande, c'est à dire à son refus de mettre sous tension la sortie. Une mémoire pourra enregistrer l'ordre correctement émis avec un poussoir de remise à zéro ou d'arrêt séparé.

On pourra consulter le schéma proposé à la

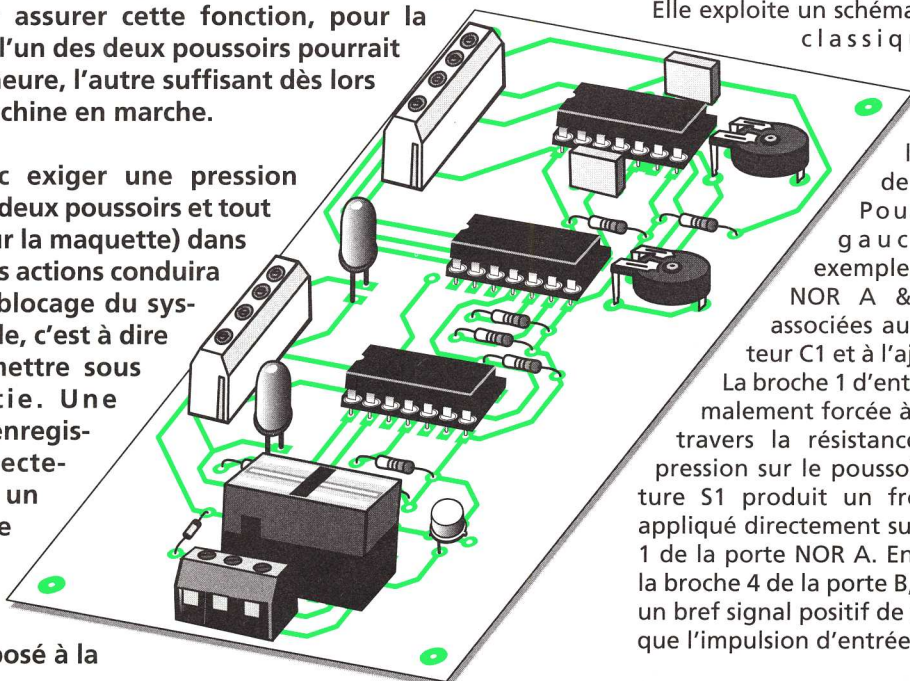


figure 1, regroupant tous les éléments de notre commande bimanuelle.

#### La bascule monostable

Elle exploite un schéma désormais classique faisant appel à deux portes logiques de type NOR. Pour la main gauche par exemple, les portes NOR A & B seront associées au condensateur C1 et à l'ajustable P1. La broche 1 d'entrée est normalement forcée à la masse à travers la résistance R1. Une pression sur le poussoir à fermeture S1 produit un front positif appliqué directement sur la broche 1 de la porte NOR A. En sortie, sur la broche 4 de la porte B, on récolte un bref signal positif de même sens que l'impulsion d'entrée.

suite p 4

N°9 JANVIER 1999  
NOUVELLE SÉRIE

## SOMMAIRE

- 1 - PETITE HISTOIRE DU TELEPHONE
- 2 - QU'EST-CE QUE C'EST ? COMMENT ÇA MARCHE ?  
ILLUSTRER SES PAGES WEB
- 4 - COMMANDE BIMANUELLE
- 5 - COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?
- 8 - INITIATION A L'ELECTRONIQUE DE PUISSANCE
- 10 - UN REGULATEUR DE SON
- 12 - TECHNOLOGIE LASER A SEMI-CONDUCTEUR
- 13 - TESTEUR D'AOP
- 14 - DECOUVREZ L'ANGLAIS TECHNIQUE  
UN CAPTEUR DE TEMPERATURE
- 16 - LE COIN DE LA MESURE  
ADAPTATEUR FREQUENCEMETRE
- 20 - J'EXPERIMENTE  
ANNONCIATEUR DE TABLEAU TELEPHONIQUE
- 22 - 555 DIDACTIQUE

PUBLICATIONS GEORGES VENTILLARD  
S.A au capital de 5 160 000 F  
2 à 12 rue de Bellevue, 75019 PARIS  
Tél. : 01.44.84.84.84 - Fax : 01.42.41.89.40  
Télex : 220 409 F  
Principaux actionnaires :  
M. Jean-Pierre VENTILLARD  
Mme Paule VENTILLARD

Membres du comité de direction :  
Madame Paule RAFINI épouse VENTILLARD  
Président Directeur Général  
Monsieur Jean-Pierre VENTILLARD  
Vice-président  
Madame Jacqueline LEFEBVRE  
Administrateur  
Directeur général adjoint  
Jean-Louis PARBOT  
Directeur de la rédaction  
Bernard FIGHIERA (84.65)

Comité pédagogique :  
G. Isabel, P. Rytter, F. Jongbloet,  
E. Félice, B. Andriot  
Maquette et illustrations :  
R. MARAÏ

Marketing :  
Corinne RILHAC (84.52)  
Ventes :  
Sylvain BERNARD (84.54)

Département publicité :  
2 à 12 rue de Bellevue, 75019 PARIS  
Tél. : 01.44.84.84.85 - CCP Paris 3793-60  
Directeur commercial  
Jean-Pierre REITER (84.87)  
Chef de publicité  
Pascal DECLERCK (84.92)  
Assisté de  
Karine JEUFFRAULT (84.57)

Abonnement  
Anne CORNET (85.16)  
Voir tarifs et conditions p.23  
Prix de vente au numéro : 20 F  
Commission paritaire N° 0699T74699  
Membre inscrit à Diffusion Contrôlé (OJD)

« Loi N° 49 956 du juillet 1949 sur les publications destinées à la jeunesse » mai 1998.





# QU'EST-CE QUE C'EST ? COMMENT ÇA MARCHE ?

## Illustrer ses pages Web (2).

**A**près la visite des divers composants graphiques, voici quelques astuces pratiques qui doivent vous permettre de réaliser des pages attrayantes et compactes pour votre site.

### ■ Créer ses composants ?

Il est évident que dans un premier temps, votre préoccupation sera d'utiliser les composants existants. Malheureusement, les palettes que

faire sur le plan graphique. Vient ensuite la création, avec ce que cela suppose de maîtrise des outils graphiques. Curieusement, cette seconde phase de l'élaboration des pages Web peut apporter plus de facilités qu'on

photo numérique utilisé par le club journal; ainsi que des ressources logicielles dont Windows 95 ou 98, avec une version 97 de Word. Vous pourrez donc reprendre la démarche de création graphique à partir du Paint de Windows déjà décrite précédemment, mais il est tout aussi pratique de scanner une image ou une photo pour l'incorporer à vos documents, que ce soit pour présenter l'équipe des élèves qui participent au projet ou pour ajouter des documents photographiques, d'archive ou techniques.

vous joignez à cette demande les références des images en précisant que la mention « extrait du catalogue Machin » sera inscrite en toutes lettres (n'oubliez pas qu'il a fait appel aux services d'un photographe et à des infographistes pour ce travail qui coûte relativement cher). De même, il est fort possible que des composants graphiques ou des images capturées sur le Net vous soient utiles. Là aussi, adressez un message dans la boîte aux lettres électronique des concepteurs du site visité en précisant que vous effectuez cette activité dans un cadre scolaire (ce complément de travail peut

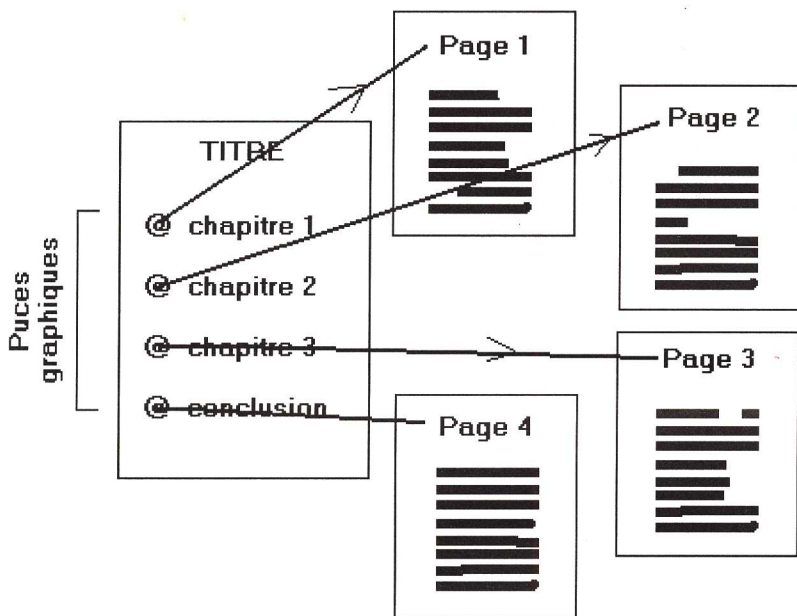
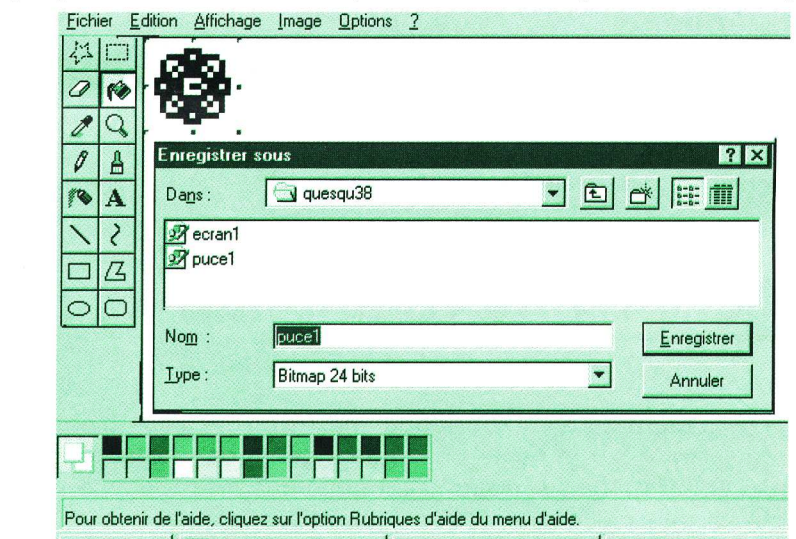


Fig 1 Les pucers graphiques

proposent les éditeurs de pages Web sont relativement limitées. Entre autres adresses, vous pourrez télécharger des composants extrêmement variés (fonds, boutons, etc.) à partir de sites comme [www.enderdesign.com](http://www.enderdesign.com), qui méritent une petite visite ne serait-ce que pour s'inspirer de leur travail ou se rendre compte de ce qu'il est possible de

peut le supposer, à condition bien sûr d'utiliser au mieux les ressources disponibles au sein de votre établissement. Comme nous l'avons déjà indiqué, la majorité des centres de documentation sont dotés d'un ordinateur multimédia connecté sur le Net, avec en plus des périphériques comme le scanner ou un appareil



Écran 2

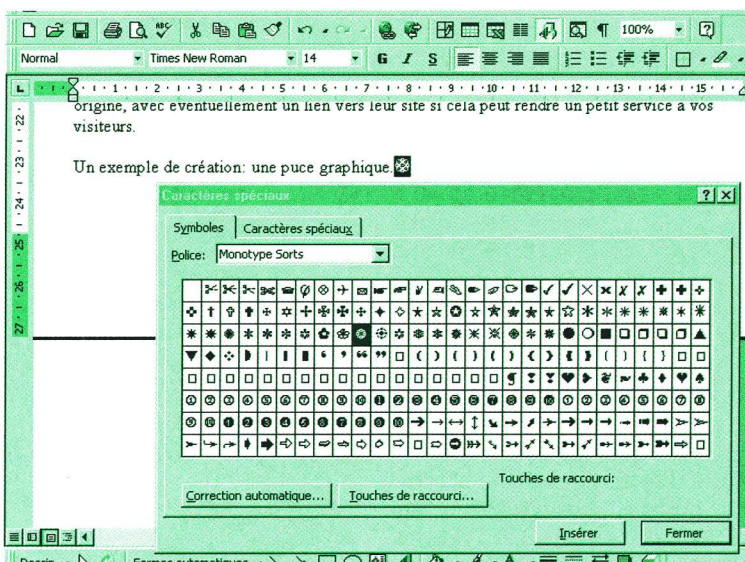
### ■ Les règles d'éthique.

Le non-respect des droits liés à l'image coûte cher, vous devez donc toujours vous assurer que vous restez dans le cadre de la loi. Pour les photos de groupe ou de classe, il convient de demander une autorisation parentale, en précisant exactement ce en quoi elles peuvent apporter quelque chose, ce qui entraînera le plus souvent une discussion sur la vanité qu'il y a à s'afficher de la sorte sur le Net, hormis dans un fichier joint à une correspondance avec d'autres adolescents. Si vous reprenez des documents photographiques empruntés à un catalogue, il vous suffit de demander au distributeur des produits une autorisation afin que vous puissiez les insérer sur votre page. Il y verra d'autant moins d'inconvénient si

être réalisé par le groupe d'élèves qui aborde de fait la correspondance électronique en situation), ou comme le demandent certains fournisseurs de composants gratuits, n'oubliez pas de mentionner leur origine, avec éventuellement un lien vers leur site si cela peut rendre un petit service à vos visiteurs.

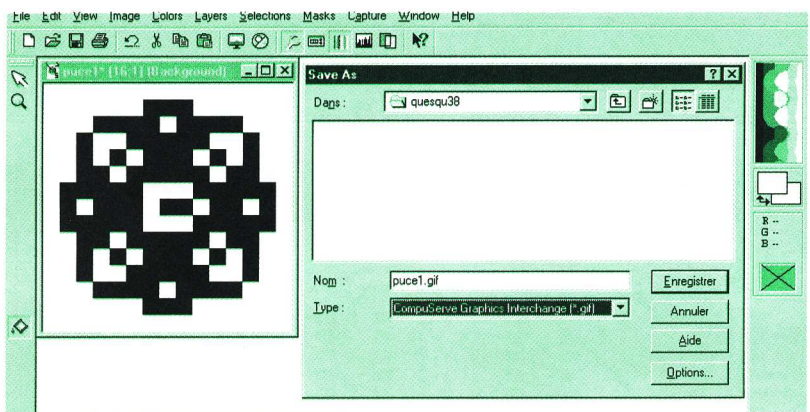
### ■ Un exemple de création : une puce graphique.

Les pucers graphiques sont employées dans les pages Web pour mettre en évidence des titres, des en-têtes de chapitres ou encore un développement par points dans le texte. Elles sont extrêmement pra-



Écran 1





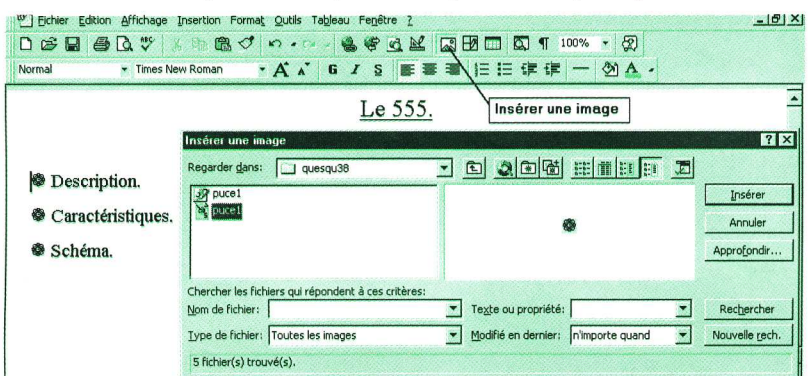
Écran 3

tiques puisqu'il est très facile de leur associer des liens hypertextes qui renvoient le lecteur vers d'autres pages (figure 1).

Lors de la mise en place des éléments sur la page, vous pouvez bien entendu sélectionner dans une bibliothèque graphique le type de puce qui convient le mieux à la présentation recherchée. Cependant, si celles dont vous disposez ne répon-

autour duquel tournent quelques électrons. Ce choix n'est pas gratuit mais correspond à une présentation qui doit permettre au lecteur de savoir qu'il est dans la partie composants électroniques. Les puces des autres chapitres sont tout aussi parlantes puisqu'ils représentent une petite paire de ciseaux pour les descriptions des découpes, etc.

Le problème qui se pose alors est de



Écran 4

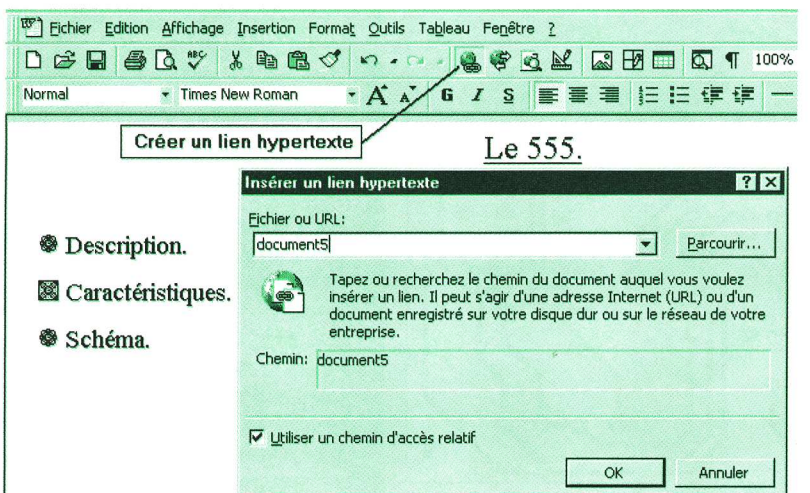
dent pas à vos attentes, il ne vous reste plus qu'à les créer en suivant la démarche suivante :

■ Commencez par noter les caractéristiques des puces que vous désirez (formes, couleurs, ce qu'elles représentent), en tenant compte du fait qu'elles ne doivent pas être trop grandes sous peine de créer des déséquilibres dans la répartition du texte. L'idéal reste de dessiner une puce dont la hauteur se situe entre 15 et 20 pixels, ce qui correspond à une police de caractères de taille moyenne.

Nous supposons dans cet exemple que pour réaliser quelques pages relatives à la fabrication d'une maquette électronique ayant pour composant principal un 555, vous recherchez une puce qui rappelle autant que possible un atome

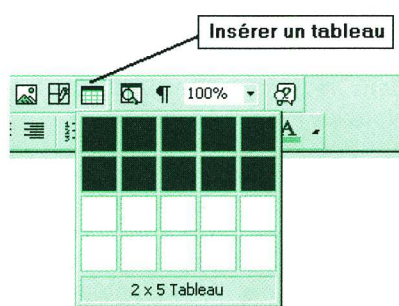
dessiner un atome de taille raisonnable, ce qui peut se résoudre rapidement en utilisant la palette des composants spéciaux disponibles sous Word 97. Il suffit pour cela de cliquer sur 'Insertion' dans la barre d'outils puis sur 'caractères spéciaux'. Parmi les polices de caractères spéciaux, il en est une qui comporte quelques symboles graphiques de type flèches ou étoiles. En cliquant sur le symbole choisi puis sur 'Insérer', on le place dans le texte à l'emplacement de la dernière position du curseur (écran 1). Il suffit alors d'agrandir le caractère (14 pour celui-ci), puis de le sélectionner avant de le couper. En ouvrant le Paint, il ne reste plus qu'à 'coller' afin que le symbole s'inscrive sur la feuille.

■ Redessinez cette puce avec le Paint de Windows, puis en jouant avec les poignées qui se trouvent



Écran 5

sur la périphérie du dessin, réduisez l'image pour ne laisser qu'un pixel de marge sur les côtés. Enregistrez le fichier graphique sous la forme d'un BitMap 24 bits, 16 millions de couleurs (écran 2).



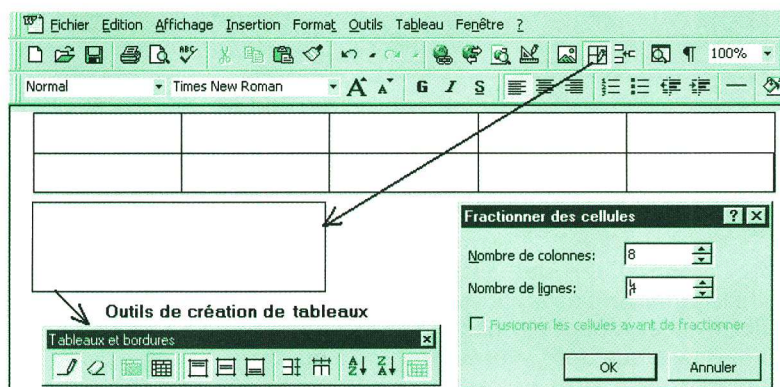
On sélectionne un nombre de cellules du tableau en déplaçant la souris. Il suffit de cliquer avec le bouton droit pour que le tableau s'affiche sur la page.

Écran 6

■ Pour transformer l'image BitMap en Gif, il faut utiliser un autre logiciel graphique comme Paint Shop Pro (une version shareware est distribuée gratuitement sur les CD de divers magazines d'informatique, mais attention, elle ne fonctionne qu'un mois). En cliquant sur la loupe plusieurs fois, vous pouvez obtenir un agrandissement suffisant pour que le travail soit agréable. Sauvegardez ensuite au format Gif (écran 3).

Pour que la puce soit parfaite, il faut encore éliminer le fond, sinon l'image affichée est carrée au lieu de respecter les contours de l'atome. Cette opération est assez simple puisqu'il suffit de sélectionner colors puis transparency pour la couleur du fond.

■ Avec l'éditeur de pages Web, il faut ensuite placer le curseur à l'emplacement où les puces doivent être insérées. En cliquant sur le composant 'Insérer une image' de la barre d'outils,



Écran 7

s'ouvre la fenêtre de sélection des images avec la puce sauvegardée. Il faut donc sélectionner le fichier Gif avant de cliquer sur le bouton 'Insérer' (écran 4).

Dès que les puces sont disposées sur la feuille, il ne reste plus qu'à créer les liens vers les autres pages. Toujours dans l'éditeur de pages Web, sélectionnez la puce qui doit être liée à une autre page puis cliquez sur le bouton comportant l'attache papier. Ce dernier ouvre la fenêtre d'insertion de liens (écran 5) dans laquelle sera inscrit le nom de la

page, ici la page 5 appelée 'document5'. Il vous faut laisser la coche dans la case qui correspond à 'Utiliser un chemin d'accès relatif', à condition bien sûr de laisser les pages dans un même répertoire. Dès que l'ensemble des pages est créé, il ne vous reste plus qu'à tester l'ensemble des liens en cliquant sur les puces de la page.

## ■ Ranger des images : le tableau.

Cette disposition des images reste classique, car elles sont l'une en dessous de l'autre. Si vous désirez placer une collection d'images côte à côte, le recours au tableau devient indispensable. Dans l'éditeur de pages Web, sélectionnez l'outil d'insertion de tableau (écran 6). En déplaçant la souris sur les cellules du tableau qui est représenté, vous déterminez leur nombre. Mais bien entendu, cette méthode n'est valable que si vous pouvez vous contenter d'un tableau de quelques cellules pour une implantation approximative de son contenu, car il s'inscrit sur la largeur complète de la page.

Pour affiner le tracé, choisissez plutôt l'outil de création de tableaux comme indiqué sur l'écran 7. Il permet d'afficher une nouvelle palette d'outils flottante, sur laquelle est disposé le nécessaire pour un tracé des cellules aux dimensions souhaitées. En cliquant sur le crayon, vous obtenez un curseur de tracé du contour d'un tableau que vous dimensionnez comme cela vous convient. Pour tracer des cellules, cliquez sur l'outil de fractionnement des cellules. Votre tableau peut donc être doté d'un nombre quelconque de cellules dans l'espace que vous aurez délimité précédemment.

Il en va de même pour redimensionner chaque ligne ou chaque colonne ou encore rendre leur tracé visible.

En fait, les tableaux s'avèrent tout à fait indispensables si on veut gagner de la place ou rendre certaines présentations plus claires, ce dont vous pourrez vous rendre compte aisément en explorant quelques sites. Dans la troisième partie de cette rubrique consacrée à l'utilisation des graphiques, nous aborderons les animations sur les pages Web.

P. Rytter.



# Une commande bi-manuelle

La durée de ce signal est donnée approximativement par la relation :

$$t \text{ en secondes} = 0,7 \times P1 \times C1$$

(en MΩ et μF)

A noter que cette bascule est dite non redéclenchable, c'est à dire qu'une autre impulsion de commande pendant la production du signal de sortie ne modifie en rien la durée de ce signal. Une pression continue sur le poussoir S1 ne pourra donc produire qu'une seule impulsion en sortie du monostable. On trouvera pour la main droite, avec S2, un schéma similaire réalisé donc par IC1 avec un circuit CMOS 4001 au grand complet.

## La fonction AND

En sortie de la bascule monostable, nous trouvons une porte AND

successives, nous nous sommes tournés vers une simple bascule D contenue dans le circuit CMOS 4013. Nous exploiterons en fait les entrées SET et RESET disponibles sur les broches 6 et 4 du circuit IC3. La broche 5 est forcée à la masse par la résistance R5 et recevra l'impulsion de commande si le mode d'emploi requis est appliqué sur les poussoirs. La sortie Q passe au niveau haut et pilote à travers le transistor T1 le petit relais de sortie.

A signaler que la LED rouge L2 en série sur la bobine du relais atteste en s'allumant que l'ordre de commande est valide. Il ne reste plus à l'utilisateur qu'à faire bon usage des contacts disponibles en sortie. La LED verte L1 ne s'allumera que lorsque la sortie Q/ sera haute, donc lorsque le relais de sortie ne sera pas commandé. La diode D1 en parallèle

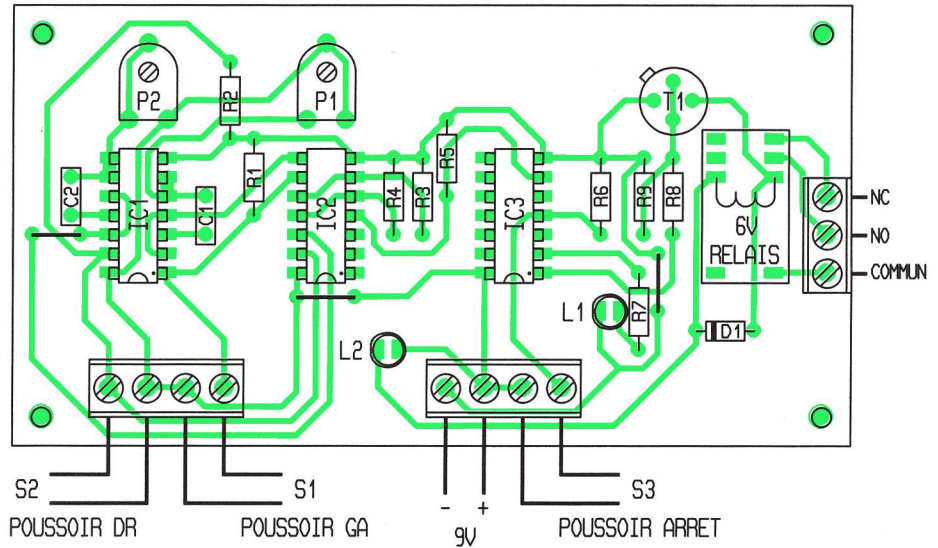


Fig 3

Implantation des éléments

## Réalisation pratique

Tous les composants sont regroupés sur une plaquette unique dont le tracé des pistes est donné à la

bilité aisée et rapide. Les trois circuits intégrés seront montés sur un support de bonne qualité. Si le pouvoir de coupure du petit relais DIL s'avère insuffisant, on pourra commander, avec lui, un relais automobile sous une tension de 12V et capable de commuter près de 30 A. Le seul réglage consiste à agir sur les ajustables P1 et P2 pour obtenir un délai raisonnablement court. Si la pression simultanée sur les deux poussoirs se révélait incapable plusieurs fois de suite à mettre sous tension le petit relais, il suffirait d'allonger quelque peu le délai de chaque monostable. Il est d'ailleurs amusant de tester cette maquette en demandant à deux personnes de commander chacune son propre poussoir. De solides borniers à vis recevront les liaisons des poussoirs de mise en marche et d'arrêt.

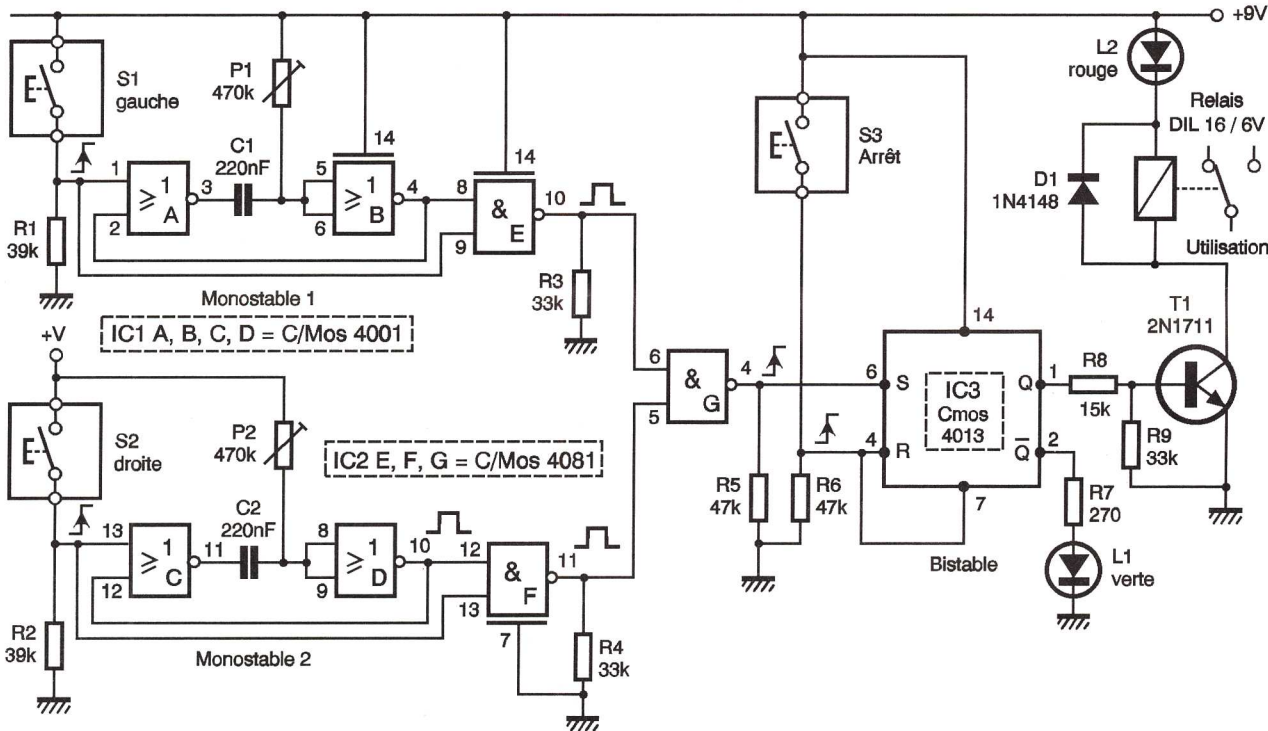


Fig 1

Schéma de principe

(E ou F) dont l'une des entrées récolte le signal bref du monostable et l'autre un état haut permanent, du moins tant que dure la pression sur le poussoir ; cette précaution oblige à laisser la main sur le poussoir commandé.

La porte AND G regroupe à son tour les deux signaux positifs. Le fonctionnement d'une porte ET n'étant pas inconnu à nos lecteurs, il est clair que la sortie 4 sera validée par un état haut qu'il ne reste plus qu'à exploiter en sortie.

## La bascule bistable

Plutôt que de choisir une bascule RS à couplage croisé ou encore une bascule JK à commandes impul-

sur la bobine protégée le transistor T1 contre les effets des surtensions inévitables à la coupure de la bobine.

figure 2. Nous conseillons d'avoir recours au procédé photographique sur époxy présensibilisé pour une parfaite qualité et une reproducti-

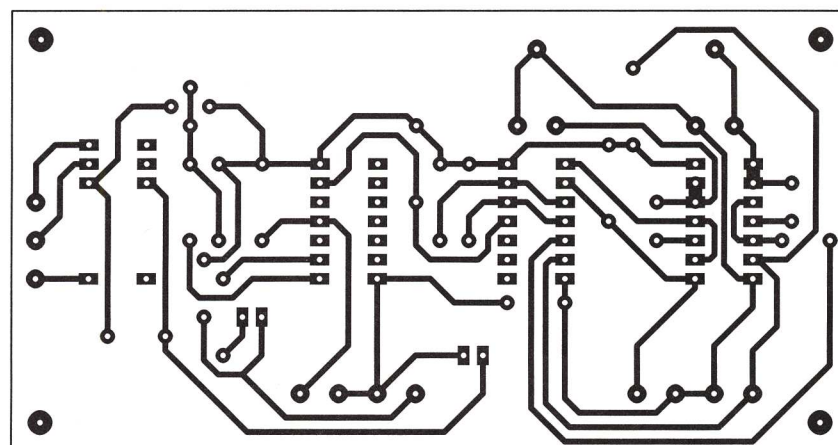


Fig 2

Tracé du circuit imprimé

## NOMENCLATURE

- IC1 : portes NOR A, B, C, D circuit CMOS 4001
- IC2 : portes AND E, F, G circuit CMOS 4081
- IC3 : double bascule D circuit CMOS 4013
- T1 : transistor NPN 2N1711
- D1 : diode commutation 1N4148
- L1 : diode électroluminescente 5 mm verte
- L2 : diode électroluminescente 5 mm rouge
- R1, R2 : 39 kΩ 1/4W
- R3, R4, R9 : 33 kΩ 1/4W
- R5, R6 : 47 kΩ 1/4W
- R7 : 270 Ω 1/4W
- R8 : 15 kΩ 1/4W
- P1, P2 : ajustables horizontal 470 kΩ
- C1, C2 : plastique 220 nF/63V
- 3 supports à souder 14 broches
- 1 relais DIL16, bobine 6V blocs de bornes vissés-soudés, pas de 5 mm





# COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?

## 9° partie

**P**armi les fonctions les plus utilisées en électronique, la génération de délais, d'impulsions ou encore de signaux périodiques occupe une très large place. De nombreux circuits logiques et analogiques existent pour ce faire mais le plus célèbre d'entre eux, situé d'ailleurs à la frontière de la logique et de l'analogique, est le 555 ou ses variantes plus récentes en technologie CMOS. Compte tenu de la vocation de cette série d'articles, nous n'allons pas vous présenter une énième schémathèque d'applications à base de 555 mais, au contraire, nous allons vous présenter la structure interne de ce circuit et les calculs qui en découlent. Vous serez alors à même de concevoir et surtout de déterminer tous les éléments des multiples applications que l'on peut réaliser avec un 555.

### ■ Un circuit polyvalent

Le 555 a été introduit sur le marché, il y a près de 20 ans de cela, par Signetics et, vu son succès et sa polyvalence, il a été repris depuis en seconde source par quasiment tous les fabricants de circuits linéaires. Même s'il existe aujourd'hui des versions CMOS avec des courants d'entrée et une consommation plus faibles, la version initiale est toujours bien présente et peut encore

on est amené à rencontrer trois types de circuits fondamentaux : le bistable, le monostable et l'astable. Un circuit bistable est, comme son nom le laisse supposer, un circuit présentant deux états stables. Sous l'effet d'une influence extérieure, il peut passer d'un état à l'autre mais, en aucun cas, il ne peut changer d'état seul. On peut comparer physiquement un bistable à un interrupteur d'éclairage domestique normal. Il a deux positions stables et ne

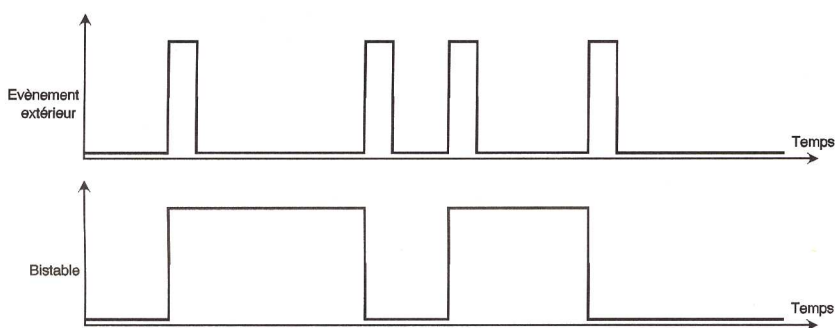


Fig 1 Représentation, sous forme de chronogramme, du comportement d'un montage bistable.

répondre à la majorité des besoins. A l'origine, le 555 a été conçu comme un "timer" c'est à dire comme un circuit capable de générer "des temps". Il peut donc générer des impulsions uniques de durée programmable, mais aussi des signaux rectangulaires de période également programmable. Comme ses concepteurs ont voulu qu'il soit aussi souple à utiliser que possible, ils ont choisi de nous donner accès, via ses pattes de connexion, à la majorité des points fondamentaux de sa structure interne ce qui a conduit à la polyvalence que nous lui connaissons aujourd'hui. Avant d'étudier cette structure, et comme ces termes vont revenir à de nombreuses reprises dans la suite de cet article, voyons tout d'abord ce que sont un bistable, un monostable et un astable.

peut passer de l'une à l'autre que sous l'influence d'une action extérieure; le doigt qui appuie dessus dans ce cas. La figure 1 représente, sous forme d'un chronogramme, le comportement d'un montage bistable.

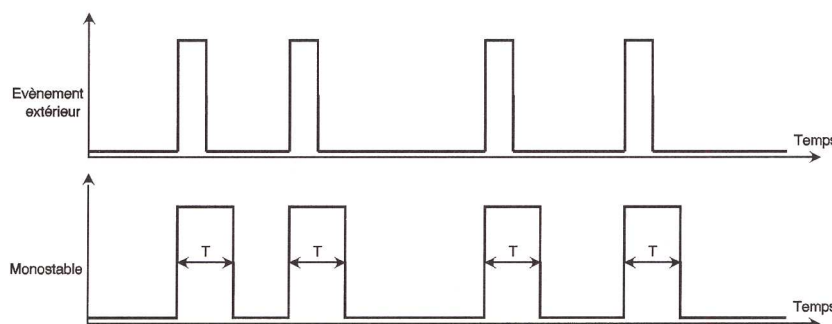


Fig 2 Représentation, sous forme de chronogramme, du comportement d'un montage monostable.

Le montage monostable quant à lui ne comporte qu'un état stable. En temps normal, ou lorsqu'il est au repos, il se trouve dans cet état. Il peut changer d'état sous l'effet d'une influence extérieure mais, au bout d'un "certain" temps, il reviendra seul à son état stable ou état de



repos. La minuterie d'escalier est l'exemple type d'un monostable physique. Son état stable est l'état "éteint". Elle passe à l'état "allumé" sous l'effet d'une influence extérieure, en l'occurrence l'action sur son pushoir de commande, mais elle revient seule à son état de repos au bout d'un certain temps. La figure 2 représente, sous forme d'un chronogramme, le comportement d'un montage monostable.

Le montage astable, quant à lui, ne comporte aucune état stable, ce qui signifie que, dès qu'il est mis sous tension, il passe alternativement d'un état à l'autre et vice versa sans qu'aucune action extérieure ne soit nécessaire. Il reste dans chaque état un temps déterminé par les éléments du montage qui le composent. Un éclairage clignotant est l'exemple type d'un astable physique. La figure 3 représente, sous forme d'un chronogramme, le comportement d'un montage astable. Tout cela étant précisé, nous pouvons aborder l'étude de notre 555 qui va nous permettre de réaliser, avec la plus grande facilité, des monostables, astables et autres bistables.

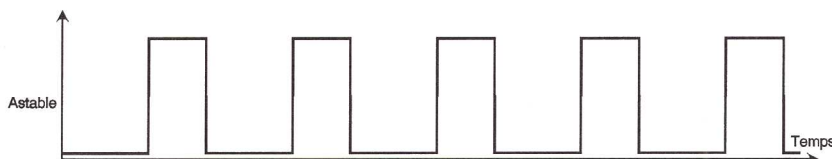


Fig 3 Représentation, sous forme de chronogramme, du comportement d'un montage astable.

### ■ Une structure interne astucieuse

La figure 4 présente la structure interne d'un 555, dessinée sous forme de blocs fonctionnels, ce qui va nous permettre de comprendre très facilement comment il fonctionne. Une fois cette compréhension acquise, les calculs des éléments externes en découleront tout naturellement.

Le 555 contient en premier lieu une bascule bistable de type R - S ce qui signifie Set - Reset. Une telle bascule passe dans un état stable lorsque l'on applique un niveau haut sur son entrée R et dans l'autre état, tout aussi stable, lorsque l'on applique un niveau haut sur son entrée S.

La sortie de cette bascule agit sur la base d'un transistor qu'elle rend donc conducteur lorsqu'elle est au niveau haut et qui est bloqué dans le cas contraire. Un amplificateur, ou "buffer" si vous préférez l'appellation anglo-saxonne, de type inverseur, permet de disposer de cette sortie sous fort courant sur la patte 3 du circuit.

Les entrées R et S de la bascule sont commandées par deux comparateurs. Une entrée de chaque comparateur est accessible de l'extérieur du circuit tandis que l'autre est ramenée à un réseau de trois résistances internes d'égales valeurs, alimentées par la tension d'alimentation totale du 555. Le comparateur A reçoit donc sur son entrée - une tension égale à 2/3 de la tension d'alimentation tandis que le comparateur B reçoit une tension égale à 1/3 de la tension d'alimentation. Ces comparateurs changeront donc d'état chaque fois que leurs pattes externes correspondantes passeront par ces valeurs de tensions particulières.

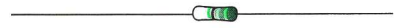
### ■ Les différents "stables"

Lorsque l'on parle de génération de signaux périodiques rectangulaires,



Remarquez que le point "2/3" du réseau de résistance est accessible de l'extérieur au moyen de la patte 5. L'injection en ce point d'une tension de valeur raisonnable va donc permettre de modifier ce seuil des 2/3 de la tension d'alimentation et d'agir ainsi sur le comportement du 555 dans certaines applications particulières.

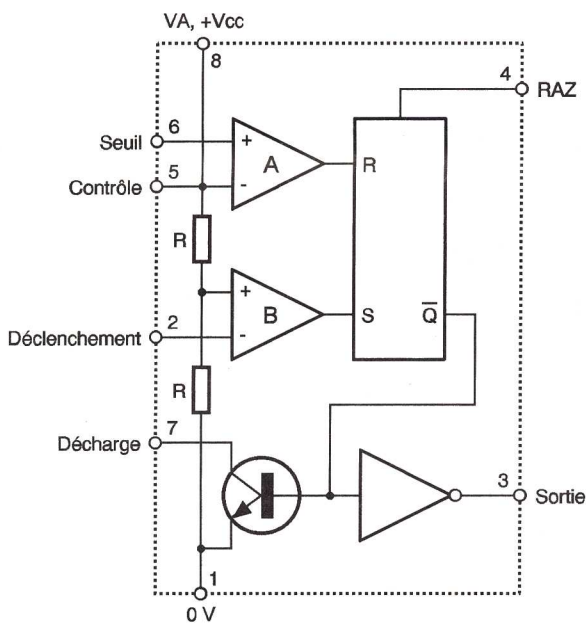
Notez pour finir que la bascule R - S interne dispose d'une entrée de mise à zéro ou plus exactement de forçage à zéro externe. Si cette entrée est au niveau bas, la bascule est bloquée avec sa sortie Qbarre au niveau haut. La sortie du 555 reste donc au niveau bas dans ce cas puisque l'étage de sortie est inverseur.



## Le montage de base : l'astable

La figure 5 présente le schéma de câblage type d'un 555 en mode astable et, pour que vous puissiez bien en analyser le fonctionnement, nous avons reproduit à nouveau sur celui-ci la structure interne du circuit.

Pour analyser le mode de fonctionnement partons d'un état dans



Les N° indiqués correspondent au boîtier DIL 8 pattes

Fig 4

Synoptique interne fonctionnel du 555

lequel le transistor est bloqué. La sortie de la bascule est donc à l'état bas et la sortie du 555 à l'état haut. Dans ces conditions, le condensateur peut se charger au travers de R1 et R2. Lorsque la tension à ses bornes, et donc la tension sur la patte 6, va atteindre les 2/3 de la tension d'alimentation, le comparateur A va changer d'état et la bascule R - S va faire de même. Sa sortie Qbarre va passer au niveau haut (et la sortie du 555 au niveau bas) ce qui va saturer le transistor. Le condensateur va donc se décharger au travers de R2. Lorsque la tension à ses bornes, et donc la tension sur la patte 2, va atteindre 1/3 de la tension d'alimentation, le comparateur B va changer d'état et la bascule R - S va faire de même. Sa sortie Qbarre va

Si vous avez lu GE n°4, vous avez vu que la charge d'un condensateur au travers d'une résistance était régie par la relation :

$$V_C = E \times (1 - e^{-t/RC})$$

Et que sa décharge dans une résistance était régie par la relation :

$$V_C = E \times e^{-t/RC}$$

Compte tenu du mode de fonctionnement de notre astable et des seuils des comparateurs internes, le condensateur se charge de 1/3 de  $V_A$  à 2/3 de  $V_A$ . Il lui faut donc pour cela un temps  $t_{ch}$  égal à :

$$t_{ch} = t_2 - t_1$$

où  $t_2$  est le temps nécessaire pour se charger à 2/3 de  $V_A$

et  $t_1$  le temps nécessaire pour se charger à 1/3 de  $V_A$ .

Nous pouvons donc écrire :

$$V_A / 3 = V_A \times (1 - e^{-t_1/RC})$$

Fig 5 Le 555 en mode astable, les numéros indiqués correspondent au boîtier DIL 8 pattes

revenir au niveau bas ce qui va bloquer le transistor et permettre le démarrage d'un nouveau cycle.

Notre montage est donc bien un astable qui évolue au rythme de la charge de C au travers de R1 et R2 et de sa décharge au travers de R2. Il est donc facile de calculer la durée des deux états du montage et donc la période ou la fréquence du signal produit.

donne :

$$t_1 = RC \times \ln 3/2$$

De même nous pouvons écrire :

$$2 \times V_A / 3 = V_A (1 - e^{-t_2/RC})$$

ce qui nous donne :

$$t_2 = RC \times \ln 3$$

La valeur du temps de charge  $t_{ch}$  est donc :

$$t_{ch} = RC \times \ln 2$$

soit environ  $t_{ch} = 0,693 \times RC$

Comme la charge s'effectue au travers de R1 et R2 en série, l'expression exacte est donc :

$$t_{ch} = 0,693 (R1 + R2) C$$

De la même façon, on peut calculer le temps de décharge de 2/3 de  $V_A$  à 1/3 de  $V_A$  grâce à la relation :

$$V_A / 3 = 2 \times V_A / 3 \times e^{-t_{dch}/RC}$$

soit après transformation  $t_{dch} = RC \times \ln 2$

soit environ  $t_{dch} = 0,693 \times RC$

Comme la décharge s'effectue au travers de la seule résistance R2, l'expression exacte est donc :

$$t_{dch} = 0,693 R2 C$$

De ces deux relations, on déduit immédiatement la période du signal produit :

$$T = t_{ch} + t_{dch}$$

soit encore  $T = 0,693 (R1 + 2R2) C$

Ce que l'on peut aussi exprimer sous forme de fréquence avec :

$$F = 1/T = 1 / (0,693(R1 + 2R2)C)$$

$$\text{ou encore } F = 1,443 / (R1 + 2R2) C$$

Un autre paramètre important d'un

signal rectangulaire est son rapport cyclique, c'est à dire le rapport entre la durée des états haut et bas. Il peut être exprimé de diverses façons, mais on utilise le plus souvent le temps à l'état bas par rapport à l'état haut ce qui donne, dans notre cas :

$$R_{cyc} = t_{dch} / t_{ch}$$

soit encore  $R_{cyc} = R2 / (R1 + R2)$ .

Ces différentes relations appellent deux commentaires qui font l'intérêt mais aussi un des rares défauts du 555. La première remarque est que la valeur de la tension d'alimentation  $V_A$  est absente des expressions fixant les durées des signaux. Cela démontre que la fréquence des signaux générés par le 555 est indépendante de sa tension d'alimentation, ce qui est particulièrement intéressant puisque celle-ci n'a pas besoin d'être stabilisée pour produire des signaux de fréquence stable.

La deuxième remarque, qui constitue bien souvent le seul défaut reproché au 555, est que le rapport cyclique des signaux produits ne peut pas être égal à l'unité. En effet, la relation :

$R2 = R1 + R2$  est impossible à satisfaire, sauf à faire R1 nulle ce qui interdit évidemment tout fonctionnement du montage. Une solution pour s'approcher de ce rapport unité est de choisir une résistance R2 de valeur très importante par rapport à R1. Ainsi, avec  $R2 = 100 \text{ k}\Omega$  et  $R1 = 1 \text{ k}\Omega$ , le rapport cyclique est voisin de l'unité avec seulement 1 % d'erreur. Le choix des éléments externes au 555 n'est conditionné que par les relations que nous venons de démontrer.

Théoriquement, il n'existe pas de limite à la fréquence la plus basse qu'il est ainsi possible de générer. En pratique, les fuites inévitables qui existent dans les condensateurs chimiques de fortes valeurs limitent celle-ci comme nous le verrons dans la suite de cet exposé. Côté fréquences hautes, ce sont les éléments actifs intégrés dans le 555 qui limitent la vitesse de fonctionnement à une centaine de kHz.

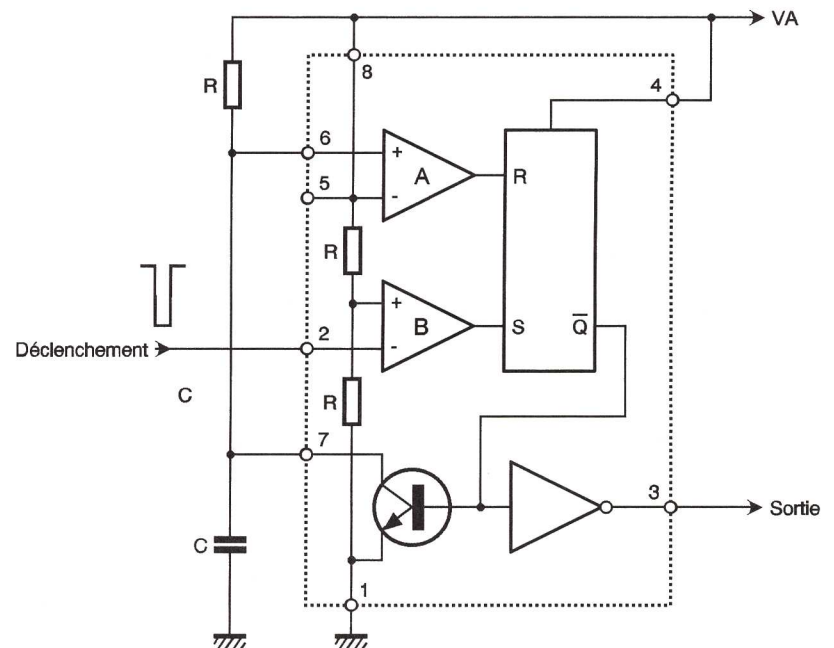


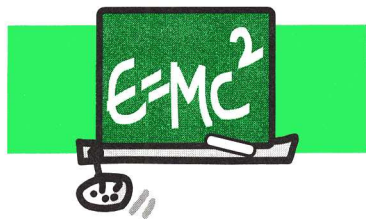
Fig 6

Le 555 en mode monostable









# Initiation à l'électronique de puissance

## Partie 2

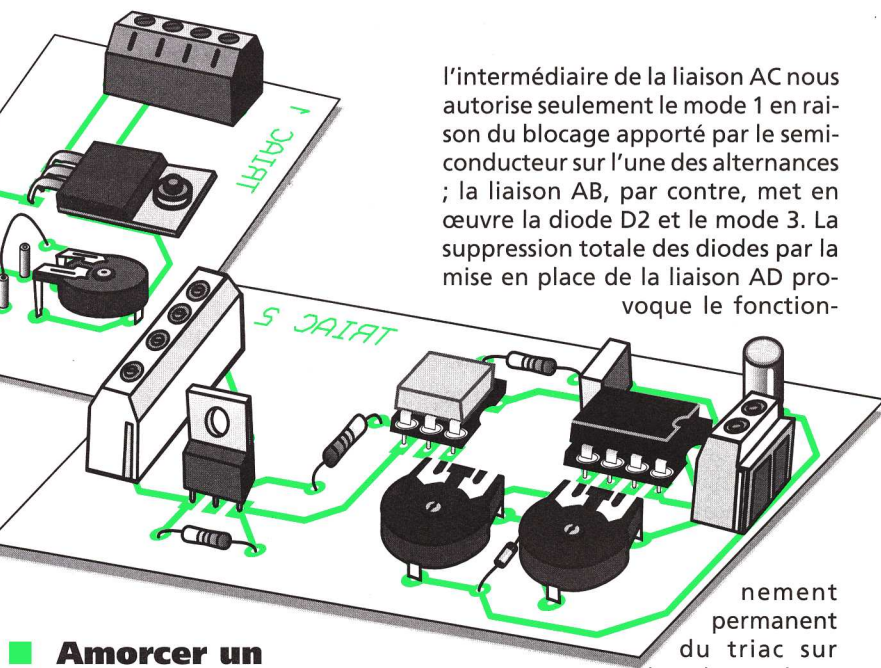
**N**ous avons fait connaissance le mois dernier avec le THYRISTOR, l'un des composants de puissance le plus utilisé pour maîtriser l'énergie électrique délivrée par le secteur EDF. Sa fonction de commutateur statique ou d'interrupteur unidirectionnel commandé a déjà été présentée et le sera encore davantage pour la réalisation des divers modules convertisseurs que nous vous présenterons dans les mois à venir. Pourtant, un autre composant de puissance mérite que l'on s'y attarde quelque peu.

### Le triac

Ce composant moderne, surtout apprécié des amateurs de jeux de lumière, doit son nom à l'équivalent anglais de «triode pour courant alternatif» (*TRIode for Alternating Current*). Il s'agit là d'une association de semi-conducteurs équivalente à deux thyristors montés en tête-bêche et, surtout, commandés par une gâchette unique.

Il n'est plus possible ici de parler d'une cathode et d'une anode ; seule la gâchette conserve sa dénomination et la lettre G correspondante. Les électrodes porteront les

lettres A1 et A2 (figure 1). Il fonctionne comme un élément bistable, soit bloqué, soit conducteur, mais cette fois-ci avec une conduction bidirectionnelle. Il sera donc utilisé d'une manière préférentielle pour contrôler la puissance délivrée par des récepteurs alimentés en courant alternatif sur le secteur EDF principalement. Il peut aisément être piloté sur sa gâchette par des capteurs de faible puissance pour réali-



### Amorcer un triac

Pour procéder au déclenchement d'un triac, la tension entre les électrodes A1 et A2 peut être positive

l'intermédiaire de la liaison AC nous autorise seulement le mode 1 en raison du blocage apporté par le semi-conducteur sur l'une des alternances ; la liaison AB, par contre, met en œuvre la diode D2 et le mode 3. La suppression totale des diodes par la mise en place de la liaison AD provoque le fonction-

nement permanent du triac sur les deux alternances. Si vous ne disposez pas d'un oscilloscope pour visualiser le signal produit aux bornes de la charge, jetez donc un coup d'œil sur les chronogrammes proposés à la figure 3. Le schéma de la figure 2 a été matérialisé sur un petit circuit imprimé dont le tracé des pistes est donné à la figure 8. A l'aide des quelques composants préconisés, il vous sera facile de tester un triac bien ordinaire sous une tension alternative d'environ 24V. D'évidentes raisons de sécurité nous autorisent à vous recommander de faire vos expérimentations à travers un transformateur d'isolement à deux enroulements séparés, donc pas d'autotransformateur SVP ! Un essai sur le secteur est possible à travers un vrai transformateur de séparation. Il va sans dire qu'il faudra choisir un récepteur adapté à la tension d'alimentation.

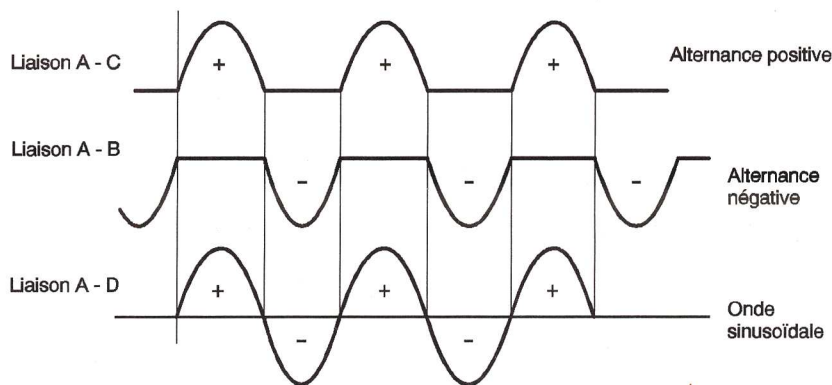


Fig 3 Chronogrammes

ser des thermostats, des variateurs de lumière ou de vitesse pour un moteur universel. Une autre possibilité intéressante consiste à mettre en œuvre des circuits de déclenchement de gâchette par déphasage.

Le réglage précis de l'instant d'amorçage sur une alternance est possible, sachant qu'il sera nécessaire de générer des ordres réguliers, puisque à chaque passage par zéro de l'onde secteur, le triac se désamorce naturellement. Le découpage de phase OU la commande des triacs par trains d'ondes est une grande spécialité de ce composant relativement bon marché par ailleurs.

ou négative à un instant donné. Mais la polarité du courant de gâchette, elle aussi, peut se révéler positive ou négative. Ces différentes combinaisons nous amènent à découvrir les 4 quadrants de fonctionnement du triac : **Tableau 1** Dans les quadrants 1 et 3, lorsque les polarités des courants sur les électrodes et sur la gâchette sont identiques, on peut noter une moindre exigence en courant de maintien sur la gâchette. Par ailleurs, il faut savoir qu'il existe des triacs dits sensibles pour des applications spécifiques.

### Commande par une tension continue

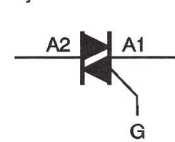
Le montage le plus simple pour piloter un triac est donné sur le schéma figure 2. Il suffit de doser convenablement le courant de gâchette à l'aide de l'ajustable P1 de faible valeur. Pour un triac ordinaire de faible puissance, le fonctionnement est celui des quadrants 1 et 3. La mise en place de la diode D1 par

### Commande par découpage de phase

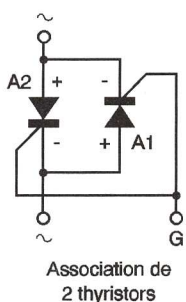
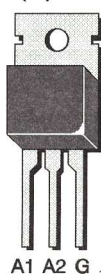
Le seul intérêt du triac ne consiste pas qu'à réaliser des relais statiques, même avec déclenchement au passage par zéro pour limiter le plus possible les parasites générés sur le secteur. La commande retardée de la gâchette par rapport au passage par zéro de l'onde sinusoïdale permet donc de ne présenter sur la charge qu'une partie plus ou moins importante des alternances du secteur. Le découpage de phase permet donc de doser à volonté l'éclairage de nos luminaires ou le régime de rotation d'un moteur universel relié au secteur.

Le principe est fort simple : puisqu'il suffit d'une seule impulsion très brève pour amorcer le triac sur chaque alternance, on recherchera à retarder, par un dispositif adapté, l'impulsion sur la gâchette d'un

Symbole du Triac :



A2 (si pas isolé)



Association de 2 thyristors

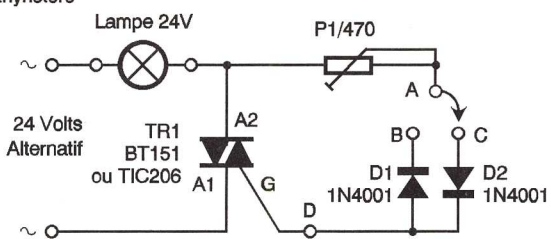


Fig 2 Le montage le plus simple.

Fig 1 Association de deux thyristors



QUADRANT	Tension entre A1 & A2	Tension de gâchette	Courant de gâchette
1	positive	positive	faible
2	positive	négative	moyen
3	négative	négative	moyen
4	négative	positive	fort

Tableau 1

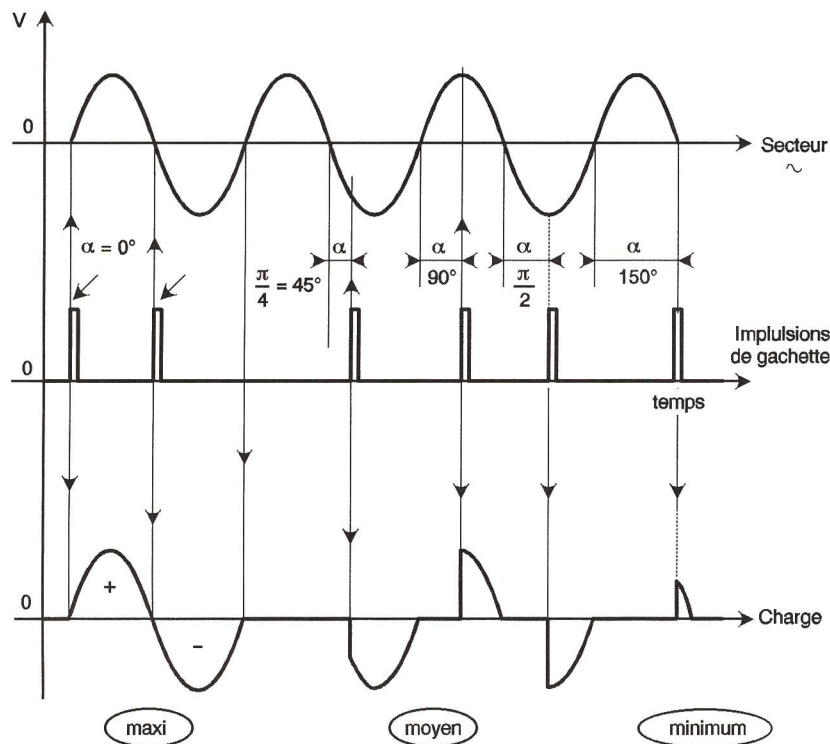


Fig 4 Chronogrammes commande par découpage de phase

angle appelé  $\alpha$  par rapport au début de l'alternance qui dure 10 ms ou 180°. Un retard de 0° laisse passer la totalité de l'alternance ; un retard de 90° n'en laisse passer que la moitié et un angle de 180° amorce le triac à la fin de l'alternance, donc alimente le récepteur sous une tension moyenne quasi nulle. On trouvera sur la figure 4 les chronogrammes caractéristiques qui devraient vous aider à assimiler facilement ce mode de commande fort simple et largement employé dans des applications domestiques. Des circuits intégrés modernes simplifient grandement la mise en œuvre de cette technique (exemple : SLB586 ou 587).

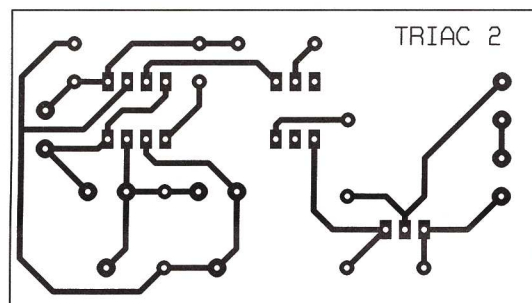


Fig 6 Tracé du circuit imprimé

de conduction suivie d'une autre période  $t_2$  d'arrêt. On note  $T = t_1 + t_2$ . Bien entendu, on pourra faire varier le rapport cyclique  $t_1/T$  d'une manière extérieure. La com-

## La commande proportionnelle

Cette technique récente consiste à moduler la puissance consommée par un récepteur en lui délivrant des trains d'alternances entières et complètes (= positives + négatives). La période de répétition  $T$  est en principe fixe et comporte une période  $t_1$

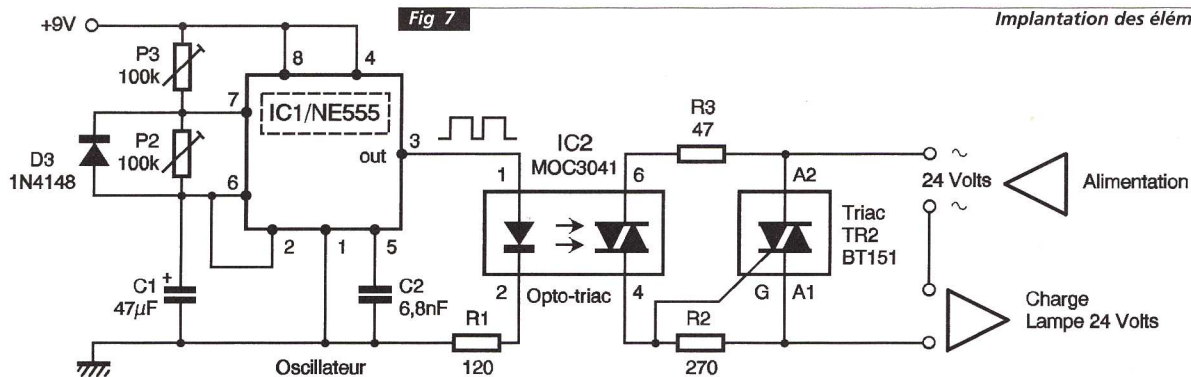


Fig 5

Commande proportionnelle

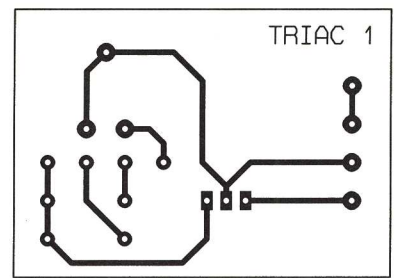


Fig 8 Tracé du circuit

mande au passage par zéro est impérative pour générer un minimum de parasites sur le réseau.

Dans l'industrie, la régulation des fours de puissance utilise cette solution notamment en raison de l'inertie thermique des éléments chauffants. La période  $T$  peut, dans ce cas, atteindre quelques secondes. Cette

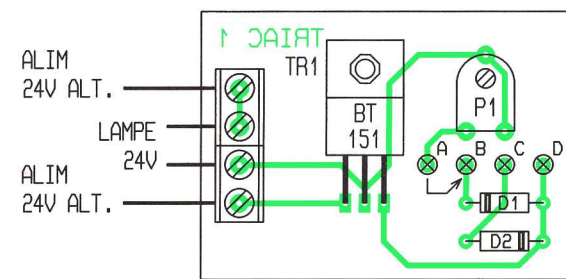


Fig 9 Implantation

solution séduisante n'est par contre pas envisageable pour des moteurs électriques qui se trouveraient sans alimentation pendant de brèves périodes. On constaterait des irrégularités dans les vitesses de rotation et des variations de courant inacceptables.

La commande par bande proportionnelle permet d'obtenir une régulation fine et précise sans hystérésis importante comme c'est le cas d'une commande TOR (= Tout Ou Rien).

## Applications pratiques

Nous proposons aux lecteurs intéressés de réaliser, à des fins didac-

tiques seulement, deux petites maquettes dont l'une est la conduction d'un triac en courant continu et l'autre la commande par trains d'ondes. Deux minuscules circuits imprimés ont été développés donnés, par ailleurs, sur les figures 6 et 8.

L'utilisation d'un couplage optique permet au second montage une sécurité plus grande à la condition de ne pas oublier d'alimenter l'électronique de

commande à l'aide d'une pile de 9V indépendante. La diode D3 du schéma permet d'obtenir aisément un rapport cyclique intéressant et réglable par les éléments P2 et P3.

On pourra d'ailleurs constater sur la lampe faisant office de charge qu'un faible rapport cyclique correspond à une alimentation réduite. La tension supportée par la charge sera égale à celle de l'alimentation du triac mais, nous le rappelons encore une fois, la plus grande prudence est de mise ici.

## NOMENCLATURE

- TR1, TR2 : triacs BT151 ou TIC206, boîtier TO220
- D1, D2 : diodes redressement 1N4001
- IC1 : oscillateur NE555 boîtier DIP8
- IC2 : coupleur optique MOC3041 avec détection passage par zéro
- D3 : diode commutation 1N4148
- R1 : 120  $\Omega$  1/4W (marron, rouge, marron)
- R2 : 270  $\Omega$  1/4W (rouge, violet, marron)
- R3 : 47  $\Omega$  1/4W (jaune, violet, noir)
- P1 : ajustable horizontal 470  $\Omega$
- P2, P3 : ajustables horizontal 100 k $\Omega$
- C1 : 47  $\mu$ F/25V chimique vertical
- C2 : 6,8 nF/63V plastique
- 5 blocs de 2 bornes vissés-soudés pas de 5mm
- 3 picots à souder tulipe
- 1 support à souder 8 broches
- 1 support à souder 6 broches
- 1 coupleur pression pile 9V
- Prévoir transformateur 220V/24V/5VA ou 220V/2x12V/5VA
- 1 cordon secteur



# Un régulateur de son

La dynamique de la bande son des films n'est pas toujours adaptée au son d'un téléviseur. Pire encore : l'arrivée d'une tranche de pub après un dialogue chuchoté.

Qui ne s'est jamais plaint de la différence de volume sonore entre une émission et les plages de publicité qui l'interrompent. De même, la bande son des films actuels fait la part belle aux explosions, coups de feu et déflagrations en tout genre jouxtant un dialogue murmuré. Ces transitions, souvent brutales, conduisent soit le téléspectateur à se précipiter sur sa télécommande, soit à réveiller tout le voisinage.

Notre équilibreur de sons a pour objet de compenser ces fluctuations gênantes du niveau sonore. Certes, il «écrase» la dynamique de la bande son et décevra probablement les puristes, mais il peut être déconnecté à tout instant par simple extinction de son alimentation.

## Le principe

Pour niveler le son, l'astuce consiste à réaliser un amplificateur à gain variable auto commandé, également appelé montage amplificateur

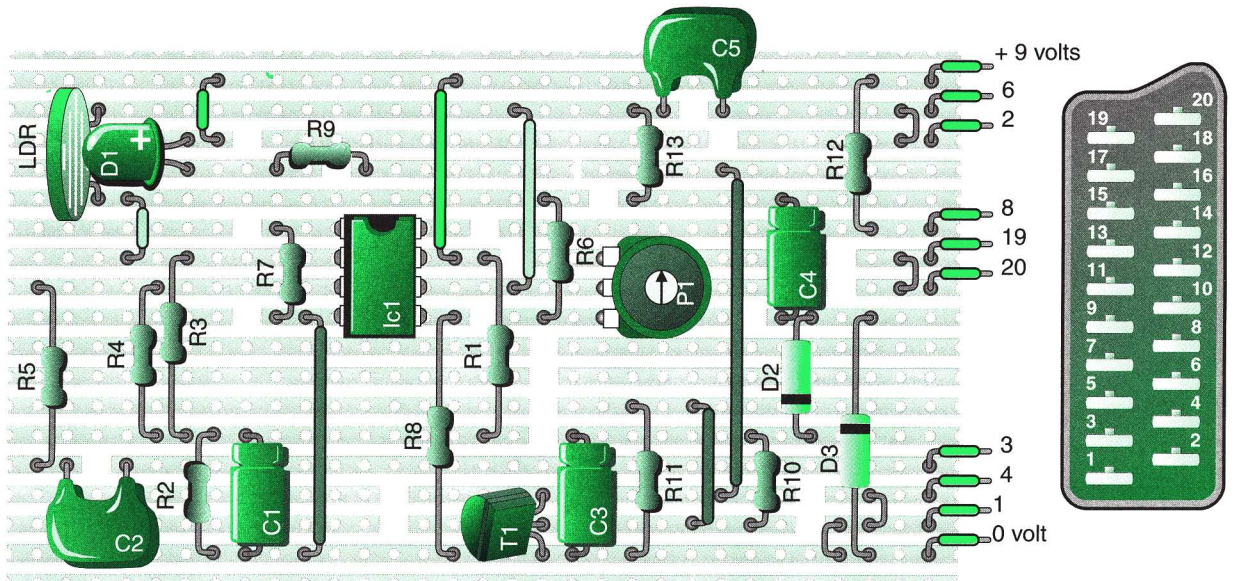


Fig 2

Mise en place des éléments

## Comment ça marche ?

C'est un circuit intégré UA741 qui assure l'amplification. Comme tout amplificateur opérationnel, il faut lui fournir une tension de référence pour assurer son fonctionnement. Celle-ci est obtenue à l'aide de R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub> montées en pont diviseur de tension. C<sub>1</sub> a pour mission de transformer le point de jonction de ces deux résistances en masse virtuelle. Notons que le UA741, pour fonctionner dans des conditions optimales, requiert des résistances de compensation d'offset. Bien que n'intervenant pas directement dans le fonctionnement du montage, R<sub>7</sub> et R<sub>8</sub> assurent cette fonction. Le son, issu de la fiche Péritel, est appliqué à l'entrée suiveuse du UA741 par

porte comme une résistance variable dont la valeur est fonction de la lumière. Cette valeur passe de quelques centaines d'ohms à plusieurs mégohms. La maille de P<sub>1</sub> limite le gain maximum du montage, celle de la LDR assure les variations de ce gain. Nous obtenons ainsi bien un amplificateur à gain variable commandé dont la valeur est liée au rapport de la somme des valeurs résistives de la LDR et de R<sub>3</sub> divisée par R<sub>3</sub>, si on ne tient pas compte de la présence de P<sub>1</sub> et R<sub>6</sub>. En clair, il est donc compris entre 1 et l'infini. P<sub>1</sub> et R<sub>6</sub> viennent justement limiter ce gain maximum. Pour auto-asservir le gain, il ne reste plus qu'à jouer sur l'éclairage de la LDR : c'est le but de la diode électroluminescente placée en vis à vis. La luminosité de cette dernière est commandée par T<sub>1</sub>. Une partie du signal de sortie est redressée par D<sub>2</sub> et D<sub>3</sub>, transformée en une tension continue par C<sub>3</sub> puis appliquée à la base de T<sub>1</sub>. Ainsi, dès que l'amplitude du signal de sortie monte, T<sub>1</sub> commande l'allumage de la diode électroluminescente. Celle-ci, en éclairant

puisse «virtuellement» s'intégrer dans la chaîne sonore du téléviseur. La fiche Péritel possède bien une sortie et une entrée son, mais en fonctionnement normal, l'amplificateur intégré au téléviseur ignore les signaux qui transitent sur ces contacts. Pour les «activer», il faut demander au téléviseur de «commuter». Cette opération s'obtient en appliquant une tension continue à la broche 8 de la fiche Péritel. C'est donc R<sub>12</sub> qui active la commutation en lui fournissant le +9V. Cependant, cette commutation a pour effet de dissocier totalement les parties réception et restitution du téléviseur tant pour le son que pour l'image. Si on présente une tension à la broche 8 sans appliquer de signal aux autres broches, le téléviseur devient donc «muet». Pour le son, ce mode de fonctionnement nous convient parfaitement puisqu'il ne doit plus prendre en compte le son reçu mais uniquement le son traité appliqué aux broches 6 et 2. En revanche, la vidéo doit franchir directement la barrière de la fiche Péritel. Il suffit de raccorder

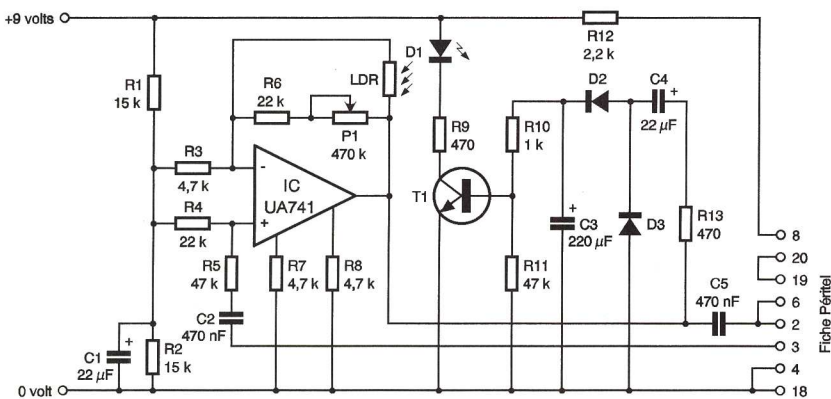


Fig 1

Le schéma de principe

non linéaire. Ici le signal délivré n'est plus proportionnel au signal d'entrée. Pour cela un dispositif électronique mesure en permanence l'amplitude du signal sonore et ajuste l'amplification, ou l'atténuation, pour minimiser ses variations. On peut donc subdiviser le montage en trois sections principales : un amplificateur, un système de variation du gain et un dispositif d'évaluation de l'amplitude du signal chargé de le commander.

Enfin, pour simplifier la connexion de notre régulateur, le signal sonore sera traité par l'intermédiaire de la fiche Péritel du téléviseur.

l'intermédiaire de C<sub>2</sub> et de R<sub>5</sub>. R<sub>4</sub> en atténue l'amplitude. En effet, comme nous le verrons plus loin, le gain global de l'amplificateur opérationnel ne peut être inférieur à 1. Or, pour être efficace, ce montage doit parfois pouvoir réduire l'amplitude du son.

Toute la subtilité de cette réalisation réside dans la boucle de contre réaction du UA741 logée entre sa sortie et son entrée inverseuse. En effet, si une première maille assez classique comporte une résistance (R<sub>6</sub>) et un potentiomètre (P<sub>1</sub>) montés en série, elle se double d'une maille constituée d'une cellule photosensible LDR. Ce dernier composant se com-

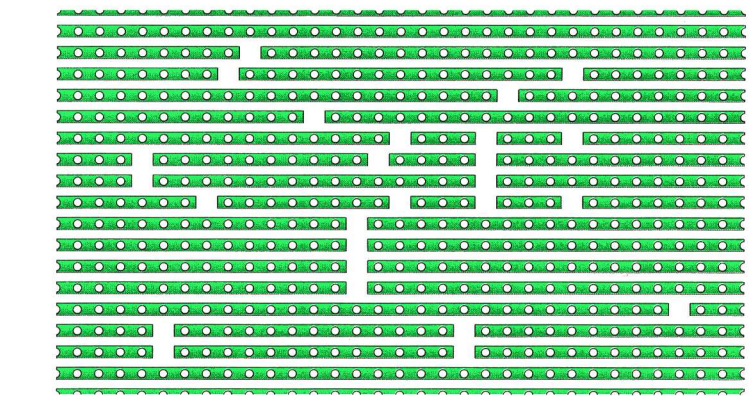


Fig 2

Préparation de la plaquette

portant la LDR, fait chuter le gain du UA741. Inversement, si l'amplitude du signal de sortie est trop faible, D<sub>1</sub> s'éteint et le gain remonte. Comme la polarisation de T<sub>1</sub> lui offre une zone de travail linéaire, l'allumage et l'extinction de D<sub>1</sub> sont progressifs. Il s'ensuit des variations de gain également progressives. C'est dans cette zone que travaille toujours notre montage et il régule ainsi le son. Enfin, il faut que notre équilibreur

entre elles les broches 19 (vidéo issue de la réception) et 20 (entrée vidéo) pour réaliser une «passerelle».

## Le câblage

Comme toujours, ce montage est réalisé sur une petite plaquette d'essai pré-perforée munie de bandes conductrices. Le travail com-



mencera donc par la préparation de la plaquette. Il faut reporter les interruptions de bandes conformément au schéma proposé. Une fois cette préparation terminée, l'implantation et le soudage des composants peuvent débuter. Il faut prendre soin de respecter le brochage du UA741. Son boîtier porte une petite encoche logée entre ses broches 1 et 8. Les condensateurs chimiques et les diodes possèdent aussi une polarité qui doit être prise en compte.

Les résistances, quant à elles, ne possèdent pas de polarité particulière. Leur câblage peut donc s'effectuer dans un sens ou dans l'autre. Il en est de même pour la LDR.

Comme la lumière est ici employée comme «commande», il est indispensable d'équiper ce régulateur d'un boîtier. Le seul impératif est qu'il protège bien la LDR de toute lumière ambiante parasite. Un

simple boîtier en plastique noir convient parfaitement. Enfin, afin de réduire le nombre de fils entre la fiche Péritel et la plaquette de câblage, il est parfaitement possible de réaliser les jonctions entre les cosses 20 et 19, 6 et 2, 18 et 4 directement dans le corps même de la fiche.

Nous n'avons pas mentionné sur nos schémas d'interrupteur arrêt/marche, mais il est parfaitement possible d'en insérer un directement en série avec l'alimentation.

### ■ L'utilisation

La mise en service de ce montage est des plus simple. En première approximation, nous vous conseillons de régler P<sub>1</sub> à mi-course et de fermer le boîtier. Sans mettre le régulateur sous tension, on le

**Si vous aimez l'électronique # 33**  
Ce catalogue est fait pour vous !



**Univers Electronique**  
Catalogue Général  
N° 33

\* ainsi que les kits, l'audio, le modélisme, les alarmes, les stations météo, les outils de développement, etc., etc.

Envoi contre 30F (chèque ou timbres-poste)

**Selectronic**  
UNIVERS ELECTRONIQUE

86, rue de Cambrai - B.P. 513 - 59022 LILLE Cedex  
Tél. : 0 328 550 328 Fax : 0 328 550 329

Oui, je désire recevoir votre Catalogue Général 1999 à l'adresse suivante (Ci-joint 30F en timbres-poste)

Nom : ..... Prénom : .....  
Tél : ..... Adresse : .....  
Ville : ..... Code postal : .....

### ■ NOMENCLATURE

R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> : 15 kΩ (brun, vert, orange, or)  
R<sub>3</sub>, R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge, or)  
R<sub>4</sub>, R<sub>6</sub> : 22 kΩ (rouge, orange, or)  
R<sub>5</sub>, R<sub>11</sub> : 47 kΩ (jaune, violet, orange, or)  
R<sub>9</sub>, R<sub>13</sub> : 470 Ω (jaune, violet, brun, or)  
R<sub>10</sub> : 1 kΩ (brun, noir, rouge, or)  
R<sub>12</sub> : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge, or)

P<sub>1</sub> : potentiomètre ajustable 470 kΩ  
LDR : cellule photorésistive  
C<sub>1</sub>, C<sub>4</sub> : 22 μF/12V  
C<sub>2</sub>, C<sub>5</sub> : 470 nF  
C<sub>3</sub> : 220 μF/12V  
Ic : UA741  
1 fiche Péritel  
1 boîtier en plastique noir  
1 coupleur pour pile 9V ou 1 adaptateur secteur 9V sous 300mA au moins

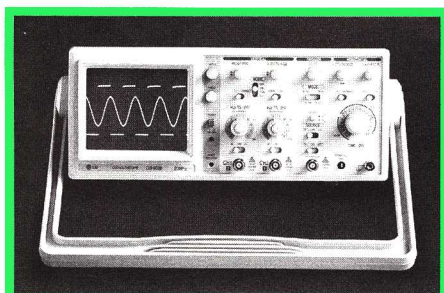
connectera alors sur la fiche Péritel du téléviseur. Une fois celui-ci en route et calée sur une chaîne quelconque, le montage est mis sous tension. Aussitôt le montage «prend la main» ce qui se manifeste par une forte atténuation du volume sonore suivie de sa remontée progressive au bout de 1 à 2 secondes. Ce nouveau niveau sonore, qui peut être légèrement supérieur à celui d'origine, correspond au son réglé. Il suffit alors d'ajuster le réglage de volume du téléviseur pour ajuster le niveau d'écoute souhaité. Un volume qui restera par la suite constant. A l'usage, et au goût de chacun, on

peut jouer sur la position de P<sub>1</sub> pour ajuster le taux de compression du montage. Ceci permet, soit de conserver partiellement la dynamique en tournant P<sub>1</sub> dans le sens des aiguilles d'une montre, soit de «l'écraser totalement» en le tournant en sens inverse.

Pour tester ce montage, le plus simple est d'utiliser une pile 9V. Cependant, pour une utilisation régulière, il est conseillé de l'alimenter à partir d'un adaptateur secteur. Comme sa consommation reste faible, un bloc capable de délivrer 9V sous 300 mA suffit largement.

## OSCILLOSCOPES ANALOGIQUES

# ScopeMate



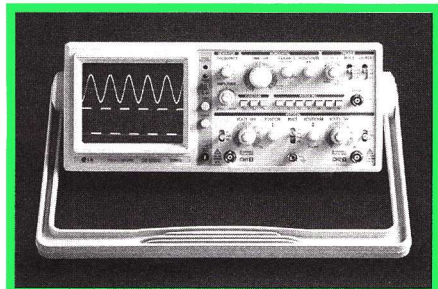
Bande passante 20 MHz  
2 voies, 1 mV à 5V/div.  
Déclenchement alterné  
Expansion base de temps x 10  
Mode X-Y  
Livré avec 2 sondes

**Prix TTC : 3718<sup>F</sup>**

### OS 9020

Bande passante 20 MHz  
2 voies, 1 mV à 5V/div.  
Expansion base de temps x 10  
Générateur de fonctions intégré  
Sinus, triangle, carré, impulsion TTL  
Livré avec 2 sondes

**Prix TTC : 4872<sup>F</sup>**



### OS 9020G

Photos non contractuelles

## MB ELECTRONIQUE

606, rue Fourny - Z.I. Centre - BP 31 - 78533 Buc Cedex  
Tél. : 01 39 67 67 67 - Fax : 01 39 56 53 44  
Liste des distributeurs sur demande

## MODULES DE MESURES ET D'ACQUISITION DE DONNEES SUR PC

Multipower propose à des prix très économiques une large gamme de modules qui se connectent sur le port parallèle d'un PC et qui permettent d'enregistrer des tensions et des températures et de visualiser des courbes de leurs variations sous DOS et Windows.

Les logiciels conviviaux sous Windows sont fournis et permettent aux modules de fonctionner aussi en oscilloscope. Des drivers existent pour développer vos applications (par exemple sous pascal).

*Tarif complet et spécifications sur simple demande.*

**Prix à partir de 570 F HT avec logiciels et support technique**

# Multipower

22, rue Emile-Baudot 91120 PALAISEAU  
Tél. : 01 69 30 13 79 - Fax : 01 69 20 60 41  
Visitez notre site : <http://www.multipower-fr.com>





## Laser à semi-conducteur

### Principe de l'émission de lumière

Dans un solide cristallin, les atomes subissent de la part de leurs voisins des actions qui modifient leur niveau d'énergie. Chaque niveau est remplacé par autant de niveaux d'énergie qu'il y a d'atomes en interaction dans le cristal. Ce sont les bandes d'énergie; celles de valence près du noyau séparées de celles de conduction par la bande interdite dont la largeur dépend de la nature du corps (figure 1).

Si un électron libre de la bande de conduction tombe dans un trou de la bande de valence, il cède une

en forme de cavité résonnante qui concentre l'énergie. Les électrons sont activés et se répartissent sur les niveaux d'énergie E2, E3.

### Émission spontanée (figure 2a)

Si un électron descend de E3 à E2, l'énergie libérée se traduit par la création d'un photon. Ils sont émis spontanément.

### Absorption (figure 2b)

Si un photon vient frapper un électron, il se trouve porté du niveau E2 au niveau E3.

### Émission stimulée (figure 2c)

Un photon présent dans le milieu peut induire un électron du niveau E3 à descendre au niveau E2. On constate l'émission d'un second pho-

Fig 3

grande partie de l'énergie est concentrée dans cette cavité, ce qui permet d'obtenir l'inversion de

Le boîtier possède une embase épaisse de cuivre fixée sur le refroidisseur. La lumière émise vers l'avant de la jonction est utilisée. Celle émise vers l'arrière atteint la photodiode de contrôle dans le même boîtier.

La figure 4 détaille le montage d'un laser et de sa diode de contrôle dans un boîtier avec un élément de fibre pour transmission par fibre optique mono-mode. Pour cet usage, on fabrique des lasers pour :

- La première fenêtre optique entre 800 et 900 nm,
- La seconde fenêtre optique à 1,3 µm,
- La troisième fenêtre optique à 1,55 µm.

Ces longueurs d'onde présentent les pertes de transmission les plus réduites dans les fibres optiques. Pour les autres applications, telle que la lecture des CD, la diode laser est montée dans un boîtier métallique avec une fenêtre plane à sa partie supérieure.

### Caractéristiques

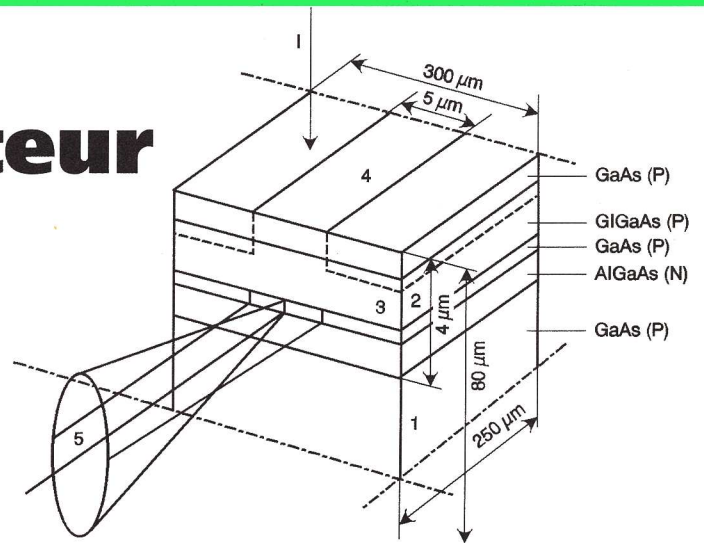
#### Pour fibres optiques

Puissance couplée à la fibre : 1 à 10 mW,  
Bande passante : 50 à 70 MHz,  
Largeur spectrale à mi-hauteur : 1 à 5 nm.

#### Pour autres applications

Lecture CD :  $\lambda = 679$  nm, puissance 1 mW,  
Pointeur :  $\lambda = 670$  nm, puissance 1 à 5 mW,

Faisceau lumineux très mince : 8 mm à 5 m et 20 mm à 30 m pour 5 mW,  
Applications : expérimentation en laboratoire, pointeur, lecteur de code à barre, outils d'alignement.



- 1 - Substrat.
- 2 - Région active, cavité résonnante (250 x 5 µm).
- 3 - Miroir semi-transparent.
- 4 - Connexion électrique.
- 5 - Faisceau laser avant, le faisceau arrière n'est pas représenté.

(Le faisceau arrière peut être dirigé sur une photodiode qui régule le fonctionnement du laser.)

Exemple de diode laser

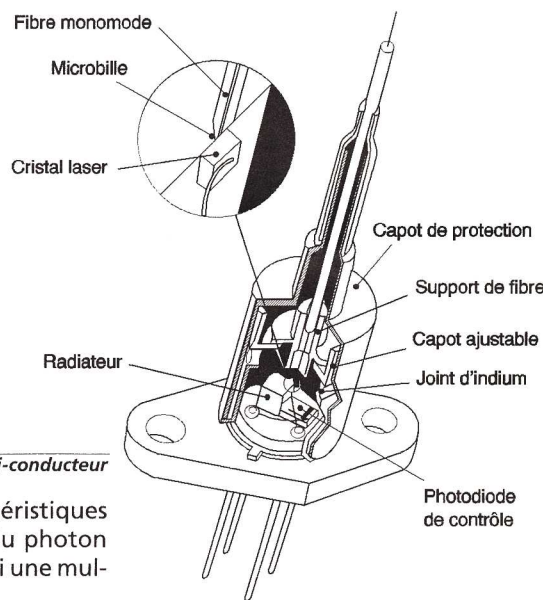


Fig 4

Montage de la diode laser

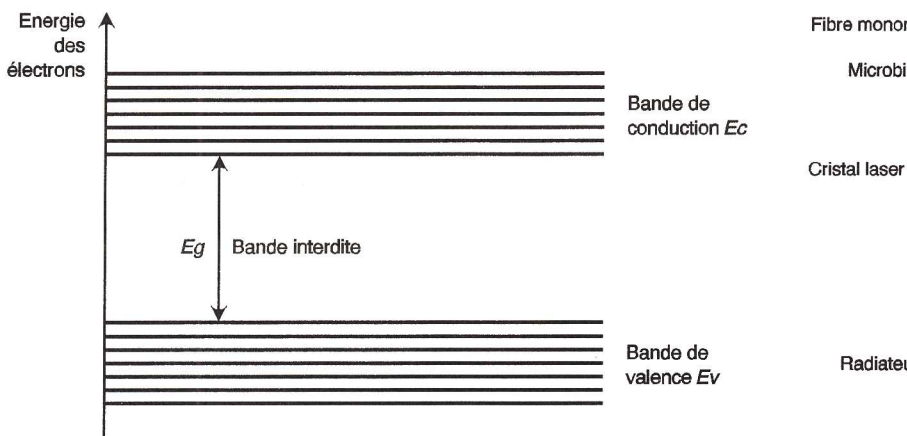


Fig 1

Bande d'énergie dans un semi-conducteur

énergie égale à la différence entre les niveaux d'énergie des deux bandes. Cette recombinaison peut s'accompagner de l'émission d'un photon dont la fréquence est fonction de la largeur de la bande interdite du conducteur.

ton dont toutes les caractéristiques sont identiques à celles du photon inducteur. On obtient ainsi une multiplication des photons.

Afin que l'émission de photons soit plus intense, on réalise une diode à jonction PN fortement dopée de façon à obtenir une intensité importante d'électrons dans la bande de conduction et de trous dans la bande de valence. La diode est alimentée en direct avec une tension approximativement égale à la hauteur de la bande interdite. On crée ainsi une émission rayonnante intense de photons dont la longueur d'onde dépend de la largeur de bande du semi-conducteur.

### Constitution d'un laser (figure 3)

Une diode jonction PN d'un laser est constituée par une double hétérostructure (Ga-Al-As) dont la région active forme une cavité résonnante limitée latéralement par deux faces réfléchissantes parallèles. La plus

population et l'émission stimulée propres au faisceau de lumière laser. Cette dernière est émise parallèlement à la jonction vers l'avant et vers l'arrière de la diode. Le rendement quantique externe est d'environ 50%. Il dépend de la température, d'où la nécessité de refroidir et de contrôler la diode.

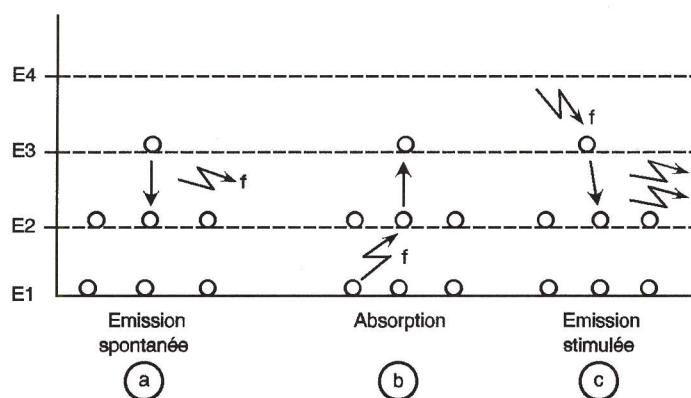


Fig 2

Principe de fonctionnement du laser

### Principe du laser à semi-conducteur

Dans un semi-conducteur au repos, les électrons sont au niveau d'énergie le plus bas (E1 figure 2). La diode laser PN dispose d'une région active



# Testeur d'Ampli-OP

## L'Ampli-OP

Dans ce raccourci, on reconnaît sans peine le mot amplificateur, qui permet en électronique de faire qu'un signal minuscule devienne audible ou visible. On parlera de gain, véritable rapport de transformation appliqué à des grandeurs électriques analogiques, c'est à dire capables de prendre des valeurs quelconques entre deux limites. On trouve encore OP pour opérationnel, qui nous amène à songer au mot opérations, telles que : additions, soustractions, multiplications et bien d'autres encore ! C'est bien de cela qu'il s'agit, car l'AOP (= abréviation plus courte encore de notre Ampli-OP) est un dispositif avec lequel les opérations arithmétiques et mathématiques sont possibles. L'ensemble de ces fonctions se résume pratiquement en un circuit intégré regroupant de nombreux transistors sur une puce de silicium. L'AOP est, avec les circuits logiques, un composant indispensable et d'une diversité remarquablement adaptée aux diverses situations de son utilisation (alimentation, vitesse, précision, FET, etc.). La liste de tous les AOP existants est longue ; les modèles les plus courants se retrouvent souvent dans les schémas proposés dans cette revue. Citons notamment le célèbre 741 à 8 broches ou le quadruple AOP à tension unique portant la référence LM324. Des modèles doubles existent également, mais ne seront pas étudiés ici.

## Objet du montage

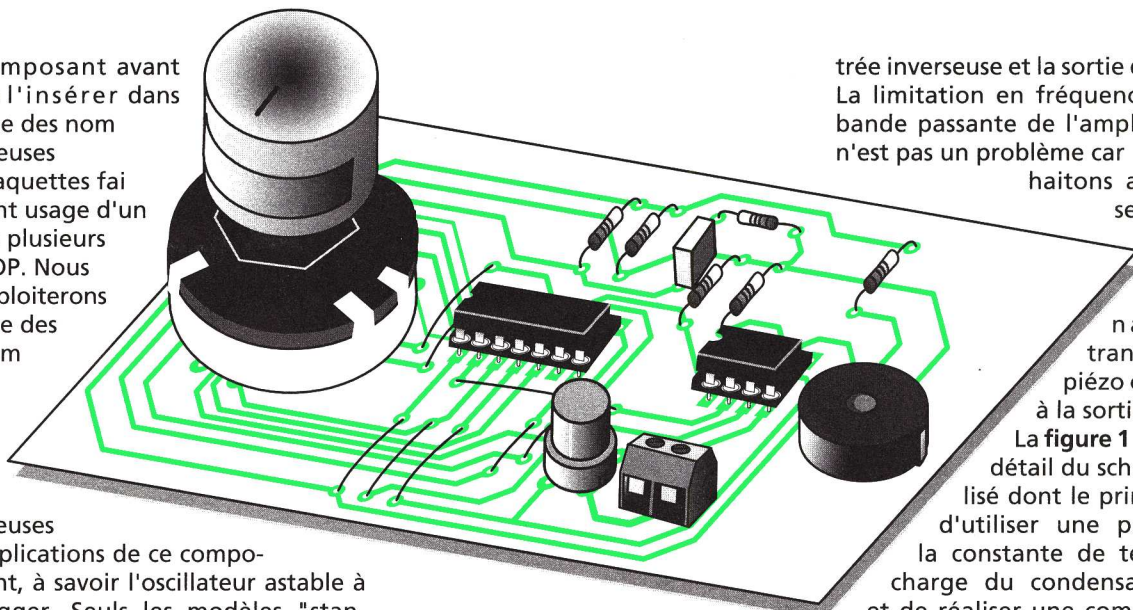
L'idée première de cette réalisation consiste à proposer une aide efficace pour tester infailliblement un tel

composant avant de l'insérer dans une des nombreuses maquettes faisant usage d'un ou plusieurs AOP. Nous exploiterons une des nombreuses applications de ce composant, à savoir l'oscillateur astable à trigger. Seuls les modèles "standards" simples (= DIL8) ou quadruples (= DIL14) seront testés très rapidement par notre maquette, ce qui devrait satisfaire la plupart des schémas courants proposés. Notre appareil pourra toujours réaliser un contrôle de n'importe quel type d'AOP en adaptant le brochage du circuit à tester ou, mieux encore, en le reliant au moyen de fils souples sur un autre support réservé à cet effet.

On trouvera en annexe le brochage et l'organisation des circuits à tester et, à suivre, une liste non exhaustive des références de circuits acceptés.

**DIL8**  
 µA 709  
 741\*  
 748  
 LM101, 201  
 LM118  
 LF351  
 TL271  
 LF355N, 356N  
 CA3140  
 \* = très courant

**DIL14**  
 LM124  
 LM224  
 LM324\*  
 TL084  
 TL074  
 TLC274



trée inverseuse et la sortie de l'AOP. La limitation en fréquence par la bande passante de l'amplificateur n'est pas un problème car nous souhaitons atteindre seulement la fréquence de résonance du transducteur piézo connecté à la sortie. La figure 1 donne le détail du schéma réalisé dont le principe est d'utiliser une partie de la constante de temps de charge du condensateur C1 et de réaliser une comparaison entre la tension aux bornes du condensateur et le point de bascu-

## Multivibrateur avec un Ampli-OP

Il nous a fallu trouver une application simple et facile à mettre en œuvre pour décider si oui ou non un amplificateur est apte au service ou, au contraire, hors d'usage. Notre choix s'est très vite porté sur un oscillateur libre encore appelé générateur astable. On dispose ici des particularités du faible courant d'entrée, du gain et de la rotation de phase de 180 degrés entre l'en-

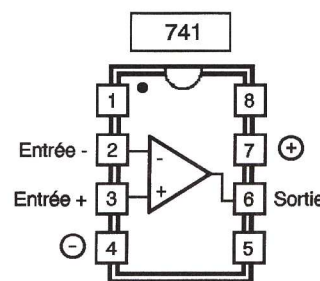


Fig 2

Brochage 741

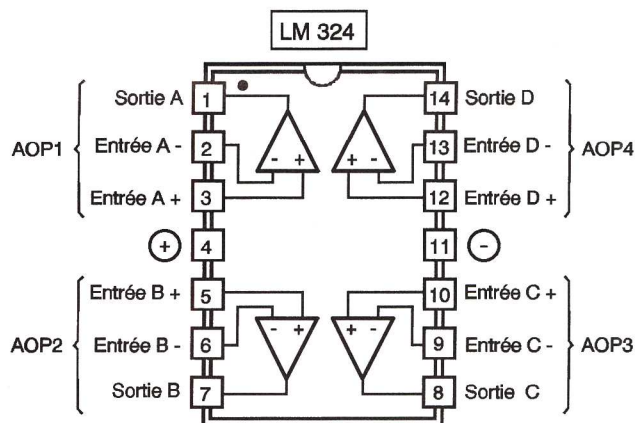


Fig 3

Brochage LM 324

lement fixé à l'entrée de l'AOP. La période du signal de sortie est donnée par la relation :  $T = 2,2 \cdot R3 \cdot C1$  ( $R3$  en  $M\Omega$  et  $C1$  en  $\mu F$ )

## Schéma électronique

Il est clair à présent que l'oscillateur à tester sera construit soit sur le support d'Ampli-OP unique à 8 broches, soit à l'aide de l'un des 4 circuits contenus dans un boîtier à 14 broches = DIL14, en opérant un choix à l'aide d'un commutateur rotatif à 4 directions. Celui-ci comportera 3 circuits distincts : en effet, il faudra "récupérer" l'entrée inverse, l'entrée non inverseuse et la sortie notée OUT. A signaler que si un Ampli-OP simple comme le modèle classique 741 est à tester, il faudra positionner au

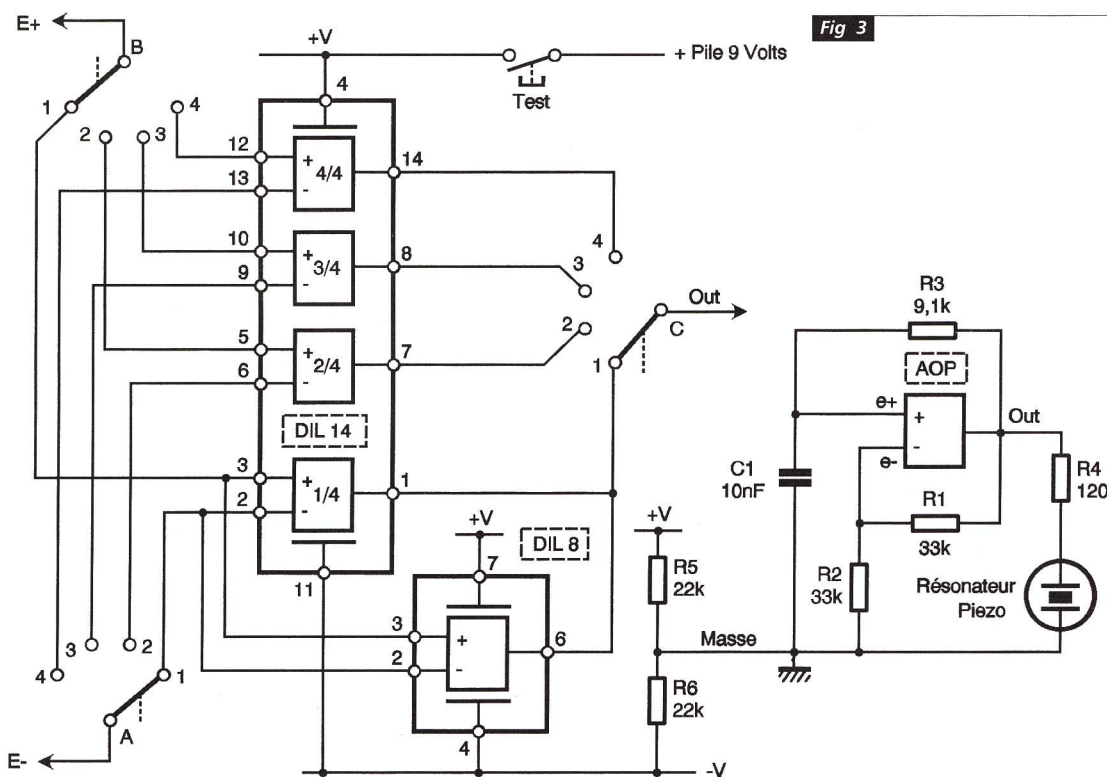


Schéma de principe

Fig 1

suite page 18



# Capteur de température en degrés Celcius de précision

La série des LM35 de chez "National Semiconductor" sont des **circuits intégrés capteurs de température en degrés Celcius de précision** dont la **tension de sortie est proportionnellement linéaire** à la température en degrés Celcius (Centigrade). Ainsi ce **composant a un avantage** sur les capteurs de température linéaires calibrés en degrés Kelvin car **l'utilisateur n'a pas besoin de lui soustraire une grande constante de tension à partir de sa sortie pour obtenir une échelle en degrés Centigrade plus pratique à exploiter**. Le LM35 ne **demande aucune calibration externe ou réglage pour fournir des précisions de +/- 1/4°C à température ambiante et +/- 3/4°C sur une plage complète de -55°C à +150°C**.

Le faible coût de mise en œuvre est assuré par un réglage et une calibration au niveau du silicium de ce composant. La faible impédance de sortie du LM35, sa sortie linéaire, une calibration inhérente et précise le rendent facile à interfacer tout particulièrement pour des circuits de lecture ou de contrôle. Il peut être utilisé avec une alimentation unique ou avec des alimentations positives et négatives. Comme ce composant draine seulement 60 µA de ses alimentations, il a une très faible dissipation thermique intrinsèque, moins que 0,1°C dans de l'air calme. Le LM35 est considéré comme pouvant opérer sur une plage de températures allant de -55°C à +150°C, tandis que le LM35C a une plage allant de -40°C à +110°C (-10°C pour une meilleure précision). La série des LM35 est disponible en boîtier hermétique du type transistor TO46, tandis que le LM35C, le LM35A et le

plastiques du type TO92 pour lesquels les fils électriques en cuivre sont les principaux chemins de passage pour véhiculer la chaleur à l'intérieur du dispositif ; aussi, sa température doit être aussi proche de la température de l'air que de celle de la surface. Afin de minimiser ce problème, il faut être sûr que le câblage du LM35, lorsqu'il quitte ce dernier, soit maintenu à la même température que la surface à laquelle on s'intéresse. La manière la plus facile pour y parvenir est de recouvrir ces pistes de câblage avec un dépôt d'époxy qui assurera que les fils électriques et les câbles sont tous à la même température que la surface à tester, et que la température de la puce du LM35 ne sera pas affectée par la température de l'air ambiant. Le boîtier en métal du type TO46 peut aussi être soudé à une surface en métal ou à une canalisation sans dommage. Bien sûr, dans

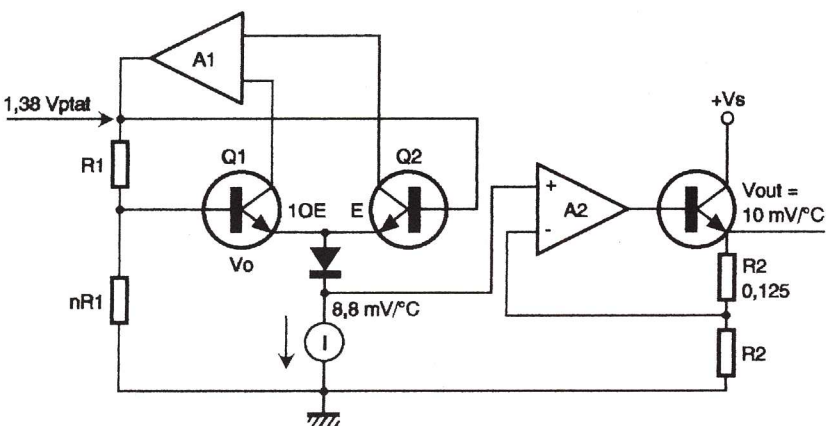


Fig 1 Structure interne

LM35D sont aussi disponibles en boîtier plastique du type transistor TO92, comme celui utilisé dans notre montage. Le LM35D est aussi disponible en boîtier à montage de surface à huit broches et en boîtier plastique du type TO220.

Les applications associées au LM35 sont tout aussi faciles à réaliser, et de façon similaire, que les autres capteurs de températures. Il peut être collé ou cimenté à une surface et sa température se situera environ à 0,01°C de celle de la température de cette surface. Ceci sous-entend que la température de l'air ambiant est presque la même que celle de la surface ; si la température de l'air ambiant est supérieure ou inférieure à celle de la surface, la température actuelle de la puce du LM35 est une température intermédiaire située entre celle de la surface et celle de l'air ambiant. Ceci est particulièrement vrai pour les boîtiers

ce cas, la borne V- du composant sera mise à la masse de ce métal. Ou bien, le LM35 peut être monté à l'intérieur d'un tube en métal scellé à son extrémité, et peut alors être plongé dans un bain ou vissé à l'intérieur d'un trou fileté dans un

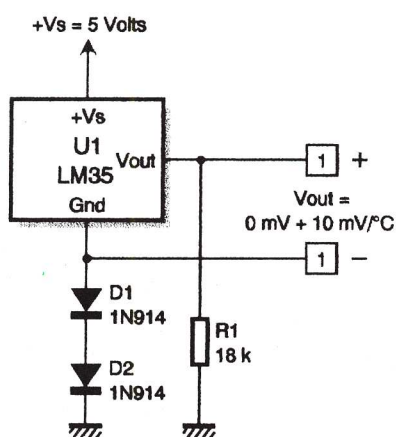


Fig 2 Schéma retenu

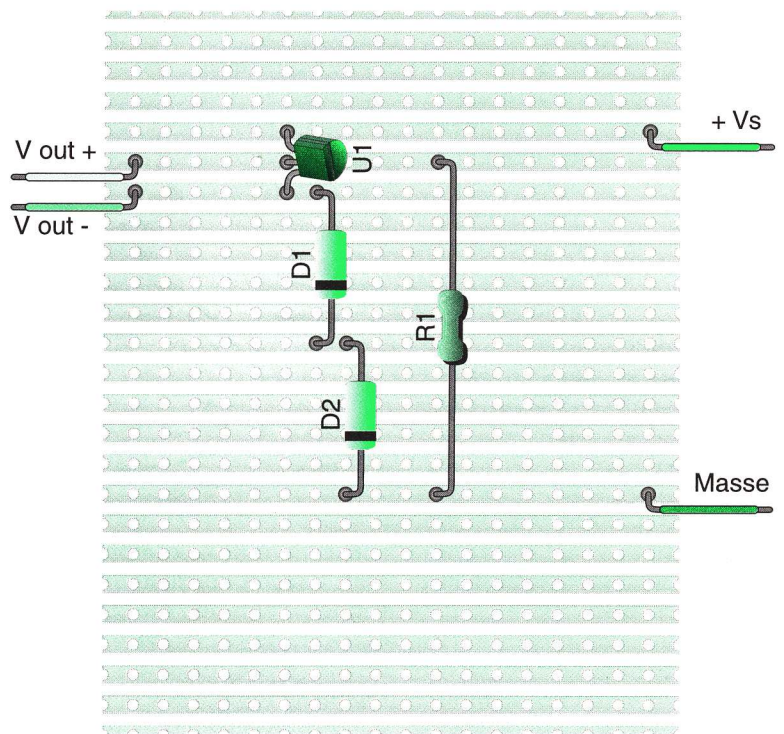


Fig 3 Mise en place des éléments

réserveur. Comme avec n'importe quel circuit intégré, le LM35 et son câblage associé ainsi que le circuit qui l'utilise, doivent être gardés isolés et au sec afin d'éviter des fuites et de la corrosion. Ceci est particulièrement valable si le circuit doit fonctionner à des températures froides où de la condensation peut se produire. Les circuits imprimés enduits et vernis de peinture en époxy ou plongés dans une solution chimique sont souvent utilisés pour assurer que l'humidité ne puisse pas corroder le LM35 et ses connexions. Ce composant est quelques fois soudé à une petite ailette de faible épaisseur afin de diminuer la constante de temps thermique et accélérer la réponse dans de lents déplacements d'air. D'un autre côté, une petite masse thermique peut être ajoutée au capteur pour obtenir une lecture aussi régulière que possible en dépit des petites déviations de la température de l'air.

Comme une grande majorité de circuits de faible puissance, le LM35 a une capacité limitée pour commander des charges capacitatives élevées. Le LM35 par lui-même est capable de commander 50 pF sans précautions spéciales. Si des charges plus importantes sont envisagées, il est facile d'isoler ou de découpler la charge avec une résistance. On peut encore améliorer la tolérance envers la capacitance avec une série d'amortisseurs en réseau R-C (résistance/capacité) entre la sortie et la masse. Lorsque le LM35 est appliqué à une charge de 200 Ω, il est relativement immunisé aux capacités dues au câblage car la capacitance forme une dérivation entre la masse et l'entrée et non sur la sortie. Cependant, comme

avec tout circuit linéaire connecté à des fils dans un environnement hostile, sa performance peut être affectée de façon défavorable par des sources électromagnétiques intenses comme des relais, des émetteurs radio, des moteurs avec des balais à amorçage, des transitions de circuits redresseurs de tension, etc. car son câblage peut agir comme une antenne réceptrice et ses jonctions internes peuvent jouer le rôle de redresseurs. Pour obtenir de meilleurs résultats dans de tels cas, une capacité de dérivation entre Vin et la masse et une série d'amortisseurs en réseau R-C comme 75 Ω en série avec 0,2 ou 1 µF entre la sortie et la masse sont souvent utiles. La figure 1 représente la structure interne simplifiée du LM35 et la figure 2 représente le schéma de notre montage qui fonctionne à partir d'une alimentation unique +5V.

M. LAURY

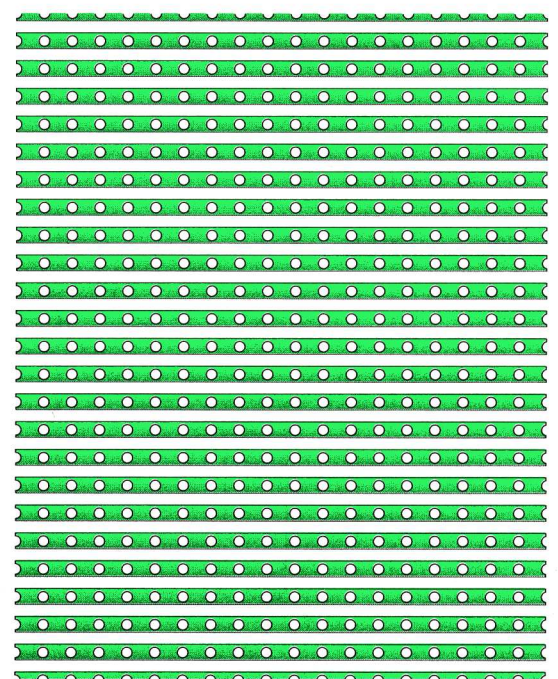


Fig 4 Aucune préparation de la plaquette



# Découvrez l'anglais technique



## Glossaire Français-Anglais

- série : **serial**
- circuit intégré : **integrated-circuit**
- capteur : **sensor**
- température : **temperature**
- degré : **degree**
- précision : **precision**
- tension de sortie : **output voltage**
- tension d'entrée : **input voltage**
- proportionnellement : **proportional**
- ainsi : **thus**
- composant : **component**
- avantage : **advantage**
- calibrer : **to calibrate**
- utilisateur : **user**
- avoir besoin : **to need**
- soustraire : **to subtract**
- grande constante : **large constant**
- obtenir : **to obtain**
- échelle : **scale**
- pratique : **convenient**
- exploiter : **to exploit**
- demander : **to require**
- calibration : **calibration**
- externe : **external**
- interne : **internal**
- réglage : **trimming**
- fournir : **to provide**
- précision : **precision**
- temperature ambiante : **room temperature**
- plage complète : **full range**
- faible coût : **low cost**
- assurer : **to assure**
- au niveau : **at level**
- silicium : **silicon**
- faible impédance : **low impedance**
- inhérente : **inherent**
- rendre facile : **to make easy**
- interfacer : **to interface**
- particulièrement : **especially**
- lecture : **read**
- contrôle : **control**
- utiliser : **to use**
- alimentation unique : **single power supply**
- positive : **plus**
- négative : **minus**
- comme : **as**
- drainer : **to draw**
- seulement : **only**
- très faible dissipation thermique intrinsèque : **very low self-heating**
- moins que : **less than**
- air calme : **still air**
- considérer : **to consider**
- opérer : **to operate**
- plage : **range**
- tandis que : **while**
- meilleure précision : **improved accuracy**
- disponible : **available**
- boîtier hermétique : **hermetic package**
- transistor : **transistor**
- type : **type**
- montage : **assembly**
- montage de surface : **surface mount**
- broche : **pin**
- application associée :

### associated application

- tout aussi facile que : **as easy as**
- réaliser : **to realize**
- façon similaire : **in the same way**
- coller : **to glue**
- cimenter : **to cement**
- surface : **surface**
- se situer : **to be within**
- environ : **about**
- sous-entendre : **to presume**
- ambiant : **ambient**
- presque la même : **almost the same**
- supérieur : **superior**
- inférieur : **inferior**
- actuelle : **actual**
- puce : **chip**
- intermédiaire : **intermediate**
- entre : **between**
- vrai : **true**
- pour lesquels : **for which**
- fil électrique : **wire**
- cuivre : **copper**
- principaux chemins de passage : **principal way**
- véhiculer : **to carry**
- chaleur : **heat**
- dispositif : **device**
- aussi proche que : **closer than**
- minimiser : **to minimize**
- problème : **problem**
- être sûr : **to be sure**
- câblage : **wiring**
- quitter : **to leave**
- maintenir : **to hold**
- s'intéresser : **to interest**
- manière : **manner**
- pour y parvenir : **to do this**
- recouvrir : **to cover up**
- dépôt d'époxy : **bead of epoxy**
- assurer : **to insure**
- tester : **to test**
- affecter : **to affect**
- souder : **to solder**
- métal : **metal**
- canalisation : **pipe**
- sans dommage : **without damage**
- bien sûr : **of course**
- dans ce cas : **in that case**
- borne : **terminal**
- ou bien : **alternatively**
- être monté : **to be mounted**
- tube : **tube**
- sceller à son extrémité : **to be sealed-end**
- plonger : **to dip**
- bain : **bath**
- visser : **to screw**
- trou fileté : **threaded hole**
- réservoir : **tank**
- associé : **associated**
- être gardé isolé : **to be kept insulated**
- sec : **dry**
- éviter : **to avoid**
- fuite : **leakage**
- corrosion : **corrosion**
- valable : **true**
- fonctionner : **to operate**
- froide : **cold**
- condensation : **condensation**
- se produire : **to occur**
- circuit imprimé : **printed-circuit**
- enduire : **to coat**
- vernir : **to varnish**

- peinture en époxy : **epoxy paint**
- solution chimique : **chemical solution**
- souvent : **often**
- humidité : **moisture**
- connexion : **connection**
- quelques fois : **sometimes**
- petite ailette : **small fin**
- faible épaisseur : **light-weight**
- diminuer : **to decrease**
- constante de temps thermique : **thermal time constant**
- accélérer : **to speed up**
- réponse : **response**
- lent déplacement : **slowly-moving**
- d'un autre côté : **on the other hand**
- petite masse thermique : **small thermal mass**
- ajouter : **to add**
- régulière : **steady**
- en dépit : **despite**
- comme : **like**
- grande majorité : **most**
- circuit de faible puissance : **micropower circuit**
- capacité limitée : **limited ability**
- commander : **to drive**
- charge capacitive élevée : **heavy capacitive load**
- par lui-même : **by itself**
- précaution spéciale : **special precaution**
- être envisagé : **to be anticipated**
- isoler : **to isolate**
- découpler : **to decouple**
- résistance : **resistor**
- capacité : **capacitor**
- améliorer : **to improve**
- tolérance : **tolerance**
- amortisseur : **damper**

- réseau : **network**
- appliquer : **to apply**
- relativement : **relatively**
- immuniser : **to immune**
- former : **to form**
- dérivation : **by-pass**
- cependant : **however**
- environnement hostile : **hostile environment**
- performance : **performance**
- affecter : **to affect**
- façon défavorable : **adversely**
- source électromagnétique intense : **intense electromagnetic source**
- relais : **relay**
- émetteur radio : **radio transmitter**
- moteur avec des balais à amorçage : **motor with arcing brushes**
- transition : **transient**
- circuit redresseur de tension : **rectifier circuit**
- etc. : **on so on**
- agir : **to act**
- antenne réceptrice : **receiving antenna**
- jonction : **junction**
- résultat dans de tels cas : **result in such a case**
- représenter : **to represent**
- schéma : **schematic**

## NOMENCLATURE

- U1 : LM35
- D1, D2 : diodes 1N914
- R1 : 18 kΩ 1/4 W (marron, gris, orange)
- 2 connecteurs 2 points

## Circuit imprimé, protos ou petites séries une face, deux faces, trou métal ou multicouches...

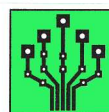
Quelle soit votre problème, nous avons une solution :

- Logiciels
- Machines
- Consommables
- Outillages



6000 articles pour C.I.

Nouveau catalogue GE8 disponible  
Le n° 1 du circuit imprimé



**C.I.F.**  
CIRCUIT IMPRIME FRANCAIS

11 rue Charles-Michels -92 220 BAGNEUX  
Tél. : 01-45-47-48-00 - Fax : 01-45-47-16-14  
<http://www.cif.fr>



## Adaptateur fréquence-mètre pour multimètre

Même si les fabricants de multimètres arrivent à intégrer dans un même boîtier de nombreuses fonctions pour un prix que l'on n'aurait pu imaginer il y a seulement quelques années, les appareils d'entrée de gamme, dont le prix n'excède pas quelques centaines de francs, sont généralement dépourvus de la fonction fréquence-mètre. Comme cette fonction est très utile quand on met au point un générateur de signaux ou que l'on effectue des relevés de courbes de réponse, nous proposons aux lecteurs de réaliser un adaptateur permettant de transformer un multimètre de calibre 2V pleine échelle, en un fréquencemètre couvrant (en 2 gammes) la plage des fréquences comprises entre une vingtaine de Hertz et 200 kHz, ce qui est généralement très suffisant pour les mesures les plus courantes.

### Le synoptique

Il existe principalement 2 méthodes permettant de mesurer une fréquence. La première fait appel à un compteur alors que la seconde utilise un convertisseur "fréquence-tension". C'est cette dernière technique que nous utiliserons pour notre application puisque l'élément indicateur est un voltmètre.

Le synoptique de la figure 1 montre que le signal  $V_e$  dont on

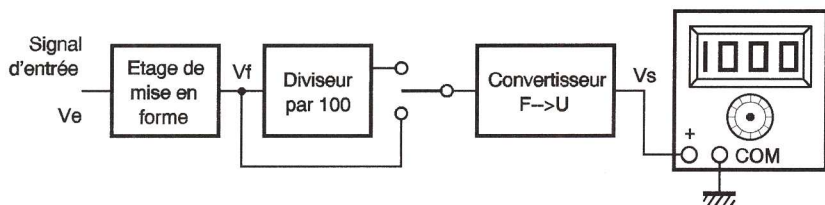


Fig 1

Synoptique du convertisseur

veut connaître la fréquence "F" passe tout d'abord dans un étage de mise en forme de façon à ce que son amplitude et sa forme soient compatibles avec les niveaux d'entrée des étages de comptage binaire et du convertisseur proprement dit. Bien que la forme du signal  $V_f$  soit totalement différente de celle du signal d'entrée  $V_e$ , ces 2 signaux ont la même fréquence "F" ce qui est nécessaire et suffisant pour ce convertisseur. Lorsque la fréquence du signal d'entrée qui est aussi celle de  $V_f$ , dépasse la plage de fonctionnement du convertisseur, on divise cette fréquence par 100 avant d'appliquer le signal au convertisseur.

Le convertisseur fréquence-tension utilisé est en fait un simple monostable déclenché par les fronts descendants du signal  $V_f$  (ou  $V_f$  divisé par 100). Le signal de sortie que nous avons appelé " $V_s$ " est formé de "F" impulsions de

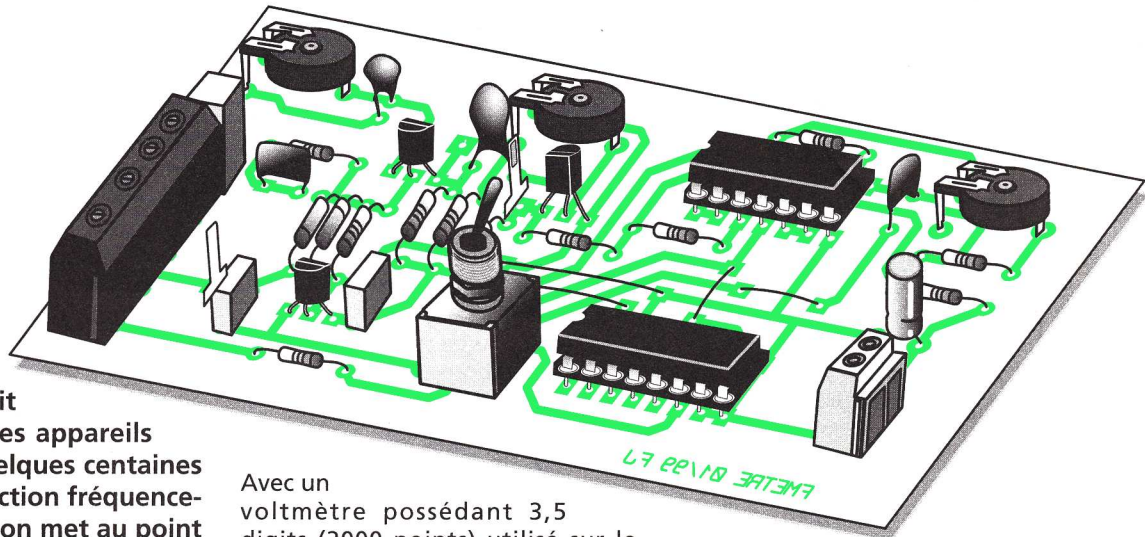
durée identique " $T_m$ " par seconde. En appelant "E" l'amplitude des impulsions, la valeur moyenne " $V_m$ " du signal  $V_s$  a pour expression  $V_m = E \cdot T_m$  qui montre que celle-ci est proportionnelle à la fréquence F que l'on désire mesurer.

Les chronogrammes de la figure 2 montrent que plus la fréquence F est grande, plus la valeur moyenne

du signal de sortie du monostable  $V_s$  est élevée. Il suffit de mesurer cette valeur moyenne pour connaître la fréquence "F". Un filtre passe-bas se charge de prélever cette valeur moyenne afin que le signal proposé au voltmètre soit le plus constant possible.

### Le module proposé

Caractéristiques générales  
Dans notre montage, nous avons choisi de régler le monostable sur une durée  $T_m = 200 \mu s = 0,0002 s$ . L'alimentation s'effectue (après stabilisation) sous  $E = 5V$ , pour un signal de 1 Hz (qui déclenche le monostable une fois par seconde) nous obtenons une tension moyenne  $V_{moy}$  valant  $V_m = 5 \times T_m \times 1 = 0,001 V = 1 mV$ . Pour une fréquence de 2 kHz (2000 impulsions par seconde) cela conduit à  $V_m = 2000 \times 5 \times T_m = 2V$ .



Avec un voltmètre possédant 3,5 digits (2000 points) utilisé sur le calibre 2V, on peut mesurer une fréquence allant théoriquement de 1 Hz à 2000 Hz quand le diviseur par 100 n'est pas en service et de 100 Hz à 200 kHz quand il l'est. D'un point de vue pratique, la lecture est directe ( $1 mV = 1$  Hertz) sur le calibre inférieur (diviseur hors service). Sur le 2ème calibre, (diviseur en service) la valeur de la fréquence inconnue (exprimée en Hertz) est égale à la valeur lue en mV multipliée par 100. On peut aussi connaître directement la fréquence F en kHz en divisant la valeur lue en mV par 10.

On doit noter que, pour les fréquences correspondant au début de chaque gamme, la précision n'est pas excellente car malgré le filtre passe bas qui fait suite au monostable, la tension qui est appliquée au multimètre est loin d'être continue, aussi est-il préférable de n'utiliser cet appareil que pour des fréquences supérieures à une dizaine de Hertz pour la première gamme et au-dessus de 1 kHz pour la seconde ce qui fait une plage d'utilisation très raisonnable.

La sensibilité de ce module est liée à l'amplification de l'étage de mise

en forme. Elle est de l'ordre d'une vingtaine de millivolts sur toute la gamme 20 Hz/200 kHz.

### Schéma du module

Celui-ci est donné à la figure 3. L'étage de mise en forme est constitué d'un amplificateur à transistor à effet de champ T1 dont l'utilisation permet, en plus de la fonction amplification, d'obtenir une impédance d'entrée assez élevée (typiquement voisine de  $R_3$ ). Les diodes D1 et D2 servent de protection à ce premier étage en écrêtant les signaux d'amplitude supérieure à 0,6V. Le condensateur C1 a pour rôle de supprimer la composante continue du signal étudié (éventuellement présente). Grâce à C2, on augmente un peu la sensibilité de l'étage d'entrée vers les hautes fréquences afin de compenser la baisse d'amplification due à T1 dans ce domaine. Pour tenir compte de la dispersion des caractéristiques des transistors, le point de fonctionnement de T1 est ajusté par P1. Cet ajustable est découplé par C3 afin de

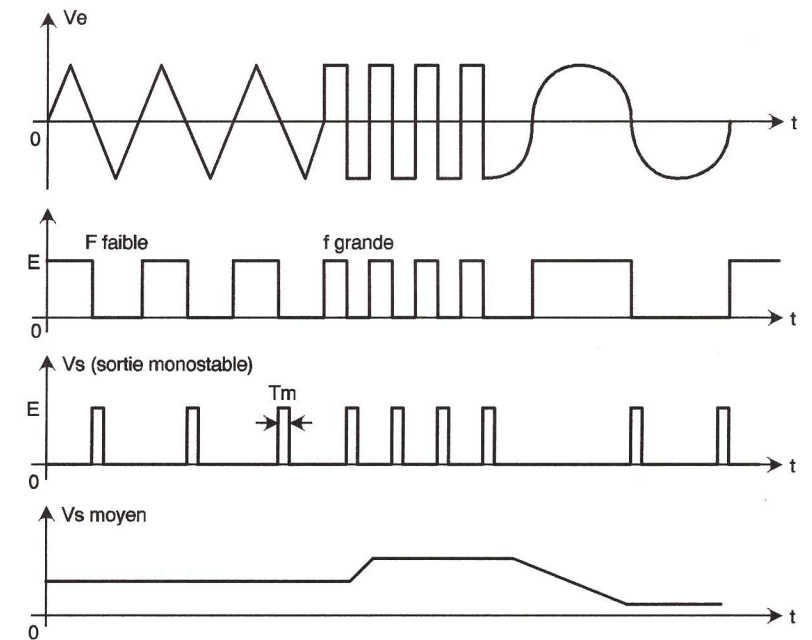


Fig 2

Forme des signaux en différents points du montage



faire fonctionner T1 en source commune. Un second étage d'amplification met en œuvre le transistor bipolaire T2 câblé en émetteur commun. Le point de repos de T2 dépend de la position de l'ajustable P2. Le couplage entre les 2 étages d'amplification est assuré par le condensateur C4. Pour T1 et T2, on choisit un point de repos tel que la tension mesurée entre la masse et le drain (pour T1) et le collecteur (pour T2)

sert d'interrupteur général puisque celle-ci est en série avec la tension d'alimentation positive, la position intermédiaire de K1 correspondant à l'arrêt du module. Cette solution permet d'économiser un interrupteur. La division par 100 est obtenue par mise en cascade des 2 moitiés d'un CD4518, dont l'entrée de remise à zéro est en permanence à la masse. La durée  $T_m$  du monostable dépend de C5, R8 et de P3. C'est grâce à cet ajustable que l'on

sortie de IC1c est des plus simples puisqu'il est constitué de R9 en série avec C6. Le voltmètre est connecté directement en parallèle sur C6. Pour que la précision de la conversion soit indépendante de l'état de la pile 9V (de type 6F22 par exemple) qui alimente ce montage, la tension d'alimentation est stabilisée par un régulateur 5V. Les condensateurs C7 et C8 découplent l'entrée et la sortie du régulateur. Pour éviter

diodes, ...) et de prévoir des supports pour les circuits intégrés. On veillera à respecter l'orientation des composants actifs et des condensateurs polarisés (tantaes et chimiques). Une fois le module terminé et après les vérifications d'usage (pistes non court-circuitées, pas de soudures sèches), on peut passer à la phase de réglage proprement dite. Pour cela, on alimente le module par une pile de 9V

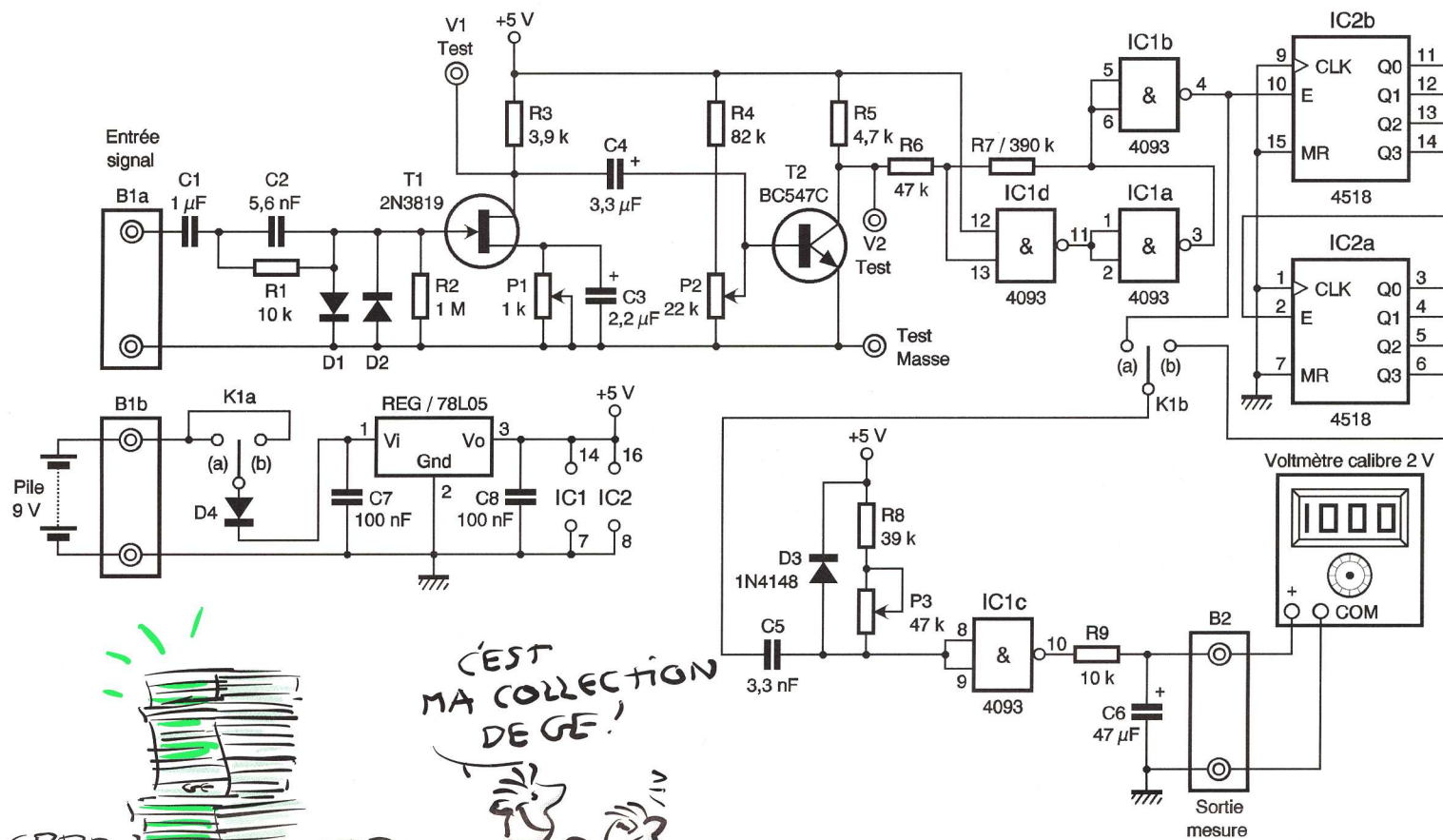


Fig 3 Schéma du module convertisseur fréquence/tension

qu'une inversion de polarité n'endommage le module lors du remplacement de la pile, la diode D4 est interposée en série avec la ligne d'alimentation positive.

disposée dans le bornier B1 et on passe au réglage des 3 ajustables. Pour P1, on place un multimètre (calibre 20V) entre la masse et le point test V1 et on règle P1 pour que le potentiel sur le drain de T1 soit de 2,5V. Pour P2, la démarche est identique en plaçant le multimètre sur le point test V2, le réglage de P2 devant aboutir lui aussi à 2,5V sur le collecteur de T2.

## Réalisation et réglages

L'ensemble des composants du module est regroupé sur le circuit imprimé dont le typon est donné à la figure 4. L'implantation (figure 5) n'appelle que peu de remarques si ce n'est qu'il est vivement conseillé d'implanter les composants par ordre d'épaisseur croissante (straps, résistances,

Le réglage de P3 nécessite que l'on injecte sur le bornier B2, un signal de forme quelconque (sinusoïdal, carré ou triangulaire) de fréquence 1000 Hz (mesurée avec un fréquencemètre servant de référence pour la circonstance) et d'amplitude supérieure à 100 ou 200 mV, disons 1V pour fixer les

soit égale à 2,5V (la moitié de la tension d'alimentation). On retrouve avec ces 2 étages amplificateurs des principes de fonctionnement évoqués au cours des articles présentant ces deux composants (voir les numéros de GE précédents).

Pour que le montage fonctionne correctement, la sortie de l'amplificateur attaque le trigger formé par l'association des portes NAND d et a de IC1 et des résistances R6 et R7. Les seuils de basculement sont proches de 2,2 et 2,8V. Le signal de sortie de cet étage est parfaitement carré, d'amplitude 5V et peut attaquer le compteur ou le monostable, mais comme il reste une porte inutilisée (IC1b), celle-ci sert de tampon entre la sortie du trigger et le monostable.

L'inverseur double à 3 positions K1 envoie les signaux en provenance de IC1b (Fréquence F), ou de la sortie de IC2 (F/100 pour les fréquences supérieures à 2 kHz) à l'entrée du monostable constitué par IC1c. La seconde moitié de K1

effectue le calibrage du module. En l'absence d'impulsion sur l'entrée du monostable, la sortie de celui-ci reste à l'état bas puisque son entrée est portée en permanence à l'état haut par R8+P3. Lorsqu'un front négatif apparaît sur l'armature gauche de C5, celui-ci est transmis à l'entrée de IC1c, ce qui entraîne le basculement de la sortie de cette porte vers l'état haut. Le condensateur C5 se charge alors au travers de R8+P3 jusqu'à ce que la tension sur l'entrée de IC1c atteigne le seuil de basculement de cette porte qui est à peu près égal à E/2.

Le temps nécessaire pour cela est égal à  $0,7C5(R8+P3)=T_m$  d'où les valeurs adoptées pour ces composants. Après ce délai, la sortie de IC1c repasse à l'état bas. On notera au passage que le bon fonctionnement de ce monostable impose que l'état bas qui attaque C5 dure plus longtemps que  $T_m$ . La diode D3 écrête les impulsions d'amplitude supérieures à la tension d'alimentation. Le filtre passe bas disposé à la

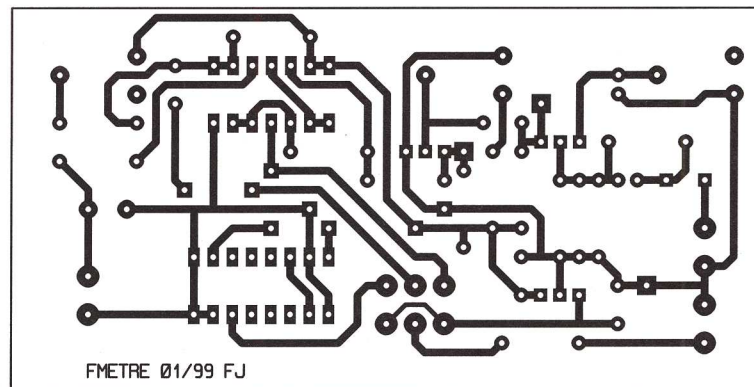


Fig 4 Tracé du circuit imprimé





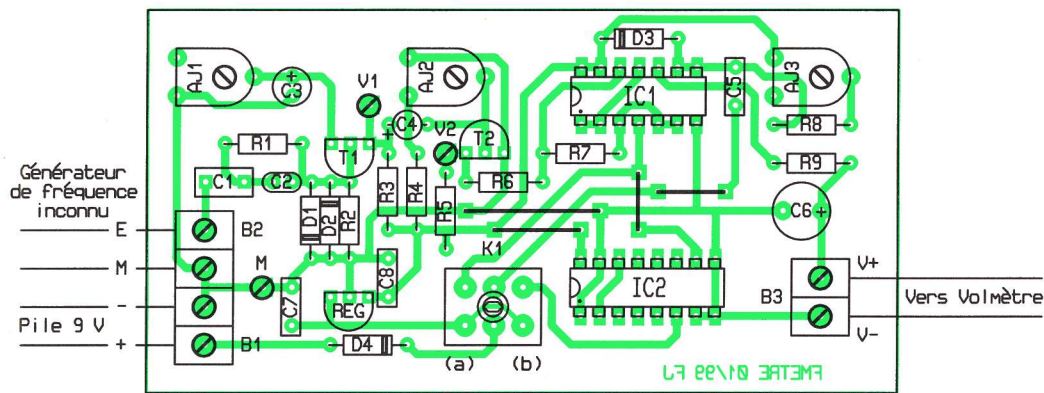


Fig 5

Implantation des éléments

esprits. Un voltmètre placé sur le calibre 2V devra par ailleurs être disposé dans le bornier B3. Après avoir basculé K1 sur la position "a" (2000 Hz) on agit sur P3 pour que

le voltmètre indique exactement 1000 mV, valeur que l'on interprète comme 1000 Hz. Bien que le réglage soit terminé, il est possible de s'assurer si on le

souhaite, que pour d'autres fréquences, la conversion est correcte en balayant la gamme des fréquences comprises entre 20 Hz et 2000 Hz. Cette vérification

complémentaire peut permettre d'évaluer la précision du convertisseur sur l'ensemble de sa plage de fonctionnement. Si le fréquencemètre servant de référence indique 500 Hz (Fv) et que le module en indique 510 (Fm), la précision du module exprimée en % vaut  $100 \times (Fv - Fm) / Fv = 2\%$ .

## Remarques

Il est possible que des écarts de quelques pour-cent soient constatés par rapport à des appareils plus sophistiqués, (surtout en début d'échelle) mais cela n'est pas très important pour les mesures courantes. Pour notre part, nous n'avons pas noté d'écarts supérieurs à 4 % de 20 Hz à 200 kHz.

Il est très fortement déconseillé de relier directement ce module au secteur EDF car les composants utilisés n'ont pas été prévus pour cet usage (les condensateurs d'entrée ne supportent que 63V par exemple).

Compte tenu de la taille assez modeste du module, il est possible de l'intégrer ainsi que la pile dans un boîtier de dimensions appropriées en prévoyant des bornes de 2 ou 4 mm pour les liaisons extérieures.

F. JONGBLOËT

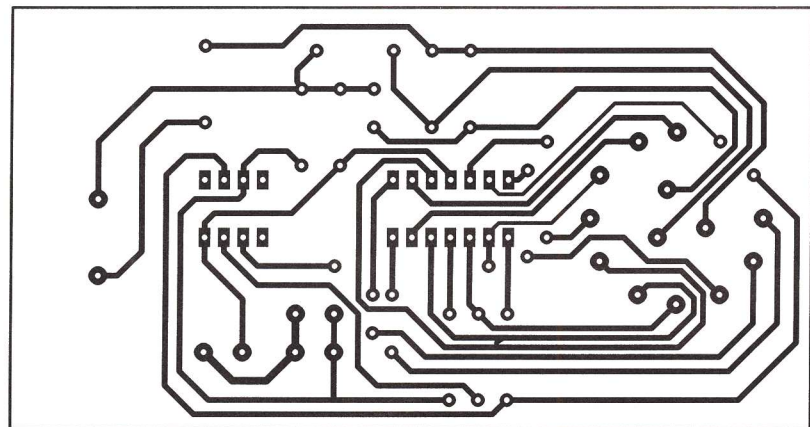
## NOMENCLATURE

**R1, R9 : 10 kΩ (marron, noir, orange)**  
**R2 : 1 MΩ (marron, noir, vert)**  
**R3 : 3,9 kΩ (orange, blanc, rouge)**  
**R4 : 82 kΩ (gris, rouge, orange)**  
**R5 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)**  
**R6 : 47 kΩ (jaune, violet, orange)**  
**R7 : 390 kΩ (orange, blanc, jaune)**  
**R8 : 39 kΩ (orange, blanc, orange)**

**P1 : Ajustable horizontal 1 kΩ**  
**P2 : Ajustable horizontal 22 kΩ**  
**P3 : Ajustable horizontal 47 kΩ**  
**C1 : 1 μF/63V milfeuil**  
**C2 : 5,6 nF plastique**  
**C3 : 2,2 μF/16V tantale**  
**C4 : 10 μF/35V tantale**  
**C5 : 3,3 nF/63V milfeuil**  
**C6 : 47 μF/16V chimique radial**  
**C7, C8 : 100 nF 63V milfeuil**  
**D1 à D4 : diodes 1N914**

**ou 4148**  
**T1 : FET 2N3819**  
**T2 : BC547C**  
**CI1 : CD 4093BE ou équivalent**  
**CI2 : CD 4518BE ou équivalent**  
**REG : 78L05**  
**K1 : inverseur 2 circuits 3 positions**  
**B1, B2 : borniers à souder sur C.I. 4 plots**  
**B3 : bornier à souder sur C.I. 2 plots**

## Testeur d'Ampli-OP suite de la page 13



Tracé du circuit imprimé.

Fig 4

préalable le commutateur sur la position 1 puisque ses connexions sont simplement reliées en parallèle. Attention !! il ne faudra pas, en même, temps insérer un circuit dans les deux supports sous peine de dysfonctionnement !!

Les alimentations sont reliées aux bornes "ad hoc" des deux supports; le plus de l'alimentation n'est mis sous tension que pendant le temps du test en actionnant le poussoir à fermeture prévu à cet effet. La source d'énergie se contentera d'une simple petite pile de 9V compacte. On disposera d'une référence de tension au point milieu des deux résistances égales R5 et R6 de même valeur.

La sortie de l'amplificateur sélectionné sera reliée à travers la résistance R4 sur le petit résonateur piézo, un modèle sans oscillateur intégré naturellement. Avec les composants du schéma, la fréquence de l'oscillateur sera de 5 kHz environ.

## Réalisation pratique

Le tracé des pistes de cuivre est donné à la figure 4, à l'échelle 1, pour une reproduction aisée. Le circuit proposé regroupe la quasi-totalité des quelques composants parmi lesquels on compte 8 straps en fil nu bien tendu.

## NOMENCLATURE

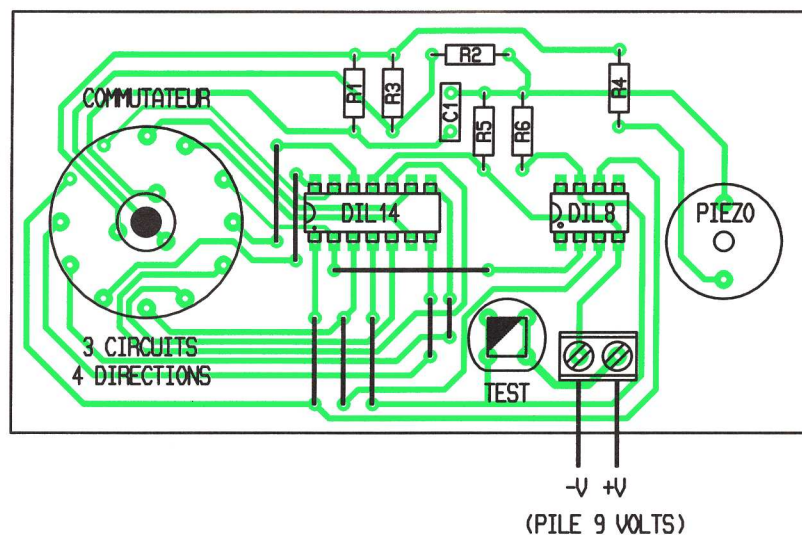
**SEMI-CONDUCTEURS**  
**AOP DIL8 à tester (voir texte)**  
**ou AOP DIL14 à tester (voir texte)**

**RÉSISTANCES (1/4 de watt)**  
**R1, R2 : 33 kΩ (orange, orange, orange)**

Le commutateur rotatif à picots exigera sans doute des perçages plus gros et sera finalement muni d'un bouton de commande. Il ne vous reste plus qu'à repérer la position 1 pour pouvoir exploiter rapidement

ce petit outil bien pratique. Veuillez toujours vérifier, au préalable, si le modèle d'ampli à tester correspond bien aux brochages indiqués en introduction.

G. ISABEL



Implantation des éléments

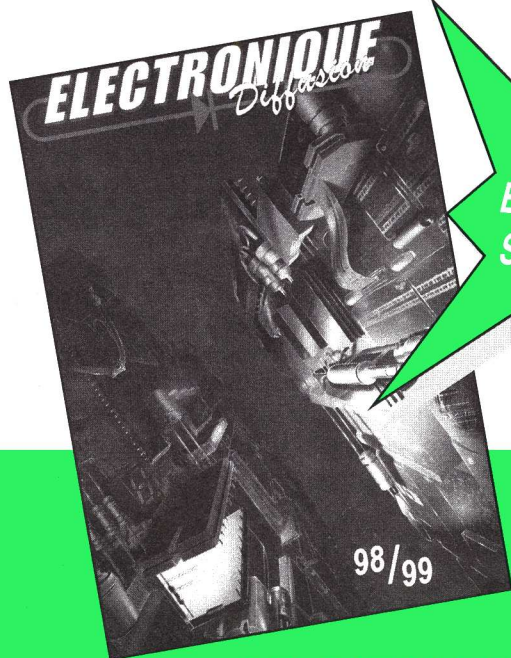
Fig 5

**R3 : 9,1 kΩ (blanc, marron, rouge)**  
**R4 : 120 Ω (marron, rouge, marron)**  
**R5, R6 : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)**  
**CONDENSATEURS**  
**C1 : 10 nF/63V plastique**  
**DIVERS**  
**support à souder picots**

**tulipe, 8 broches support à souder picots tulipe, 14 broches commutateur rotatif à picots, 3 circuits, 4 directions + bouton résonateur piézo bloc de 2 bornes vissé soudé pas de 5 mm poussoir miniature pour C.I.**



L'avez-vous reçu ?



PRÉSENT À  
EDUCATEC 98  
STAND C1100

## LE CATALOGUE ELECTRONIQUE DIFFUSION 1998 - 1999

### TABLE DES MATIÈRES

- 1 ..... MODULES DIDACTIQUES, VISU, VISUTECHNIC, VISUROBOT, PROJETS ÉLECTRONIQUES, KITS
- 2 ..... COMPOSANTS PASSIFS CLASSIQUES + COMPOSANTS PASSIFS CMS
- 3 ..... COMPOSANTS ACTIFS CLASSIQUES + COMPOSANTS ACTIFS CMS, MODULES DE DÉVELOPPEMENT
- 4 ..... OPTOÉLECTRONIQUE, VOYANTS, SIGNALISATION, BUZZERS
- 5 ..... COMMUTEURS, RELAIS
- 6 ..... CONNECTEURS, CORDONS
- 7 ..... PORTE-FUSIBLES, FUSIBLES, TRANSFOS, PILES, COUPLEURS, CHARGEURS, ALIM FIXES
- 8 ..... FIL DE CÂBLAGE, GAINÉ, ACCESSOIRES, QUINCAILLERIE
- 9 ..... COFFRETS, BOUTONS, RADIATEURS, MALLETTES
- 10 ..... ÉCLAIRAGE, ÉLECTRICITÉ, MOTEURS
- 11 ..... CIRCUIT IMPRIMÉ, SOUDAGE, COLLE, AÉROSOLS
- 12 ..... OUTILLAGE À MAIN, RANGEMENT, OUTILLAGE ÉLECTRIQUE
- 13 ..... PVC, PLASTIQUE, OUTILLAGE POUR PVC ET PLASTIQUE
- 14 ..... MESURE
- 15 ..... INFORMATIQUE, LOGICIELS, LIBRAIRIE
- 16 ..... HP, SON, VIDÉO

### 10 AGENCES À VOTRE SERVICE

ROUBAIX SIEGE SOCIAL	15, Rue de Rome Tél: 03.20.70.23.42	59100 ROUBAIX Fax: 03.20.70.38.46	SERVICE EXPEDITION DANS CETTE AGENCE
PARIS (Malakoff)	43, Rue Victor Hugo Tél: 01.46.57.68.33	92240 MALAKOFF Fax: 01.46.57.27.40	SERVICE EXPEDITION DANS CETTE AGENCE
LILLE	234, Rue des Postes Tél: 03.20.30.97.96	59000 LILLE Fax: 03.20.30.98.37	SERVICE EXPEDITION DANS CETTE AGENCE
LYON	45, Rue Maryse Bastié Tél: 04.78.76.90.91	69008 LYON Fax: 04.78.00.37.99	SERVICE EXPEDITION DANS CETTE AGENCE
DUNKERQUE	26, Rue de la Cunette Tél: 03.28.66.60.90	59140 DUNKERQUE Fax: 03.28.59.27.63	SERVICE EXPEDITION DANS CETTE AGENCE
ARRAS	50, Ave. Lobbedez Tél: 03.21.71.18.81	62000 ARRAS Fax: 03.21.55.10.77	SERVICE EXPEDITION DANS CETTE AGENCE
ROUEN	49, Rue Saint Eloi Tél: 02.35.89.75.82	76000 ROUEN Fax: 02.35.15.48.81	SERVICE EXPEDITION DANS CETTE AGENCE
VALENCIENNES	39, Ave. de St. Amand Tél: 03.27.30.97.71	59300 VALENCIENNES Fax: 03.27.30.97.71	SERVICE EXPEDITION DANS CETTE AGENCE
LUNEL	155, Bid Louis Blanc Tél: 04.67.83.26.90	34400 LUNEL Fax: 04.67.71.62.33	SERVICE EXPEDITION DANS CETTE AGENCE
DOUAI	16, Rue de la Croix d'Or Tél: 03.27.87.70.71	59500 DOUAI Fax: 03.27.88.55.64	SERVICE EXPEDITION DANS CETTE AGENCE

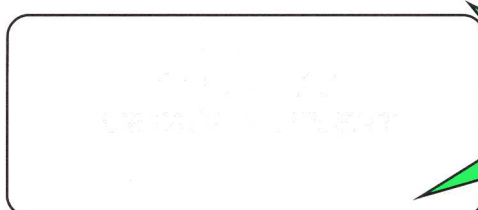
### DEMANDE DE CATALOGUE 98 / 99 Exclusivement réservé aux Enseignants !

A retourner dûment complété à ELECTRONIQUE DIFFUSION 15, rue de Rome 59100 ROUBAIX

Nom de l'établissement : .....

Adresse : .....

Code Postal : ..... Ville : .....



220 Pages  
10.000 Références

## Disponible par correspondance !

### Interfaces PC n°1



#### AU SOMMAIRE :

Compatible P.C. et cartes externes - Banc d'essai Logiciel QUICKROUTE - Mémento des ports du PC - Moniteur de liaison série RS232 - Contrôleur d'interface Centronics - Interface universelle pour port parallèle - Carte 16 entrées pour Interface universelle - Carte de commande 12 relais par port imprimante - Robotique avec DELPHI 2 - Alimentation triple tensions - Alimentation réglable 1,25 à 15V/5A - Télécommande 16 canaux par port imprimante - Récepteur HF 1 canal à sortie sur relais - Récepteur HF 4 canaux simultanés - Commande de moteur pas à pas bipolaire - Carte de commande de 2 moteurs pas à pas unipolaire - Carte 8 entrées/8 sorties série parallèle et parallèle série - Carte 8 entrées/8 sorties sur relais pour interface série bidirectionnelle - Carte 8 opto-triacs pour port parallèle - Carte Voltmètre/Ampèremètre numérique



avec disquette des programmes et PCB ainsi que la version light du logiciel de CAO Quickroute version 3.6

40F  
port  
compris

#### AU SOMMAIRE :

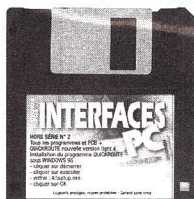
Les bus et les connecteurs - Commutateur automatique - Carte interface de bus PC - Carte 8 entrées/8 sorties pour bus PC - Carte 8 entrées analogiques à convertisseur A/D - Carte 24 entrées/sorties pour bus PC - Contrôleur de moteur pas à pas - Programmeur de PIC 16C84 par le port parallèle - Isolateur galvanique - Chiffage téléphonique - Convertisseur RS232 boucle de courant passive - Convertisseur N/A 8 voies - Prolongateur RS232 - Espion RS232 - Fréquence-mètre 0 à 1 MHz - Verrouillage pour PC - Compteur horaire pour internet - Interface pour moteur à courant continu - Triple alimentation - Télécommande IR par le port série - Répartiteur port Centronics

### Interfaces PC n°2



40F  
port  
compris

avec disquette des programmes et PCB ainsi que la version light du logiciel de CAO Quickroute version 4 100% en français



### BON DE COMMANDE

GE N°9

Oui, veuillez me faire parvenir

Interfaces PC n°1 au prix franco de 40 F

Interfaces PC n°2 au prix franco de 40 F

Interfaces PC n°1 et 2 au prix spécial franco de 65 F

Nom : ..... Prénom : .....

Adresse : .....

Code postal : ..... Ville : .....

Ci-joint mon règlement par  chèque  mandat à l'ordre d'Electronique Pratique, Service Abonnement 2 à 12, rue de Bellevue, 75019 Paris ou par internet : <http://www.eprat.com>





## J'expérimente Un annonceur de tableau téléphonique

**N**ous avons déjà abordé la présentation des standards téléphoniques manuels sous notre rubrique relative à la petite histoire du téléphone, mais sans entrer dans le détail de leur fonctionnement. C'est afin de dévoiler les quelques trésors d'ingéniosité qui furent déployés par les pionniers de cette nouvelle industrie que cet article vous propose de fabriquer un annonceur d'appel.

### ■ Les tableaux commutateurs

Dans le guide pratique à l'usage du personnel des postes, télégraphes et téléphones de 1920, rédigé par J. SCHHIL, un inspecteur des P.T.T., les définitions relatives aux postes cen-

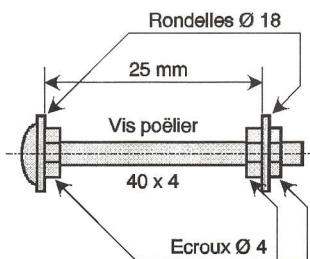


Fig 1 La vis poëlier

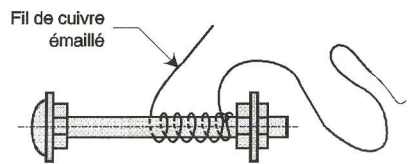


Fig 2 L'enroulement

traux sont données comme suit : « Les postes centraux sont destinés à établir les communications entre différents postes téléphoniques distribués dans un même établissement, dans une même ville ou dans des villes différentes [...]. Un poste central doit recevoir les ordres des abonnés et les relier entre eux : chaque ligne doit donc être pourvue d'un organe de réception d'appel et d'un organe de jonction. La station est pourvue, de plus, d'un poste



Fig 3 Fabrication de l'électro-aimant

micro téléphonique qui permet à l'opérateur d'entrer en relation avec les lignes.

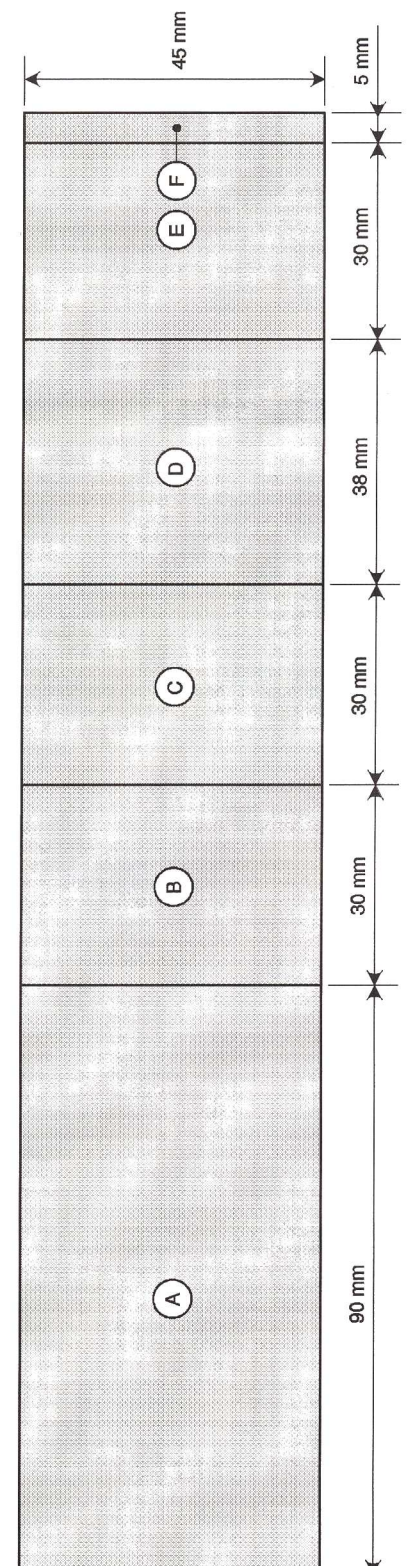


Fig 4 Découpe des pièces polystyrène

L'organe de réception d'appel est un annonceur. Les organes de jonction sont des commutateurs appelés joncteurs, jacks-knives ou, plus simplement jacks. La liaison entre deux joncteurs s'effectue, quand cela est nécessaire, à l'aide de fiches reliées par des conducteurs souples [...]. Tous les organes ou, du moins, les annonceurs et les jacks, sont groupés sur un même meuble qui prend le nom de tableau commutateur. »

Les premiers tableaux commutateurs sont imaginés vers 1881, époque à laquelle l'exploitation du réseau téléphonique est concédée à la Société Générale des Téléphones. Après la nationalisation, la Société Générale devient la Société Industrielle pour former la S.I.T., qui poursuit la production de ces tableaux. Ils peuvent accueillir 10, 25, 50 ou 100 directions et sont incorporés dans un meuble. Ils se composent de

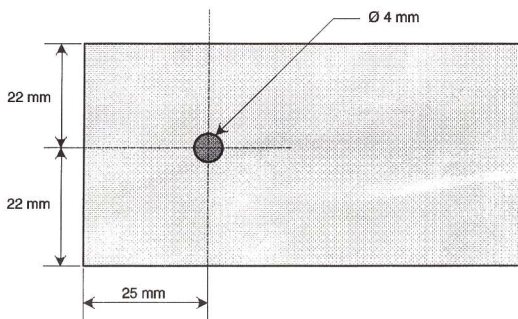


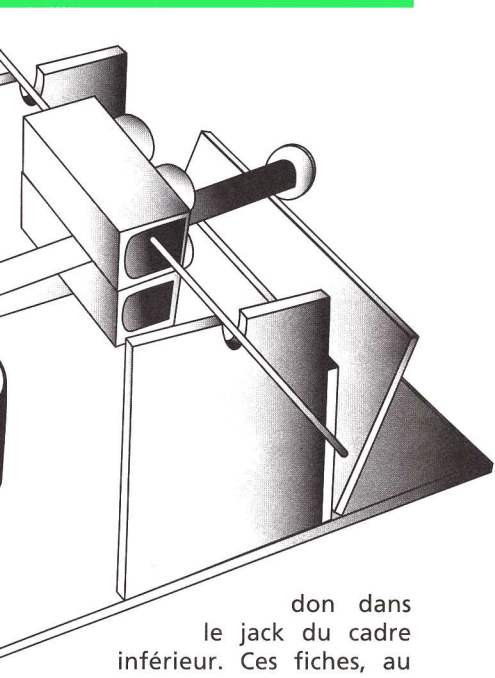
Fig 5 et 6

Préparation des pièces A, B et C

deux parties : La partie supérieure sur laquelle sont disposés les annonceurs et les jacks, avec sur les côtés les accessoires destinés à l'opérateur ; et la tablette qui supporte les fiches de connexion ainsi que les clés (une clé d'écoute et deux clés d'appel).

La figure ci-contre représente un standard à 25 numéros. Le microphone est en fait un Solid-back monté sur un système de poulies et de contrepoids, ce qui permet de le placer à une hauteur convenable. Il sera cependant rapidement remplacé par un combiné.

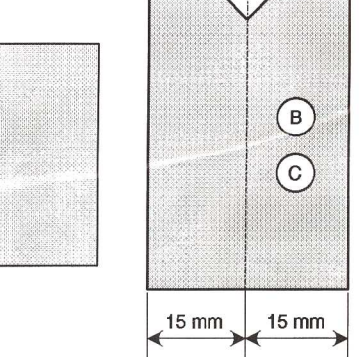
Les annonceurs sont dans le cadre supérieur, ils se composent d'un volet mobile rectangulaire qui découvre le nom de l'abonné appelant. L'opérateur doit donc relier la ligne de ce dernier avec le poste de l'appelé en plaçant la fiche du cor-



don dans le jack du cadre inférieur. Ces fiches, au nombre de cinq, sont munies d'un contrepoids sur le cordon qui leur permet de revenir sur la tablette une fois la communication coupée.

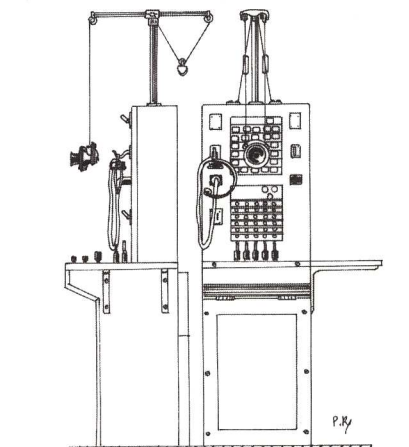
### ■ Principe de l'annonceur

Ce petit système ingénieux est formé par la bobine d'un électro-aimant et un levier terminé par un crochet, monté sur pivot. Ce dernier



Préparation des pièces A, B et C

constitue une armature mobile qui, lorsqu'elle est attirée par l'électro-aimant, libère un volet derrière lequel est inscrit le nom ou le numéro de la personne qui désire établir une communication. L'ensemble est fixé derrière le



Standard à 25 numéros



tableau avec simplement une ouverture qui laisse passer le crochet. Ce dispositif est suffisant si le flux des communications est restreint. Par contre, il peut être utile d'adjoindre une sonnerie locale avertissant l'opérateur qui ne peut pas rester en

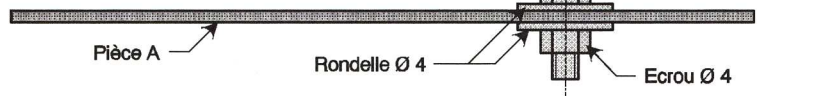
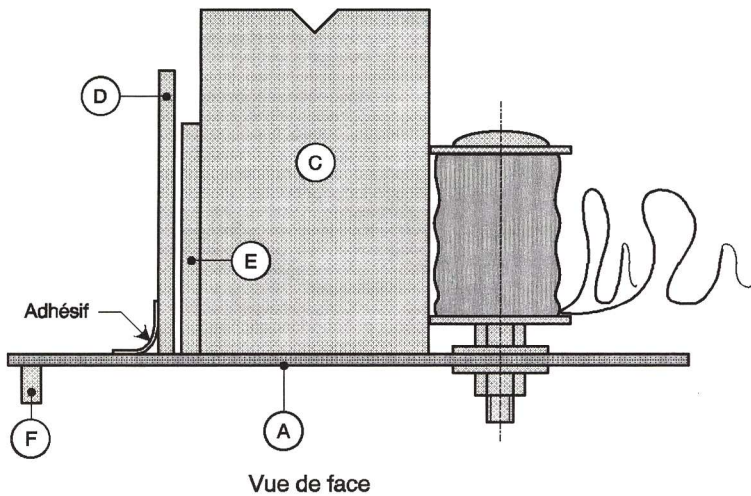
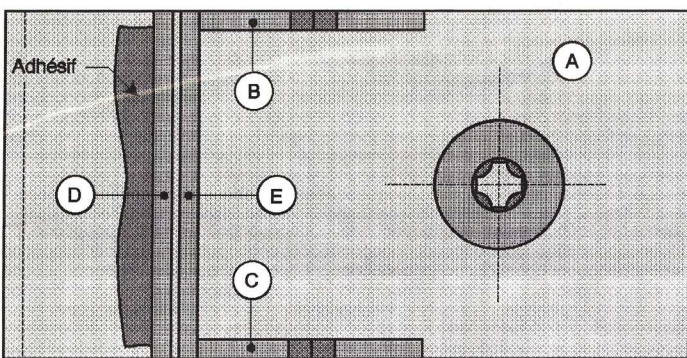


Fig 7 Assemblage sur la base



Vue de face



Vue de dessus

Fig 8 Mise en place des pièces

permanence devant le tableau, comme c'est le cas chaque fois que le standard est complètement séparé des guichets du bureau de poste où il est installé. C'est ce dispositif qui est représenté schématiquement, les annonceurs sont, bien entendu, couplés en parallèle sur celui qui est représenté.

l'enroulement d'un fil de cuivre en spires jointives sur plusieurs couches et toujours dans le même sens (figure 2).

En laissant sortir les deux extrémités du conducteur de la bobine sur environ 6cm, enroulez une bande de toile adhésive sur les spires (figure 3).

## Fabrication d'un annonceur

L'électro-aimant

Pour fabriquer votre annonceur, commencez par l'électro-aimant. Ce dernier est constitué d'une vis poêlier de 40x4mm, sur laquelle vous montez une rondelle large de diamètre 5mm contre la tête maintenue par un écrou. Fixez ensuite un second écrou, une rondelle de 4mm et un contre-écrou afin de conserver un écartement de 25mm entre les deux rondelles de 5mm (figure 1). Une petite goutte de vernis à ongles sur la vis et les écrous doit permettre de maintenir ces derniers bien bloqués. Commencez ensuite le bobinage de l'électro-aimant par

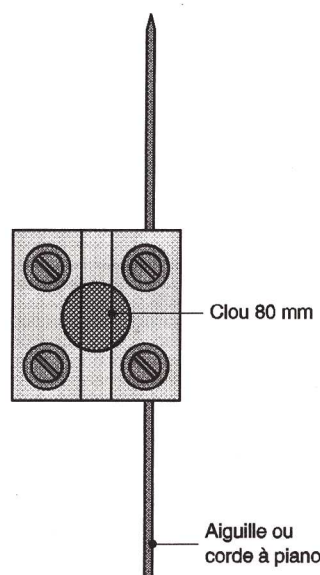


Fig 9 Domino vu de dessus

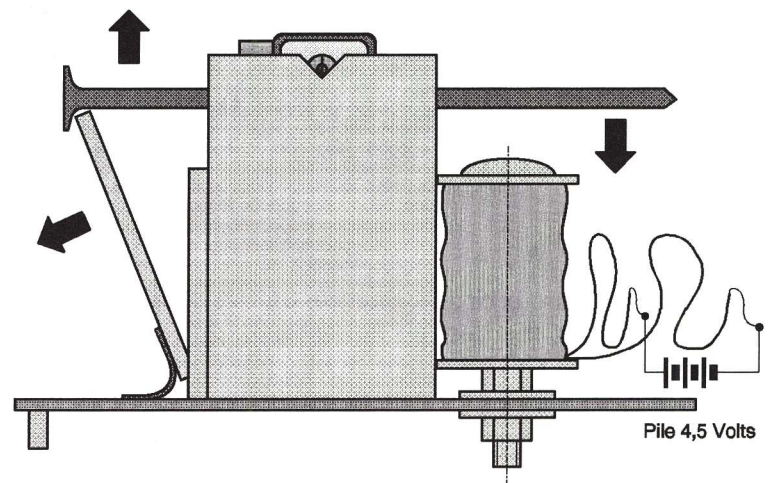


Fig 10 Fonctionnement de l'ensemble

## Découpe des éléments

Les différentes pièces de la construction pourront être découpées dans une plaque de polystyrène choc de 2mm ou dans un contre-plaqué de 3mm d'épaisseur environ. Commencez par couper une bande de 45mm de large dans le matériau choisi, puis découpez chaque pièce en respectant les cotes données sur le plan de découpe (figure 4).

Si vous avez choisi le polystyrène, vous n'aurez aucun mal à perforer ce dernier avec la pointe d'un cutter pour obtenir un trou de diamètre 4mm dans la pièce A (figure 5). Pratiquez ensuite deux encoches dans les flasques B et C, comme indiqué sur la figure 6.

## Assemblage et collage

Commencez par la fixation de la bobine de l'électro-aimant sur la base A en utilisant 2 rondelles et un écrou (figure 7). Collez ensuite les flasques B et C avec la pièce E sur la base A. Une fois l'assemblage sec, fixez un morceau d'adhésif sur la longueur du volet D, en laissant dépasser une moitié qui permet de former une charnière, collée sur la base A. Cela terminé, le volet doit pouvoir basculer librement s'il n'est pas maintenu contre la pièce E. Col-

lez la pièce F sous la base afin qu'elle soit bien stable.

## Fabrication du crochet

Utilisez une barrette de 2 dominos, traversée en son centre par le clou de 80mm. Fixez ensuite une grande aiguille ou un simple morceau de corde à piano de petit diamètre dans l'une des bornes, en laissant une longueur identique de chaque côté (figure 9). Équilibrez ensuite le tout en posant le crochet sur les encoches des flasques. Il doit alors basculer du côté de la tête du clou, à la limite de l'équilibre.

## Fonctionnement de l'annonceur

Relevez le volet mobile (pièce D) en le coinçant sous la tête du clou. Dès que vous raccordez une pile de 4,5V aux fils de l'électro-aimant, ce dernier attire la pointe du clou qui libère le volet. Vous pouvez réaliser ce mécanisme que vous fixez sur une planchette verticale afin de simuler un véritable central relié, pourquoipas, aux émetteurs et récepteurs téléphoniques que nous avons déjà présenté dans les numéros précédents, une manière comme une autre de suivre l'évolution des techniques des TELECOM dans le cadre d'une exposition au collège !

## NOMENCLATURE

Contre-plaqué de 3mm ou polystyrène choc de 2mm d'épaisseur  
1 vis tête poêlier de 4x40mm  
1 bobine de fil de cuivre émaillé de 0,5mm  
1 barrette de connexion (dominos)  
1 clou de 80mm de longueur  
1 grande aiguille ou 1 morceau de corde à piano  
2 rondelles larges de 5mm de diamètre  
2 rondelles de 4mm  
4 écrous de 4mm  
De la toile adhésive  
1 pile de 4,5V

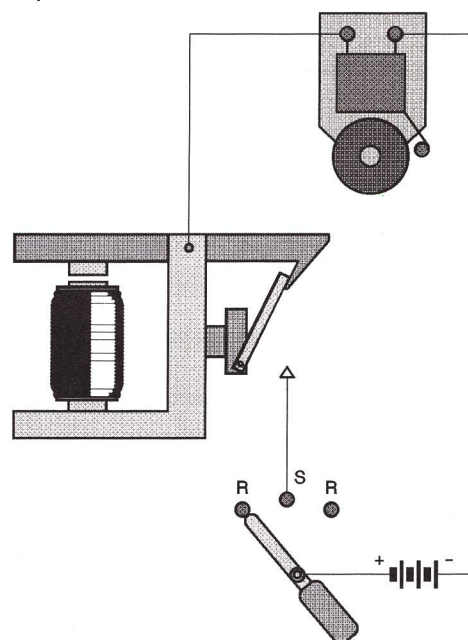


Fig 11 Sonnerie couplée à l'annonceur, actionnée quand le volet bascule



# Un 555 didactique

**P**armi les nombreux circuits intégrés utilisés dans nos montages électroniques, il en est un qui est omniprésent : il s'agit du célèbre timer 555, circuit très grand public, très bon marché et d'un usage particulièrement universel, puisqu'il est capable de réaliser diverses bascules astables ou monostables, et bien d'autres applications spécifiques. Ce grand classique est disponible chez la plupart des grands fournisseurs en version simple, en technologie C/MOS ou même en boîtier double sous la référence 556.

## ■ But du montage

Pour mieux saisir son architecture interne et comprendre son principe de fonctionnement, il nous a semblé intéressant d'essayer de reconstituer ce circuit au mieux sur une plaquette cuivrée, à l'aide de composants bien ordinaires. Nous pourrions ainsi accéder à divers points utiles de son anatomie, habituellement dissimulés sur la version intégrée du commerce. Après avoir fabriqué notre 555 "maison", nous vous proposerons une application très courante de bascule astable avec notre circuit géant et, bien entendu, pour comparaison avec un circuit 555 original en boîtier plastique DIL 8.

## ■ Constitution du 555

Nous proposons à la figure 1 une reconstitution fort réaliste de ses entrailles. On aperçoit deux Ampli-OP, IC1 et IC2, montés en forme de comparateur à fenêtre, une bascule bistable de type RS construite à partir de quelques portes NAND, encore un étage de puissance en sortie qui exploite les services d'un circuit CMOS 4049. On peut trouver enfin en entrée une chaîne de 3 résistances égales, reliées d'ailleurs entre

la masse et le plus de l'alimentation; le transistor T1, enfin, sera chargé d'un rôle fondamental, à savoir décharger périodiquement la capacité extérieure sur ordre de la bascule RS. Dans un circuit 555 du commerce, la sortie broche 3 peut absorber ou fournir environ 200 mA. Sachez encore qu'il est possible de modifier le seuil de tension haut à l'aide de la broche 5 et qu'une borne de remise à zéro est disponible sur la broche 4. Nous avons numéroté sur notre « clone » les diverses broches de la même manière que le modèle original.

## ■ Fonctionnement du 555

Les résistances R1, R2 et R3 forment donc un pont diviseur présentant 1/3

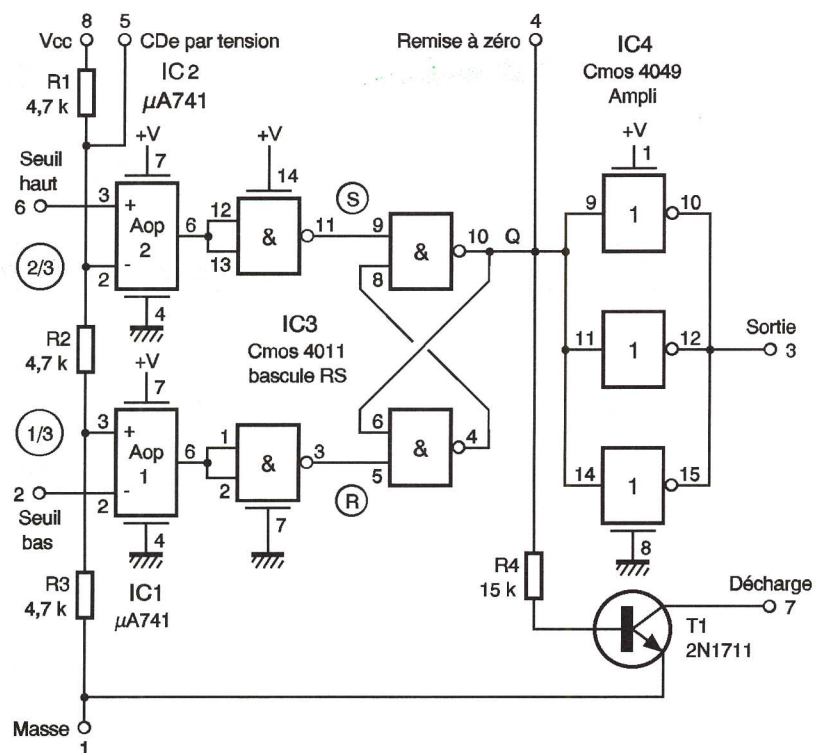
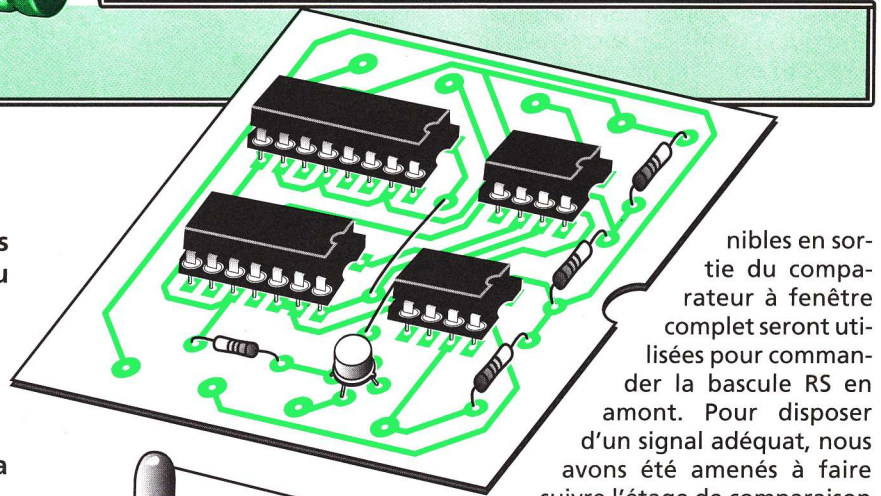
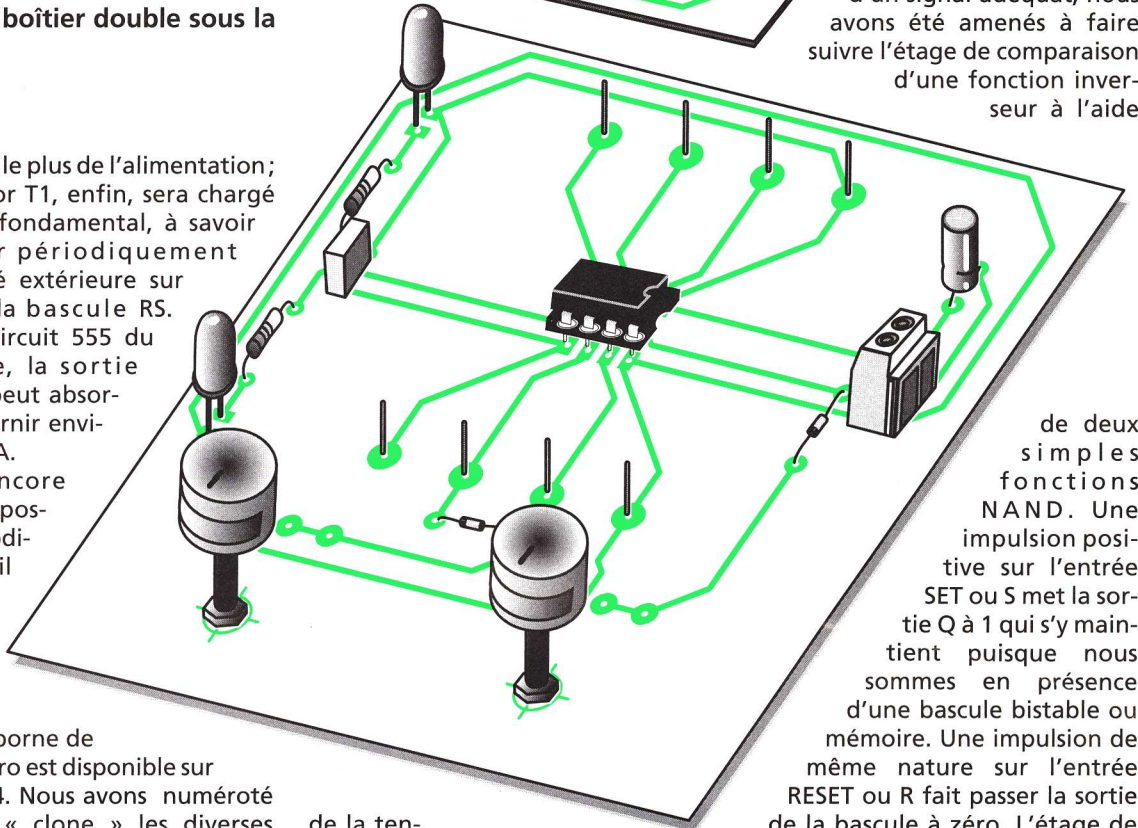


Fig 1

Reconstitution d'un 555



nibles en sortie du comparateur à fenêtre complet seront utilisées pour commander la bascule RS en amont. Pour disposer d'un signal adéquat, nous avons été amenés à faire suivre l'étage de comparaison d'une fonction inverseur à l'aide



de deux simples fonctions NAND. Une impulsion positive sur l'entrée SET ou S met la sortie Q à 1 qui s'y maintient puis nous sommes en présence d'une bascule bistable ou mémoire. Une impulsion de même nature sur l'entrée RESET ou R fait passer la sortie de la bascule à zéro. L'étage de sortie est obtenu en montant en parallèle quelques étages buffer inverseur du circuit IC4, un 4049 CMOS.

de la tension d'alimentation sur la borne 3 de AOP1 et 2/3 de cette tension sur la borne 2 de AOP2. Un petit rappel s'impose ici pour un

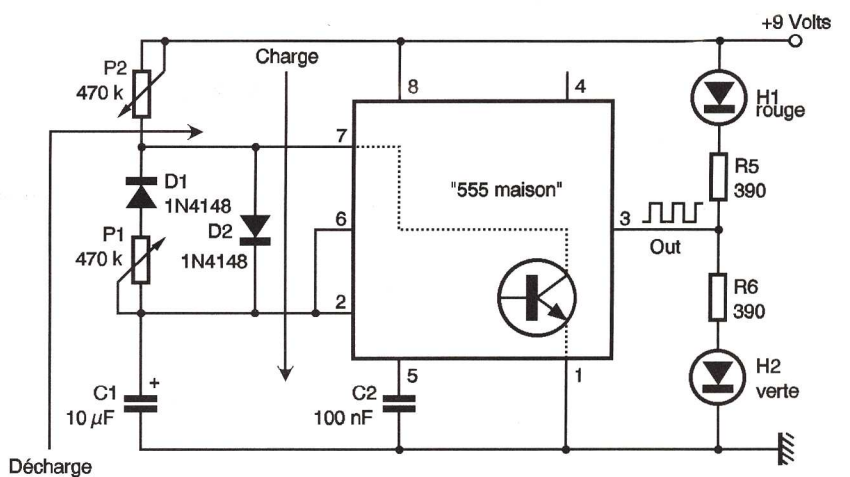


Fig 2

Schéma d'application

AOP utilisé en comparateur : si la tension sur l'entrée e- est supérieure à celle présente sur l'entrée e+ alors la sortie de l'Ampli-OP donnera une tension nulle ou presque, c'est à dire un zéro logique. Inversement, si la tension sur l'entrée e+ est supérieure à celle de l'entrée e-, cette différence sera multipliée par le gain de l'AOP en boucle ouverte ici; or cette valeur est théoriquement infinie, donc la sortie de l'Ampli-OP délivrera une tension maximale proche de la tension d'alimentation, mais sans lui être supérieure. Ce sera notre niveau haut ou 1 logique. Les deux impulsions positives dispo-

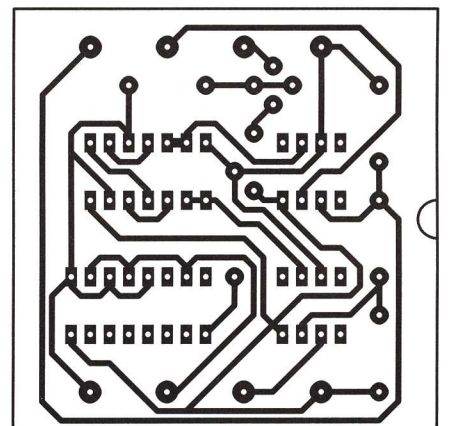


Fig 3

Tracé du circuit imprimé supérieur



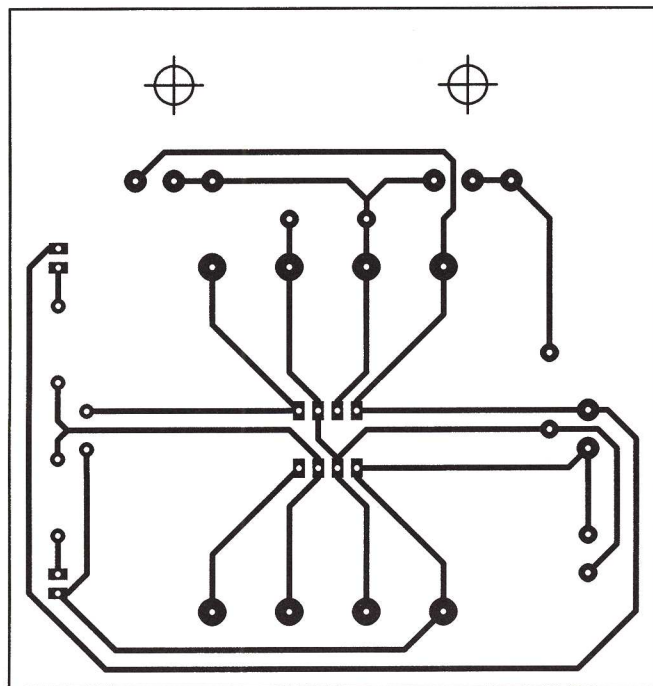


Fig 4

Tracé du circuit imprimé inférieur

### ■ Une bascule astable avec un 555

Notre schéma d'application est donné à la figure 2 et utilise indifféremment un 555 du commerce ou notre version CNMS (= Composant Non Miniature de Surface!). A la mise sous tension, le condensateur

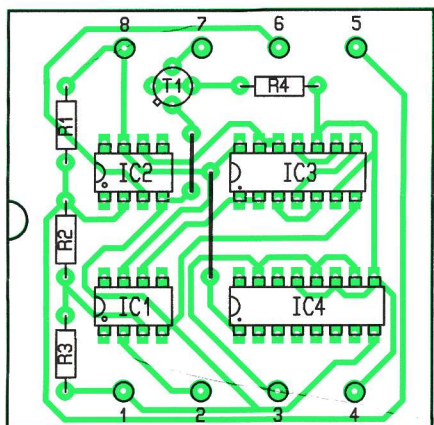


Fig 5

Implantation des éléments

chimique C1 se charge à travers l'ajustable P2 et la diode D2 (celle qui descend). La tension aux bornes du condensateur C1 augmente de

plus en plus; lorsque la tension atteint enfin les 2/3 de la tension d'alimentation, la sortie du comparateur du haut passe à l'état logique 1 et actionne la bascule par sa borne S. La sortie de cette mémoire, à l'état zéro au départ, passe brutalement à 1 et alimente la base du transistor interne T1. C'est la fin de la période de charge du condensateur C1, car T1 passant va dériver vers la masse le courant de charge précédent. Le condensateur C1 va se décharger au travers de l'ajustable P1 et la diode de blocage D1 (celle qui monte). Le condensateur se vide progressivement jusqu'à ce que l'AOP du bas détecte que la tension aux bornes de C1 est redevenue égale ou légèrement inférieure au 1/3 de la tension d'alimentation présente sur la broche e+ de AOP1.

La sortie de cet ampli -OP passe à 1 et actionne à son tour la bascule, c'est à dire fait passer la sortie Q à zéro. C1 va à nouveau se charger pour un autre cycle. La présence des diodes D1 et D2 n'est pas indispensable mais permet simplement de modifier le rapport cyclique du signal produit, c'est à dire le rapport entre la durée de l'état haut et celle

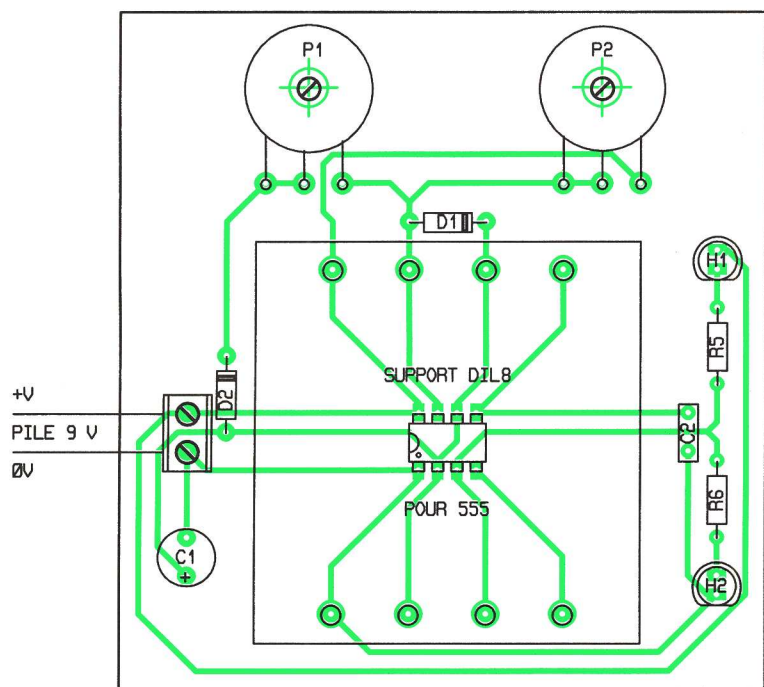


Fig 6

Implantation des éléments

de l'état bas. Les diodes électroluminescentes L1 et L2 visualisent les états haut et bas de la période du signal carré produit.

### ■ Réalisation pratique

Cette maquette a surtout une vocation pédagogique, c'est à dire qu'elle doit permettre à son utilisateur de mieux saisir son fonctionnement interne. Nous proposons de réaliser deux circuits imprimés différents: le premier, un carré de 55,5 x 55,5 mm de côté pour notre 555 maison, le second pour l'application d'une bascule astable acceptant soit un circuit normal, soit notre exemplaire spécial doté de 8 broches mâles pour la circonstance; on veillera au respect de l'encoche pour la mise en place de l'un ou l'autre des C.I. On trouvera sur les figures 3 et 4 le tracé des pistes de cuivre à l'échelle 1. Une simple petite pile de 9V assurera l'alimentation de ce circuit original qui vous permettra, pour une fois, d'accéder aux sorties de deux comparateurs ou sur la base du transistor de décharge. Le fonctionnement de la bascule astable pourra être modifié à l'aide des potentiomètres P1 et P2 montés sous le circuit imprimé, donc côté cuivre.

La fréquence F du signal se calcule par la relation :

$$f = 1,44 / (P1 + 2 \cdot P2) \cdot C1$$

### ■ NOMENCLATURE

- IC1, IC2 : Ampli-OP  $\mu$ A 741, boîtier DIL8
- IC3 : quadruple porte NAND CMOS 4011
- IC4 : sextuple ampli inverseur CMOS 4049
- T1 : transistor NPN 2N1711
- D1, D2 : diodes commutation 1N4148
- H1 : diode électroluminescente rouge 5 mm
- H2 : diode électroluminescente verte 5 mm
- R1, R2, R3 : 4,7 k $\Omega$  1/4W (jaune, violet, rouge)
- R4 : 15 k $\Omega$  1/4W (marron, vert, orange)
- R5, R6 : 390  $\Omega$  1/4W (orange, blanc, marron)
- P1, P2 : potentiomètres à variation linéaire 470 k $\Omega$  + bouton
- C1 : 10  $\mu$ F/25V chimique vertical
- C2 : 100 nF/63V plastique
- 3 supports à souder 8 broches tulipe
- 1 support à souder 14 broches
- 1 support à souder 16 broches
- 1 bloc de 2 bornes vissé-soudé, pas de 5 mm
- ou coupleur pression pile de 9V picots tulipe



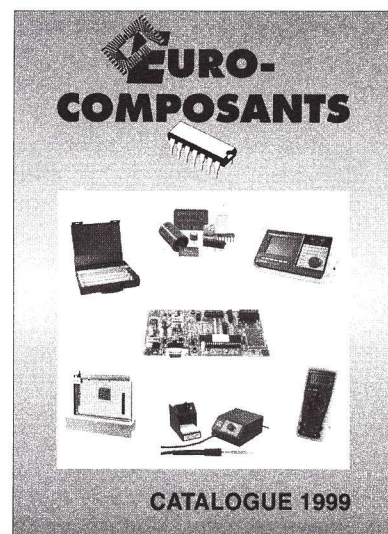
4, route Nationale - B.P. 13  
08110 BLAGNY  
TEL.: 03.24.27.93.42 FAX: 03.24.27.93.50  
Ouvert du lundi au vendredi (9h-12h/14h-18h) et le samedi matin (9h-12h).

NOUVEAU  
CATALOGUE  
GENERAL  
**1999**

LE CATALOGUE  
INCONTOURNABLE  
POUR TOUTES VOS  
RÉALISATIONS  
ÉLECTRONIQUES.

Recevez ce catalogue contre 39 FF  
(60 FF pour les DOM-TOM et  
l'étranger). Gratuit pour les Ecoles et  
les Administrations.

PLUS DE 8000 REFERENCES  
FORMAT A4 - 240 PAGES



Veillez me faire parvenir le nouveau catalogue général Euro-Composants. Je joins mon règlement de 39 FF (60 FF pour les DOM-TOM et l'étranger) en chèque, timbres ou mandat.

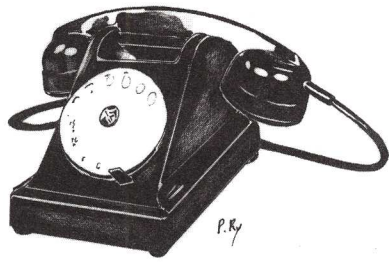
NOM : ..... PRENOM : .....

ADRESSE : .....

CODE POSTAL : .....

VILLE : .....





Le modèle U43 qui remplace celui de 1924 (u = universel, 43 = 1943)

ministère des finances freine dès 1926 le recours à l'emprunt tout en empêchant la constitution des fonds d'amortissement. Le téléphone reste donc dépendant d'un mode de financement archaïque, au coup par coup, et sans réelle ambition.

Pour comprendre les causes de ce recul, il faut replacer ces décisions dans le cadre plus général des crises gouvernementales qui semblent devoir se succéder indéfiniment, suite à la fin de la période dite du cartel des gauches, de 1925 à 1926. Pour faire face aux difficultés économiques, les gouvernements de POINCARÉ à TARDIEU s'orientent invariablement vers une politique de réduction des budgets alloués à la fonction publique, ce qui se traduit pour les P.T.T. par un déficit de recrutement des diplômés, lesquels s'orientent vers le secteur privé. En outre, à partir de 1929, se développe une campagne de presse ayant pour cible les fonctionnaires des P.T.T., renforcée par les propos que tiennent à leur égard quelques ministres dont le responsable de ces agents tant critiqués. Cette situation va perdurer jusqu'en 1936, après que LAVAL ait réduit le salaire des fonctionnaires de 10% avec ses décrets-lois de 1934.

## ■ Le téléphone parfait

Ces critiques à l'encontre des P.T.T. trouvent leur fondement dans l'état déplorable du réseau téléphonique de cette époque. Un chroniqueur du journal *l'Illustration* commente dans l'édition du 18 juin 1927 les difficultés qu'il y a à obtenir une communication : " ...Je prie ma téléphoniste de demander quatre communications interurbaines pour Lyon, le Havre, Bruxelles et Amiens. Au bout de quelques minutes je suis avisé des délais d'attente : Lyon, supérieur à 3 heures ; le Havre, 3 heures, Bruxelles, supérieur à 3 heures ; Amiens, 3 heures et demie. [...] C'est ainsi que mon affaire de Lyon a du être traitée par télégramme, après avoir perdu une demi-journée d'attente, et que celle de Bruxelles, qui était urgente, est définitivement manquée - naturellement sans recours contre la sacrosainte administration des P.T.T. Des milliers d'autres communications interurbaines ont chaque jour le

## PETITE HISTOIRE DU TELEPHONE

*même sort. Résultat : le travail de toute la nation en est terriblement compliqué, le rendement général diminué et le moral lui-même atteint, car cet état de chose provoque chez tous les hommes d'action une nervosité et un découragement bien compréhensibles. "*

### ■ Bâtir une industrie nationale du téléphone

Lorsque l'administration française commence la modernisation du réseau, il n'existe pas le moindre groupe industriel national à même de fournir les équipements nécessaires. En fait, la maîtrise des outils technologiques relatifs aux communications nécessite des laboratoires de recherche avec lesquels le laboratoire central de la rue de Grenelle ne peut en aucun cas rivaliser (une dizaine de chercheurs avant la seconde guerre mondiale). C'est dans ce contexte que sont requises les compétences des géants américains comme I.T.T. (International Telegraph Telephone). Ce groupe est en fait un prolongement de la Western Electric (A.T.T.) qui a eu pour obligation de se séparer de ses filiales étrangères en raison de la loi anti-trust américaine de 1920, destinée à briser les monopoles qui limitent la concurrence. La banque Morgan (qui est la banque d'A.T.T.) fournit alors aux frères BEHN les fonds nécessaires au rachat, avec un accord précisant que ces derniers doivent développer des marchés en dehors des Etats Unis.

Ils s'attaquent en premier lieu à l'Espagne, où ils obtiennent les concessions relatives aux équipements et à l'exploitation, puis à la Belgique. Entre 1922 et 1924, I.T.T. essuie des refus de la part de la France car les solutions proposées n'entrent pas dans le cadre des préoccupations gouvernementales, à savoir obtenir un matériel qui réponde aux exigences particulières du réseau français et soit fabriqué en France en restant ouvert à la concurrence afin d'obtenir des prix avantageux tout en multipliant les sources d'approvisionnement. Les autres entreprises, qui ne sont qu'une demi-douzaine, se voient exprimer le même refus. Il y a entre autres la compagnie Générale des Télégraphes et Téléphones qui fabrique les Strowger en utilisant les brevets allemands, empêchée du fait de sa trop grande dépendance vis à vis de la technologie développée par Siemens, ce qui ne permet pas de tirer parti des compensations en nature pour la Reconstruction décidées après l'Armistice. De même, la Société des Téléphones Ericsson, installée en France depuis 1911, ne peut guère remporter ce marché du fait que la société suédoise ne fabrique pas ses centraux

en France, ou encore la Société Industrielle des Téléphones (S.I.T.) qui, soutenue par la Banque de Paris et des Pays Bas, fabrique du Strowger.

### ■ L'avènement du R6

En 1920, I.T.T. rachète la maison Aboilard 'le matériel électrique', dont les unités de production permettent de bénéficier d'un label de fabrication française. Vient ensuite l'acquisition de la Compagnie des Téléphones Thomson-Houston en avril 1926, dont l'une des équipes, dirigée par l'ingénieur GOHOREL, travaille à la mise au point d'un système français dérivé du Rotary, le R6. Ce nouveau système de commutation dont le brevet déposé le 18 mai 1923 est délivré le 24 janvier 1924, permet à I.T.T. de faire valoir qu'elle propose un système de conception et de fabrication propre au territoire national.

Après examen des différentes propositions, la commission des choix se prononce en 1929 pour l'adoption du R6, à la condition toutefois qu'une licence de fabrication soit accordée à la S.I.T. afin de préserver la concurrence. Le grand vainqueur est donc I.T.T., avec ce paradoxe qu'elle construit les deux types de centraux en France via 2 filiales concurrentes en apparence : le Rotary de L.M.T. et le R6 de la C.G.C.T.

Un laboratoire de recherche est rapidement mis sur pied, dont le directeur technique dira que " *BEHN voulait rapidement des résultats positifs. Chose curieuse, il ne semblait pas avoir d'idées précises sur le domaine dans lequel il voulait ces résultats. Peu lui importait pourvu qu'ils soient spectaculaires...* ", ce qui laisse supposer qu'il devait avant tout permettre de rassurer les autorités.

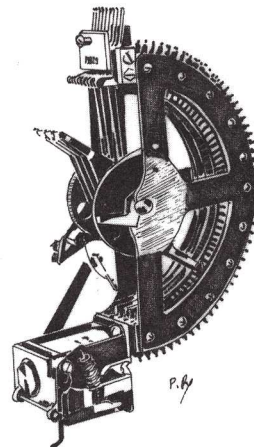
### ■ L'automatique rural

Le morcellement du réseau téléphonique français en une noria de réseaux locaux ne comportant que quelques abonnés constitue un véritable problème pour l'administra-

tion qui cherche à automatiser les centres de commutation (on en compte 21500 en 1928, soit 20 fois plus qu'aux Etats Unis). Implantés dans les bureaux de poste, la moitié de ces centres ruraux ne comportent que 5 abonnés au plus. Dans ces conditions, automatiser complètement chaque centre ne peut en aucun cas être rentable, d'où l'idée d'un système plus adapté, qui n'est pas complètement automatique mais semi-automatique. Les postes des abonnés ou les cabines ne comportent donc pas de cadran, mais une magnéto d'appel qui aboutit à un autocommutateur, lequel retransmet automatiquement l'appel vers un centre de groupement, via un ou plusieurs centres locaux. Un voyant s'allume devant une opératrice qui doit relier l'appelant à l'autocommutateur par un jack, puis télécommander la sélection du correspondant cherché en actionnant son cadran. Ce système, qui fonctionne bien à condition que les zones desservies restent de faible densité, est implanté dans la majorité des départements à partir de 1936. Le matériel utilisé (relais et commutateurs rotatifs) est le R6, dont le financement est essentiellement assuré par les collectivités locales sous la forme d'avances remboursables.

### ■ Les courants porteurs

C'est au Laboratoire central de la rue de Grenelle que Pierre MARZIN effectue, avant la seconde guerre mondiale, ses recherches sur les courants porteurs (alors même qu'on lui reproche de perdre son temps sur un travail qu'on ne lui a pas demandé). Le problème, à cette époque, est qu'il faut augmenter le nombre de lignes pour les liaisons à longue distance. Le procédé de pupinisation des câbles et les répéteurs chargés d'amplifier les signaux sont américains et, lorsqu'il faut par exemple installer un câble entre Paris et Bordeaux en 1929, ce dernier est livré entièrement plombé avec l'interdiction d'y toucher. En outre, les techniques de multiplexage adoptées pour la télégraphie sont inutilisables car les bobines Pupin et les amplificateurs réduisent trop la largeur de la bande passante pour qu'il soit possible de superposer les conversations. Le principe des courants porteurs développé par MARZIN, effectivement appliqué en 1941-42, permet de faire circuler plusieurs conversations sur un seul conducteur tout en atténuant l'affaiblissement. Avec le R6, ce procédé marque le renouveau d'une dynamique des industries françaises liées aux télécommunications, bien décidées à acquérir une plus grande indépendance vis à vis de ces technologies dont l'aspect vital et stratégique échappent de moins en moins aux gouvernements successifs.



Commutateur C.G.C.T. à 51 positions type 1933

P. RYTER