

PETITE HISTOIRE  
DES TECHNOLOGIES



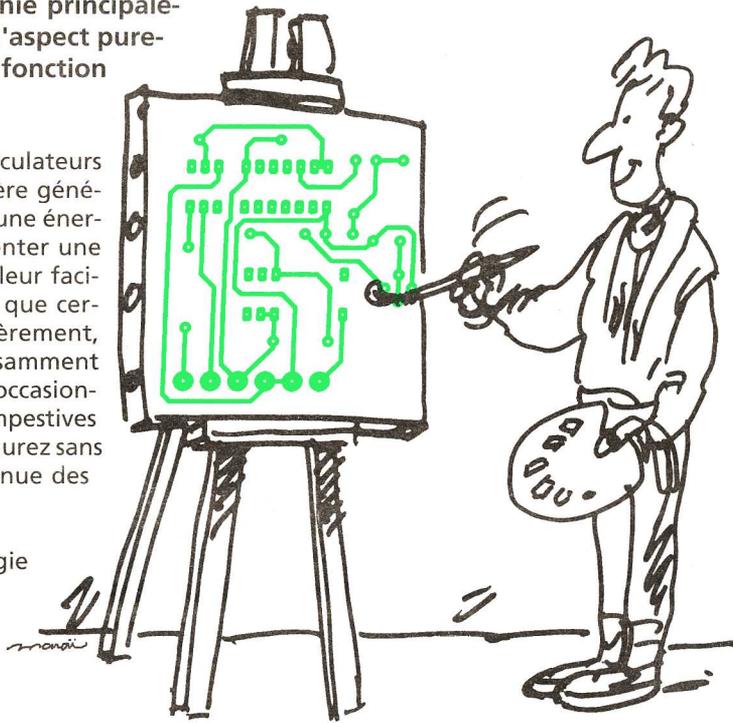
PAGE 24

L'INFORMATIQUE (6e partie)

L'architecture des ordinateurs étant définie principalement par J. Von Neumann depuis 1944, l'aspect purement matériel de leur constitution évolua en fonction de la technologie.

Basés sur l'emploi des relais ou des lampes, les calculateurs électroniques furent les précurseurs de la première génération d'ordinateurs. Démesurés et consommant une énergie équivalente à celle qu'il faudrait pour alimenter une petite ville, ces ordinateurs ne brillaient pas par leur facilité de mise en œuvre. De plus, la légende veut que certains insectes comme les blattes (plus familièrement, cafards) trouvèrent la chaleur des lampes suffisamment agréable pour en faire leur lieu de villégiature, occasionnant par là quelques dégâts et des pannes intempestives (la traduction anglaise de cafard étant BUG, vous aurez sans doute compris l'origine de l'expression bien connue des programmeurs : « Y a un BUG !!! »).

Bien qu'étant infiniment perfectible, la technologie des lampes à vide possédait l'avantage de ne pas être tributaire de l'inertie propre aux systèmes électromécaniques comme les relais. Alliées à la technique du circuit imprimé mise au point



suite p 24

UNE TELECOMMANDE ACOUSTIQUE

PAGE 3

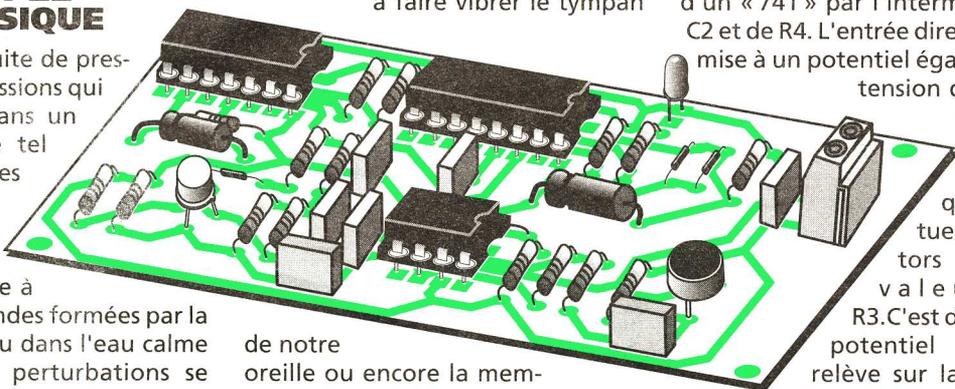
Un claquement des mains et la DEL s'allume; un autre claquement, et elle s'éteint. Cela tient du prodige, nous direz-vous. Non, c'est simplement ce que permet cette télécommande originale dont le son véhiculé par l'air ambiant constitue la base.

UN RAPPEL DE PHYSIQUE

Le son est une suite de pressions et de dépressions qui se propagent dans un milieu élastique tel que l'air. Les ondes sonores se déplacent ainsi de proche en proche à la manière des ondes formées par la chute d'un caillou dans l'eau calme d'un étang. Ces perturbations se transmettent entre molécules voisines depuis leur origine en s'atténuant progressivement. Si le son est caractérisé par une fréquence fixe, par exemple 1 kHz, on dit qu'il est audible et musical; c'est le cas du son

émis par un instrument de musique. En général, le son est plutôt composé de plusieurs fréquences de base, chacune d'entre elles se caractérisant par des intensités elles-mêmes différentes. C'est le bruit. En particulier, dans la présente expérimentation, en effectuant un claquement des mains, il en résulte une perturbation sonore de courte durée, véhiculée par l'air. Elle vient à faire vibrer le tympan

de notre oreille ou encore la membrane d'un micro qui délivre sur sa sortie des variations d'impédance électronique. D'une façon générale, la vitesse du son dans l'air est de l'ordre de 330 mètres à la seconde.



COMMENT FONCTIONNE NOTRE TELECOMMANDE ?

Réception et amplification des signaux

Les signaux de faible amplitude disponibles aux bornes du micro sont acheminés sur l'entrée inverseuse d'un « 741 » par l'intermédiaire de C2 et de R4. L'entrée directe est soumise à un potentiel égal à la demitension d'alimentation grâce au pont diviseur que constituent les résistors d'égale valeur R2 et R3. C'est d'ailleurs ce potentiel que l'on relève sur la sortie de IC1 à l'état de veille. Les signaux consécutifs à un claquement des mains sont alors amplifiés avec un gain déterminé par le rapport R5/R4, qui est voisin de 200 dans le cas présent.

suite p 3

SOMMAIRE

- 1 - PETITE HISTOIRE DES TECHNOLOGIES : L'INFORMATIQUE
- 2 - L'ELECTRONIQUE AU TEMPS DES LAMPES
- 3 - UNE TELECOMMANDE ACOUSTIQUE
- 4 - LE COIN DE L'EXPERIMENTATION : L'OREILLE MUSICALE
- 6 - QU'EST-CE QUE C'EST ? COMMENT ÇA MARCHE ? LE LECTEUR DE DISQUETTES
- 8 - DESSINONS AVEC NOS CALCULATRICES GRAPHIQUES
- 9 - SONNERIE LUMINEUSE POUR TELEPHONE
- 10 - LOGIQUE 6 : REALISEZ UN TESTEUR LOGIQUE
- 12 - LE COIN DE LA MESURE : L'OSCILLOSCOPE
- 14 - LES CONDENSATEURS
- 17 - BOOSTER POUR MINI-ALARME
- 18 - SPECIAL ZENER
- 19 - PRESENTATION DES MOTEURS PAS A PAS
- 20 - J'EXPERIMENTE : LA BALANCE DE COULOMB
- 21 - SIGNAUX ET VALEURS REMARQUABLES
- 23 - ABONNEMENTS

PUBLICATIONS GEORGES VENTILLARD  
S.A. au capital de 5 160 000 F  
2 à 12, rue Bellevue, 75019 PARIS  
Tél. : 42.00.33.05 - Fax : 42.41.89.40 Téléc. : 220 409 F  
Principaux actionnaires :  
M. Jean-Pierre VENTILLARD  
Mme Paule VENTILLARD  
Président-Directeur Général  
Directeur de la Publication :  
Jean-Pierre VENTILLARD  
Directeur de la Rédaction :  
Bernard FIGHIERA  
Comité de Rédaction :  
R. KNOERR, G. ISABEL, P. RYTTER,  
M. DELEPIERRE, P. WALLERICH, A. SOROKINE  
Maquette : Rachid MARAI  
Marketing/Ventes : Jean-Louis PARBOT  
Tél. : 42.00.33.05  
Inspection des Ventes :  
Société PROMEVALTE, M. Michel IATCA  
11, rue de Wattignies, 75012 PARIS  
Tél. : 43.44.77.77 - Fax : 43.44.82.14  
Publicité : Société Auxiliaire de Publicité  
70, rue Compans, 75019 PARIS  
Tél. : 42.00.33.05 - CCP Paris 3793-60  
FAX : 42.41.89.40  
Directeur commercial : Jean-Pierre REITER  
Chef de publicité : Pascal DECLERCK  
Assisté de : Karine JEUFRUAULT  
Abonnement : Marie-Christine TOUSSAINT  
Voir nos tarifs en page 23  
Préciser sur l'enveloppe  
"SERVICE ABONNEMENTS" MENSUEL  
Prix de vente au numéro : 12 F  
Commission paritaire n° 74699  
Distribution : Transport Presse  
I.S.S.N. 1248 1130  
« Loi n° 49-956 du 16 juillet 1949 sur les publications destinées à la jeunesse » - Février 1994.

T 1767 - 6 - 12,00 F

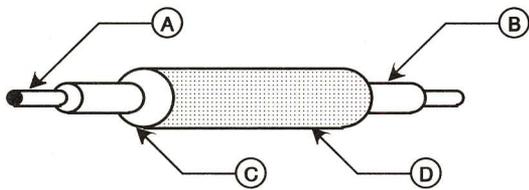


RETRONIK.FR 2023

# L'ELECTRONIQUE AU TEMPS DES LAMPES (Première partie)

Les jeunes lecteurs de *Génération Electronique* ont eu une enfance bercée par les circuits intégrés. Avant ces CI, et depuis 1948, le transistor est le « composant à tout faire » de l'électronique. Nous vous proposons maintenant de retrouver l'électronique de vos grands-parents, celle qui utilisait les lampes, des composants aujourd'hui presque oubliés et même inconnus de certains ! La nostalgie est au rendez-vous, oublions nos microcontrôleurs et redécouvrons ensemble ce bon vieux tube qu'est la « lampe de TSF ».

Constitution de la cathode d'une lampe électronique



- (A) - Filament de chauffage alimenté par un circuit annexe
- (B) - Cylindre d'isolation électrique (porcelaine)
- (C) - Cylindre de nickel
- (D) - Fine couche d'oxydes destinés à l'émission d'électrons (cathode proprement dite)

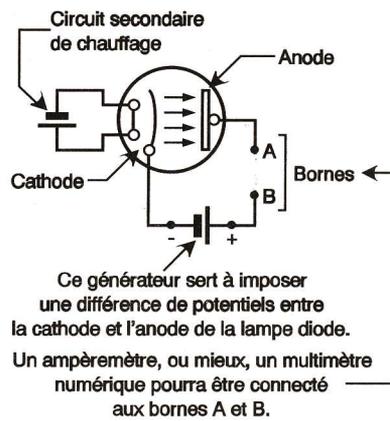
Fig 1

La « lampe électronique », ou « lampe de TSF », dispose de plusieurs électrodes, ainsi, il existe différentes familles de lampes : les diodes, les triodes, les pentodes, les octodes et les dodécaodes, pour n'en citer que certaines. Nous allons décrire le rôle de l'anode, celui de la cathode ainsi que celui de chaque grille. Dans ces « lampes de TSF », les électrons ont le rôle principal ; en effet, ils sont émis par la cathode, traversent le vide en franchissant une ou plusieurs grilles et sont, enfin, captés par l'anode qui les attire irrésistiblement. Le cœur de la cathode d'une lampe électronique est un filament chauffé par le courant qui le traverse, il s'agit en fait d'une résistance. Ce filament est recouvert d'une couche isolante, généralement en porcelaine. Celle-ci est enrobée de nickel, lui-même recouvert de différents oxydes, qui, lorsqu'ils sont chauffés, émettent des électrons. Ce quadruple cylindre constitue la cathode dont le seul but est l'émission d'électrons (voir la figure 1). Il vous faut savoir que tous les corps chauffés ont, plus ou moins, tendance à émettre des électrons. Les oxydes couvrant le cylindre de nickel ont été choisis en fonction de leurs capacités à émettre des électrons. Le filament de chauffage n'est là que pour apporter l'énergie, et donc le désordre moléculaire et électronique, favorable à l'émission des électrons (voir la figure 2).

Nous savons maintenant que des électrons sont émis par la cathode. L'électron est très petit, beaucoup

plus petit que les différentes molécules de l'air que nous respirons, il est donc incapable de se promener sans être capté par la première molécule qu'il croise. C'est pourquoi les lampes électroniques sont vidées de toutes formes de gaz, on y trouve le « vide ». Dans ce milieu « vide », les électrons vont pouvoir se déplacer sans craindre une encombrante molécule... Les électrons sont émis et ils peuvent se déplacer. Nous voulons maintenant récu-

Le courant de plaque (lampe diode)



Ce générateur sert à imposer une différence de potentiels entre la cathode et l'anode de la lampe diode. Un ampèremètre, ou mieux, un multimètre numérique pourra être connecté aux bornes A et B.

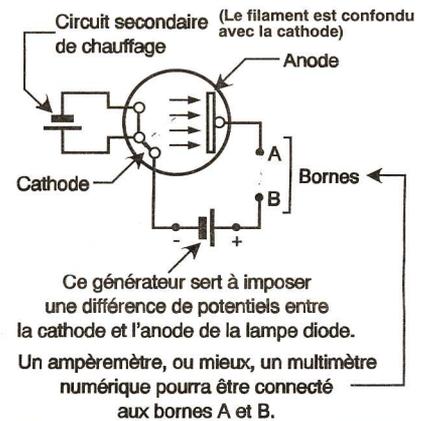
Fig 4

pérer nos électrons. Les électrons étant des particules chargées négativement, il nous suffit, pour les attirer, de placer à une distance convenable un corps chargé positivement. Dans le cas de la lampe « diode », cette anode chargée positivement aura souvent la forme d'un cylindre et sera aussi appelée « plaque » (voir la figure 3). Les électrons sont attirés, ils voyagent donc de la cathode vers l'anode ; ainsi, ils génèrent un « courant d'électrons ». On appelle courant anodique, ou « courant de plaque », le courant allant de la cathode à l'anode et qui revient à la

mètre (utilisez le calibre 10 mA) sera utilisé afin de mettre en évidence ce courant.

La structure de la cathode est très différente de celle de l'anode, il est donc évident que les rôles ne peuvent pas être inversés et que la cathode ne pourra jamais être utilisée en anode, l'inverse étant aussi vrai. Par conséquent, la lampe diode ne laisse passer le courant que dans un seul sens. Ce courant a une intensité rarement supérieure à quelques centaines de milliampères s'agissant du domaine grand public. La différence de potentiel entre la cathode et l'anode, imposée par le générateur du circuit, détermine l'intensité du courant de plaque. L'augmentation de la différence de potentiels permettra de faire croître l'intensité du courant de plaque jusqu'à son maximum. Ce dernier correspond à l'absorption par l'anode de tous les électrons émis par la cathode (le nombre d'électrons émis est supposé

Le courant de plaque (lampe diode)



Ce générateur sert à imposer une différence de potentiels entre la cathode et l'anode de la lampe diode. Un ampèremètre, ou mieux, un multimètre numérique pourra être connecté aux bornes A et B.

Fig 5

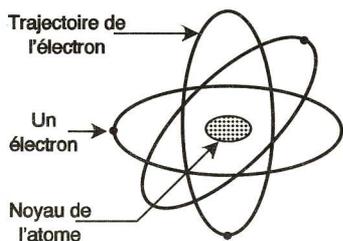
constant puisque la température du filament de chauffage ne varie pas). En pratique, on obtiendra généralement un courant de plaque de l'ordre de 10 mA pour une différence de potentiels de l'ordre de 100 V.

La lampe diode que nous vous avons présentée peut faire l'objet d'une simplification ; La lampe diode dite « à chauffage direct » n'utilise qu'un circuit qui prend à sa charge le chauffage de la cathode, notons toutefois que c'est là la fonction secondaire de ce circuit (voir la figure 5).

Nous disposons, dans une lampe diode, d'un flux d'électrons entre la cathode et l'anode.

(Suite page 5)

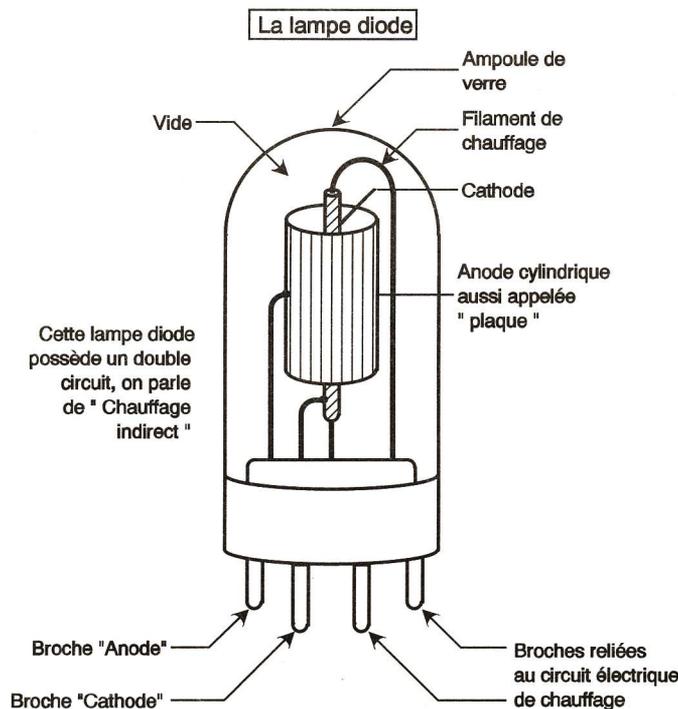
L'Atome et son "nuage" électronique



Ce que nous appelons la « chaleur » se traduit, au niveau des atomes, par une augmentation de la vitesse des électrons. Cette vitesse devient parfois si grande qu'un électron quitte son orbite autour du noyau. On parle alors de « libération d'un électron » (ou « émission d'un électron »).

Fig 2

Fig 3



Cette lampe diode possède un double circuit, on parle de « Chauffage indirect »

plus petit que les différentes molécules de l'air que nous respirons, il est donc incapable de se promener sans être capté par la première molécule qu'il croise. C'est pourquoi les lampes électroniques sont vidées de toutes formes de gaz, on y trouve le « vide ». Dans ce milieu « vide », les électrons vont pouvoir se déplacer sans craindre une encombrante molécule... Les électrons sont émis et ils peuvent se déplacer. Nous voulons maintenant récu-

cathode après avoir traversé la pile utilisée pour l'alimentation du montage (voir la figure 4). Un ampère -



# UNE TELECOMMANDE ACOUSTIQUE

Le transistor PNP T, monté en émetteur commun, a une polarisation de sa base telle qu'en l'absence de signaux on relève sur son collecteur un potentiel nul. Un claquement de mains a pour conséquence l'apparition de quelques impulsions positives d'amplitude proche de 9V et partiellement intégrées par C5.

## Mise en forme du signal

Les signaux disponibles sur le collecteur de T ne sont pas directement exploitables. Il est nécessaire de les... domestiquer en leur donnant une configuration un peu plus sympathique. Une première intégration est réalisée par D1, R12, R10 et C6.

d'environ de 100 millisecondes. Les portes NOR I et II de IC2 forment un trigger de Schmitt. Il reproduit la même impulsion positive mais avec des fronts montant et descendant bien verticaux, grâce à la réaction positive introduite par R14.

## La bascule bistable

Le circuit intégré référencé IC3 est un CD 4017. Il s'agit d'un compteur décodeur décimal quelque peu détourné de sa mission originale. En effet, la sortie S2 est reliée à l'entrée RAZ par l'intermédiaire de D3. Ainsi, à chaque fois que l'état haut a tendance à se manifester sur S2, le compteur est remis à zéro. Lors du

d'éclairage, ce qui rendrait la télécommande davantage spectaculaire. Au moment de la mise sous tension du montage, la capacité C9 se charge à travers R16. Il en résulte une brève impulsion positive sur l'entrée RAZ de IC3, ce qui initialise ce dernier.

La portée de cette télécommande peut atteindre plusieurs mètres. Elle ne nécessite aucun réglage ni mise au point.

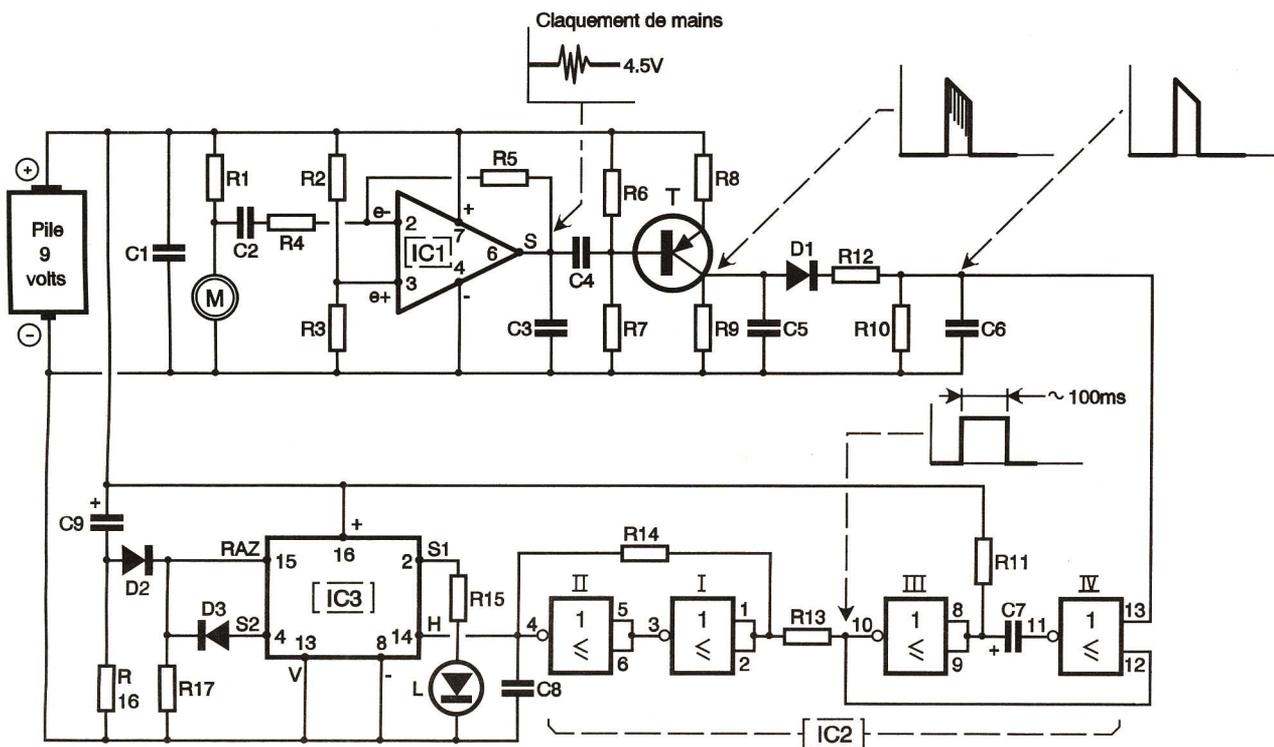
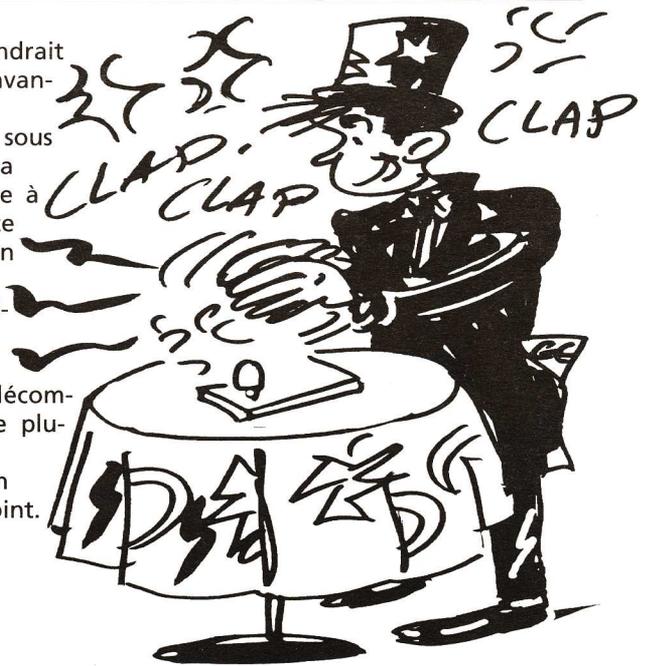


Fig 1

En effet, les impulsions positives évoquées précédemment chargent C6, mais la décharge, lors des états bas, ne peut que se réaliser par le résistor de plus grande valeur R10, étant donné le blocage introduit par D1. Il en résulte, sur l'armature positive de C6, une impulsion positive unique par claquement de mains. Cette impulsion est prise en compte par la bascule monostable que forment les portes NOR III et IV de IC2. Un tel montage délivre sur sa sortie une impulsion positive de durée fixe et entièrement définie par les valeurs de R11 et de C7. Dans la présente application, cette durée et

front ascendant suivant présenté sur l'entrée « Horloge », l'état haut est disponible sur S1. En définitive, sur la sortie S1, on relève un état haut suite à un claquement de mains, puis un état bas lors du claquement suivant, et ainsi de suite.

La DEL L dont le courant est limité par R15 matérialise les états hauts par son allumage. Bien entendu, il serait tout à fait possible de monter à la place de la DEL un transistor dont le circuit collecteur comporterait le bobinage d'un relais d'utilisation. Les contacts de ce relais pourraient alors allumer une ampoule

## LA REALISATION

La figure 3 fait état du circuit imprimé. Sa réalisation n'est pas très compliquée étant donné la configuration peu serrée des pistes. Toutes les pastilles sont percées à l'aide d'un foret de 0,8 millimètre de diamètre. L'implantation des composants est indiquée en **figure 3**. Attention à l'orientation des composants polarisés. C'est le cas des circuits intégrés, des capacités électrolytiques, du transistor et du micro. Pour ce dernier, le « moins » correspond à la masse métallique du boîtier.

## NOMENCLATURE

- R<sub>1</sub> à R<sub>3</sub>, R<sub>13</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R<sub>4</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
- R<sub>5</sub> : 180 kΩ (marron, gris, jaune)
- R<sub>6</sub> : 3,9 kΩ (orange, blanc, rouge)
- R<sub>7</sub>, R<sub>14</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R<sub>8</sub> : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
- R<sub>9</sub> à R<sub>11</sub>, R<sub>16</sub>, R<sub>17</sub> : 3 X 33 kΩ (orange, orange, orange)
- R<sub>12</sub> : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
- R<sub>15</sub> : 680 Ω (bleu, gris, marron)
- M : micro Electret (2 broches)
- D<sub>1</sub> à D<sub>3</sub> : 3 diodes-signal 1N4148, 1N914
- L : LED rouge ø 3
- C<sub>1</sub> : 0,1 µF milfeuil
- C<sub>2</sub> : 47 nF milfeuil
- C<sub>3</sub> : 4,7 nF milfeuil
- C<sub>4</sub> à C<sub>6</sub> : 3 x 0,1 µF milfeuil
- C<sub>7</sub> : 4,7 µF/1 V électrolytique
- C<sub>8</sub> : 1 nF milfeuil
- C<sub>9</sub> : 47 µF/10 V électrolytique
- T : transistor PNP 2N2907
- IC<sub>1</sub> : µA 741 (ampli-op)
- IC<sub>2</sub> : CD 4001 (4 portes NOR)
- IC<sub>3</sub> : CD 4017 (compteur-décodeur décimal)
- 1 support 8 broches
- 1 support 14 broches
- 1 support 16 broches
- Bornier soudable 2 plots

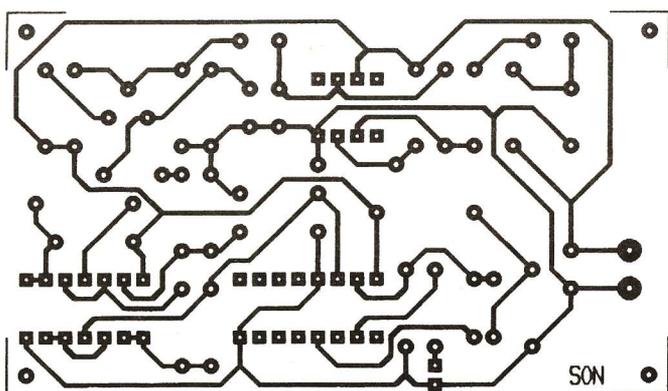


Fig 2

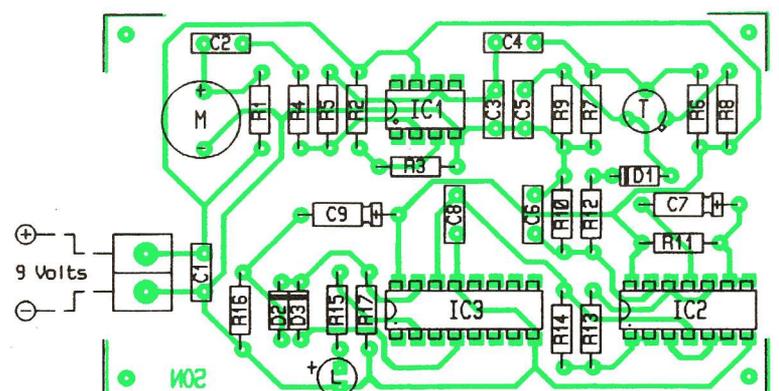
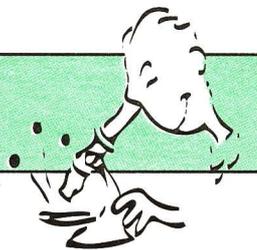
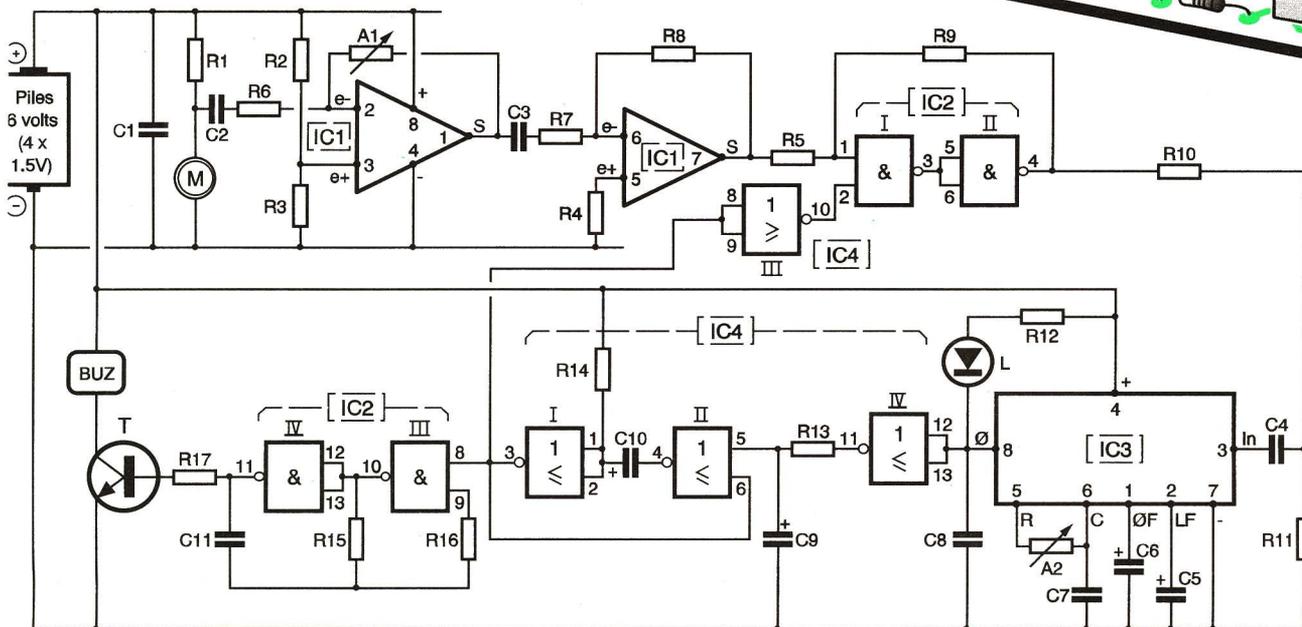
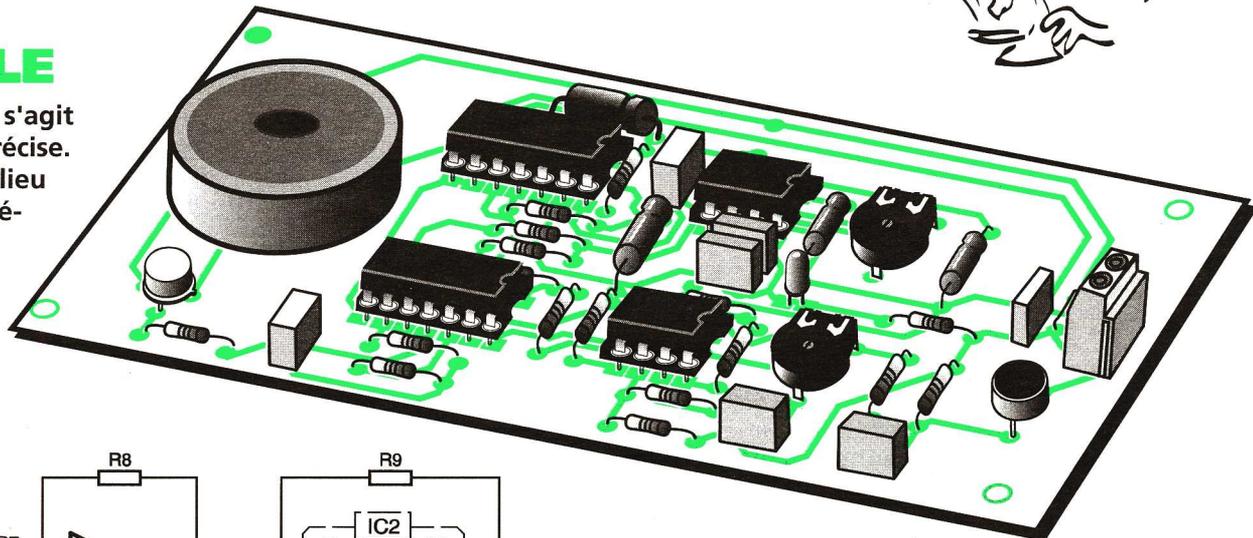


Fig 3



## L'OREILLE MUSICALE

Voici un montage plutôt amusant. Il s'agit de jouer sur une note de musique précise. Même éloigné de plusieurs mètres du lieu d'émission, cet analyseur acoustique élémentaire vous répondra, à condition que la note émise soit jugée conforme...



dans beaucoup de nos montages. Les signaux sont introduits dans IC3 par l'intermédiaire de C4, dans l'entrée « IN ». A noter qu'une partie seulement de l'amplitude des créneaux délivrés par le trigger est prélevée grâce à la division de potentiel réalisée par le pont R10/R11. Cette amplitude est de l'ordre de 100 à 120 mV. L'ajustable A2 et la capacité C7 déterminent la fréquence de référence  $f_0$ . Cette dernière se définit par la relation :

$$f_0 = \frac{1}{1,1 \cdot A_2 \cdot C_7}$$

Si le curseur de l'ajustable est placé en position médiane, la fréquence de référence est de l'ordre de 800 à 900 Hz, valeur du domaine des fréquences musicales. Mais en agissant sur le curseur, on peut varier  $f_0$  de 100 Hz à plus de 3 kHz.

Les capacités C5 et C6 déterminent la bande passante ainsi que la vitesse de la réaction de IC3 à partir du début où le signal d'entrée est perçu. Dans le cas présent, la bande passante n'est que de 2 à 3 % de part et d'autre de  $f_0$ , et la vitesse de réaction reste de l'ordre du dixième de seconde. Enfin, lorsque la fréquence de référence est atteinte, la sortie 0 passe à l'état bas. Il en résulte l'allumage de la DEL L, dont le courant est limité par R12.

### Conséquences d'une détection

Dès que la sortie de IC3 passe à l'état bas, la sortie de la porte inverseuse NOR IV de IC4 passe à l'état haut. Il s'en suit la charge de C9 à travers R13. L'armature positive de C9 atteint une valeur de potentiel équivalant à la demi-tension d'alimentation au bout d'une temporisation de l'ordre de 1 à 1,5 seconde après le début de charge. Cette disposition élimine les détections intempestives en ne prenant en compte que les sons bien établis et de durée suffisante.

Les portes NOR I et II de IC4 forment une bascule monostable. Dès que l'entrée 5 est soumise à un état haut, la sortie de cette bascule passe à l'état haut pendant une durée définie.

### SUR QUEL PRINCIPE REPOSE LE FONCTIONNEMENT ?

Tout son est constitué de vibrations qui sont en réalité des pressions/dépressions de la masse d'air environnante. Un son naturel est rarement pur et formé simplement d'une fréquence unique. On y retrouve une superposition de plusieurs fréquences de valeurs différentes. C'est d'ailleurs cela qui donne au son sa profondeur et sa modulation. Certains instruments de musique pourtant émettent des notes où la fréquence de base est nettement prépondérante. La flûte est un exemple. On arrive à un résultat voisin en produisant simplement un sifflement.

L'analyseur acoustique que nous

vous proposons est construit autour d'un circuit intégré qui est un décodeur de tonalité. Il réagit, avec une bande passante très faible, à la fréquence pour laquelle il a été réglé. La suite du montage consiste en un générateur de bips sonores émis en guise de réponse positive à un appel.

### COMMENT FONCTIONNE L'ANALYSEUR ?

#### Amplificateur

Le son est capté par un micro Electret. Les signaux qui en résultent sont acheminés sur l'entrée inverseuse d'un premier ampli-op de IC1, via C2 et R6. L'ajustable A1 apporte la contre-réaction nécessaire au fonctionnement correct de ce premier étage amplificateur. Rappelons que le gain réalisé est défini par le rapport  $A1/R6$ . L'entrée directe est

maintenue au demi-potential d'alimentation par le pont diviseur que forment les résistors R2 et R3. C'est d'ailleurs cette valeur qui est disponible sur la sortie à l'état de veille. Le second ampli-op de IC1 forme un autre étage amplificateur à gain fixe. Contrairement au précédent, il présente sur sa sortie un potentiel nul à l'état de repos grâce à R4 qui relie l'entrée directe au « moins » de l'alimentation.

#### Mise en forme du signal

Les portes NAND I et II, avec leurs résistors périphériques R7 et R8, constituent un trigger de Schmitt. Grâce à la réaction positive introduite par R9, les basculements des portes se trouvent accélérés. Il en résulte, au niveau de la sortie du trigger, des créneaux dont la fréquence est celle des oscillations sinusoïdales du son d'origine, et à fronts montants et descendants bien verticaux. Ce trigger est seulement opérationnel si l'entrée de contrôle de la porte NAND I est soumise à un état haut. Nous en reparlerons.

#### Analyse de la fréquence

IC3 est un décodeur de tonalité : le LM 567, composant relativement courant, est très bon marché. Il nécessite une alimentation de l'ordre de 5 à 6V. Cela est l'explication de la présence de quatre piles de 1,5 V plutôt que de la traditionnelle pile de 9V que l'on retrouve

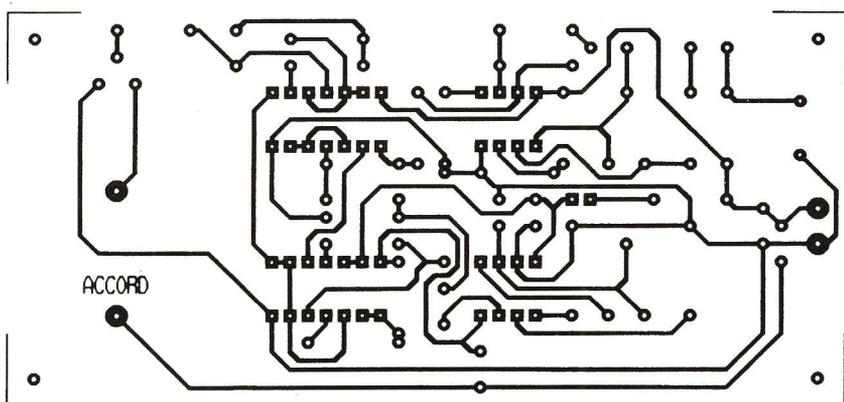


Fig 2

Fig 1

Quand elle est négative, la grille nie par R14 et C10, indépendamment de celle du signal de commande. Dans le cas présent, cette durée est de l'ordre de 3 secondes.

Aussitôt que la sortie de la bascule monostable passe à l'état haut, le multivibrateur formé par les portes NAND III et IV entre en oscillations. Il délivre sur sa sortie des créneaux carrés dont la période est d'environ 0,25 seconde, ce qui correspond à une fréquence de 4 Hz. A chaque état haut, le transistor T se sature. Il comporte dans son circuit collecteur un buzzer avec oscillateur incorporé. Ce dernier émet alors des « bips » sonores pendant toute la durée active du monostable.

Enfin, on notera que lors de l'émission de ces bips, la sortie de la porte NOR III de IC4 présente un état bas qui neutralise le trigger de Schmitt. Il s'agit d'une précaution qui permet à IC3 de ne pas réagir au son du buzzer piézo-électrique, au cas tout à fait particulier où le son émis aurait la même fréquence que la fréquence de référence fo pour laquelle IC3 aura été réglé.

## LA REALISATION

La figure 2 montre le circuit imprimé qu'il convient de réaliser. Peu de commentaires sont à faire à ce sujet. L'implantation des composants est indiquée en figure 3. Attention surtout à l'orientation des composants

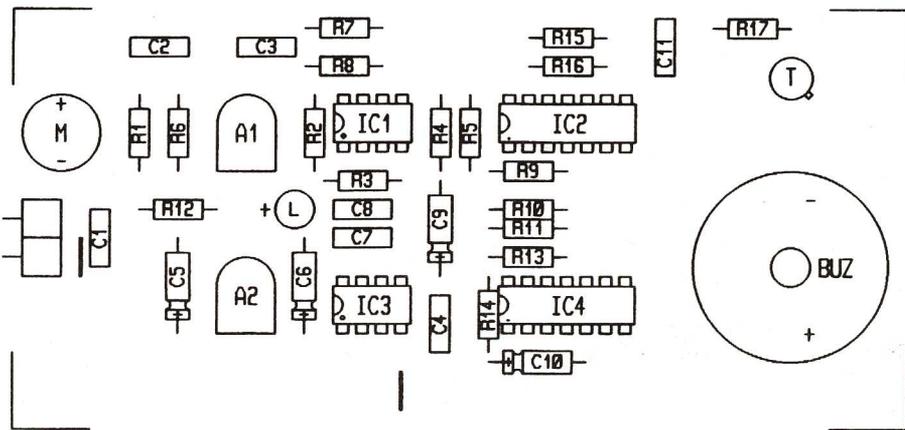


Fig 3

polarisés : circuits intégrés, capacités électrolytiques, buzzer, transistor, DEL et micro Electrett. Le « moins » de ce dernier se reconnaît facilement : c'est la masse du boîtier métallique.

Lors des essais, le curseur de l'ajustable A1 est à placer en position médiane. On peut augmenter la sensibilité de la détection et donc la portée du récepteur, en tournant le curseur de A2 dans le sens des

aiguilles d'une montre.

Pour le réglage de fo, en prenant une flûte et en émettant une note quelconque, il suffit d'agir sur le curseur de A2 pour obtenir la réaction du détecteur.

## NOMENCLATURE

### 2 straps

R<sub>1</sub> à R<sub>5</sub> : 5 x 10 kΩ (marron, noir, orange)  
 R<sub>6</sub> et R<sub>7</sub> : 2 x 1 kΩ (marron, noir, rouge)  
 R<sub>8</sub> et R<sub>9</sub> : 2 x 100 kΩ (marron, noir, jaune)  
 R<sub>10</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange)  
 R<sub>11</sub> et R<sub>12</sub> : 2 x 1 kΩ (marron, noir, rouge)  
 R<sub>13</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange)  
 R<sub>14</sub> et R<sub>15</sub> : 2 x 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R<sub>16</sub> : 1 MΩ (marron, noir, vert)  
 R<sub>17</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)  
 A<sub>1</sub> : ajustable 1 MΩ  
 A<sub>2</sub> : ajustable 220 kΩ  
 M : micro Electrett (2 broches)  
 BUZ : buzzer piézo (oscillateur incorporé)  
 L : LED rouge ø 3  
 C<sub>1</sub> : 0,1 µF milfeuil  
 C<sub>2</sub> et C<sub>3</sub> : 2 x 1 µF milfeuil  
 C<sub>4</sub> : 0,47 µF milfeuil  
 C<sub>5</sub> : 1 µF/10 V électrolytique  
 C<sub>6</sub> : 2,2 µF/10 V électrolytique  
 C<sub>7</sub> et C<sub>8</sub> : 2 x 10 nF milfeuil  
 C<sub>9</sub> et C<sub>10</sub> : 2 x 10 µF/10 V

### électrolytique

C<sub>11</sub> : 1 µF milfeuil  
 IC<sub>1</sub> : LM 358 (2 ampli-op)  
 IC<sub>2</sub> : CD 4011 (4 portes NAND)  
 IC<sub>3</sub> : LM 567 (décodeur de tonalité)  
 IC<sub>4</sub> : CD 4001 (4 portes NOR)  
 2 supports 8 broches  
 2 supports 14 broches  
 T : transistor NPN 2N1711  
 Bornier soudable 2 plots

(Suite de la page 2)

La Triode : Le rôle de la grille		
1er cas : La grille est neutre		Les électrons voyagent normalement sans être gênés par la grille.
2ème cas : La grille est négative		La grille négative repousse les électrons (phénomène de répulsion). Plus la grille a un potentiel négatif plus elle repoussera les électrons
3ème cas : La grille est positive		La grille positive va capter quelques rares électrons mais elle va surtout être un formidable moyen d'accélérer les électrons et de les orienter vers l'anode. Par conséquent une augmentation du potentiel de la grille provoque une augmentation des électrons.

Fig 6

Nous souhaitons maintenant faire varier le courant de plaque sans modifier la différence de potentiels entre la cathode et l'anode. Modifier le courant de plaque revient à intervenir sur le flux d'électrons. On place donc une « grille » entre l'anode et la cathode et nous obtenons une triode. Cette grille est une sorte de « régulateur de trafic ». Elle décide si oui ou non les électrons qui quittent la cathode sont autorisés à atteindre l'anode. La grille peut interdire ou favoriser le passage des électrons, d'où son influence sur le courant de plaque (voir la figure 6); de très faibles variations du potentiel de la grille (la « tension de grille » varie entre ≈ - 2V et ≈ + 2V) font varier dans de très grandes proportions le courant de plaque (en fait, le débit d'électrons).

gêne ou, même, interdit le passage des électrons (courant de plaque nul). Quand elle est positive, la grille capte quelques rares électrons, mais surtout, elle accélère et dirige les électrons vers l'anode. Pour plus d'efficacité, la grille est plus proche de la cathode que de l'anode, il s'agit d'une forme de régulation « à la source ». (voir la figure 7).

Lorsque le potentiel de la grille, ou « tension de grille », augmente de 1 V, l'augmentation correspondante du courant de plaque correspond à la « pente » ou « inclinaison » de la lampe et est mesuré en mA/V. Par exemple, si en augmentant de 1 V la tension de grille on provoque une augmentation de 5 mA de l'intensité

du courant anodique, alors la pente de la lampe triode est 5 mA/V. Nous savons que la différence de potentiels entre la cathode et l'anode a une influence directe sur l'intensité du courant anodique. Nous allons donc mesurer l'augmentation nécessaire de cette différence de potentiels afin d'obtenir une augmentation de l'intensité du courant anodique égale à 5 mA. 5 mA n'est pas une valeur quelconque, elle correspond ici à l'augmentation d'intensité du courant anodique obtenue en augmentant de 1 V la tension de grille. Nos mesures indiquent qu'il nous faut augmenter de 27 V la différence de potentiels entre l'anode et la cathode pour obtenir un résultat identique à celui fourni par une augmentation de 1 V de la tension de grille. En résumé, pour une même augmentation du courant anodique, la variation de la tension de plaque est 27 fois plus grande que celle de la tension de grille. On dira que le coefficient d'amplification de notre lampe triode est 27. Comme vous l'avez constaté, de faibles variations du potentiel de la grille provoquent de grandes variations du courant de plaque. Les lampes sont donc capables d'amplifier un signal.

Afin d'amplifier un signal, il suffit de l'envoyer sur la grille d'une lampe triode (simple, non ?). En pratique, certains « effets secondaires » vont nous obliger à doter notre belle lampe triode de nouvelles électrodes.

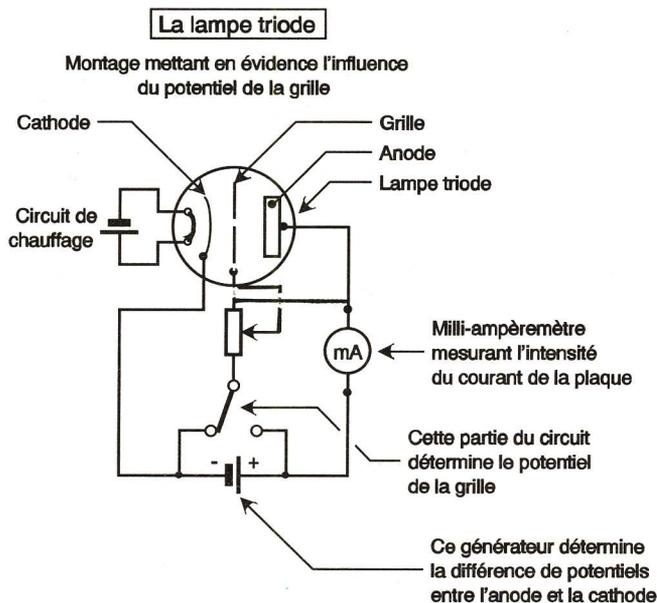
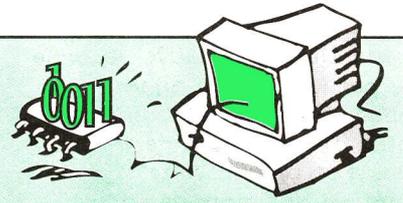


Fig 7

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



## LES PERIPHERIQUES (3<sup>e</sup> partie)

### LE LECTEUR DE DISQUETTES

Cette unité de stockage des informations appartient à la catégorie des périphériques d'entrée/sortie.

Si au début des années 80 on utilisait des magnétophones pour l'enregistrement des programmes et des données, leur emploi nous apparaîtrait aujourd'hui comme tout à fait insupportable, et ce pour plusieurs raisons :

- Les programmes actuels sont longs de plusieurs centaines de milliers d'octets.
- Leur stockage et leur lecture se doivent d'être fiables.
- Leur accès doit être rapide.

d'un matériau non tissé. La fonction du non tissé est la retenue et l'élimination des poussières qui pourraient endommager le disque ou encrasser la tête de lecture. Le processus de fabrication des disques rigides, d'une taille plus petite (3,5 pouces) est identique si ce n'est qu'ils sont enfermés dans deux demi-coques de plastique rigide.

La tête de lecture du lecteur de disquettes utilise les propriétés magnétiques des particules d'oxyde de fer qui s'orientent en présence d'un champ magnétique. L'orientation

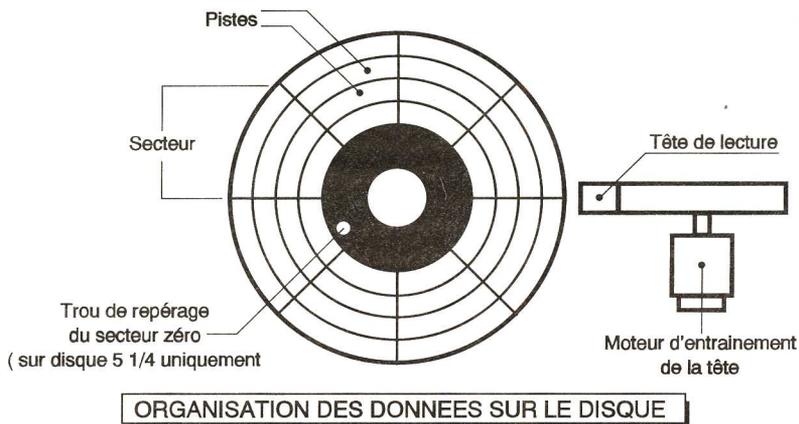


Fig 1

Seuls les lecteurs de bandes de l'industrie informatique conservent leur caractère utile du fait qu'ils s'avèrent tout à fait économiques pour le stockage et la conservation de volumes importants d'informations, comme l'annuaire téléphonique, les opérations bancaires ou la gestion des grosses sociétés.

En fait, la sauvegarde sur bandes magnétiques est maintenant abandonnée dans le cadre de la micro-informatique au profit des disques et disquettes.

### LES DISQUETTES

Les disquettes constituent le support physique des informations que nous voulons conserver.

Le disque souple est fabriqué à partir d'une découpe circulaire dans une feuille de polyester. Il est ensuite enduit sur ses deux faces d'une couche d'un mélange d'oxyde ferrique, de résine (le liant) et de solvant. Le tout est ensuite enfermé dans une jaquette souple prédécoupée dont l'intérieur est recouvert

des particules va donc créer un champ induit dont la valeur correspondra au zéro ou un logique. Afin de vous familiariser avec le vocabulaire concernant les disquettes, voici quelques rappels et définitions.

#### La taille :

la taille du disque qui se trouve enfermé dans une enveloppe (qu'elle soit souple ou rigide) est exprimée en pouces. Les tailles les

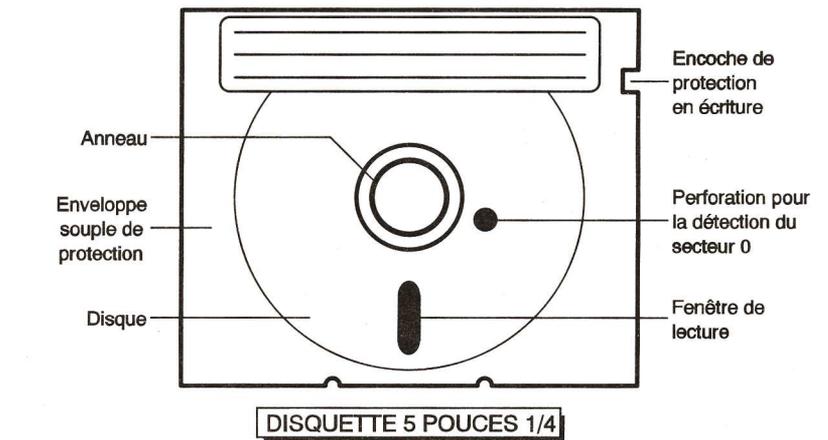


Fig 3

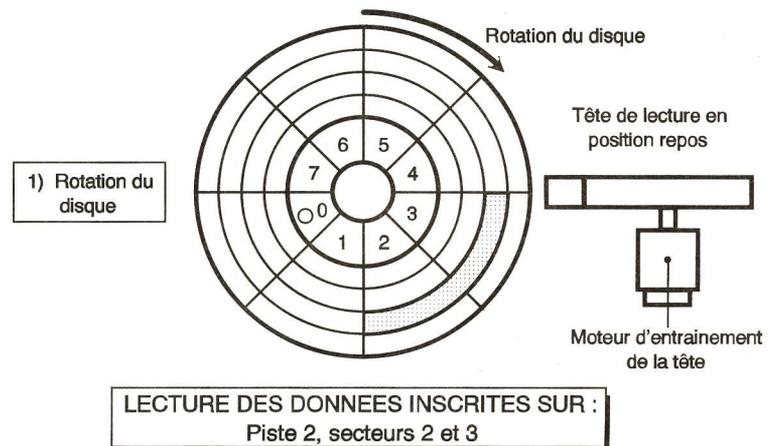


Fig 4

plus courantes sont 5 1/4 (cinq un quart) et 3 1/2 (trois et demi) pouces. Des tailles comme le 8 pouces ou le 3 pouces sont abandonnées ou marginales.

#### Les faces :

un disque peut être simple face mais il sera plus généralement double face. Les lecteurs de disquettes que vous trouverez sur un compatible PC comportent deux têtes de lecture qui se déplacent simultanément sur chaque face du disque.

#### Les pistes :

un disque est découpé logiquement en pistes concentriques. Celles-ci sont numérotées de la périphérie vers le centre.

#### La densité linéaire :

détermine le nombre d'octets qu'il sera possible d'inscrire sur une piste.

#### La densité radiale :

défini la capacité du disque car elle détermine le nombre de pistes contiguës inscriptibles. Les disquettes DD (Double Densité) permettent d'inscrire 80 pistes par face.

#### La sectorisation :

la sectorisation physique (hard sectoring) a depuis longtemps cédé la place à la sectorisation logicielle (soft sectoring). Chaque piste est découpée en un certain nombre de secteurs, chacun d'eux contenant 512 octets. Une disquette HD (Haute Densité) est une disquette pour laquelle le nombre de secteurs passe de 9 à 15.

#### Le formatage :

c'est l'opération qui consiste à inscrire sous une forme logique les repères de chaque piste et secteur. Le formatage est indispensable pour l'inscription des données. Le format d'une disquette est propre à la catégorie de machines qui l'utilise (une disquette formatée sur un compatible PC ne sera pas utilisable sur un Apple à moins d'être reformatée sur cette autre machine).

#### La capacité :

celle-ci correspond à la quantité totale d'octets inscriptibles sur le disque. Elle dépend du nombre de pistes et de secteurs préparés au formatage.

Sur une disquette DD, vous pourrez inscrire 80 pistes par face, chaque piste étant découpée en 9 secteurs, ce qui donnera une capacité utile totale de 720 000 octets (720 Ko).

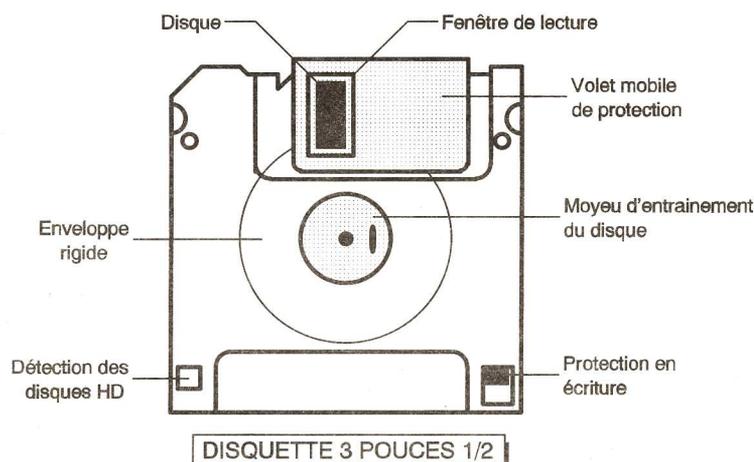


Fig 2



# DESSINONS AVEC NOS CALCULATRICES GRAPHIQUES !



Les calculatrices graphiques peuvent se transformer en amusants petits outils de dessin, ils nous suffisent pour cela de manipuler leurs fonctions graphiques élémentaires : le tracé du point et de la droite. Nous vous proposons aussi quelques mini-programmes certes simples, mais absolument indispensables pour l'étude des circuits oscillants auxquels les lycéens sont confrontés.

## ■ Effacer l'écran

C'est élémentaire mais c'est indispensable. Cela revient à mettre à zéro tous les bits de la "bitmap écran".

### TI-81 :

Pour effacer l'écran "texte"  
:ClrT  
Pour effacer l'écran "graphique"  
:ClrG

### Casio fx :

Pour effacer l'écran "texte"  
" ":" ":" ":" ":" ":" "  
" ":" ":" ":" ":" ":" "  
Pour effacer l'écran "graphique"  
Cls

## ■ Le point

Un point de l'écran graphique est défini par ses coordonnées. Les écrans de nos calculatrices disposent de 96 points (pixels) de base et de 64 points de hauteur (sur les Casio, seules 63 lignes de 95 colonnes sont utilisables). Nous avons intérêt à manipuler des coordonnées entières, nous allons donc définir en conséquence les valeurs extrêmes des coordonnées :

### TI-81 :

:1 → Xmin  
:96 → Xmax  
:1 → Ymin  
:64 → Ymax

### Casio fx :

Range 1,95,0,1,63,0

Nous allons maintenant "allumer" le point de l'écran ayant pour coordonnées (A,B). A et B sont des variables. L'une (A) correspond à l'abscisse, l'autre (B) contient l'ordonnée.

### TI-81 :

:PtON(A,B)

### Casio fx :

Plot A,B

La TI-81 permet d'éteindre un point de l'écran ou d'inverser l'état d'un point.

Pour éteindre un point de l'écran :  
:PtOFF(A,B)  
Pour inverser un point de l'écran :  
:PtChg(A,B)

## ■ Tracer une droite

Nous voulons tracer une droite reliant les points de coordonnées (A,B) et (C,D).

### TI-81 :

:Line(A,B,C,D)

### Casio fx :

Plot A,B  
Plot C,D  
Line

## ■ Tracer un rectangle

Connaissant les coordonnées (A,B) et (C,D) des extrémités de la diagonale d'un rectangle, traçons celui-ci.

### TI-81 :

:Line(A,B,C,B)  
:Line(C,B,C,D)  
:Line(C,D,A,D)  
:Line(A,D,A,B)

### Casio fx :

Plot A,B  
Plot C,B  
Line  
Plot C,D  
Line  
Plot A,D  
Line  
Plot A,B  
Line

## ■ Tracer un cercle

Connaissant les coordonnées (A,B) du centre du cercle et son rayon R, un programme très simple nous permet d'oublier que nos calculatrices ne disposent pas de la fonction CIRCLE. Prenez garde, pour un résultat correct, il est indispensable que le repère soit orthonormé.

### TI-81 :

:Deg  
:Disp "X CENTRE"  
:Input A  
:Disp "Y CENTRE"  
:Input B  
:Disp "RAYON"  
:Input R  
:0→I  
:Lbl 0  
:A+R\*cos I→G  
:B+R\*sin I→H  
:PtOn(G,H)  
:I+1→I  
:If I ≤ 360  
:Goto 0

### Casio fx :

Deg  
"X CENTRE"  
?→A  
"Y CENTRE"  
?→B  
"RAYON"  
?→R  
0→I  
Lbl 0  
A+R\*cos I→G  
B+R\*sin I→H  
Plot G,H  
I+1→I  
I ≤ 360⇒Goto 0

## ■ Tracer un disque

Il nous suffit d'apporter une modification mineure au programme de tracé de cercle pour que celui-ci trace des disques.

### TI-81 :

:Deg  
:Disp "X CENTRE"  
:Input A  
:Disp "Y CENTRE"  
:Input B  
:Disp "RAYON"  
:Input R  
:0→I  
:Lbl 0  
:A+R\*cos I→G  
:B+R\*sin I→H  
:Line(A,B,G,H)  
:I+1→I  
:If I ≤ 360  
:Goto 0

### Casio fx :

Deg  
"X CENTRE"  
?→A  
"Y CENTRE"  
?→B  
"RAYON"  
?→R  
0→I  
Lbl 0  
A+R\*cos I→G  
B+R\*sin I→H  
plot A,B  
Plot G,H  
Line  
I+1→I  
I ≤ 360⇒Goto 0



## ■ Saisie de coordonnées

Il peut être intéressant de déplacer un index clignotant sur l'écran graphique à l'aide des touches de déplacement et de copier les coordonnées de celui-ci dès que la touche [ENTER] (ou [EXE] sur Casio fx) est pressée. Les coordonnées seront copiées dans les variables X et Y.

### TI-81 :

:Input

### Casio fx :

Plot ▲

## ■ Impédance d'un dipôle RLC

L'impédance Z est une grandeur positive exprimée en ohms. Elle dépend de la résistance R, de l'auto-inductance L, et de la pulsation.

### TI-81 :

:Disp "R="  
:Input R  
:Disp "L="  
:Input L  
:Disp "C="  
:Input C  
:Disp "PULSATION="  
:Input W  
:(L\*W)-(1/(C\*W))→K  
:K^2→K  
:R^2→R  
:√(R+K)→Z  
:Disp "Z="  
:Disp Z  
:Pause  
:End

### Casio fx :

"R=" : ?→R  
"L=" : ?→L  
"C=" : ?→C  
"PULSATION=" : ?→W  
(LxW)-(1÷(CxW))→K

K^2→K  
R^2→R  
√(R+K)→Z  
"Z=" : Z ▲

## ■ Bande passante à 3dB et facteur de qualité

On nomme résonance le phénomène qui se produit quand on excite un oscillateur avec une pulsation égale à sa pulsation propre (il est alors libre et non amorti). La finesse du pic d'intensité au voisinage de la pulsation de résonance (aussi appelée acuité de la résonance) se mesure avec la bande passante ou la bande passante relative correspondant à des intensités comprises entre  $I_0/\sqrt{2}$  et I. On emploie l'expression "bande passante à 3dB". Ce programme calcule la bande passante (résultat noté BP) et la bande passante relative (résultat noté BPR) à partir de la résistance R (égale à l'impédance Z lors du phénomène de résonance), de l'auto-inductance L et de la pulsation propre. Le facteur de qualité (résultat noté FDQ) est aussi appelé coefficient de surtension quand il est supérieur à 1.

### TI-81 :

:Disp "PULSATION="  
:Input W  
:Disp "R="  
:Input R  
:Disp "L="  
:Input L  
:R/L→Y  
:R/(L\*W)→Z  
:Disp "BP="  
:Disp Y  
:Disp "BPR="  
:Disp Z  
:L\*W/R→Q  
:"FDQ="  
:Disp Q  
:Pause  
:End

### Casio fx :

"PULSATION="  
?→W  
"R="  
?→R  
"L="  
?→L  
R÷L→Y  
R÷(LxW)→Z  
"BP="  
Y ▲  
"BPR="  
Z ▲  
LxW÷R→Q  
"FDQ="  
Q ▲

**Note :** Lorsque ces programmes vous demandent des valeurs, exprimez-les à l'aide des unités du S.I. normalisé (V, A, Ω, C, H, F, etc.).

## Bibliographie

"TI-81 : Programmez votre succès", "300 programmes pour TI-81", "Programmation efficace sur Casio fx", "300 programmes pour Casio fx" et "Casio fx : Programmez votre succès"; ces ouvrages sont édités par Dunod. Par ailleurs nous conseillons aux passionnés le service télématique **3615 CALCULATOR** qui rassemble des milliers de programmes et d'astuces pour vos calculatrices.

L. Fieux

# SONNERIE LUMINEUSE TELEPHONE

Des bureaux dont le fond sonore est élevé et couvre la sonnerie du téléphone, ou des petits anges livrés à Morphée dont on souhaite protéger le sommeil sont autant de circonstances où ce petit montage sera le bienvenu.

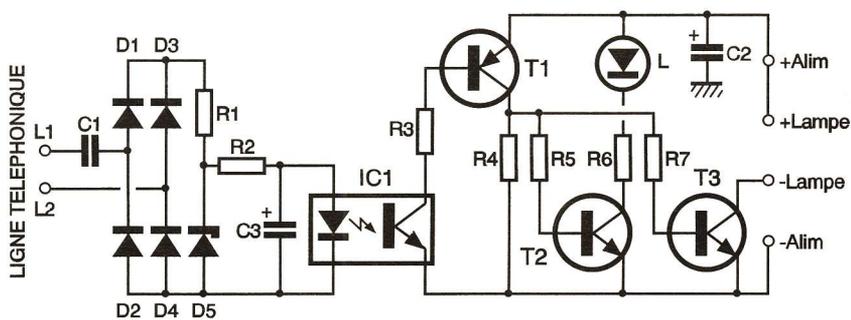


Fig 1

Et ainsi, à chaque présence de sonnerie, T<sub>1</sub> est saturé et commande T<sub>2</sub> et T<sub>3</sub>. T<sub>1</sub> passant, le potentiel présent sur son émetteur se retrouve sur son collecteur. R<sub>5</sub> et R<sub>7</sub> polarisent alors les transistors T<sub>2</sub> et T<sub>3</sub> qui deviennent alors conducteurs. T<sub>2</sub> est utilisé pour commander un petit témoin lumineux et T<sub>3</sub> commande une ampoule de quelques watts.

Le témoin lumineux peut être un voyant, une simple LED ou, comme sur notre maquette, une LED de diamètre 10 mm. Si V<sub>ALIM</sub> est la tension du voyant, R<sub>6</sub> est remplacée par un strap. Si la tension du voyant V<sub>L</sub> est inférieure à V<sub>ALIM</sub>, R<sub>6</sub> est remplacée par une diode zener dont la tension zener est donnée par la relation :

$V_Z = V_{ALIM} - V_L$   
Si L est une LED, V<sub>L</sub> varie en fonction du courant I<sub>L</sub> traversant cette diode et en fonction du type de LED, et plus précisément de sa couleur. On relève généralement  $1,5V < V_L < 2,2V$ . On prendra une valeur moyenne de V<sub>L</sub> = 2V et I<sub>L</sub> = 20mA.

Soit si V<sub>ALIM</sub> = 24V,  $R_6 = (24 - 2) / 0,02 = 1050\Omega$ . On prendra R<sub>6</sub> = 1kΩ, valeur normalisée la plus proche de la valeur calculée. La puissance dissipée par R<sub>6</sub> est :  $P = R_6 \cdot I_L^2 = 1000 \cdot 0,02^2 = 0,4W$ . Etant donné que la sonnerie est occasionnelle et qu'elle retentit en alternance avec un silence, on peut choisir une résistance de 1/2W sans craindre un échauffement excessif.

Pour des charges plus importantes, la sortie commandée par T<sub>3</sub> est utilisée. T<sub>3</sub> est un transistor darlington de puissance. A titre indicatif, ses caractéristiques sont résumées par le tableau de la figure 3. L'ampoule placée entre les bornes + LAMPE et - LAMPE pourra être de plusieurs watts ; par exemple, 12V/25W.

## REALISATION PRATIQUE

La réalisation du circuit imprimé et de l'implantation des composants ne présente aucune difficulté (fig. 2 et 3). Le choix de C<sub>1</sub> est assez large : 0,68μF à 1,5μF, mais sa tension de service doit être au minimum de 160V. Si V<sub>ALIM</sub> devait atteindre 24V, la valeur des résistances R<sub>4</sub> à R<sub>7</sub> doit être multipliée par 2 et C<sub>2</sub> aura une tension de 40V.

Hervé CADINOT

## LE SIGNAL DE SONNERIE

La tension présente entre les deux bornes d'une ligne téléphonique varie en fonction de la phase d'utilisation du téléphone : réception de sonnerie, composition d'un numéro,

de commande de cet optocoupler est fourni par le signal de sonnerie redressé. A chaque présence de sonnerie, l'optocoupler est saturé et la lampe est allumée.

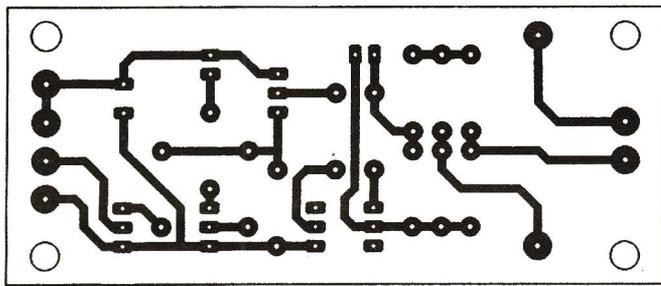


Fig 2

conversations. La valeur de cette tension varie, mais également sa polarité et sa nature (alternatif ou continu). Lors de la réception d'un appel, le signal de sonnerie se superpose à la tension continue de la ligne alors à 48V. Le signal de sonnerie est, quant à lui, alternatif, et plus précisément sinusoïdal de fréquence 50 Hz. Ces caractéristiques sont donc analogues à la tension du secteur si ce n'est la différence d'amplitude de 220V pour le secteur et de 72V pour le signal de sonnerie.

## LE FONCTIONNEMENT

Le montage repose sur un optocoupler dont le rôle est d'isoler la ligne téléphonique de la charge que représente un éclairage. Le courant

## LE SCHEMA (fig. 1)

Le signal de sonnerie étant superposé à une tension continue, le rôle de C<sub>1</sub> est double. D'une part, ce condensateur élimine la composante continue et, d'autre part, il limite la valeur du courant alternatif qui traverse le pont de Graetz, pont réalisé avec les diodes D<sub>1</sub> à D<sub>4</sub>. Ce pont redresse les alternances du signal alternatif de sonnerie. Aux bornes de la branche R<sub>1</sub>, D<sub>5</sub> évolue alors une tension unidirectionnelle qui polarise la diode zener en inverse. Une tension régulée apparaît ainsi aux bornes de D<sub>5</sub>, c'est la tension zener, choisie pour cette application à 5,1V. C<sub>3</sub> filtre cette tension qui alimente alors en continu la diode de l'optotransistor, dont le transistor est alors passant.

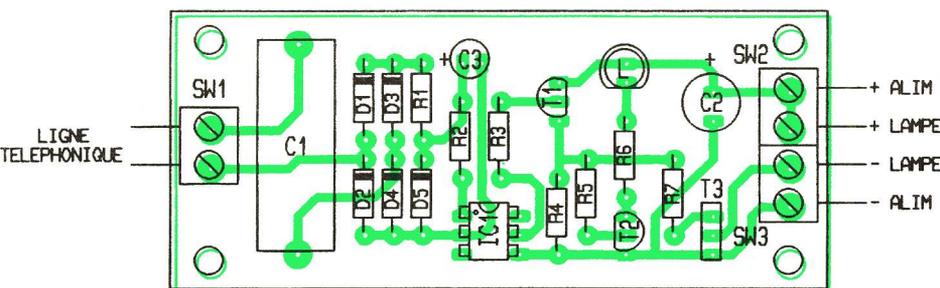


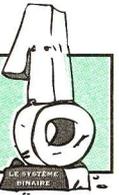
Fig 3

BD 677	
V <sub>CE</sub> max	60 V
V <sub>BE</sub> max	5 V
I <sub>C</sub> max	4 A
P <sub>TOT</sub> max	40 W
F <sub>T</sub> min	1 MHz
h <sub>FE</sub>	750
I <sub>C</sub> = 2 A	

## NOMENCLATURE

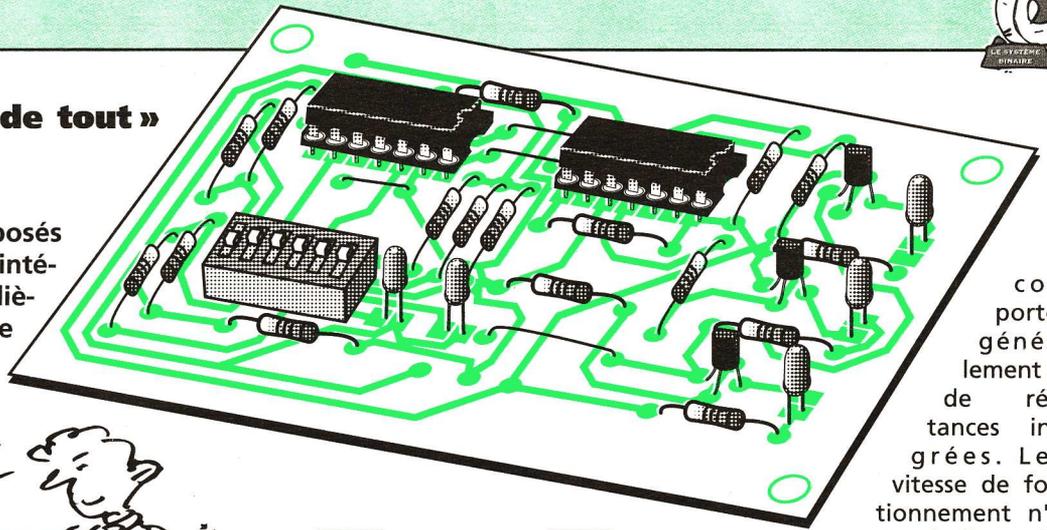
- R<sub>1</sub>: 330 Ω (orange, orange, marron)
- R<sub>2</sub>: 220 Ω (rouge, rouge, marron)
- R<sub>3</sub>: 47 kΩ (jaune, violet, orange)
- R<sub>4</sub>: 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
- R<sub>5</sub>: 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
- R<sub>6</sub>: 470 Ω (jaune, violet, marron)
- R<sub>7</sub>: 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
- C<sub>1</sub>: 1 μF/160 V
- C<sub>2</sub>: 47 μF/25 V
- C<sub>3</sub>: 47 μF/10 V
- D<sub>1</sub> à D<sub>4</sub>: 1N4004
- D<sub>5</sub>: zener 5,1 V
- T<sub>1</sub>: BC 557
- T<sub>2</sub>: BC 547
- T<sub>3</sub>: BD 677
- IC<sub>1</sub>: optocoupler TIL 111
- Borniers 2 plots et 4 plots
- L: LED ou voyant

# LOGIQUE 6



## « Le commencement est la moitié de tout » (Lucien, Le songe)

Les nombreux montages électroniques proposés dans ces pages utilisent souvent des circuits intégrés numériques : ces composants, appelés familièrement « puces », consistent en une association de résistances, diodes et transistors regroupés directement sur une minuscule pastille de silicium, le substrat.



comportent généralement pas de résistances intégrées. Leur vitesse de fonctionnement n'est guère brillante face

aux circuits TTL, quoique satisfaisante pour un usage courant. La plage d'alimentation des circuits C/MOS est plus large, puisqu'elle s'étend en pratique de 5 à 15V ; ils peuvent donc parfaitement cohabiter dans une maquette avec leur collègues TTL, mais sous une tension de 5V !

Au titre des points noirs, la famille C/MOS est particulièrement sensible aux phénomènes électrostatiques que les fabricants essaient d'atténuer au mieux. On trouvera souvent ces circuits piqués sur un morceau de mousse conductrice ou un bout de

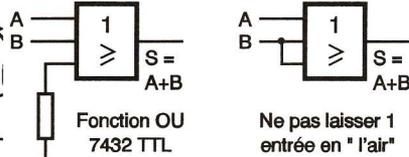
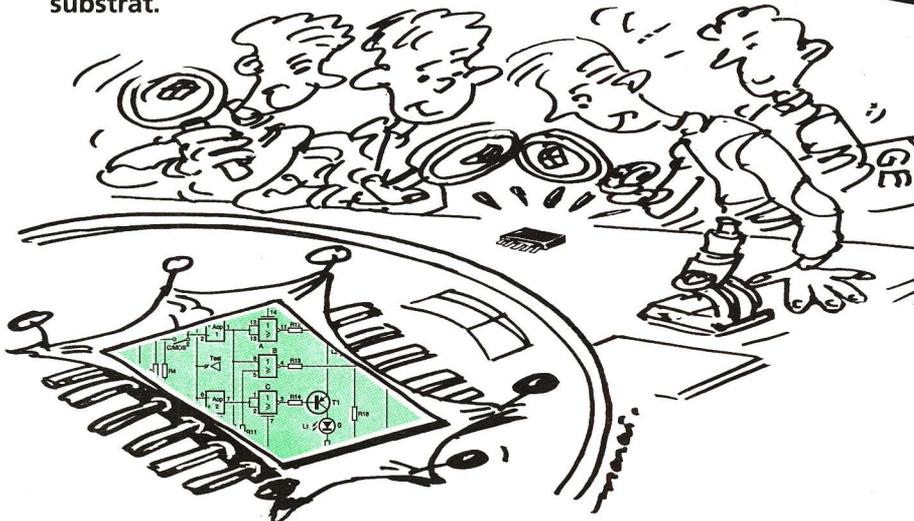


Fig 3

> la tension maxi admise pour un niveau logique bas sera de 0,8V ;  
< pour garantir un niveau logique haut, il faut au moins disposer de 2,4V.

La plage de tension comprise entre 0,8V et 2,4V sera soigneusement évitée puisqu'elle correspond à un niveau indéterminé, donc inexploitable. De même, on se souviendra que toute entrée laissée en « l'air » ou flottante est considérée en TTL comme un état haut. Il conviendra donc de placer des résistances de rappel à la masse à chaque fois que l'on souhaite forcer une entrée au niveau zéro (fig. 3).

Enfin, la sortance d'une porte logique est sa capacité à pouvoir attaquer avec efficacité d'autres entrées, cette valeur pouvant évoluer entre 10 et 40 selon la série TTL considérée.

On trouvera dans un tableau plus loin les caractéristiques des diverses séries TTL disponibles sur le marché.

### B) Famille C/MOS

Ces circuits sont plus récents ; les transistors de la technologie MOS sont réalisés avec des transistors à effet de champ. L'une de leurs caractéristiques remarquables est une très faible consommation d'énergie, qualité appréciable pour des circuits alimentés sur piles ou accumulateurs. La densité d'intégration de ces circuits est très élevée, puisqu'ils ne

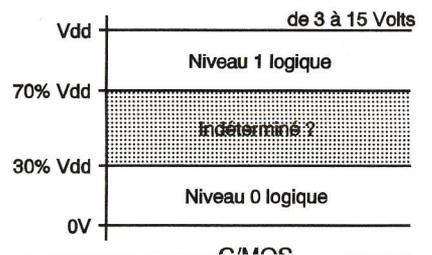


Fig 4

papier alu. Cette précaution court-circuite les diverses pattes et empêche une différence de potentiel trop grande entre elles (fig. 4). Le traitement des niveaux logiques se fera avec les conventions suivantes, exprimées cette fois-ci en pourcentage par rapport à la tension d'alimentation (Vdd) :

> tension de niveau bas inférieure à 30 % de U alimentation ;  
< tension de niveau haut supérieure à 70 % de U alimentation.

Précautions : en technologie C/MOS, il faut obligatoirement relier une entrée inutilisée à une tension fixe, 0V ou Vdd ! La série C/MOS 74 C xx est compatible broche à broche avec les circuits TTL portant la même réf-

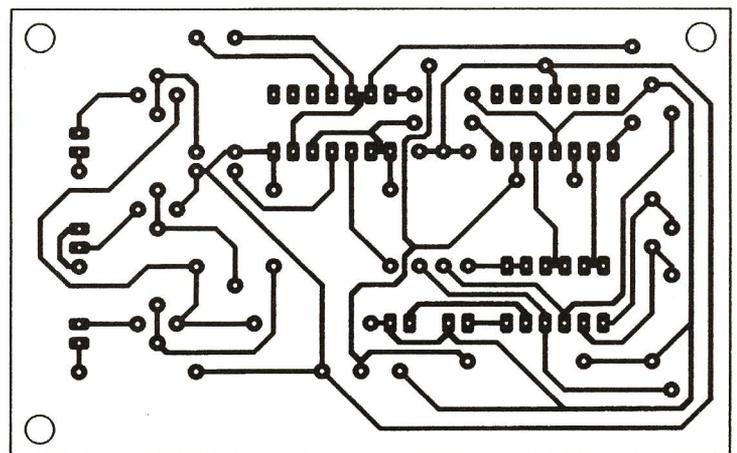


Fig 6

de composants discrets. Deux familles de circuits intégrés se retrouvent souvent dans nos composants actifs. La famille logique TTL (Transistor Transistor Logique) et la famille C/MOS (Métal Oxyde Silicium), que nous allons décrire quelque peu plus. On trouvera encore de nombreux circuits analogiques, comme l'ampli-OP, ou des circuits complexes hybrides.

### A) Famille TTL

Le constructeur Texas Instrument créa en 1964 la première série des circuits TTL qui portait la dénomination 74xx, xx représentant la référence ou fonction logique du circuit. Ainsi le composant 7400 est une quadruple porte NAND à 2 entrées, toujours en service de nos jours, avec quelques améliorations.

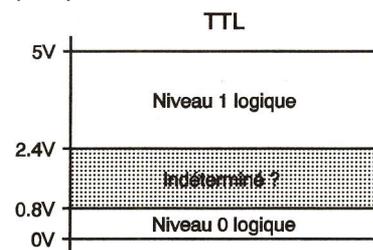


Fig 2

Une des caractéristiques importantes des circuits TTL est leur tension d'alimentation, qui doit se situer le plus près possible de 5V, à + ou - 5 % près (fig. 2). Comme nous le savons déjà, ces circuits ne traitent en principe que des niveaux présentant les caractéristiques d'un 1 logique ou d'un 0 logique, que l'on nomme état haut ou état bas, selon les conventions de l'algèbre binaire. Pour un fonctionnement optimal, il ne faut pas qu'il puisse y avoir d'ambiguïté par rapport au niveau logique appliqué sur les entrées des portes logiques. En technologie TTL, on retiendra que :

L'ensemble est protégé par un boîtier moulé de céramique noire, duquel ne sortent que les broches directement exploitables. La forme de boîtier la plus répandue comporte deux rangées de broches (DIL = Dual In line), dont le nombre varie de 6 pour un optocoupleur à 40 pour le circuit très complexe d'un microprocesseur Z80, par exemple. Ainsi, un boîtier DIL 16 comportera deux rangées de 8 broches qui sont repérées de la façon suivante.

En regardant le boîtier par le dessus, donc posé sur ses broches, et en disposant l'encoche (ou le trou de repérage) à gauche, les repères débiteront à 1 sous le repère jusqu'à 16, dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (fig. 1).

La complexité des circuits intégrés dépend souvent du nombre de constituants implantés sur le substrat, et plus particulièrement du nombre de portes logiques élémentaires. Le degré d'intégration va des circuits les plus simples, ou SSI (une dizaine de portes), aux circuits VLSI. On trouve même actuellement des circuits ULSI, comme par exemple les derniers processeurs 486 ou 586, avec plus de 1 million de compo-



Fig 1

sants ! La très haute intégration des circuits améliore la fiabilité, car elle supprime bon nombre de liaisons sujettes à des soudures défectueuses ; en outre, la consommation des circuits est souvent plus réduite que les circuits équivalents construits autour

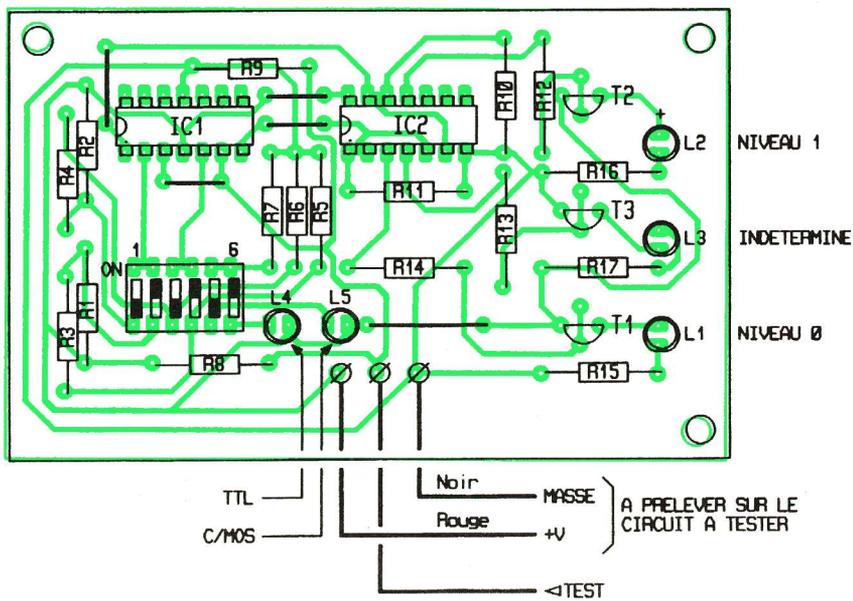


Fig 6

rence; la série 74 HC est une version plus rapide des circuits C/MOS, comparable aux circuits de la série TTL 74 LS... Attention, les séries C/MOS 74 HC et HCT exigent une tension comprise entre 2 et 6V seulement. On pourra retrouver toutes ces données dans le tableau récapitulatif.

### REALISATION D'UN TESTEUR LOGIQUE

Nous vous proposons en application à cet article de construire un petit testeur de niveaux logiques, capable de signaler le niveau 1 logique, le niveau 0 bien entendu et la zone indéterminée qui ne correspond à aucune valeur exploitable (fig. 5). Il le fera d'ailleurs aussi bien avec des

circuits TTL sous une tension de 5V qu'en présence de circuits C/MOS sous n'importe quel potentiel compris entre 5 et 15V. Le schéma proposé est donné à la figure 1.

Un petit calcul sur les ponts diviseurs nous permettra de réviser nos connaissances. En position TTL, on considérera l'association R2, R4 et R6, soit  $4,7\text{ k}\Omega + 3,3\text{ k}\Omega + 1,5\text{ k}\Omega$ . Le niveau bas a pour valeur :

$$U_{\text{bas}} = \frac{5 \times 1,5\text{ k}\Omega}{9,5\text{ k}\Omega} = 0,79\text{ V}$$

Le niveau haut vaudra :

$$U_{\text{haut}} = \frac{5 \times 4,8\text{ k}\Omega}{9,5\text{ k}\Omega} = 2,52\text{ V}$$

La configuration TTL est obtenue en fermant simultanément le mini-DIL

1, 3 et 5, avec donc signalisation par la diode LED L4. Le niveau logique à mesurer est appliqué simultanément sur les broches 6 et 3 des deux ampli-OP, montés ici en comparateur à fenêtre, dont nous rappellerons brièvement le fonctionnement : lorsque sur un AOP monté en comparateur, donc fonctionnant en saturation, la tension présente sur la broche e+ est supérieure à celle présente sur la broche e- ; dans ce cas, la sortie est haute et prend sensiblement la valeur de la tension d'alimentation, considérée pour nous par un niveau logique haut. Dans la situation où e- est supérieure à e+, la sortie de l'AOP est basse et correspond au niveau logique 0. Pour notre application, trois cas peuvent se présenter :

> U test est inférieur au seuil bas de 0,79V, donc niveau logique 0 signalé par la diode LED jaune L1, via le transistor T1.

> Un test est compris entre les deux seuils pré-réglés, donc niveau non déterminé signalé par la diode LED rouge L3.

> U test est supérieur à 2,5V, donc niveau logique 1 signalé par la LED verte L2 via le transistor T2.

En l'absence de tension sur l'entrée de mesure, les résistances R8 et R9 appliquent une tension telle sur les comparateurs que le niveau logique indéterminé est affiché.

En position C/MOS, il convient de fermer les seuls mini-DIL pairs, avec allumage sur la LED L5. Le calcul des tensions de seuil se fera sur les valeurs de R1, R3 et R5, à savoir  $3,3\text{ k}\Omega + 3,9\text{ k}\Omega + 3,3\text{ k}\Omega$ . Les valeurs s'exprimeront ici en pourcentage de la tension d'alimentation du montage, notée Vdd :

$$\text{SEUIL BAS} = \frac{R_5}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{3,3\text{ k}\Omega}{10,5\text{ k}\Omega} = 31\% \text{ de Vdd}$$

$$\text{SEUIL HAUT} = \frac{R_3 + R_5}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{7,2\text{ k}\Omega}{10,5\text{ k}\Omega} = 69\% \text{ de Vdd}$$

Pour le reste, le même raisonnement pourra s'appliquer pour expliquer l'allumage des diverses LED de signalisation.

### REALISATION

On trouvera sur la figure 6 le tracé des pistes de cuivre qu'il sera possible de reproduire par le biais de la méthode photographique ou à l'aide de quelques transferts. Il vous appartient de monter les quelques composants en suivant les indications du document 3, en respectant l'orientation des transistors et diodes LED. Il serait pratique de doter les fils d'alimentation rouge et noir de mini-pinces crocodiles puisque le montage prélève sa tension d'alimentation sur le montage à tester; la borne de test pourra recevoir un fil doté d'une pointe de touche.

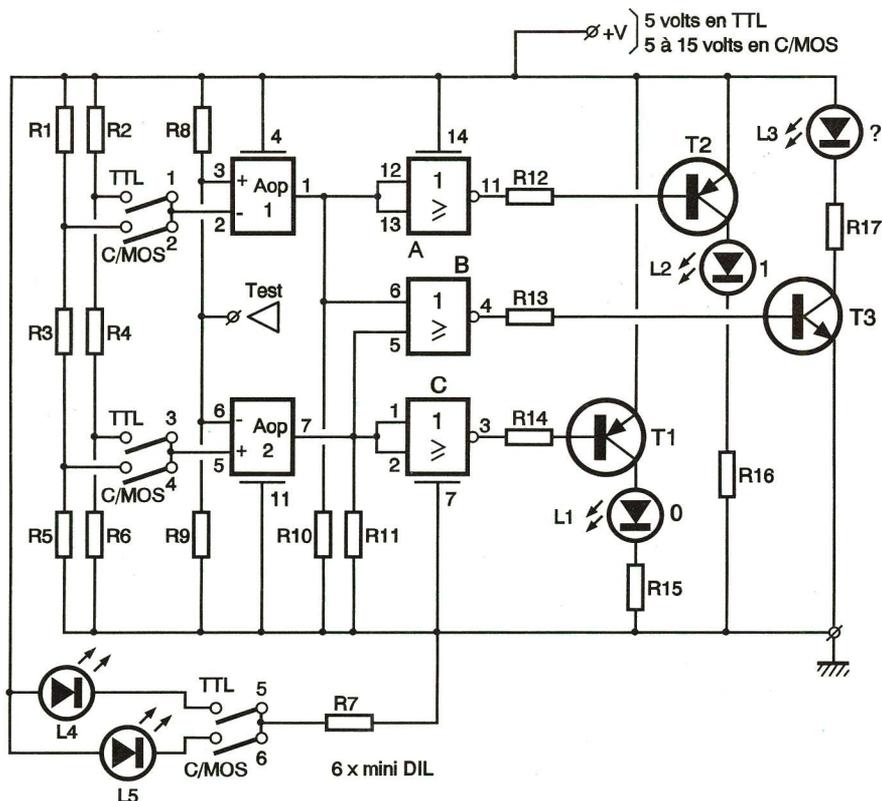


Fig 5

### NOMENCLATURE

- a) Semi-conducteurs  
 IC<sub>1</sub> : quadruple AOP LM324 ou TL084  
 IC<sub>2</sub> : quadruple NOR C/MOS 4001  
 T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> : transistors NPN BC 327 ou équivalent  
 T<sub>3</sub> : transistor NPN BC 337 ou équivalent  
 L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> : diodes LED 5 mm  
 L<sub>4</sub>, L<sub>5</sub> : diodes LED 3 mm
- b) Résistances (toutes valeurs 1/4 W)  
 R<sub>1</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>5</sub> : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)  
 R<sub>2</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)  
 R<sub>3</sub> : 3,9 kΩ (orange, blanc, rouge)  
 R<sub>6</sub> : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)  
 R<sub>7</sub> : 910 Ω (blanc, marron, marron)  
 R<sub>8</sub> : 1,5 MΩ (marron, vert, vert)  
 R<sub>9</sub> : 680 kΩ (bleu, gris, jaune)  
 R<sub>10</sub>, R<sub>11</sub> : 2,7 kΩ (rouge, violet, rouge)  
 R<sub>12</sub>, R<sub>13</sub>, R<sub>14</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)  
 R<sub>15</sub>, R<sub>16</sub>, R<sub>17</sub> : 910 Ω (blanc, marron, marron)
- Divers  
 2 supports à souder  
 14 broches  
 6 inters mini-DIL  
 Picots à souder, fil souple, pinces crocodiles et pointe de touche

	TTL						C/MOS			
Série	74xx	74Lxx	74Sxx	74LSxx	74ASxx	74ALSxx	4000	74Cxx	74HCxx	74HCTxx
Tension	5 V	5 V	5 V	5 V	5 V	5 V	3 à 15 V	2 à 6 V		
Vitesse	9 ns	33 ns	3 ns	9,5 ns	1,7 ns	4 ns	45 ns	80 ns	8 ns	8 ns
Puissance	10 mW	1 mW	20 mW	2 mW	8 mW	1,2 mW	1 nW	1 nW	2,5 nW	2,5 nW
Sortance	10	20	20	20	40	20	50	50	50	50

### ROCHE ELECTRONIQUE

à votre service depuis 1959  
 200 Av. d'Argenteuil  
 92600 - ASNIERES  
 Tél. : 47.99.35.25 - Fax. : 47.98.04.78  
 Vente aux particuliers et collèges  
**nouveau catalogue 1994**  
**CATALOGUE n° 10**  
**TECHNIQUE & ILLUSTRÉ**  
 Des milliers de composants, près de 380 kits, + de 400 fiches, connecteurs et câbles, un important rayon mesure, tout l'outillage et les machines pour l'électronique, un rayon librairie technique sélectionné, + de 900 accessoires de finition dont 100 boîtiers, les haut-parleurs hifi, les accessoires informatiques... etc.  
 + Les prix unitaires et par quantités.  
 Prix en magasin : 12 F.  
 Franco chez vous contre 22 F en timbres, chèque ou mandat.

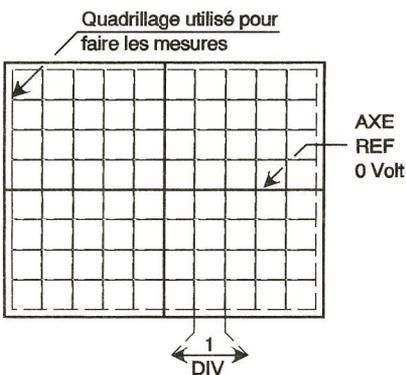


## L'OSCILLOSCOPE (3<sup>e</sup> PARTIE)

Nous aborderons dans les lignes qui suivent la présentation détaillée des étages d'entrée et de la base de temps d'un oscilloscope, mais étant donné que certaines notions abordées dans la suite de cet exposé font référence à l'aspect et à la terminologie relative aux écrans, nous allons consacrer quelques lignes à leur présentation.

### L'ECRAN D'UN SCOPE

La **figure 1** montre l'aspect d'un écran comme en sont munis la majeure partie des oscilloscopes courants. On s'aperçoit que la hauteur et la largeur de l'écran est découpée en unités de longueur proches du centimètre que l'on appelle des DIVISIONS. L'ensemble forme un quadrillage (parfois appelé GRILLE) qui permet d'effectuer des mesures dont la précision est satisfaisante mais qui dépend toutefois du doigté de l'opérateur et de sa façon d'apprécier la position de la trace par rapport au quadrillage.



Aspect d'un écran de scope **Fig 1**

Les écrans actuels sont généralement formés de dix divisions horizontales et de huit verticales. L'axe horizontal central, sur lequel on positionne généralement la trace du scope pour l'observation des phénomènes alternatifs et qui devient de ce fait le repère « zéro volt », est en trait plus épais pour faciliter son repérage. Il en est de même pour l'axe vertical central. Dans le fonctionnement normal, c'est-à-dire lorsque la base de temps est en service, l'axe horizontal est représentatif du temps. Pour préciser l'échelle utilisée, on exprime celle-ci en secondes par division (s/div) ou en sous-multiples : ms/div et  $\mu$ s/div. Pour l'axe vertical, on utilise le volt/div et le mV/div.

### LES ETAGES D'ENTREE

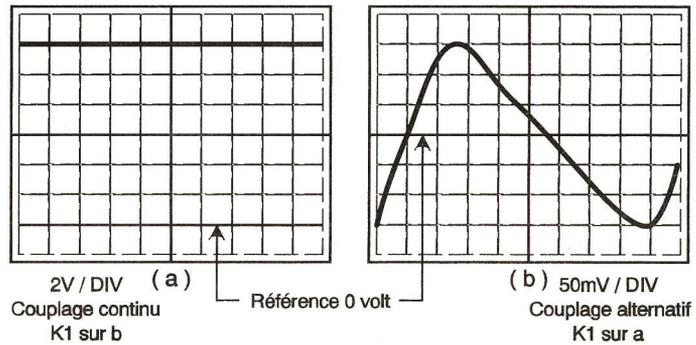
La **figure 2** regroupe les éléments correspondant à des fonctions particulières et essentielles des étages d'entrée d'un scope. Les deux voies étant parfaitement identiques, nous n'en détaillons qu'une seule.

#### A) Le commutateur d'entrée

On remarque en premier lieu que le signal passe par un commutateur K1 à trois positions.

Dans la position « a », le signal présent sur l'entrée « Y » est couplé capacitivement alors qu'en position « b » le couplage est direct.

Cette particularité présente un intérêt évident quand on souhaite étudier un signal qui présente une grande composante continue et que l'on s'intéresse aux fluctuations de ce signal autour de sa valeur moyenne. Les **figures 3 (a et b)** fournissent un exemple de cette situation. Nous avons représenté la tension délivrée par une alimentation secteur (dite universelle car elle délivre plusieurs valeurs de tension) supposée réglée sur 12 V, du type de celles qu'on utilise actuellement pour alimenter de nombreux appareils électriques ou électroniques. Figure 3a, le signal est couplé directement (K1 sur « b »). Avec une sensibilité de 2 V/div, soit une hauteur de six divisions pour les 12 V, on est conduit à baisser la référence 0 V pour que le signal apparaisse sur l'écran. L'ondulation résiduelle est à peine perceptible à l'œil. En revanche (**fig. 3b**), le couplage capacitif (K1 sur « a ») supprime la composante continue de l'alimentation, l'opérateur peut rétablir la référence « 0 V » au centre de l'écran et choisir une sensibilité verticale importante (50 mV/div), ce qui permet de voir l'ondulation de la tension dont la valeur crête à crête atteint près de 300 mV dans notre exemple. Notons au passage qu'une telle valeur pourrait être la cause de



La même tension observée avec un couplage et une sensibilité verticale différente

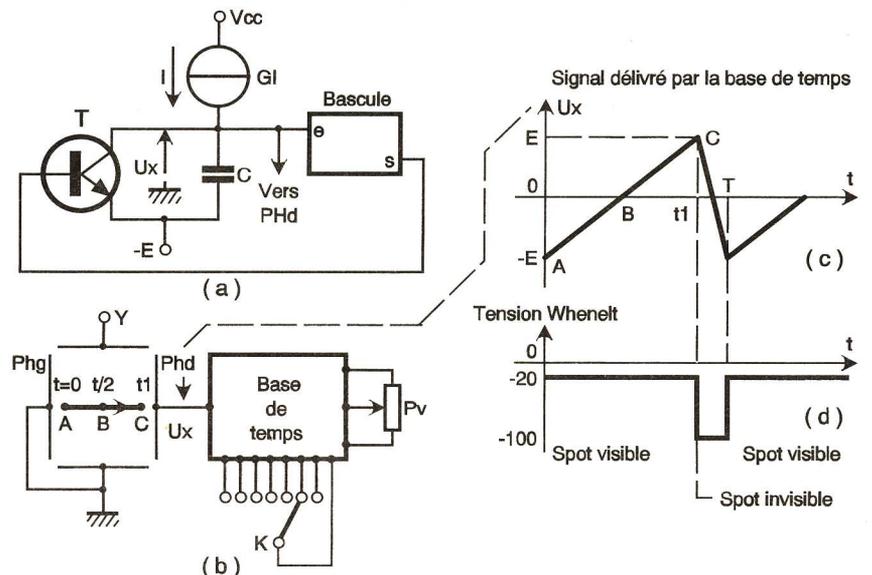
**Fig 3**

ronflements rencontrés lors de l'utilisation de ce type d'alimentation avec des appareils comme un baladeur ou un récepteur FM qui nécessitent une alimentation de qualité. La position « c » de l'inverseur K1 est utilisée lorsqu'on souhaite repérer ou modifier la position « 0 V » d'un signal sur l'écran. Dans cette situation, l'entrée de l'étage est à la masse, donc à zéro volt (mais pas le signal « Y » qui, lui, est totalement isolé du scope)

Avec le vernier Pv, on peut ajuster le gain de l'amplificateur entre les valeurs correspondant à deux positions consécutives de K2. Cela permet en particulier d'étaler les signaux sur la totalité de l'écran et ainsi de mieux appréhender leurs particularités quand cela s'avère utile.

#### C) Décalage continu

Le bloc additionneur sert à ajouter

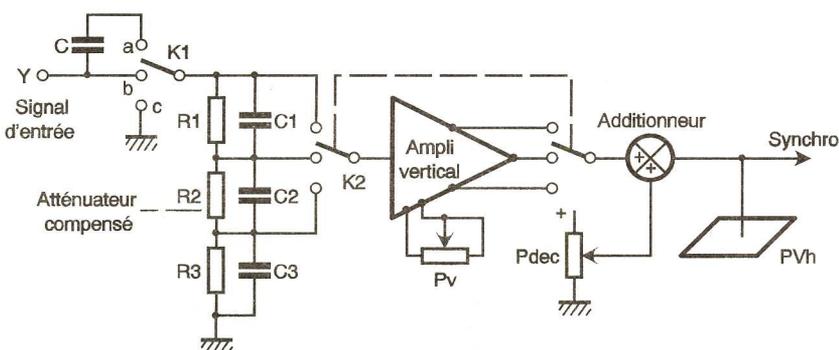


**Fig 4**

#### B) L'atténuateur d'entrée

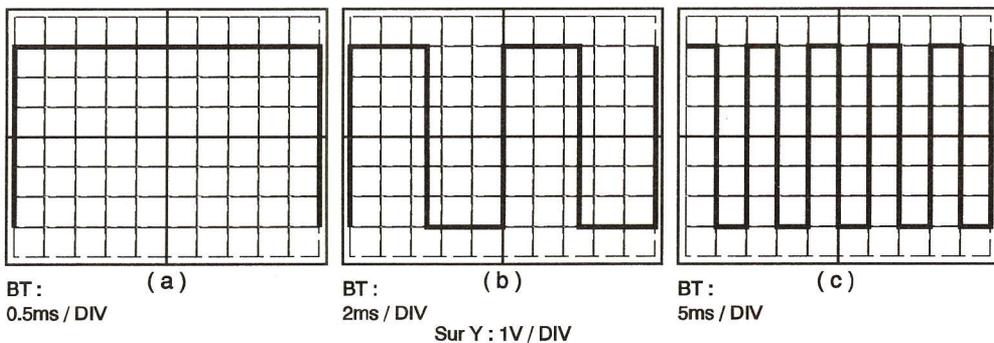
A la suite du commutateur K1, on trouve un ensemble de cellules R-C dont le rôle consiste à atténuer les signaux de forte amplitude sans les déformer. Grâce au commutateur K2, associé à cet atténuateur et à l'amplificateur vertical, il est possible de choisir un coefficient d'amplification ou d'atténuation adapté au signal étudié. Les sensibilités offertes s'échelonnent entre 1 mV/div et 20 V/div.

au signal étudié une composante continue dont la valeur dépend du réglage du potentiomètre Pdec. L'addition d'une composante continue positive entraînant un décalage des oscillogrammes vers le haut de l'écran, on voit tout l'intérêt de cette option pour séparer les deux traces observées lorsque le scope fonctionne en mode bicourbe ou pour déplacer la référence « 0 V », comme nous l'avons mentionné dans le paragraphe précédent (voir les oscillogrammes de la **fig. 3**).



Etage d'entrée d'un scope

**Fig 2**



Le même signal de fréquence 100HZ observé avec différentes vitesses de balayage.

Fig 5

## LA BASE DE TEMPS

### A) Principe de fonctionnement

Son rôle consiste à produire un déplacement du spot sur l'axe horizontal avec une vitesse constante de façon que l'échelle des temps soit linéaire. Pour réaliser cette condition, on utilise un générateur délivrant des signaux ayant la forme de dents de scie, comme ceux de la figure 4c.

De tels signaux sont disponibles aux bornes d'un condensateur que l'on charge à courant constant comme le montre le montage de la figure 4a. Lorsque la tension  $U_x$  (qui, rappelons-le, croît linéairement puisque le courant de charge est constant) atteint la valeur  $+E$ , la sortie de la bascule change d'état et rend le transistor conducteur. Le condensateur se décharge rapidement à travers l'espace « collecteur-émetteur » du transistor et un nouveau cycle de charge peut recommencer dès que la sortie de la bascule est revenue dans un état assurant le blocage du transistor.

L'amplitude « E » des dents de scie est choisie de telle façon que le spot balaie la totalité de la largeur de l'écran.

La pente des dents de scie, donc la vitesse de balayage, dépend à la fois du courant de charge I et de la valeur de la capacité C. C'est le commutateur K de la figure 4b qui, par sa position, fixe la valeur de cette vitesse en sélectionnant des couples (I, C) appropriés.

Ajoutons enfin que le potentiomètre  $P_v$  permet d'ajuster la fréquence des dents de scie entre deux valeurs correspondant à deux positions successives du commutateur K. Ce potentiomètre joue le même rôle que le vernier des étages d'entrée. Au départ, pour  $t = 0$ , la plaque verticale Phd étant négative, les électrons sont repoussés vers la gauche de l'écran (point A).

A l'instant  $T/2$ , les deux plaques de déviation horizontale sont au même potentiel « 0V », le faisceau n'est pas dévié et le spot est au centre de l'écran (point B).

Juste un peu avant la fin de la période T (instant  $t_1$ ), le potentiel de la plaque Phd est égal à  $+E$  (donc positif), ce qui attire le faisceau d'électrons vers la droite de l'écran (point C). Si les plaques de déviation verticale ne reçoivent aucun signal, on constate qu'entre les instants  $t = 0$  et  $t = 1$  le spot se déplace progressivement de la gauche vers la droite de l'écran sur une ligne horizontale.

Chaque position de cette ligne correspond à un instant bien particulier, comme le montre la figure 4c. Pour une valeur arbitraire  $t_1 = 1$  s, chaque division de l'écran correspond à 0,1 seconde (soit un calibre 0,1 s/div puisqu'il y a dix divisions sur l'axe horizontal).

Si nous nous intéressons maintenant à ce qui se passe entre les instants  $t_1$  et T, on voit que la tension  $U_x$  devient très rapidement négative, ce qui repousse le faisceau d'électrons (donc le spot) vers la gauche de l'écran, remettant celui-ci en position de recommencer un nouveau balayage identique au précédent. Le chronogramme de la figure 4d montre que la tension appliquée sur le whenelt du tube cathodique passe d'une valeur faiblement négative, lorsque le spot se déplace de gauche à droite, à une valeur fortement négative lors de son retour vers la gauche de l'écran. Si l'on se souvient que le « whenelt » empêche les électrons d'arriver sur l'écran lorsque cette électrode est à un potentiel très négatif par rapport à la cathode, on aura compris que le retour des électrons vers la gauche de l'écran ne laisse aucune trace sur celui-ci, ce qui évite de perturber l'oscillogramme obtenu lors de la phase « aller ».

Le lecteur aura certainement remarqué que la durée (T- $t_1$ ) de la phase correspondant au retour du spot vers la gauche de l'écran est très courte par rapport à celle de la phase aller (de durée  $t_1$ ), aussi fait-on souvent la confusion entre  $t_1$  et T puisque ces deux valeurs sont très voisines. Certaines représentations de cette tension en dent de scie, faites en considérant un temps de descente parfaitement nul (descente verticale), ce qui, malheureusement, ne traduit pas la réalité.

Pour de faibles vitesses de balayage (inférieures à 50 ms/div), et suivant la rémanence du produit déposé sur l'écran, on pourra observer soit un point lumineux (qui se déplace progressivement de gauche à droite de l'écran), soit une ligne continue dans le cas d'un scope très rémanent.

### C) Observation de signaux

Pour préciser les choses, nous supposons que le phénomène étudié Y est un signal carré de fréquence 100 Hz (période 10 ms). La figure 5 propose les oscillogrammes relevés pour différents réglages de la base de temps.

Sur la figure 5a, la valeur 0,5 ms/div permet d'observer en détail une demi-période du signal carré, alors que le réglage 2 ms/div permet l'ob-

servation de deux périodes complètes (fig. 5b) et pour 5 ms/div (fig. 5c), celle de cinq périodes.

En résumé, on se souviendra que si l'on veut observer en détail un phénomène, on a tout intérêt à augmenter la vitesse de balayage.

Les vitesses de balayage s'échelonnent de quelques microsecondes à quelques secondes par division. Les valeurs extrêmes dépendent essentiellement du type (et du prix) de l'oscilloscope.

### D) Remarque

L'étude des phénomènes non périodiques, comme par exemple l'initialisation d'un montage à base de circuits logiques à la suite d'une mise sous tension par un oscilloscope « traditionnel », n'est pas facile à réaliser, si ce n'est dans des conditions délicates et peu précises, car la rémanence des tubes utilisés pour ces appareils est trop courte pour permettre à l'utilisateur de faire ses mesures.

Nous verrons plus loin dans cet exposé qu'on trouve une solution à ce problème en utilisant des scopes à « MEMOIRE » essentiellement basés sur l'acquisition d'échantillons suivie d'une numérisation puis d'une mémorisation de ceux-ci. Ces appareils font partie de la catégorie des appareils NUMERIQUES, par opposition avec les appareils ANALOGIQUES dont nous parlons essentiellement dans cet exposé.

Dans le prochain article, nous verrons comment améliorer le fonctionnement de la base de temps en abordant le rôle de l'étage de synchronisation.



**NOUVEAU CATALOGUE 1993**  
Nouvelle édition de plus de 200 pages avec liste de tarifs n° 20  
Prix : 15 F au comptoir : 30 F par correspondance  
Remboursable dès la 1<sup>re</sup> commande d'un montant de 150 F minimum.

Les détenteurs des éditions précédentes peuvent recevoir cette nouvelle parution **GRATUITEMENT**.  
Il suffit de nous retourner la 1<sup>re</sup> page de votre ancien catalogue accompagnée de vos nom et adresse

**SAINT QUENTIN RADIO**  
6, rue de St-Quentin, 75010 PARIS  
Tél. : (1) 40.37.70.74 - Fax : (1) 40.37.70.91  
HORAIRES D'OUVERTURE  
Du lundi au vendredi de 9 h 30 à 12 h 30 et de 14 h à 19 h.  
Le samedi de 9 h 30 à 12 h 30 et de 14 h à 18 h 30

## ROBUSTESSE GARANTIE

GARANTIE 1 AN

**MULTIMETRE 4315**  
**AVEC EN PLUS CAPACIMETRE, DECIBELMETRE EN LECTURE DIRETE**  
et 42 fonctions en Voltmètre CC/CA - Ampèremètre CC/CA et ohmmètre livré en mallette métallique hermétique.

(forfait port 35 F)

---

X 1000

**metrix**  
**DU JAMAIS VU!**  
Multimètre digital 10 A.  
Toutes fonctions de base + continuité sonore + test diode 3 1/2 digit - grand afficheur - Auto ranging automatique - livré avec cordons et piles + notice en français

**AUTO RANGING AUTOMATIQUE**

En vente chez :

**ACER Composants**  
42, rue de Chabrol  
75010 PARIS  
Tél. : 47 70 28 31  
Fax : 42 46 86 29

**ACER Reuilly Composants**  
79, boulevard Diderot  
75012 PARIS  
Tél. : 43 72 70 17  
Fax : 42 46 86 29



## QU'EST-CE QU'UN CONDENSATEUR ?

**D**eux conducteurs, deux masses métalliques en regard séparés par un isolant présentent entre eux une capacité produite par le champ dû au passage du courant dans un des deux conducteurs. Il se produit donc une capacité entre deux pistes parallèles sur un circuit imprimé, entre un conducteur longeant une masse métallique et entre un conducteur central et la gaine d'un câble blindé. Lorsque dans un circuit on a besoin d'une capacité importante et précise, on fabrique un condensateur de la valeur voulue. Il est constitué par deux armatures de surface nécessaire, séparées par un diélectrique de qualité, l'ensemble présenté sous le plus faible volume possible.

La valeur de la capacité est directement proportionnelle à la surface des armatures en regard multipliée par la constante diélectrique de l'isolant et inversement proportionnelle à l'épaisseur du diélectrique.

$$\epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{e}$$

Avec  $S$  en  $m^2$ ,  $e$  en  $m$ ,  $\epsilon_0$ : constante diélectrique du vide (très voisine de celle de l'air) et  $\epsilon_r$  constante diélectrique du matériau isolant.

La constante diélectrique  $\epsilon_r$  dépend de la nature de l'isolant, elle se mesure par rapport à l'air. Elle donne la multiplication de la valeur de la capacité par rapport à celle d'un condensateur dont le diélectrique serait de l'air.

En pratique, elle est de l'ordre de:

- 2 à 3 pour les condensateurs à film plastique;
- 8 pour les électrolytiques à l'aluminium;
- 16 pour ceux au tantale;
- entre 1 à 15 000 pour les condensateurs céramique.

L'unité de capacité est le farad. Un condensateur possède une capacité de 1 farad lorsque sa charge emmagasine 1 coulomb, sous 1 volt entre ses armatures.

Cette unité est beaucoup trop importante en pratique; on utilise: le microfarad ( $\mu F$ ) =  $10^{-6}$  F, le nanofarad (nF) =  $10^{-9}$  F et le picofarad (pF) =  $10^{-12}$  F.

## FABRICATION D'UN CONDENSATEUR

Pour obtenir la valeur de capacité demandée sous un faible volume, il y a lieu de choisir les constituants du condensateur en fonction des caractéristiques imposées. C'est-à-dire: sa tension de service, sa plage de température et de fréquence couverte,

ses pertes admissibles et sa durée de vie.

Pour cela, on adopte un diélectrique le plus mince possible en fonction de la tension de service et dont la constante diélectrique est la plus élevée en fonction des caractéristiques de fréquence, de température et de pertes.

En règle générale, les isolants dont la constante diélectrique est faible présentent des caractéristiques plus favorables que ceux à constante diélectrique élevée. Cependant, ces derniers sont utilisés lorsque la question de volume, pour une capacité élevée, est primordiale.

L'épaisseur du diélectrique est directement liée à la valeur de la tension de service, afin d'éviter tout risque de court-circuit par son percement. Les armatures sont constituées par des feuilles métalliques ou par métallisation du diélectrique de façon à participer au faible volume du condensateur.

Enfin, les sorties sont fixées sur chacune des armatures et le condensateur est protégé par un boîtier, ou par une résine, afin de la soustraire à l'action des agents extérieurs.

## CARACTERISTIQUES D'UN CONDENSATEUR

Il faut, tout d'abord, étudier le comportement du condensateur:

### ■ En continu

On branche un condensateur aux bornes d'une source de courant continu et on insère un galvanomètre dans le circuit. Il comporte obligatoirement une résistance en série. En effet, les armatures du condensateur, ses connexions, son diélectrique possèdent forcément



une résistance. On obtient le schéma de la **figure 1**.

On ferme l'interrupteur  $S$  et on constate que le galvanomètre dévie rapidement, atteint une valeur maximale, puis revient vers zéro très lentement. On dit que le condensateur se charge. La quantité d'électricité emmagasinée est:  $Q = CU$ .  $Q$  en coulombs,  $C$  en farads,  $U$  en volts.

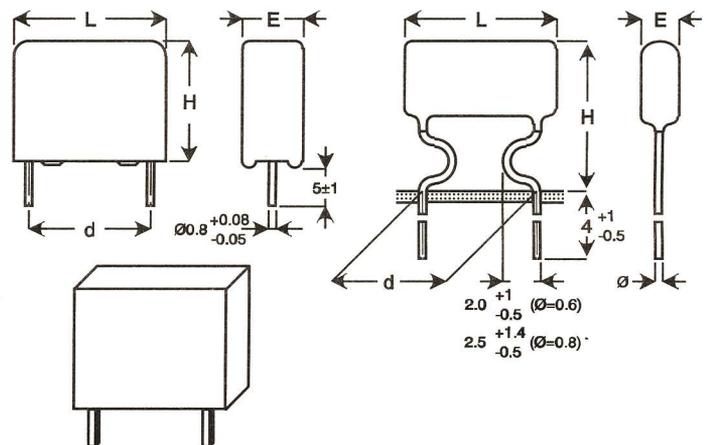


Fig 3

La **figure 1** montre les courbes obtenues pour l'intensité et pour la tension, lors de la charge du condensateur. La vitesse de la charge dépend de la valeur de la capacité et de la résistance série. On dit que la constante de temps du circuit est:  $t = CR$

$t$  en  $\mu s$ , lorsque  $C$  est en  $\mu F$  et  $R$  en  $\Omega$ . On voit que la courbe de la tension

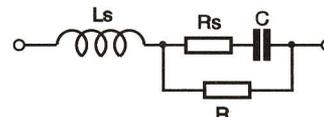


Fig 2

aux bornes du condensateur est exponentielle, c'est-à-dire que cette tension atteindrait celle de la source en un temps infini. En pratique, 63 % de la charge est obtenue après une constante de temps et la charge est complète après sept constantes de temps.

On remarque que la décroissance du courant suit une courbe inverse. Ensuite, il ne se passe plus rien si l'isolement du condensateur est bon.

### ■ En alternatif

Le condensateur se charge et se décharge au rythme du courant

alternatif. On a vu que les charges prennent un certain temps, tandis que la variation de l'intensité est immédiate. On dit que le condensateur produit un retard de la tension par rapport à l'intensité, c'est un déphasage. On doit en tenir compte dans le fonctionnement des circuits.

Ce déphasage est fonction de la constante de temps du condensateur, mais aussi des caractéristiques du circuit extérieur et en particulier de son inductance. Un condensateur réel est représenté sur la **figure 2**. A la résistance série  $R_s$  dont il a été question au paragraphe précédent, il convient d'ajouter l'inductance  $L_s$  qui dépend de sa technologie, en particulier lorsqu'on bobine les électrodes. La résistance  $R_p$  est très élevée pour un bon diélectrique.

La limite d'utilisation d'un condensateur en fréquence est fonction des valeurs de  $R_s$  et de  $L_s$  vis-à-vis de  $C$ . Tout cela peut vous paraître un peu rébarbatif et pourtant les explica-



Implantation horizontale sur le circuit imprimé en pliant les fils de sortie

Fig 4

on détermine l'angle de pertes qui est un facteur important de la qualité d'un condensateur ( $\tan \delta = \frac{1}{RC\omega}$ ).

• Condensateurs en parallèle  
La surface des armatures en regard devient la somme des électrodes des condensateurs en parallèle:

$$C_t = C_1 + C_2 + C_3 \dots$$

• Condensateurs en série  
C'est l'épaisseur des diélectriques qui s'ajoutent et la valeur de la capacité résultante diminue, elle est plus petite que la plus petite valeur de capacité:

$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \dots$$

Pour deux condensateurs:

$$C_t = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$$

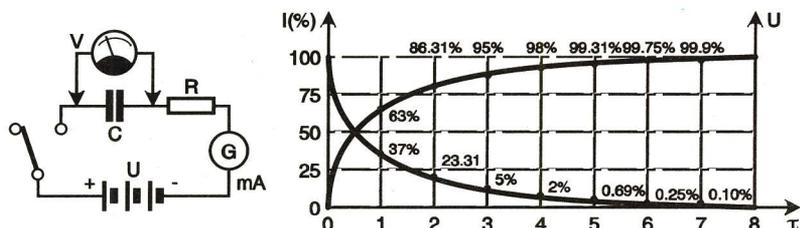


Fig 1

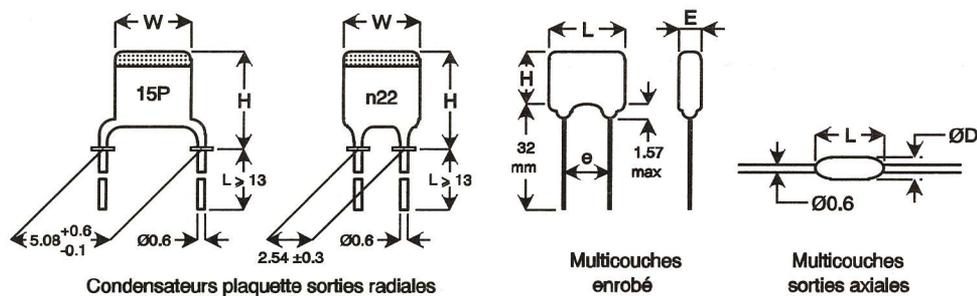


Fig 5

## COMMENT RECONNAITRE LE TYPE D'UN CONDENSATEUR

Cette reconnaissance est basée sur

l'aspect du condensateur et par les inscriptions sur le boîtier, on en déduit la nature de son utilisation en grand public.

- Condensateurs à film plastique
- fabrication à feuilles superposées (milfeuille) (fig. 3);

- fabrication bobinée (fig. 4).

Condensateurs entre 1 nF et 1 µF, très bon isolement, large plage de fréquence, faible angle de pertes, bonne tenue en température (−40°C à +100°C).

- Condensateurs céramique (fig. 5) — Type I à coefficient de température défini entre +100 et −1500. 10–6/°C, faible angle de pertes, bonne résistance d'isolement, large plage de fréquence, bonne tenue en température (−55°C à +125°C), valeurs entre 1 pF et 15 nF.

— Type II céramique à constante diélectrique très élevée jusqu'à 15 000, forte valeur sous faible volume, instabilité en fonction de la température, de la fréquence, de la tension aux bornes et du temps, angle de pertes plus élevé, bonne tenue en température (−55°C à +125°C). Convient pour le découplage entre 220 pF et 1 µF.

• Condensateurs électrolytiques à l'aluminium (fig. 6)  
Ces condensateurs sont polarisés, attention à leur branchement, les pôles + et − doivent impérativement être respectés. Ils présentent une très forte capacité sous un faible volume; en revanche, ils ne sont utilisables que pour les fréquences de faible valeur, leur angle de pertes est important, leur tenue en température couvre une plage plus réduite (−40°C à +85°C). Ils sont utilisés pour le filtrage entre 47 µF et 220 000 µF.

R. BESSON



## ENSEIGNANTS !



L'enseignement de l'électronique de nos jours passe obligatoirement par de bons logiciels de CAO sur PC:

"CADPAK" répondra à vos besoins, car il est...

- d'un prix accessible
- facile à apprendre, avec notices en français, souris
- très efficace, produisant un travail professionnel.

"CADPAK"

saisie de schémas ET routage de circuit imprimés avec bibliothèques standard et CMS (extensibles)

"CADPAK" a été testé et approuvé par la revue ELECTRONIQUE PRACTIQUE (N°165 Décembre 1992)

Demandez la documentation, la disquette "demo" gratuite et le tarif "education" à:

**Multipower**

22 Rue Emile Bouclat  
91120 Palaiseau, France  
Tél. +33 (1) 69 30 13 79  
Fax. +33 (1) 69 20 60 41

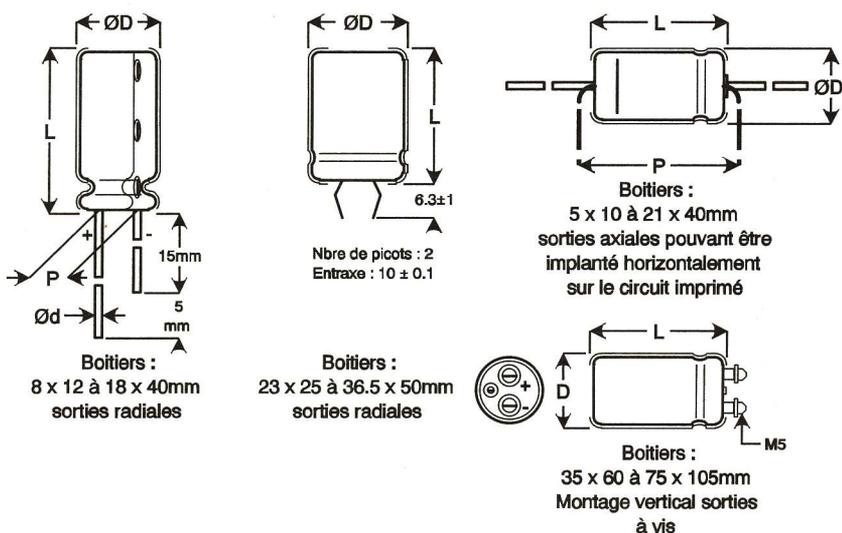


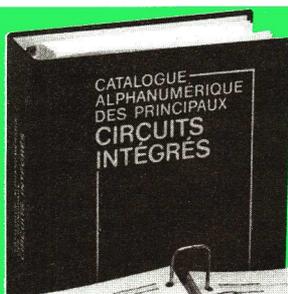
Fig 6

# Enfin! tout en français!

## un catalogue alphanumérique des principaux circuits intégrés

### Extrait du sommaire

- Circuits numériques
- Circuits d'ordinateurs et périphériques
- Circuits intégrés linéaires
- Circuits intégrés de traitement et de conversion de données
- Circuits intégrés spéciaux...



### Des automatismes aux microprocesseurs, tous les circuits intégrés

Guidé par votre Catalogue, vous optimisez votre maîtrise des circuits intégrés dans tous les domaines qui vous intéressent : audio-visuel, électronique automobile, télécommande, téléphonie... Intervenir avec efficacité sur tous les circuits intelligents n'a jamais été aussi simple.

### Un double classement pour s'y retrouver facilement

Grâce au classement numérique et par fonction, vous sélectionnez le bon composant en quelques secondes et vous disposez instantanément de toutes les informations pour le mettre en œuvre.

2 volumes  
21 x 29,7 cm  
1 588 pages

### Plus de temps perdu!

Finis les recherches fastidieuses et les documents en anglais. Voici le premier "Catalogue Alphanumérique des Principaux Circuits Intégrés" tout en français. Un ouvrage indispensable à la mise en œuvre des circuits intégrés.

## Bon de Commande

**OUI** je désire recevoir le "Catalogue Alphanumérique des Principaux Circuits Intégrés". Je choisis mon option :

- Option A : L'Essentiel. L'ouvrage de base, soit 2 volumes 21 x 29,7 cm, 1 588 pages au prix de 698 F TTC\* franco.
- Option B : L'Encyclopédie. L'ouvrage de base et 52 compléments (déjà parus), 10 volumes, 8 100 pages, 21 x 29,7 cm, au prix de 3 195 F TTC\* franco.

Quelle que soit l'option choisie, j'ai bien noté que cet ouvrage est enrichi (à partir du 53<sup>e</sup> complément à paraître), tous les 2 mois environ, par des compléments de 150 pages au prix de 360 F TTC\* franco, le complément. Je pourrai interrompre ce service à tout moment par simple demande écrite et bien évidemment, je bénéficierai de la garantie WEKA.

- Je joint mon règlement de \_\_\_\_\_ F TTC franco par:
- Chèque bancaire
- CCP
- Envoi par avion : +110 F par ouvrage

A renvoyer avec votre règlement sous enveloppe non affranchie à :  
Editions WEKA - Libre réponse n° 5 - 75941 Paris cedex 19

"Satisfait ou remboursé"  
Les Editions WEKA s'engagent :  
• à vous rembourser votre ouvrage si vous le retournez dans les 15 jours après réception dans son emballage d'origine.  
• à vous faire parvenir, tous les deux mois environ, les compléments concernant votre ouvrage que vous restez libre d'accepter ou de refuser.

Nom.....  
Prénom.....  
Adresse.....  
Code postal : \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Ville.....  
Téléphone..... Date.....  
Signature obligatoire



450640

\* offre valable jusqu'au 31-03-94

# Generation ELECTRONIQUE

PROJETS, INITIATION, ENSEIGNEMENT

LISTE DES ANCIENS NUMEROS DISPONIBLES (expédition en franco de port)

Cochez les cases désirées

GENERATION ELECTRONIQUE N°1 septembre 1993

Au sommaire : Petite histoire des technologies - Le coin de la domotique : un carillon 3 tons - Un jingler - Le coin du chimiste : la réalisation des circuits imprimés - Qu'est-ce que c'est ? Micro, mini ou ordinateur ? - Jeu = profession, chef de projet. - Technologie : la LED - Signalisation pour piétons - Initiation à la robotique - J'expérimente : l'électricité statique - Logique 1 Alimentation de 8 à 30 V - La page du 4001 une minuterie et un générateur de bips sonores - Le travail des plastiques.

12 F  
le numéro

GENERATION ELECTRONIQUE N°2 octobre 1993

Au sommaire : Petite histoire des technologies - Un thermomètre simple - La fabrication d'un électroscope - Un bip de marche arrière - Pour en savoir plus - Une alarme de tiroir - Technologie : photorésistances LDR - Qu'est-ce que c'est ? Le micro-ordinateur - Sonde logique MOS - Le coin de la mesure : l'ohmmètre - Logique 2 : application du comptage binaire - L'équipement de l'atelier : la machine à graver - Projet : un coffret musical - Des ohms, des volts, des ampères - Un détecteur d'humidité.

GENERATION ELECTRONIQUE N°3 novembre 1993

Au sommaire : Petite histoire des technologies : la machine de Turing-Sonde TTL sonore - Technologie : thermistance à coefficient de température négatif (CTN) - Le microprocesseur - J'expérimente - L'équipement de l'atelier : un support de fer à souder - Un ohmmètre à LED - Les calculatrices graphiques - Histoire des radio-communications - Logique 3 : un simulateur - Un clignotant - Initiation à la robotique - Projet : interface robot - Le coin de la mesure : interrupteur crépusculaire - Module du comptage.

GENERATION ELECTRONIQUE N°4 décembre 1993

Au sommaire : Petite histoire des technologies : l'informatique - Un fréquencemètre très simple - Technologie : l'ILS et le relais REED - Informatique : les périphériques - Le coin de l'expérimentateur : le stroboscope - Variateur de vitesse - Testeur de pile - Logique 4 : le système décimal - Le coin de la mesure : l'oscilloscope - Les calculatrices : la programmation - Les piles - Chenillard alterné - Initiation à la robotique - Interface moteur - J'expérimente : la bouteille de Leyde.

GENERATION ELECTRONIQUE N°5 janvier 1994

Au sommaire : Petite histoire des technologies : l'informatique - Système d'alarme - Technologie : les relais - Qu'est-ce que c'est ? Les périphériques - Les deux électrodes - Logique 5 - Base de temps à quartz - Générateur de signaux - Emetteur/récepteur IR - Le coin de la mesure : l'oscilloscope - Additionneur analogique et logique - Programmons nos calculatrices - Diapason - J'expérimente : l'électrophore de VOLTA - Métronome - Algorithme et électronique.

Parution le 15 du mois. Le numéro en cours est en vente chez votre marchand de journaux.

## BON DE COMMANDE

à retourner accompagné de votre règlement libellé à l'ordre de :

Génération Electronique, service abonnement, 2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cedex 19

Chèque bancaire  CCP  Mandat  CB (à partir de 100 F)

Veillez me faire parvenir les n° suivants ..... x 12 F

quantité x ..... = somme totale .....

Nom ..... Prénom .....

Adresse .....

Ville .....

Signature : .....

date d'expiration .....

# Generation ELECTRONIQUE

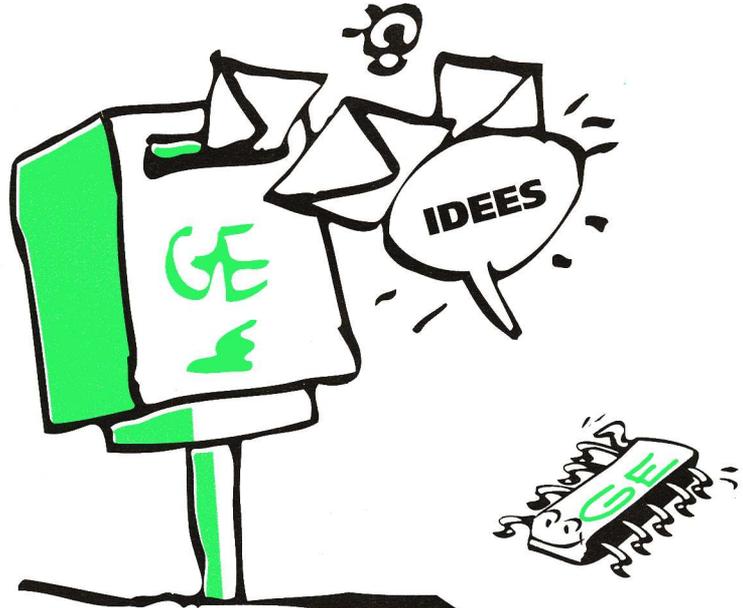
PROJETS, INITIATION, ENSEIGNEMENT

Vous avez des projets, vous préparez une « entreprise » ou vous avez développé une pratique de classe que vous désirez faire partager, alors...

## COMMUNIQUEZ !

Adressez-nous par courrier le contenu ou un descriptif de ce que vous désirez traiter dans cette rubrique, car ce sera VOTRE rubrique.

Que vous soyez enseignant, club, collectif ou individuel, partagez vos expériences afin que chacun puisse connaître, apprendre et progresser dans sa pratique.



GENERATION ELECTRONIQUE  
2 à 12, rue de Bellevue 75019 Paris

# D.G. ELEC

VENTE PAR CORRESPONDANCE 0 à 3 kilos forfait 38 F 3 à 5 kilos forfait 48 F

146, av. du Général-Leclerc 93500 PANTIN  
(en face du cimetière parisien)

OUVERT DU LUNDI AU SAMEDI

de 9 h à 12 h 30 et de 14 h 30 à 19 h.

Tél. : (1) 49.42.97.76 Fax : (1) 48.40.94.78

## CIRCUITS IMPRIMES

NOUVEAU ! LES AEROSOLS TECHNIQUES

"ATO'ECO"

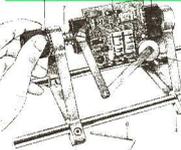
Liquide vaporisé par de l'air. Rechargeable 1000 fois.  
ECONOMIE - SECURITE - NON POLLUTION

Nettoyant sec.....	54 F	Nettoyant d'écran.....	49 F
Nettoyant lubrifiant.....	53 F	Nettoyant après soudure.....	57 F
Désoxydant.....	51 F	Antistatique.....	45 F
Dégraissant.....	44 F	Nettoyant d'encres.....	49 F
Nettoyant plastique.....	42 F		



- Révélateur positif, le sachet ..... 5 F
- Pechlorure de fer en grain, le sachet pour 1 litre ..... 53 F
- Stylos marqueur pour circuit imprimé, les deux ..... 19 F
- Pince coupante ..... 35 F
- Plaque d'essais au pas de 2,54 100 x 160 ..... 20 F

## MESURE - OUTILLAGE - FERS A SOUDER



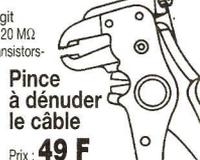
Support de CI Weller

320 F

Format : « Double Europe » 160 x 235 mm. La carte peut être basculée sur 360° de 15° en 15°. Réglage continu en fonction des dimensions de la carte. Blocage par vis hexagonales. Pieds caoutchouc anti-dérapants. Bras articulés avec mousse pour maintenir les composants. Pincettes ajustables maintenant la carte en place. Ressort de pince. Clé de serrage.

• Multimètre 3,5 digit  
AC/DC Ohmmètre 20 MΩ  
Test continuité - transistors-  
diodes

Prix : 239 F



Distributeur de soudure 1 étage

Permet l'utilisation d'une bobine de soudure de 500 g ou de 1 kg sur le plan de travail ou associé à l'avance-soudure SPM.

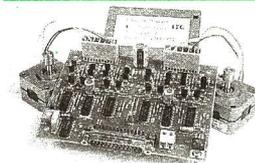
Prix : 199 F

• Multimètre 3,5 digit  
AC/DC Ohmmètre 2 MΩ  
Test transistor  
Prix : 139 F



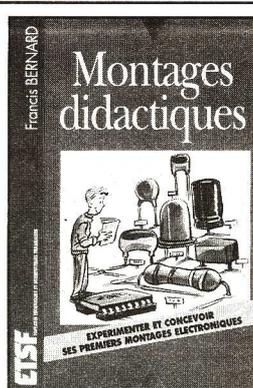
## MOTEURS PAS A PAS

NOUVEAUTÉS DISPONIBLES  
CHEZ D.G. ELEC  
MOTEURS PAS À PAS



• Kit de commande de moteurs pas à pas assurés par ordinateur « COMSTEP ». Pilotage par PC sous DOS de 2 moteurs. Rotation demi-pas ou pas entier.  
Alim - 9 V/1500 mA  
Version Kit ..... 495 F  
• Type 4 en manuel 1 moteur ..... 189 F

- MOT 2 - 200 pas, 12 V, 800 mA, 400 mN.m .....	90 F
- MOT 3 - 200 pas, 9 V, 400 mA, 65 mN.m .....	50 F
- MOT 6 - 400 pas, 9 V, 300 mA, 50 mN.m .....	55 F
- MOT 9 - 200 pas, 5 V, 800 mA, 600 mN.m .....	90 F
- MOT 12 - 200 pas, 9 V, 320 mA, 80 mN.m .....	50 F



# ETSF

Tout pour aborder l'électronique et pour compléter les notions de physique étudiées au collège et au lycée.

176 p. 110 F

Disponible à la **Librairie Parisienne de la Radio**

43, rue Dunkerque. 75480 Paris Cédex 10. Tél. : (1) 48.78.09.92.

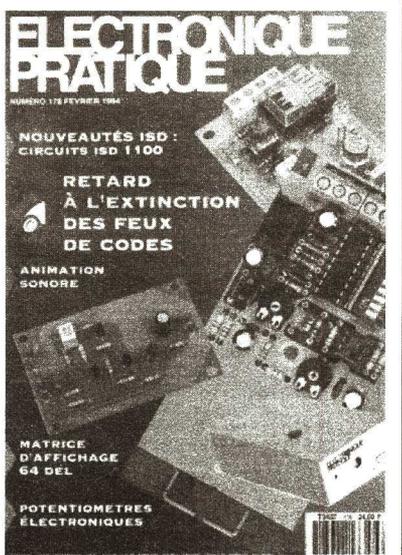
ou à la **Librairie Dunod**. 30, rue Saint Sulpice. 75278 Paris Cédex 06. Tél. : (1) 43.29.94.30.

# ELECTRONIQUE PRATIQUE

LE MENSUEL DE L'ELECTRONIQUE DE LOISIRS

Réalisations simples et pratiques  
Mesure - Kits électroniques  
- Fiches composants - Péri-informatique - Infos...

EN VENTE chaque mois chez tous les marchands de journaux



# BOOSTER POUR MINI-ALARME

**P**our donner à une mini-alarme alimentée sur piles la voix d'une grande, rien de tel que ce booster ou adaptateur, chargé d'actionner une grosse sirène plus dissuasive, elle, donc plus efficace.

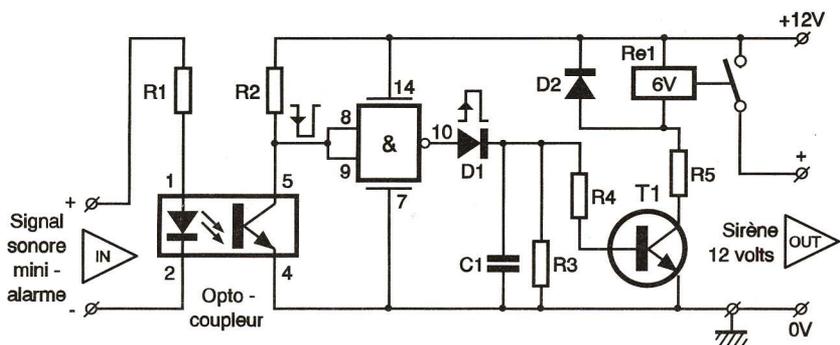


Fig 1

## A — PRINCIPE DU MONTAGE

La protection des personnes et des biens est devenue un souci majeur pour nous tous ces dernières années, à tel point d'ailleurs que l'on trouve dans le premier supermarché venu des articles chargés de surveiller notre véhicule automobile ou notre habitation, articles vendus comme biens de consommation. Le capteur sensible de ces détecteurs de poche est souvent constitué d'un composant pyroélectrique à infrarouge passif : associé à une lentille de Fresnel, ce capteur réagit au rayonnement calorifique émis par les personnes (et les animaux) à condition qu'il y ait mouvement dans la zone de détection du système. On trouve également de plus en plus de dispositifs d'éclairage automatiques basés sur le même principe et dotés en outre d'une cellule LDR pour mise en route le soir seulement ; quelquefois, une temporisation permet une extinction contrôlée de l'ensemble. Certaines réalisations très économiques possèdent deux fonctions commutables : alarme ou carillon de porte. Leur niveau sonore peut atteindre 90 dB à 2 mètres, avec une alimentation confiée à une petite pile de 9 V (alcaline de préférence). Si la voix de ces dispositifs reste modeste ou supportable, rien n'interdit de la doper quelque peu en lui greffant une sirène plus musclée qui pourra gueuler jusqu'à 110 dB ! De quoi impressionner n'importe quel visiteur indésirable.

## B — ANALYSE DU SCHEMA ELECTRONIQUE (fig. 1)

Le signal d'entrée sera prélevé sur le dispositif détecteur, mais ne saurait être capable de commander directement une sirène puissante, consommant plusieurs ampères sur une source 12 V à partir du secteur ou à partir de la batterie d'un véhicule automobile. Nous prélevons une infime partie du signal d'alarme sur le résonateur piézo qui, souvent, fait office de haut-parleur. A l'aide d'un circuit optocoupleur, il sera aisé de séparer galvaniquement les deux sections du montage. La diode LED contenue dans le circuit IC2, un optocoupleur de type 4N25, sera illuminée périodiquement, au rythme du signal carré délivré par le dispositif d'alarme. La base du phototransistor interne reçoit des impulsions lumi-

R2. Ce signal carré sera encore inversé et mis en forme par la porte NAND câblée en fonction NON. La diode D1, associée au condensateur C1 et à la résistance R3, opère une véritable intégration du signal, qui sera finalement chargé de commander la base du transistor T1, lequel pilote à son tour la bobine du relais de sortie. Si une bobine de 6 V est retenue pour une alimentation de 12 V, il faudra maintenir en place la résistance R5. En revanche, une bobine de relais de 12 V permettra de remplacer la résistance R5 par un simple strap sur le circuit. La diode D2 assure la protection du transistor contre les surtensions élevées à la coupure, dues à l'inductance de l'enroulement de la bobine du relais. Finalement, les contacts du relais permettent la mise en service bruyante d'une sirène supplémentaire, alimentée sur une source plus puissante. Efficacité sonore garantie !

## C — REALISATION PRATIQUE

Le tracé des pistes de cuivre est fort simple et est donné à l'échelle 1 sur la **figure 2**. Il pourra être reproduit par le procédé photographique ou encore, si vous n'êtes pas équipés, par la

## NOMENCLATURE

### Semi-conducteurs

- IC<sub>1</sub> : quadruple NAND CMOS 4011
- IC<sub>2</sub> : optocoupleur 4N25 ou équivalent
- T<sub>1</sub> : transistor NPN 2N2222
- D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> : diode commutation 1N4148

### Résistances

(toutes valeurs 1/4 W)

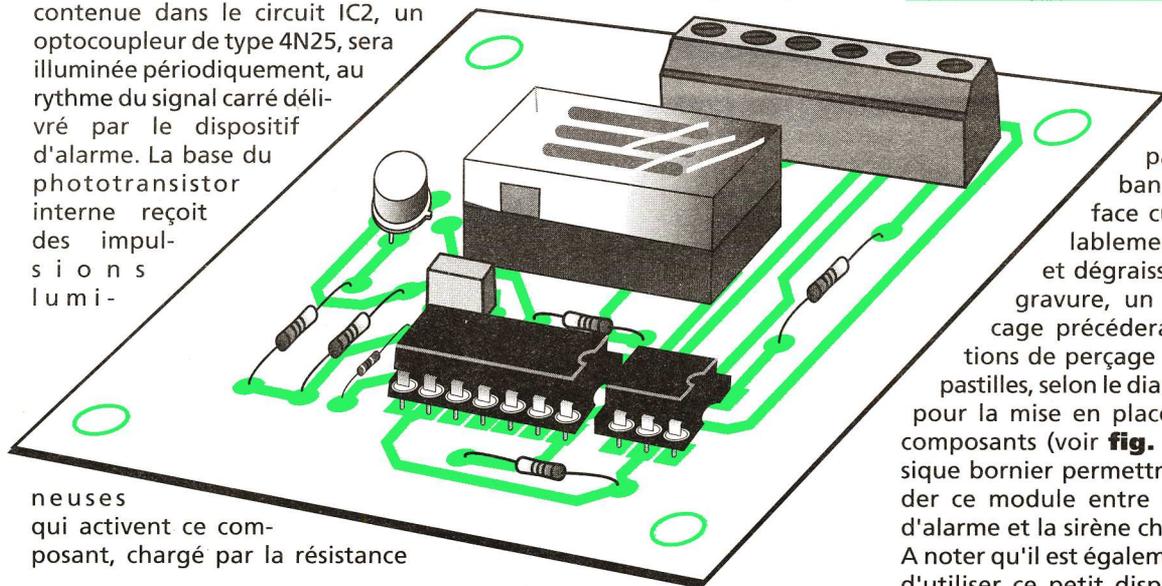
- R<sub>1</sub> : 150 Ω (marron, vert, marron)
- R<sub>2</sub> : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
- R<sub>3</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R<sub>4</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
- R<sub>5</sub> : 22 à 47 Ω (selon relais choisi)

### Condensateur

- C<sub>1</sub> : plastique 330 nF/63 V

### Divers

- Support à souder 6 broches
- Support à souder 14 broches
- Relais National DIL 16, 2 RT inverseur, bobine 6 ou 12 V
- 2 blocs de 3 bornes vissés-soudés pas de 5 mm
- Prévoir sirène 12 V + alimentation



neuses qui activent ce composant, chargé par la résistance

mise en place de quelques pastilles et bandes sur la face cuivrée préalablement nettoyée et dégraissée. Après la gravure, un sérieux rinçage précèdera les opérations de perçage des diverses pastilles, selon le diamètre requis pour la mise en place des divers composants (voir **fig. 3**). Un classique bornier permettra de raccorder ce module entre le dispositif d'alarme et la sirène choisie. A noter qu'il est également possible d'utiliser ce petit dispositif en lui adjoignant simplement un capteur quelconque, fin de course, inter à mercure ou autre, avec une petite pile sur l'entrée de l'optocoupleur. Nous ne doutons pas que vous saurez exploiter pleinement ce petit montage simple et fiable.

Guy ISABEL

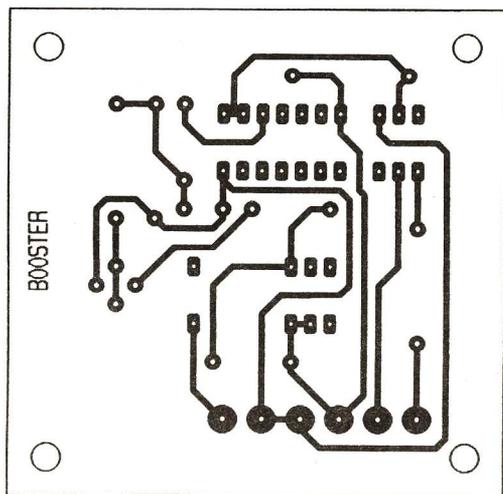


Fig 2

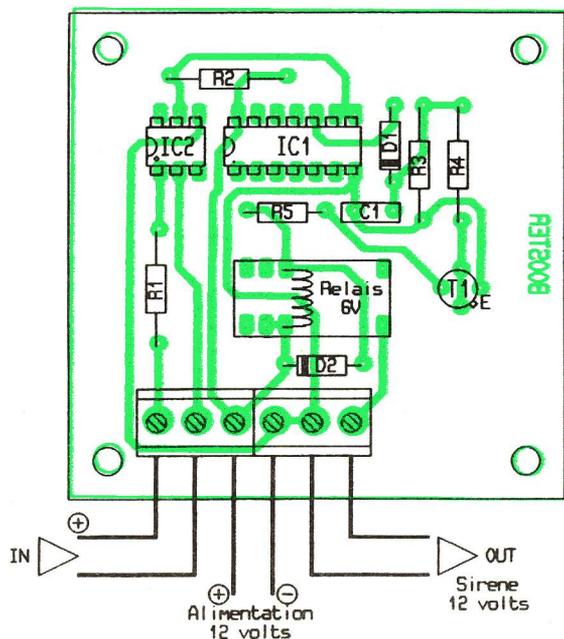


Fig 3



# SPECIAL ZENER

Ces deux minuscules montages vous permettront de disposer d'une tension stable, inférieure ou supérieure à la tension nominale d'une diode zener quelconque, pour des applications exigeant une tension précise malgré les variations du potentiel d'alimentation.

## LA DIODE ZENER

On retrouve souvent, au fil de nos montages, une ou plusieurs diodes zener aux propriétés un peu particulières. Dans une diode normale, de redressement par exemple, la tension inverse est une valeur qu'il est impératif de respecter sous peine de claquage du composant. Dans une diode zener donnée (figure 1), le claquage apparaît pour une tension relativement précise, mais, chose remarquable, cette tension ne détruit pas la diode si l'on reste dans une valeur d'intensité raisonnable, en rapport avec la puissance de la diode zener (modèles 0,5W et 1,3W disponibles). On peut assimiler ce composant à une sorte de soupape de sécurité !

Le coude de zener apparaît à une

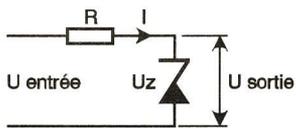


Fig 1

tension de seuil dite tension de zener, cette valeur est notée en clair sur le corps du composant, qui est souvent utilisé pour des applications de régulation de la tension. On trouve des diodes de ce type pour de nombreuses valeurs normalisées, de 2,4V à plus de 18V.



## TENSION SUPERIEURE A LA ZENER

Pour obtenir une tension supérieure à celle inscrite sur une diode zener, il est toujours possible d'associer en série quelques diodes de manière à réaliser la valeur souhaitée (respectez les polarités !). Toutefois, notre schéma permettra d'obtenir une tension quelconque supérieure à celle de la diode zener choisie (voir figure 2). On démontre que :

$$V_e + V_s \cdot \frac{R_3}{(R_2 + R_3)} \text{ et } V_{e-} = V_s - V_z$$

Comme  $V_{e+} = V_{e-}$ , on retrouve :

$$V_s = V_z \cdot \left(1 + \frac{R_3}{R_2}\right)$$

On peut évidemment remplacer le pont diviseur R2-R3 par un petit ajustable P1, ce qui équivaut à obtenir un rapport variable, donc une infinité de possibilités. Ne montez donc pas à la fois les résistances R1/R2 et l'ajustable P1 ! La tension

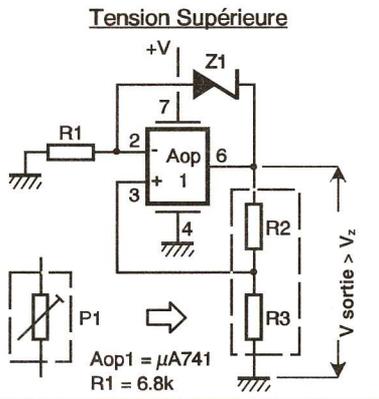


Fig 2

de sortie  $V_s$  sera supérieure à la valeur de zener de Z1, et stable, malgré les variations de la tension d'alimentation, non symétrique ici.

## TENSION INFÉRIEURE A LA ZENER

Notre schéma est proposé à la figure 3. L'ampli-OP utilisé fait

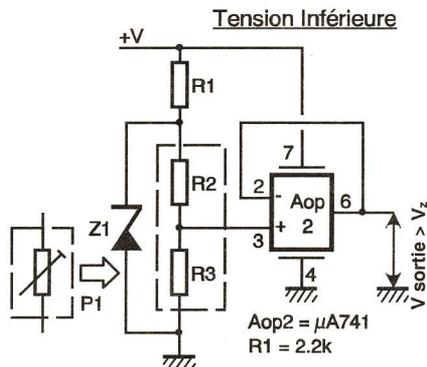


Fig 3

office de suiveur de tension, pour une sortie à basse impédance. On démontre que la tension médiane du pont diviseur, donc celle de  $V_{e+}$  ou de la sortie, est égale à :

$$V_s = \frac{V_z \cdot R_3}{(R_2 + R_3)}$$

Là encore, le pont diviseur sera remplacé avantageusement par un petit ajustable P1. La tension de la sortie est bien égale à une fraction de la tension nominale de la diode zener. Nous proposons en annexe (figures 4 et 5) un petit circuit imprimé qui vous permettra de tester ces mini-montages, qu'il sera sans doute un jour pratique de glisser dans une application justifiant une tension de référence stable, comme un convertisseur analogique-numérique par exemple.

Guy ISABEL

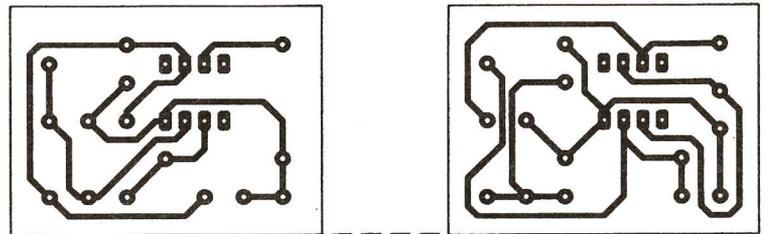
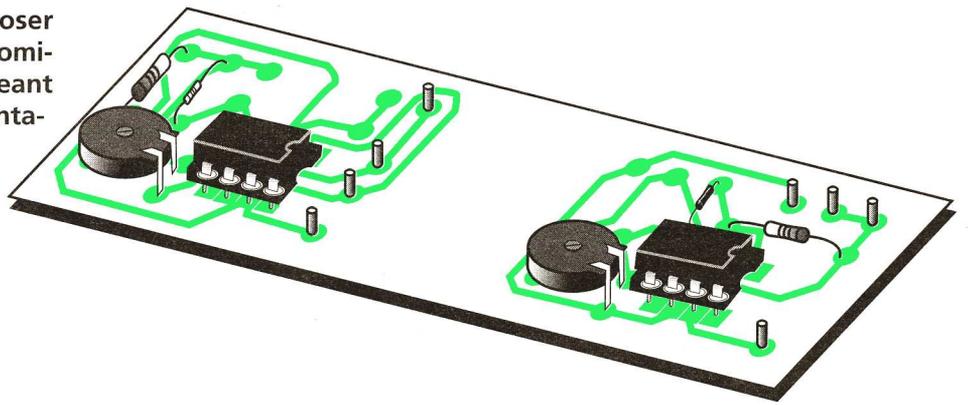
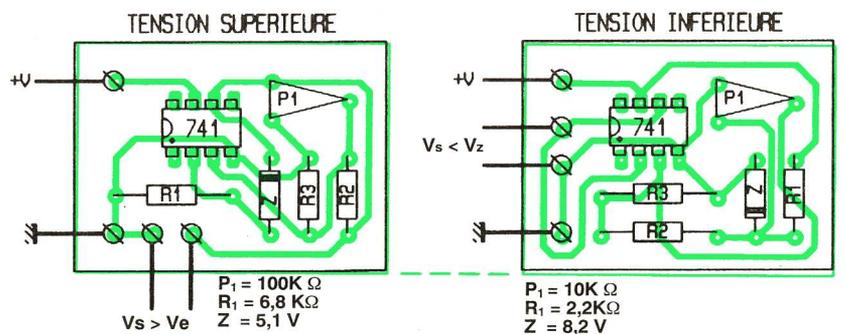


Fig 4

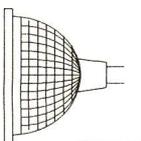
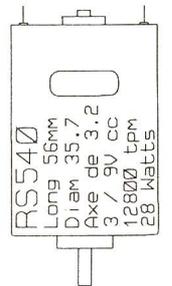


Dans les 2 cas ci-dessus, en présence de P1, on ne place pas R2 et R3 (voire texte)

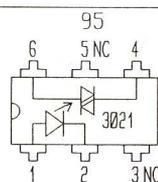
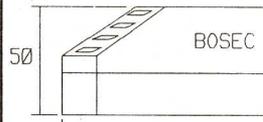
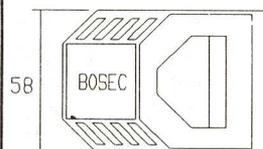
Fig 5

## Nouveaux kits

Codes	Description	Prix TVAC
SPK028	Stroboscope à LED : permet de fixer visuellement un mouvement périodique en synchronisant les fréquences	13.30
SPK029	5804 et moteur 48 pas : à partir d'une tension de 12V/1A, commande en modes monophasé, biphasé, demi-pas, bloqué, sens et vitesse de rotation. Avec moteur.	79.00
SPK030	Thermomètre-Luxmètre : permet de comparer des températures et des luminosités grâce à un montage en pont diviseur. Led bicolore. Alimentation 9 V.	22.00
SPK031	5804 et moteur 200pas : à partir d'une tension de 5V/2A5, commande en modes monophasé, biphasé, demi-pas, bloqué, libre, sens et vitesse de rotation. Avec moteur.	113.00
SPK032	Pesage expérimental : à l'aide d'un multimètre, permet de constater les variations de capacité d'un condensateur déformable par le poids.	18.30
SPK033	Orgue 15 + 15 : clavier 15 notes avec transpositeur ajustable. Mémoire de 47 notes. 15 mélodies pré-enregistrées. Alimentation 9 Volts.	75.00



DIC12/20



## Nouveaux produits

Codes	Description	Prix TVAC
3021	Optotriac	5.60
BOSEC	Boîtier pour bloc secteur	5.00
DIC12/20	Ampoule halogène 12V/20W	20.00
MF66	Multimètre aiguille avec transistor-mètre	91.00
RS385	Moteur 6/15Vcc - 44x29mm - axe 3.2mm 14500tpm - 20 Watts	35.00
RS540	Moteur 3/9Vcc - 56x35.7mm - axe 3.2 13500tpm - 28 Watts	55.00
RS550	Moteur 6/12Vcc - 63x35.7mm - axe 3.2 13100tpm - 38 Watts	65.00

**Médolor SA**  
42800 Tartaras  
Tél : 77 75 80 56

Frais de port : 36F par commande  
Offres valables jusqu'à fin mars 1994  
Catalogue "Grand Public" composants et kits contre 7F en timbres



## PRÉSENTATION DES MOTEURS PAS À PAS

Les moteurs dits "pas à pas" ne sont pas seulement à la mode, ils sont aussi omniprésents dès qu'il s'agit de contrôler électriquement des mouvements précis. Le moteur pas à pas se distingue du moteur classique, non seulement par sa technologie différente, mais aussi par sa précision sans faille.

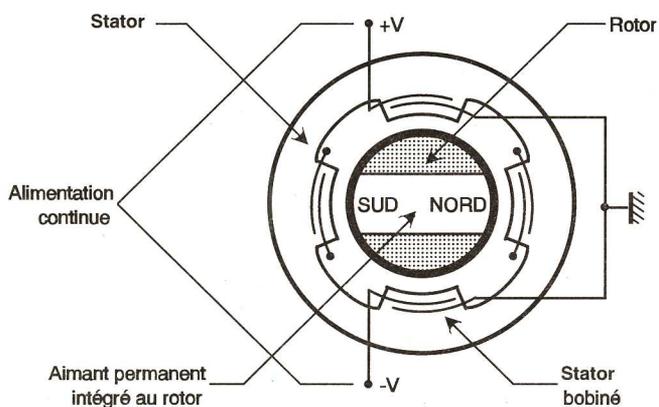


Fig 1

### LES MOTEURS ÉLECTRIQUES

Un moteur électrique ou "convertisseur rotatif", transforme l'énergie électrique en énergie mécanique. On notera qu'un moteur et qu'une génératrice ne sont qu'un seul et même appareil auquel on fournit, soit du courant (moteur), soit un mouvement (génératrice). Mis à part les moteurs pas à pas, il existe trois grandes catégories de moteurs électriques classiques :

- le moteur à courant continu,
- le moteur synchrone,
- le moteur asynchrone.

### LES MOTEURS PAS À PAS

Dans le cas d'un moteur électrique "classique", le fonctionnement

"stable" correspond à une vitesse de rotation constante. Les valeurs moyennes et efficaces du courant et de la tension sont alors bien définies. La grande particularité du moteur pas à pas est de n'être stable que lorsque la vitesse de rotation est nulle, il se trouve alors sur l'une de ses positions d'équilibre appelée "pas".

Cela dit, un circuit électronique peut permettre un fonctionnement stable et une rotation régulière. On réalise donc autour de microcontrôleurs, des circuits de commande automatique, qui, en se fondant sur un nombre imposé de pas (fraction de tour) à "parcourir", se chargent de faire exécuter la rotation le plus rapidement possible sans oscillation ni résonance mécanique du rotor. On constate que certains moteurs pas à pas en "survitesse" peuvent avoir un comportement semblable à celui d'un moteur synchrone (la vitesse de rotation est alors fonction de la fréquence d'alimentation).

C'est la règle dite "du flux maximal" qui explique l'existence d'un couple moteur. Le moteur tourne en s'arrêtant toujours sur un "pas", dans cette position le flux résultant à travers un ou plusieurs bobinages du stator sera maximal. Le principe n'est donc pas, comme dans un moteur électrique classique, la mise en œuvre de deux champs tournants à la même vitesse.



### LES FAMILLES DE MOTEURS PAS À PAS

Il existe deux familles principales de moteurs pas à pas :

- les moteurs à aimant permanent (voir figure 1),
- les moteurs à réluctance variable (voir figure 2).

### PROPRIÉTÉ DES MOTEURS PAS À PAS

Un moteur électrique classique "tourne", il est possible d'ajuster sa vitesse de rotation ainsi que son sens

de rotation, on peut définir un nombre de "pas" par tour. Les moteurs ayant 24, 48 ou 200 pas/tour tournent de 15°, 7,5° ou 1,8° entre chaque pas. Toute rotation est nécessairement un multiple entier de ces rotations élémentaires et minimales.

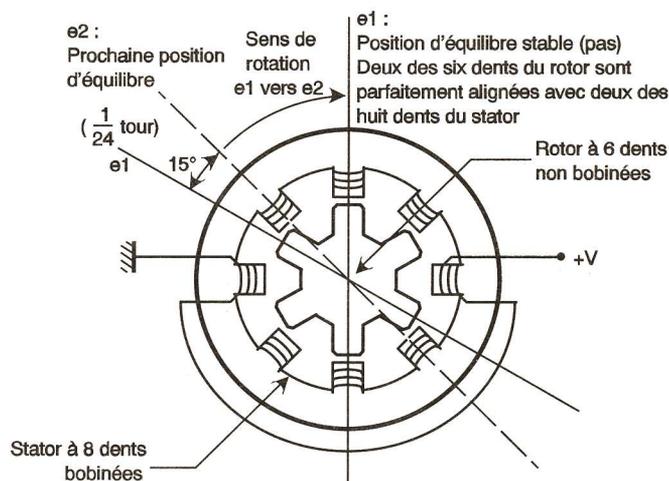
Un moteur pas à pas a une vitesse de rotation comprise entre quelques centaines et quelques milliers de tours par minute. Le couple maximal est compris entre quelques milli newtons-mètres et quelques dizaines de newtons-mètres.

### UTILISATION DES MOTEURS PAS À PAS

Lorsque vous faites fonctionner le lecteur de disquettes ou le disque dur de votre ordinateur (c'est un "accès disque"), le "petit bruit" que vous entendez est celui des moteurs "pas à pas" qui déplacent les têtes de lecture. Seul le moteur pas à pas offre la précision indispensable pour



placer les têtes là où elles doivent se trouver (la précision requise est de l'ordre du micron).



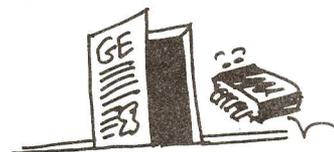
VUE EN COUPE D'UN MOTEUR PAS A PAS A RELUCTANCE VARIABLE. Le rotor a 6 dents, le stator a 8 dents,

Fig 2

de rotation. Le moteur pas à pas, quant à lui, fait toujours tourner son axe d'un nombre entier de pas, un pas correspond à une fraction de tour déterminée. Il est ainsi possible de retrouver la position d'origine de l'axe. Le mouvement est extrêmement précis, il est "quantique" puisqu'il n'existe qu'un nombre fini de positions d'arrêt de la rotation. Le grand intérêt du moteur pas à pas est de pouvoir tourner pas par pas...

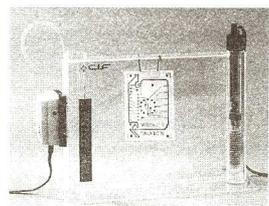
Les moteurs pas à pas sont aussi très courants dans les robots (bras manipulateur, etc.), dans les imprimantes à impact (déplacement du tambour et de la tête d'impression), dans les horloges, etc.

L. Fieux



## D.G. ELEC

146, av. du Général-Leclerc 93500 PANTIN  
(en face du cimetière parisien)  
OUVERT DU LUNDI AU SAMEDI  
de 9 h à 12 h 30 et de 14 h 30 à 19 h.  
Tél. : (1) 49.42.97.76 Fax : (1) 48.40.94.78



La graveuse DP 41

Verticale - Format utile 270 x 160 mm - Fournie avec pompe, diffuseur d'air et résistance



L'insoleuse DP 42

Machine à insoler compacte 4 tubes. Format utile 260 x 160 mm - Fournie en valise.



### Offre spéciale LABO complet !

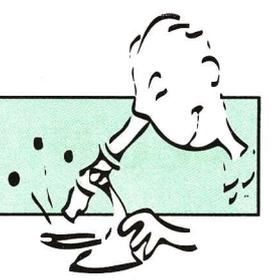
#### EN CADEAU !

(pour tout achat d'un labo complet)  
Un logiciel PAD'S permettant la saisie de schéma et le routage automatique à 100%. Version 2.10 - format 3 1/2 + manuel en français.  
(Offre valable dans la limite des stocks disponibles).

# 840<sup>F TTC</sup>

FORFAIT PORT 48 F

l'ensemble



## LA BALANCE DE COULOMB

Le XVIII<sup>e</sup> siècle fut riche en découvertes, celles-ci restant liées aux observations faites au cours d'expérimentations. Les hypothèses ou les certitudes de l'époque devaient cependant évoluer vers la mesure et la quantification, garantes d'une vérité scientifique échafaudée sur des lois.

### LES OBSERVATIONS

Vous avez certainement été intrigués par le comportement des feuilles mobiles de l'électroscope (dont la fabrication est décrite dans le numéro 2 de Génération Electronique). En approchant du plateau un tube en plastique chargé négativement car frotté avec un chiffon de laine, on constate que les feuilles mobiles s'écartent plus ou moins. Si l'on approche le tube, les feuilles s'écartent alors qu'elles tendent à se

Les notions de force et d'attraction faisaient partie des idées neuves de l'époque. L'astronome Halley (1656-1742), en observant la comète qui porte maintenant son nom, avait trouvé que l'action du soleil était proportionnelle à l'inverse du carré de la distance de la comète. En 1687, Isaac Newton (1643-1727) avait publié un ouvrage absolument révolutionnaire puisqu'il expliquait de manière cohérente le fonctionnement « mécanique » du monde tel qu'avaient pu le décrire Copernic, Kepler et Galilée. Son livre, intitulé Principes mathématiques de philosophie naturelle, posait les lois d'attraction des corps qui confirmait la découverte de Halley.

Mais qu'en est-il des forces d'attraction et de répulsion mises en jeu par des charges électriques ? C'est en observant justement ces forces que le physicien français Charles de Coulomb (1736-1806) fut amené à effectuer des mesures de ses effets en adaptant pour cela une balance de torsion (fig. 1 et 2). Le principe de cette balance reposait sur la torsion d'un fil, cette torsion étant proportionnelle au poids de l'objet pesé.

Sur une balance de Coulomb, la torsion du fil résulte de la force qu'exerce la charge d'une tête sur une tête mobile (voir l'illustration). Un contrepois permet d'équilibrer à l'horizontale la barre mobile. Le bouton d'ajustement sert à mettre en vis-à-vis la tête fixe du point de charge et la tête de la barre mobile. Les graduations sur le pourtour du récipient en verre permettent de connaître la valeur du déplacement de la barre mobile.

C'est vers 1780, que C. Coulomb vérifiera que le champ électrique est proportionnel à l'intensité de la charge et inversement proportionnel au carré de la distance de celle-ci.

### FABRICATION DE NOTRE BALANCE

La balance que nous vous proposons de réaliser permettra d'effectuer quelques observations sur les forces que génèrent des charges électriques.

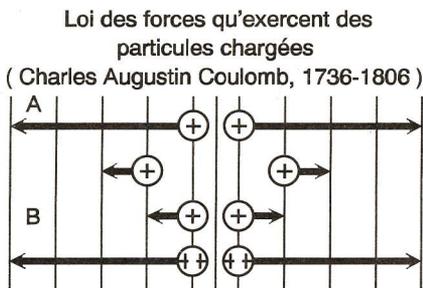


Fig 1

rapprocher si l'on l'éloigne. Pour finir, il faut poser le doigt sur le plateau, ce qui a pour effet d'évacuer la charge vers le sol au travers de nos corps et de remettre au repos les feuilles mobiles.

Ce mouvement des feuilles que vous avez observé est en fait le résultat visible de l'action d'une force, la difficulté étant d'expliquer sa nature et sa provenance.

### LA LOI DE LA FORCE ELECTRIQUE

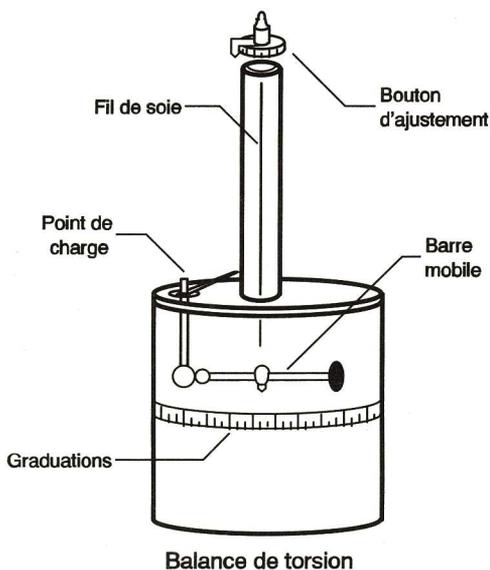


Fig 2

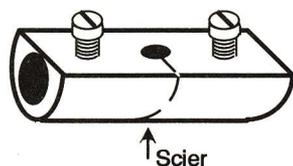
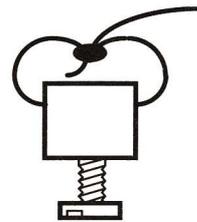


Fig 3

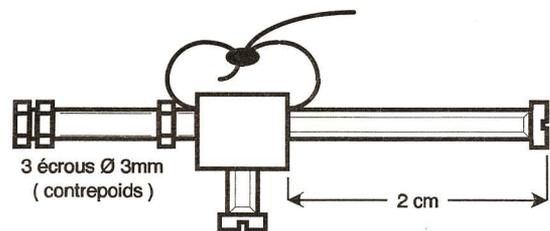


Nouer le fil de coton

Fig 4

1° (fig. 3) Commencez par retirer le plastique qui entoure un élément d'une barrette de « dominos » électriques. Vous pourrez utiliser cet élément complet (le tube de cuivre et les deux vis de serrage) ou scier l'élément pour n'avoir qu'une vis de serrage.

2° (fig. 4) Coupez ensuite une longueur de 20 cm environ dans un fil de coton que vous nouerez après l'avoir enfilé dans l'élément.



Mise en place de la vis Ø 3mm

Fig 5

3° (fig. 5) Entrez la vis longue de 4 cm dans l'élément en faisant dépasser la tête de 2 cm, puis serrez. Les trois écrous de 3 mm faisant office de contrepois sont à positionner de manière que l'ensemble

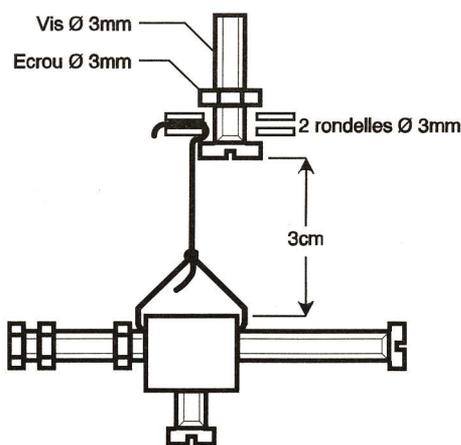


Fig 6

maintenu par le fil soit horizontal. 4° (fig. 6) En laissant une longueur de 3 cm, enfiler le fil de coton entre les rondelles de diamètre 3 mm puis serrez l'écrou.

5° (fig. 7 et 8) Percez au diamètre 3 mm le couvercle en plastique comme indiqué sur le schéma, puis fixez au centre avec un écrou la barre mobile.

Vous fixerez la seconde vis de 4 cm de manière que les têtes de vis soient côte à côte au repos.

### L'EXPERIMENTATION

(fig. 9)

La tête mobile doit être au repos, face à la tête fixe (le point de charge).

Commencez alors par charger votre tube en plastique en le frottant avec un chiffon de laine.

En approchant le tube du point de charge, vous constaterez que la barre mobile est entraînée en rotation autour de son axe. Sous l'effet de cette rotation, le fil en coton va se tordre, cette torsion étant proportionnelle à la force exercée.

Après que la barre mobile se soit stabilisée, repérez sa position sur le repère gradué de votre bocal. En posant les doigts sur le point de charge, vous déchargez la tête fixe et la barre mobile doit retrouver sa position d'origine.

Reproduisez l'expérience en plaçant le tube chargé en changeant l'écart entre le tube et le point de charge. La loi des forces qu'exercent des particules chargées permet d'établir que :

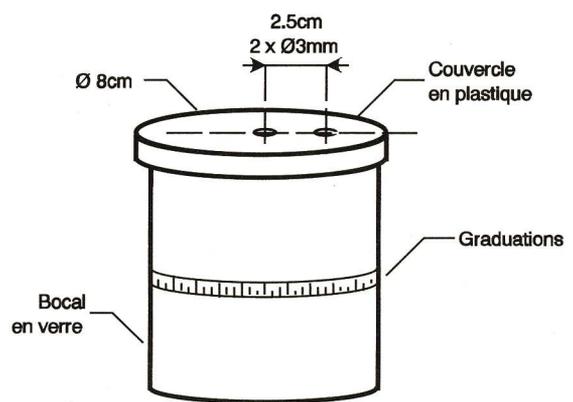


Fig 7

# SIGNAUX ET VALEURS REMARQUABLES

**F**orme du signal, valeur efficace, valeur moyenne, facteur de crête, etc. autant de notions qu'il faut absolument connaître pour les signaux classiques. Pour vous, nous les avons rassemblées et résumées.

## VALEUR EFFICACE

La valeur efficace d'une tension périodique de forme quelconque correspond à la valeur de la tension continue qui provoquerait la même dissipation d'énergie dans une résistance. La valeur efficace d'une ten-

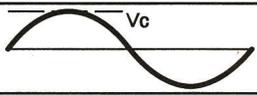
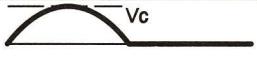
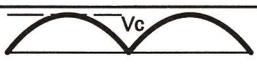
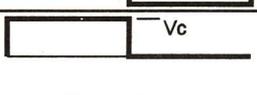
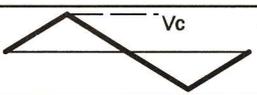
sion est notée  $V_{eff}$  (ou  $V_{rms}$ ). Il existe différents moyens de la mesurer :

- le pont de Graetz (c'est un "pont de diodes"), qui n'est rien d'autre qu'un redresseur,

• un thermocouple peut être utilisé pour mesurer l'échauffement d'une résistance traversée par le courant à mesurer,

• le calcul à partir de formules "prêtes à l'emploi" (voir le tableau) reste le meilleur moyen d'estimer une tension efficace quand... quand une formule simplifiée existe !

La formule valable pour une tension périodique est :

Le Signal		$V_{eff}$	$V_m$	$(\frac{V_{eff}}{V_m})^*$	$F_c$
	Sinusoidal	$\frac{V_c}{\sqrt{2}}$	0	Quotient non défini	$\sqrt{2} = 1,4142135..$
	Sinusoidal redressé	$\frac{V_c}{2}$	$\frac{V_c}{\pi}$	$\frac{\pi}{2} = 1,570796..$	2
	Sinusoidal redressé Double alternance	$\frac{V_c}{\sqrt{2}}$	$\frac{2V_c}{\pi}$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1,1107207..$	$\sqrt{2} = 1,4142135..$
	Carré (symétrique)	$V_c$	0	Quotient non défini	1
	Carré positif (ou carré symétrique redressé simple alter.)	$\frac{V_c}{\sqrt{2}}$	$\frac{V_c}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2} = 0,707106..$	$\sqrt{2} = 1,4142135..$
	"Dents de scie"	$\frac{V_c}{\sqrt{3}}$	0	Quotient non défini	$\sqrt{3} = 1,7320508..$

\* Facteur de forme

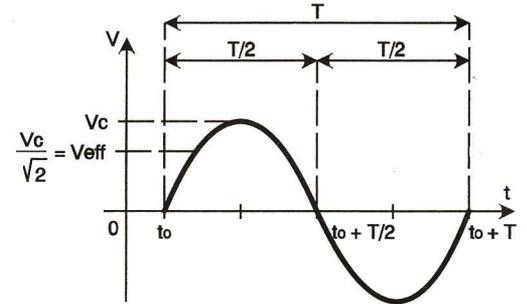


Fig 1

- t représente le temps, mesuré en secondes (et ses sous-multiples), c'est la variable indépendante
- T est la période

## FACTEUR DE CRETE

Le facteur de crête d'un signal est le quotient "valeur de crête sur valeur efficace". Il dépasse rarement 4, notons que le facteur de crête est une valeur sans unité, cela est bien normal puisque c'est le rapport de 2 tensions.

### Formule 3

$$F_c = \frac{V_c}{V_{eff}}$$

- $F_c$  : facteur de crête
- $V_c$  : valeur de crête (correspond à  $V_{max}$ )
- $V_{eff}$  : valeur efficace

## GÉNÉRALISATION

Ce qui a été dit pour  $v(t)$  est aussi vrai pour d'autres fonctions  $f(t)$ , en particulier  $i(t)$ .

## NOTATIONS :

- $V_{eff}$  : valeur efficace
- $V_{rms}$  : valeur efficace (notation anglo-saxonne) RMS : "Root Mean Square"
- $V_m$  : valeur moyenne
- $V_c$  : valeur de crête
- $V_{max}$  : valeur maximale (correspond à  $V_c$ )
- $F_c$  : facteur de crête
- $T$  : période du signal

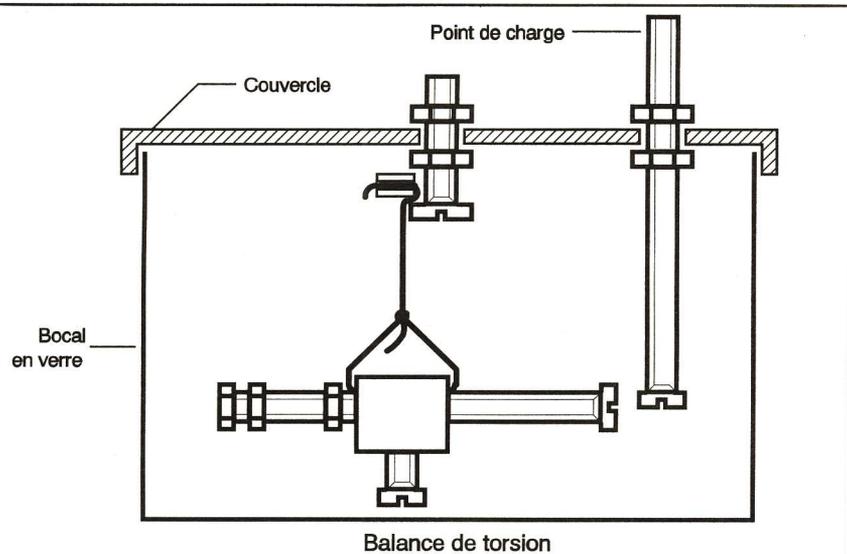


Fig 8

a) La force est inversement proportionnelle au carré de la distance (si on double la distance, on divise la force par quatre).

b) La force est proportionnelle au produit des charges (si on double la

charge, la force est multipliée par quatre).

P. RYTTER

## NOMENCLATURE

- 1 bocal à confitures d'environ 7 cm de diamètre
- 1 couvercle en plastique (pâte à tartiner, etc.)
- 2 vis diamètre 3 mm, longueur 4 cm
- 1 vis diamètre 3 mm, longueur 2 cm
- Ecrous de 3 mm
- Rondelles de 3 mm
- Fil de coton
- Barrette de « dominos » électriques
- 1 morceau de tube PVC (tube IRO 11) de 50 cm
- 1 chiffon de laine

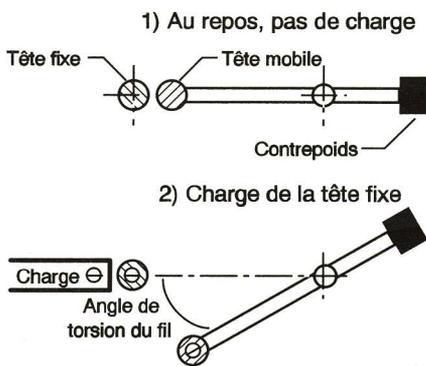


Fig 9

### Formule 1

$$V_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T f^2(t) dt}$$

- avec  $f(t) = v(t)$  (cas d'une tension)
- t représente le temps, mesuré en secondes (et ses sous-multiples), c'est la variable indépendante
- T est la période

## VALEUR MOYENNE

La valeur moyenne ( $V_m$ ) d'une tension ne doit surtout pas être confondue avec sa valeur efficace. Il faut bien comprendre que ce n'est pas parce que la tension moyenne est nulle que la tension efficace l'est aussi. Par exemple la tension moyenne (signal sinusoïdal) considérée sur un nombre entier de périodes est nulle... mais pas la tension efficace ! (voir figure 1). La formule générale permettant de calculer une valeur moyenne est :

### Formule 2

$$V_m = \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{+\frac{T}{2}} f(t) dt$$

- avec  $f(t) = v(t)$  (cas d'une tension)



## LA BASCULE BISTABLE

La bascule bistable fait partie des montages de base de l'électronique logique. Son fonctionnement est très simple : une impulsion de commande et la bascule se positionne sur un état complémentaire... et ainsi de suite.

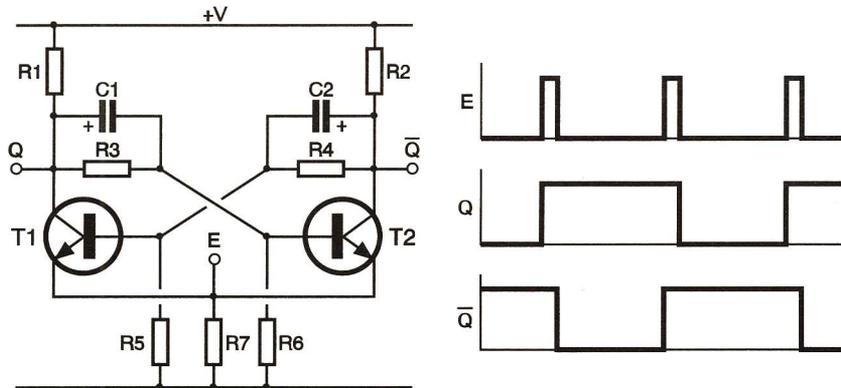


Fig 1

### UNE BASCULE BISTABLE AVEC DES TRANSISTORS (fig. 1)

Plaçons-nous dans la situation où le transistor T1 est saturé et où T2 est en situation de blocage. Sur le collecteur de T1, on relève un potentiel voisin de 0 V. Plus exactement, ce potentiel est égal à la somme  $UR7 + VBE$ , soit  $UR7 + 0,6V$ . Mais comme R7 est très faible par rapport à R1 (ou R2 qui est équivalent), la somme de ces deux potentiels reste inférieure à 1 V. Comme le transistor T2 est bloqué, son collecteur présente un potentiel voisin du « plus » de l'alimentation. Par l'intermédiaire, R4, il s'établit un courant base-émetteur dans T1.

Il s'agit donc bien d'une situation stable dans laquelle le transistor T1 continue d'être saturé et T2 reste maintenu bloqué. Soumettons maintenant pendant un bref instant les émetteurs réunis de T1 et de T2 à une impulsion positive. Pendant l'impulsion proprement dite, les deux transistors sont bloqués, étant donné que les émetteurs sont soumis au « plus » de l'alimentation. Mais quand l'impulsion cesse, le transistor T2 se sature tandis que T1 se bloque. En effet, dans la situation précédente, il n'y avait pas de courant dans R3, d'où un potentiel seul à ses bornes et une capacité C1 déchargée. La capacité C2, en revanche, est chargée du potentiel qui était disponible aux bornes de R4. Dès que l'impulsion positive de commande cesse, comme C1 est déchargée, le courant base-émetteur s'établira en priorité, dans T2, à travers C1. Cela va rapidement saturer T2. En conséquence, le potentiel du collecteur de T2 sera presque nul, ce qui bloque T1. C'est encore une situation stable mais inversée par rapport à la précédente.

Ainsi, chaque impulsion positive sur l'entrée E de la bascule a pour effet le basculement franc et rapide du dispositif vers une situation stable et

alternée par rapport à la précédente. Il s'agit donc bien d'une bascule bistable.

Au moment de la mise sous tension, la bascule se placera rapidement sur une position stable étant donné que le montage n'est jamais parfaitement symétrique au niveau des caractéristiques. C'est la raison pour laquelle cette position stable de départ sera généralement la même.

### DEUX BASCULES BISTABLES DANS UN CIRCUIT INTEGRE (fig. 2)

Le CD 4027 est un circuit intégré de la famille CMOS. Il comporte deux bascules bistables indépendantes l'une de l'autre. Chaque bascule comprend :

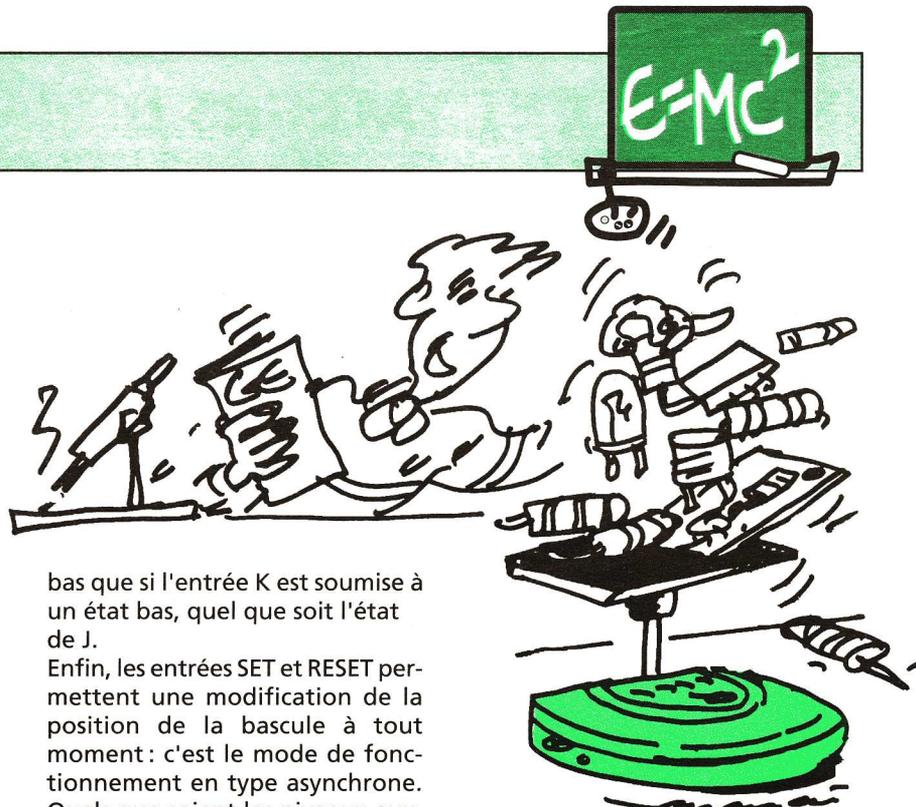
- 5 entrées : CLOCK, RESET, SET, J, K ;

- 2 sorties complémentaires Q et Q-bar. Rappelons que le potentiel d'alimentation d'un tel CI peut aller de 3 à 18 V. Examinons à présent son fonctionnement. Le mode de fonctionnement le plus couramment employé est le type synchrone. Dans ce cas, les entrées SET et RESET sont simultanément reliées à un état bas. La bascule change d'état lors de chaque front ascendant présenté sur l'entrée CLOCK, si les entrées J et K sont soumises en permanence à un état haut.

Les entrées J et K peuvent introduire des conditions particulières de basculement, eu égard à l'état initial de Q.

- Lorsque l'état initial de Q est bas, cette sortie ne passe à l'état haut que si l'entrée J est soumise à un état haut ; l'état auquel est soumise l'entrée K n'a aucune importance dans ce cas.

- Lorsque l'état initial de Q est haut, cette sortie ne passe à l'état



bas que si l'entrée K est soumise à un état bas, quel que soit l'état de J.

Enfin, les entrées SET et RESET permettent une modification de la position de la bascule à tout moment : c'est le mode de fonctionnement en type asynchrone. Quels que soient les niveaux auxquels sont soumises les entrées J et K :

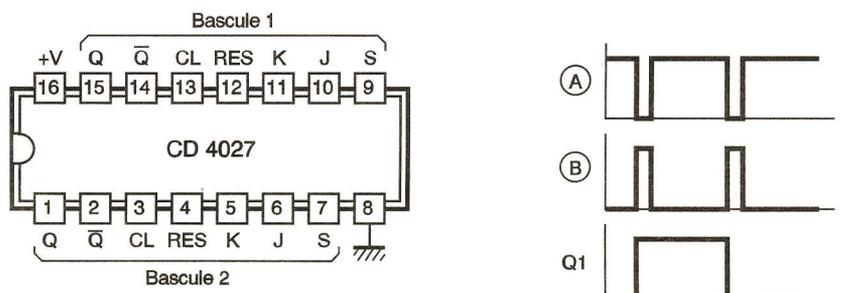
- lorsque l'on soumet l'entrée SET à un état haut (RESET restant à l'état bas), la sortie Q prend immédiatement l'état haut et Q-bar l'état bas ;
- lorsque RESET est soumise à un état haut (SET restant à l'état bas), Q passe à 0 et Q-bar à 1 ;
- si SET et RESET sont simultanément soumises à un état haut, les sorties Q et Q-bar se placent simultanément à l'état haut.

A la figure 2, nous utilisons la première bascule d'un CD 4027 en type synchrone. A chaque fois que l'on appuie sur le bouton-poussoir, la sortie du trigger NAND délivre un front ascendant, ce qui fait alterner les niveaux logiques sur la sortie Q1.

ETAT INITIAL					▲	ETAT SUIVANT	
J	K	S	R	Q		Sorties	
1	X	0	0	0	▲	1	0
X	0	0	0	1	▲	1	0
0	X	0	0	0	▲	0	1
X	1	0	0	1	▲	0	1
X	X	0	0	X	▼		Ne change pas
X	X	1	0	X	X	1	0
X	X	0	1	X	X	0	1
X	X	1	1	X	X	1	1

Légende :

- X : Etat indifférent
- ▲ : Changement de niveau



Application :

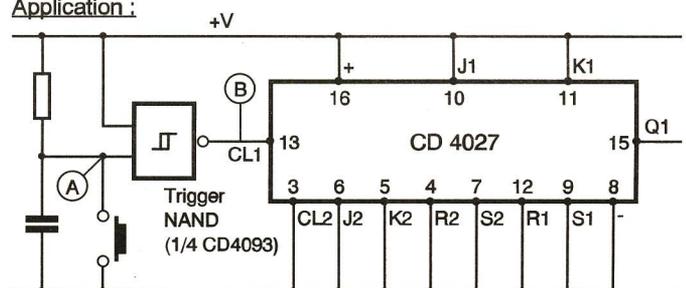


Fig 2



**PETITE HISTOIRE DES TECHNOLOGIES (6E PARTIE)**



P.R.

par P. Eisler en Angleterre en 1943, les lampes permirent de faciliter la réalisation d'éléments logiques compacts et amovibles. Mais c'est en empruntant d'autres voies que le développement des ordinateurs prit toute son ampleur. L'électronique à semi-conducteurs indissociable des machines actuelles connut une longue période de gestation avant que la technique permette les premiers développements industriels.

C'est dès 1930 qu'un inventeur allemand du nom de J. Lilienfeld brevetait un amplificateur basé sur un film de sulfure de cuivre. Son idée préfigura la technologie MOS (Metal Oxyde Semi-conductor) utilisée par nos actuels circuits intégrés. En 1935, le Berlinois O. Heil déposa en Angleterre un brevet dont l'objet portait sur « les améliorations concernant des amplificateurs électriques et autres dispositifs de

contrôle ». Sa description posait les bases du principe de l'utilisation des transistors à effet de champ en commutation ; la réalisation ne venant, elle aussi, que bien plus tard. En 1939, alors qu'il travaillait chez Siemens, Walter Schottky inventa un contact métal/semi-conducteur permettant de faire fonctionner une diode à haute fréquence. Associée à la technologie des transistors, l'idée de Schottky permit d'améliorer considérablement leur fonctionnement. Il fallut cependant attendre encore huit ans pour que le premier prototype de transistor soit opérationnel. C'est en effet le 27 janvier 1947 qu'il fut mis au point aux Etats-Unis par une équipe de trois chercheurs des laboratoires de la Bell Telephone Co : S. Bardeen, W. Brattain, W.

Shockley. Ils firent leur découverte tout à fait fortuitement alors qu'ils travaillaient sur une idée d'amplificateur de W. Shockley. En effet, rien ne marcha comme prévu et c'est en tentant de comprendre pourquoi qu'ils conçurent le transistor à cristaux de germanium. La paternité de ce nom, qui a fait depuis le tour de la terre, revient à Pearson et Brattain qui le choisirent. Ce n'est que quelques mois plus tard, le 23 décembre 1947, qu'ils présentèrent une première application sous la forme d'un petit

piano électronique sur lequel il était possible de jouer quelques notes. Outre la compacité et la faible consommation, le fait qu'il soit capable de fonctionner dès la mise en marche impressionna les spectateurs (les lampes ne fonctionnaient qu'après un temps de chauffage). Ces avantages, alliés à un prix de revient relativement faible, contribuèrent au succès fulgurant qu'il connut.

Il fallut cependant attendre encore une dizaine d'années avant qu'apparaissent les premiers ordinateurs à transistors qui constituent la seconde génération. Si les impératifs de la Seconde Guerre mondiale conditionnèrent les recherches qui furent à l'origine de la première génération, la compétition spatiale contribua à créer ce phénomène d'accélération que connaissent les suivantes.

En 1945, l'équipe allemande qui fut à l'origine des célèbres fusées V2 se rendit à la 11e Armée américaine. Aussitôt, sous la direction de Wernher Von Braun, celle-ci se remit au travail au centre d'essais de White Sands au Nouveau

Mexique où un programme de tirs d'étude put être mené grâce à la récupération d'une soixantaine de V2 encore utilisables.

De son côté, l'URSS reprenait un programme de recherche interrompu en 1939.

Du fait de ses alliances sur le continent européen, les Etats-Unis s'orientèrent vers la fabrication de lanceurs à portée intermédiaire alors que l'URSS préparait des lanceurs intercontinentaux. Cette différence au niveau des objectifs fera que, le 4 octobre 1957, l'URSS prit la tête de la course à l'Espace avec le lancement du premier satellite : Spoutnik-1.

Pour effacer cette supériorité soviétique, le gouvernement américain va créer, le 1er octobre 1958, la NASA, un organisme fédéral chargé

de coordonner les efforts dans le domaine de la recherche spatiale. Parallèlement et pour pallier la faiblesse des lanceurs, les Etats-Unis s'engagent dans la voie de la miniaturisation des équipements électroniques embarqués.

Mais il faudra un certain temps pour qu'une véritable industrie spatiale se mette en place alors que l'URSS maintient son avance avec le lancement, au matin du 12 avril 1961, du premier homme dans l'Espace : Youri Gagarine.

Le 25 mai 1961, le président J.F. Kennedy adoptera le programme Apollo visant l'envoi d'un homme sur la Lune avant la fin de la décennie.

L'engagement de l'industrie dans ce projet sera considérable, avec pour effet une croissance inégalée des budgets alloués à la recherche, notamment dans le domaine de l'électronique.

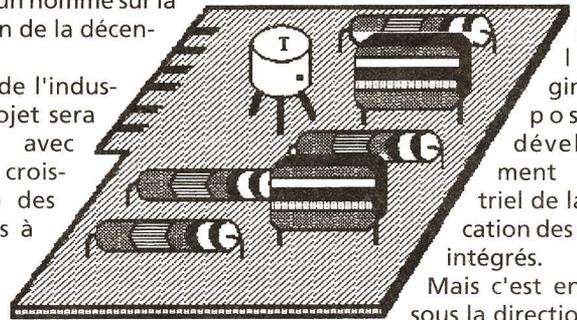
De nombreux fabricants se penchent sur un domaine nouveau : l'intégration.

En 1952 déjà, G. Dummer (Angleterre) avait déclaré, au cours d'un symposium qui se déroulait à Washington, qu'il envisageait comme possible dans un proche avenir la fabrication de systèmes électroniques constitués d'un bloc sur lequel on viendrait déposer par couches des matériaux conducteurs, isolants ou amplificateurs ; les jonctions électriques étant produites par

des découpes dans les différentes couches.

Il ne faudra cependant pas attendre très longtemps pour que cette préfiguration des circuits intégrés se concrétise. C'est en 1959 que J. Kilby fabriqua le premier circuit intégré au sein de la société Texas Instruments.

La même année, J. Hoerni (USA), mettait au point le procédé Planar pour la société Fairchild qui consiste alors à faire diffuser les zones des semi-conducteurs au lieu de les superposer. C'est en fait ce procédé

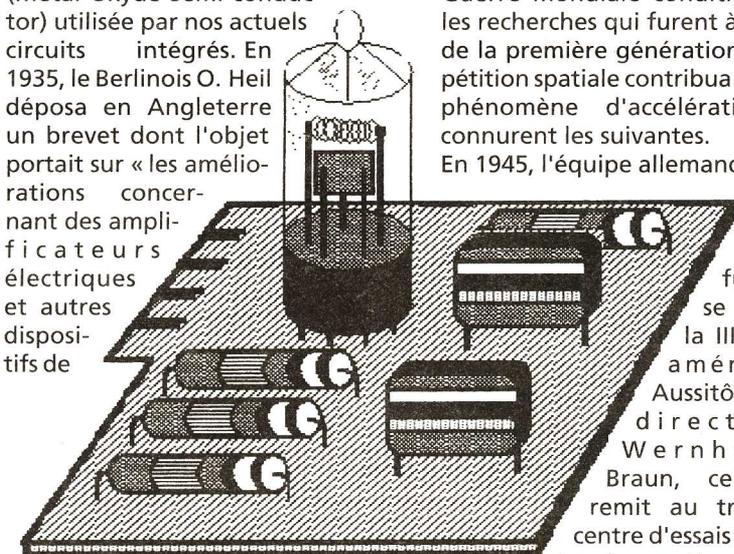


qui sera à l'origine d'un développement industriel de la fabrication des circuits intégrés.

Mais c'est en 1962, sous la direction de S. Hoftsein et F. Heiman (USA) que la société RCA réalisera pratiquement un circuit qui utilise le principe MOS. Si le premier circuit intégré ne comportait que seize transistors, la voie du domaine des circuits à intégration à grande échelle (LSI) était ouverte.

Les ordinateurs à transistors, coûteux, énormes et dont l'emploi était encore réservé à un cercle restreint d'utilisateurs, purent alors céder la place à la génération suivante à compter de 1965.

Pascal RYTTER



" TSM " TEL 16 1 39 61 88 95 FAX 16 1 39 61 67 94  
151 Rue Michel Carré VENTE AU COMPTOIR OU PAR CORRESPONDANCE  
95100 ARGENTEUIL 40,00F FORFAIT PORT/EMB



Kits Electronique " COLLEGE "

Récepteur FM 88/108Mhz	Micro espion (F.M) Alime 9V=
par 1 99,00Fr	par 1 47,00Fr
par 10 80,00Fr	par 10 35,00Fr
par 100 55,00Fr	par 100 30,00Fr

Catalogue kits et composants 92 contre 20,00F en chèque

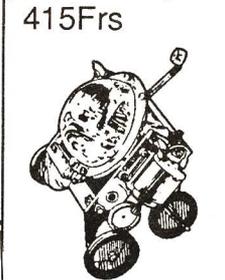
EXPE 02N : 80,00F
Sirène Américaine + klaxon 2 tons
EXPE 06N : 45,00F
Gradateur de lumière
EXPE 10N : 90,00F
Clap inter
EXPE 13N : 97,00F
Détecteur de câble
EXPE 19N : 65,00F
Sablier Electronique
EXPE 22N : 60,00F
Variateur de vitesse mini perceuse
EXPE 26N : 60,00F
Compte minute
LABO 02N : 295,00F
Alimentation stabilisé réglable 3/24V/2A
LABO 05N : 80,00F
Testeur de transistors
LABO 07N : 172,00F
Sonomètre
LABO 09N : 155,00F
Luxmètre

MV966 295Fr

MANTA (capteur de son et de choc)

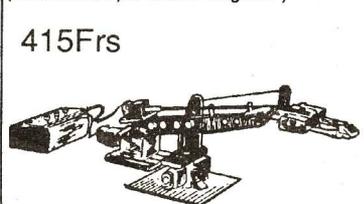


PIPER MOUSE (à capteur de son) 415Fr



KITS ROBOTS ELECTRONIQUES

Y 01 ROBOTIC ARM (commande par boîtier filoguidé) 415Fr



LINE TRAKER (à capteur infra-rouge) 415Fr



S CARGO (à capteur de son) 415Fr



MOVIT

- Initiation à l'électronique par la pratique.
- Explications des circuits et de leurs fonctions appliquées aux montage.
- Initiation à la mécanique et à l'automatisme.
- Explications des fonctions et premières notions de mécanique.
- Initiation au vocabulaire technique anglais.

MEDUSA (à capteur de son) 295Fr

