

## PETITE HISTOIRE DE L'ATOME

(9e partie)

**D**e 1942 à 1945, alors que la construction dans le plus grand secret de la bombe atomique mobilisait aux Etats-Unis un nombre considérable de chercheurs, savants et techniciens, la crainte de voir l'Allemagne se doter d'une telle arme semblait d'autant plus justifiée que c'est justement dans ce pays que fut découvert le processus de fission grâce aux travaux de Lise Meitner et Otto Hahn en 1939.

Les recherches entreprises à la suite de cette découverte amenèrent certains scientifiques allemands à émettre des avis sur les usages civils ou militaires susceptibles d'en résulter. C'est donc sous l'autorité de l'armée qu'un premier groupe d'une douzaine de chercheurs fut chargé d'effectuer des travaux dans ce domaine. Au cours de la première phase d'études théoriques concernant la séparation isotopique de l'uranium et l'expérimentation d'un réacteur nucléaire, l'Allemagne et les Etats-Unis semblent avoir suivi des progressions similaires. C'est entre 1941 et 1942 que les deux pays vont diverger. En Allemagne, la logique de maintien et de conquête des territoires mobilise déjà la quasi-totalité de l'effort de guerre. L'étude des armes secrètes (avions sans pilote, fusées ou chasseurs à réaction) ainsi que la production de l'armement nécessitent l'essentiel des ressources tant humaines qu'écono-



suite p 24

## DÉ ÉLECTRONIQUE

PAGE 3

**L**es jeux de société, même modernes, reposent sur le lancé du dé de nos ancêtres. L'électronique peut renforcer l'attrait de vos jeux avec un dé lumineux, dont la réalisation a été possible à l'aide de circuits intégrés logiques. La probabilité de chaque événement demeure de 1/6, grâce à un générateur pseudo-aléatoire.

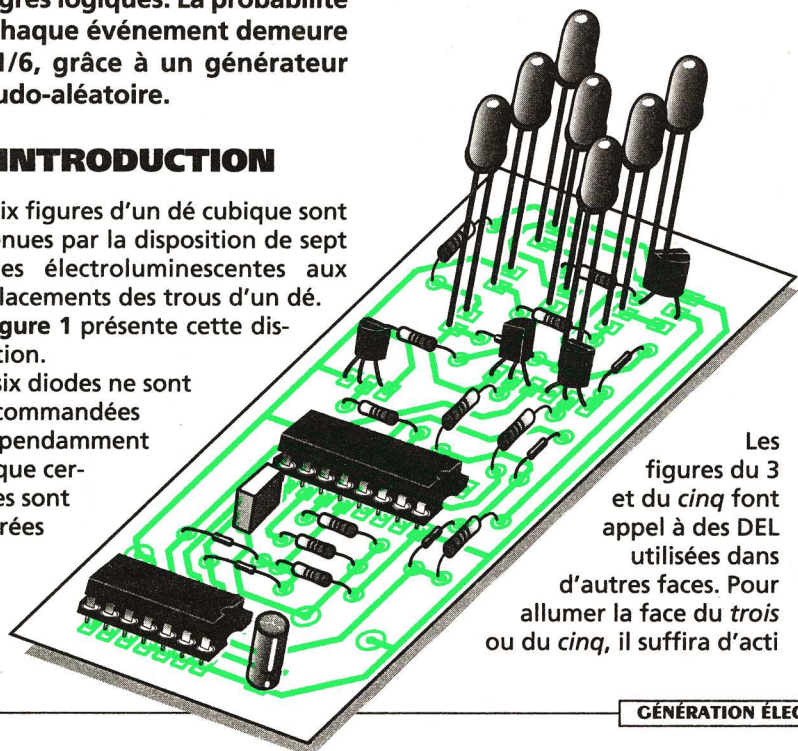
### INTRODUCTION

Les six figures d'un dé cubique sont obtenues par la disposition de sept diodes électroluminescentes aux emplacements des trous d'un dé.

La figure 1 présente cette disposition.

Ces six diodes ne sont pas commandées indépendamment puisque certaines sont éclairées par

une paire. En effet, la face du deux est obtenue par les deux DEL désignées par un 2 sur la figure 1, la face du quatre par ces mêmes DEL et deux nouvelles repérées par un 4, et la face du six par ces quatre DEL, et deux autres nouvelles désignées par un 6.



Les figures du 3 et du cinq font appel à des DEL utilisées dans d'autres faces. Pour allumer la face du trois ou du cinq, il suffira d'acti-

ver les commandes du groupement de DEL qui les définissent. Seulement 4 circuits de commande sont donc nécessaires au lieu de 6.

### LE SCHEMA

La figure 2 donne le schéma de principe du dé électronique. Il se divise en deux parties: le générateur pseudo-aléatoire et la commande de l'affichage.

Le générateur pseudo-aléatoire  
Le but de ce générateur est d'obtenir avec une probabilité identique l'une des six faces d'un dé. Il doit donc produire six événements dont la durée d'apparition est identique et le choix aléatoire.

Les six événements sont générés par un compteur logique, dont le mode binaire garantit une durée d'apparition identique. L'aléa du choix repose sur le fait que la fréquence de répétition des événements est très élevée. Par ailleurs, le choix de l'événement est déterminé par l'arrêt manuel du compteur.

suite p 3

N° 19 MAI 1995

## SOMMAIRE

1 - PETITE HISTOIRE DE L'ATOME

2 - TECHNOLOGIE : TRIAC ET DIAC

3 - UN DÉ ÉLECTRONIQUE

4 - QU'EST-CE QUE C'EST ? COMMENT ÇA MARCHE ? LES TABLETTES GRAPHIQUES

6 - UNE SIRENE PUISSANTE

7 - LES AOP : LES DIFFERENTS FILTRES

10 - LOGIQUE 19

12 - ADAPTATEUR POUR LA MESURE DES CONDENSATEURS

14 - LES CALCULATRICES

16 - LA PLAQUE D'ESSAIS

17 - COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?

20 - J'EXPERIMENTE : L'ELECTRICITE DYNAMIQUE

22 - UNE BALISE DE DETRESSE

23 - ABONNEMENTS

Generation

## ELECTRONIQUE

PROJETS, INITIATION, ENSEIGNEMENT

PUBLICATIONS GEORGES VENTILLARD S.A. au capital de 5 160 000 F 2 à 12, rue Bellevue, 75019 PARIS

Tél. : 44.84.84.84 - Fax : 42.41.82.40 Telex : 220 409 F

Principaux actionnaires :

M. Jean-Pierre VENTILLARD

Mme Paule VENTILLARD

Comité de Direction :

Jean-Pierre VENTILLARD, Président

Jacqueline LEFEVRE, Administrateur

Jean-Claude NOTTIN, Administrateur

Président-Directeur Général

Directeur de la Publication :

Jean-Pierre VENTILLARD

Directeur de la Rédaction :

Bernard FIGHERA

Comité de Rédaction :

R. KNOERR, G. ISABEL, P. RYTTER,

M. DELEPIERRE, A. BOUTEVILLE, A. SOROKINE

Maquette : R. MARAI

Marketing/Ventes : Jean-Louis PARBOT

Tél. : 44.84.84.84

Inspection des Ventes :

Société PROMEVENTS, 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. : 44.84.84.85 - CCP Paris 3753-60

FAX : 42.41.89.40

Directeur général : Jean-Pierre REITER

Chef de publicité : Pascal DECLERCK

Assisté de : Karine JEUFRUAULT

Abonnement : Marie-Christine TOUSSAINT

Voir nos tarifs en dernière page

Préciser sur l'enveloppe

"SERVICE ABONNEMENTS" : MENSUEL

Tél. : 44.84.85.16

Prix de vente au numéro : 15 F

Commission paritaire n° 74699

Membre inscrit à DIFFUSION CONTRÔLE (OJD)

Distribution : Transport Presse

I.S.S.N. 1248 1130

« Loi n° 49-956 du 16 juillet 1949 sur les publications destinées à la jeunesse. » Mai 1995.



T 1767 - 19 - 15,00 F



RETRONIK.FR 2023





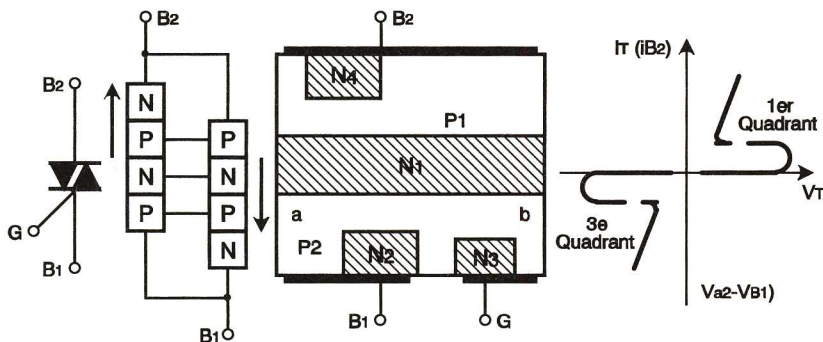
## TRIAC ET DIAC

Ce mois-ci le volet technologie est consacré aux triacs et diacs.

### PRINCIPE

Le triac (triode courant alternatif : TRI-AC en anglais) est composé de deux thyristors opposés commandés par une seule gâchette et fabriqué dans le même cristal de silicium. La figure 1 donne la disposition théorique des fonctions et sa courbe de fonctionnement dans les quadrants 1 et 3. Le dispositif devant fonctionner dans les deux polarités du courant

Mode 4 - 4<sup>e</sup> quadrant : B<sub>2</sub> négatif, B<sub>1</sub> positif, G impulsion positive. Nous n'entrerons pas dans l'explication du fonctionnement des quatre modes. Etant donné que le triac doit fonctionner dans les deux sens en alternatif, on doit utiliser deux de ces modes. Le mode 1 est le plus sensible ; les modes 2 et 3 requièrent des



Structure théorique

Fig 1

alternatif, on ne peut plus nommer anode et cathode ses électrodes principales. On les désigne par B<sub>1</sub> et B<sub>2</sub>. La gâchette est prise à la fois sur N<sub>3</sub> et P<sub>2</sub>. La borne B<sub>1</sub> est reliée à la fois sur N<sub>2</sub> et P<sub>2</sub>, et la borne B<sub>2</sub> est prise à la fois sur N<sub>4</sub> et P<sub>1</sub>. La zone a est séparée de la zone b par la résistance intrinsèque de P<sub>2</sub>.

La figure 2 montre les quatre modes possibles de fonctionnement : Mode 1 - 1<sup>er</sup> quadrant : B<sub>2</sub> positif, B<sub>1</sub>

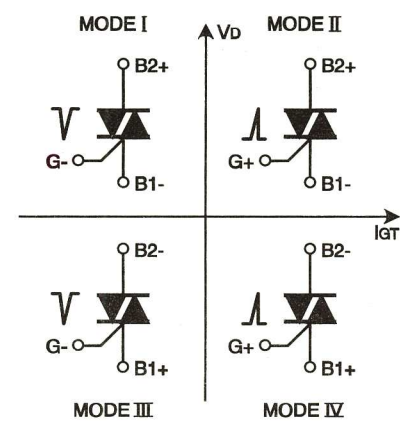
courants de gâchette plus élevés, le mode 4 est le moins sensible. Les modes 1 et 3 sont les plus intéressants car l'impulsion de déclenchement est du même sens que le courant principal. Ils permettent la réalisation de déclencheurs économiques. Ce sont ces seuls modes qui vous intéressent pour vos réalisations.

Les modes 2 et 3 sont utilisés pour des applications industrielles, car les systèmes de déclenchement sont plus précis. Les autres modes sont déconseillés.

### PRINCIPAUX MODELES

V<sub>DRM</sub> : 400 à 800 V. I<sub>T</sub> (AV) : 1 à 25 A. I<sub>GT</sub> : 10 à 50 mA selon quadrant. V<sub>GT</sub> : 1,5 à 3 V. dV/dt : 1 à 100 V/μs. dI/dt : 10 à 30 A/μs. I<sub>H</sub> : 25 à 50 mA.

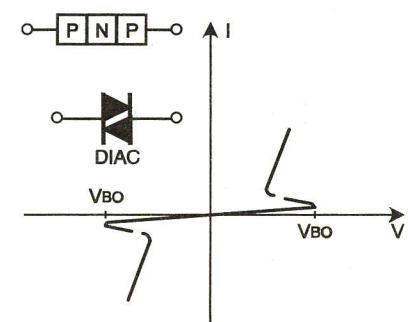
Le triac est un dispositif peu sensible par construction. Il est très différent du thyristor, en particulier en dV/dt. En effet, les « deux » thyristors font partie d'une structure commune. Les porteurs minoritaires résultant de la



Les quatre quadrants

Fig 2

négatif, G impulsion positive. Mode 2 - 2<sup>e</sup> quadrant : B<sub>2</sub> positif, B<sub>1</sub> négatif, G impulsion négative. Mode 3 - 3<sup>e</sup> quadrant : B<sub>2</sub> négatif, B<sub>1</sub> positif, G impulsion négative.



Constitution du diac

Fig 3

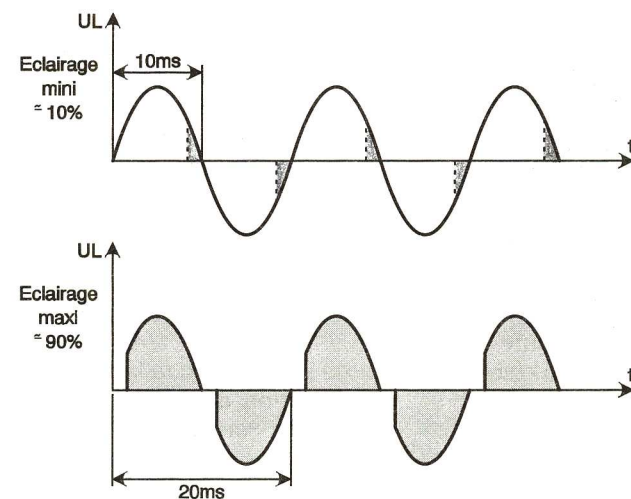


Fig 5 Fonctionnement du gradateur

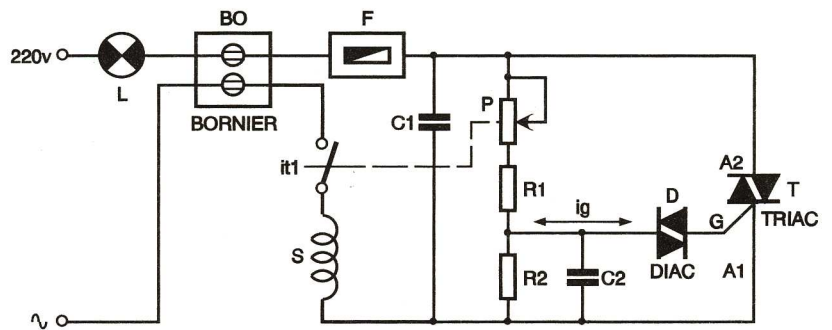


Schéma complet du gradateur

Fig 6

conduction dans un quadrant rendent plus facile l'amorçage dans un autre quadrant, et ce surtout pour une charge inductive. Si l'on n'a pas prévu de dispositif limitant le dV/dt, le triac se réamorçage spontanément. Il n'existe pas de triac de grande puissance.

### DECLENCHEMENT DES TRIACS PAR DIACS

#### Le diac (diode AC)

Le diac est un composant à trois couches PNP possédant deux sorties P, la couche intermédiaire N n'est pas accessible. Il est présenté dans un boîtier en verre miniature. Sa caractéristique est symétrique. Il est commuté de l'état bloqué à l'état passant par dépassement de sa tension de claquage (fig. 3).

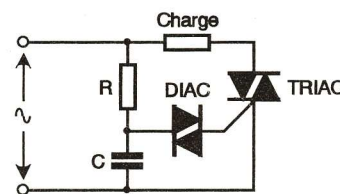
#### Caractéristiques

Tension de retournement V<sub>(BO)</sub> : 28 à 36V. Tension de sortie V<sub>O</sub> : > 5V. dV/dt = 10V/ms. Courant de retournement : < 100 μA.

La caractéristique à résistance négative du diac lors du retournement permet de l'utiliser dans un montage relaxateur.

#### Déclencheur de triac à diac

La figure 4 donne le schéma d'un déclenchement très simple. Le réseau déphaseur R<sub>c</sub> charge la capa-



Principe de déclenchement

Fig 4

citité. Lorsqu'elle atteint une tension aux bornes supérieure à la tension de retournement du diac, ce dispositif fournit une impulsion positive sur la gâchette du triac qui est mis en conduction. En rendant R ajustable, on modifie la constante de temps du circuit et le moment de

commutation, par rapport à la sinusoïde du secteur.

Le déclenchement s'effectue dans les modes 1 et 3 du triac.

La décharge par le diac d'un condensateur de 0,1 μF permet le déclenchement de tous les triacs courants.

On contrôle ainsi la puissance commu-

tée par le triac pour l'installation. Ce montage économique en commande de phase est cependant affecté d'une hystérésis de commande et d'un fonctionnement incertain sur charge inductive. C'est pourquoi les schémas de gradateurs de lumière prévoient un dispositif éliminant cette hystérésis.

### EXEMPLE D'APPLICATION : UN GRADATEUR DE LUMIERE

La figure 5 donne le principe de fonctionnement et la figure 6 le schéma de l'appareil.

La lampe L est alimentée à travers le fusible F, le triac T, l'inductance L et l'interrupteur I<sub>t</sub> associé au potentiomètre P.

Le triac est déclenché à chaque demi-alternance du secteur par le diac qui fournit une impulsion positive pour cette demi-alternance et une impulsion négative pour la suivante.

La tension est fournie, en sens convenable, au diac par R<sub>2</sub>-C<sub>2</sub>. Lorsque P est à sa valeur maximale, le courant dans P-R<sub>1</sub>-R<sub>2</sub> est faible et C<sub>2</sub> se charge lentement. Il atteint la tension de déclenchement aux bornes presque à la fin de l'alternance, l'éclairage de la lampe est très faible (fig. 5A).

Lorsque P est à sa valeur minimale, le courant dans P-R<sub>1</sub>-R<sub>2</sub> est plus important et C<sub>2</sub> se charge rapidement. La tension de déclenchement est atteinte au début de la demi-alternance, l'éclairage de la lampe est maximal (fig. 5B). La puissance transmise à la lampe est proportionnelle à la surface hachurée de chacune des demi-alternances.

La forme du signal est loin de la sinusoïde et crée des harmoniques de rang élevé, sous la forme de parasites radioélectriques. La bobine L et la capacité C sont indispensables pour les atténuer. La constante de temps R<sub>2</sub>-C<sub>2</sub> diminue les phénomènes d'hystérésis à l'allumage et à l'extinction.

### NOMENCLATURE

- R1 : 33 kΩ 1/2 W
- R2 : 39 kΩ 1/4 W
- P : 100 kΩ avec inter
- C1 : 0,22 μF/400 V plastique
- C2 : 0,22 μF/100 V plastique
- Diac triac 4 à 6 A 400 V
- Bobine L : 60 à 80 spires fil émaillé 0,6 à 0,8 mm bobiné sur un manchon en ferrite Ø 6 mm, longueur 20 mm
- Fil collé sur le mandrin



Et comme le blocage du compteur est obtenu par un interrupteur à poussoir qui génère inévitablement des rebonds, l'apparition aléatoire d'une face parmi 6 est certaine.

Un circuit logique, très économique, remplit la fonction de compteur binaire et de générateur astable. Il s'agit du 4060, circuit intégré très attrayant puisqu'il contient un compteur binaire de 14 étages et des inverseurs logiques, utiles pour la mise en œuvre d'un oscillateur.

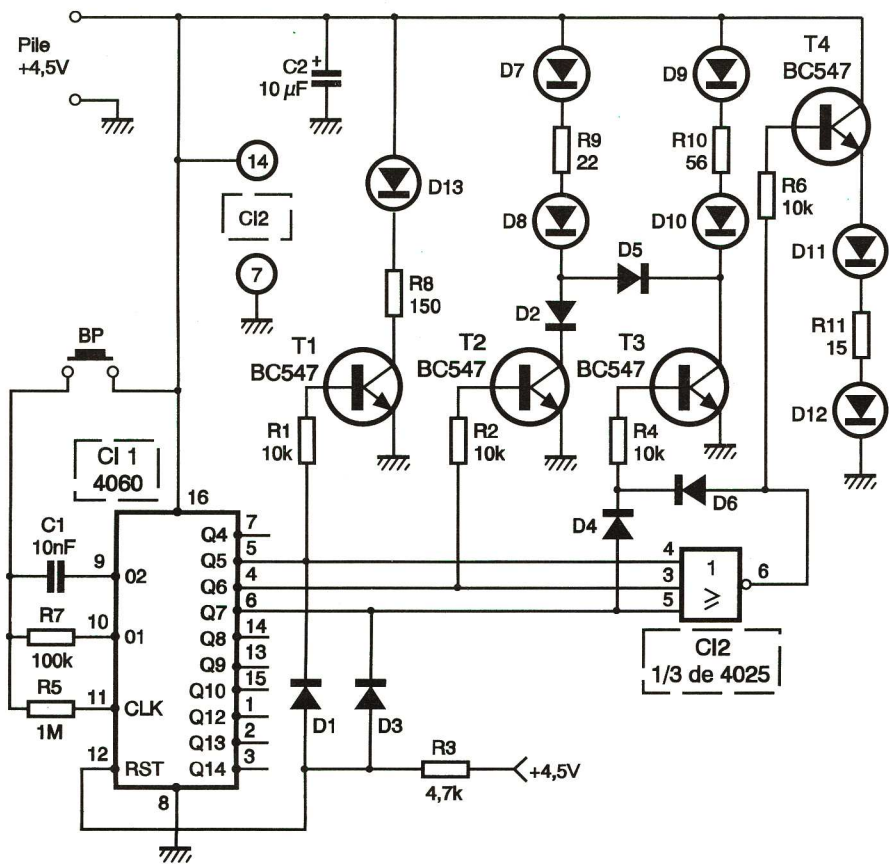


Fig 1

Les composants C<sub>1</sub>, R<sub>7</sub> et R<sub>5</sub> sont associés à ces portes pour réaliser un multivibrateur astable, dont la fréquence est divisée par deux par la bascule de chaque étage du compteur. Trois bascules consécutives Q<sub>5</sub>, Q<sub>6</sub> et Q<sub>7</sub> sont utilisées pour obtenir un compteur binaire de 6 événements.

Au septième, les bascules Q<sub>5</sub> et Q<sub>7</sub> sont à l'état haut, bloquant les diodes D<sub>1</sub> et D<sub>3</sub> qui réalisent une fonction ET. Cette dernière est alors

vraie et un état haut est appliqué sur l'entrée broche 12 de remise à zéro du compteur de C<sub>1</sub>, qui démarre ainsi un nouveau cycle.

La séquence du générateur ainsi obtenue est donnée par le tableau ci-dessous.

SORTIES COMPTEUR			Face du dé
Q <sub>7</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>5</sub>	
0	0	0	6
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5

Pendant le cycle libre du compteur, les 6 figures apparaissent successivement à fréquences élevées de sorte que toutes les DEL apparaissent éclairées.

Pour bloquer le compteur, il suffit de forcer à l'état haut ou bas logique le nœud des composants C<sub>1</sub>, R<sub>5</sub> et R<sub>7</sub> de l'oscillateur, en y appliquant la masse ou la tension d'alimentation.

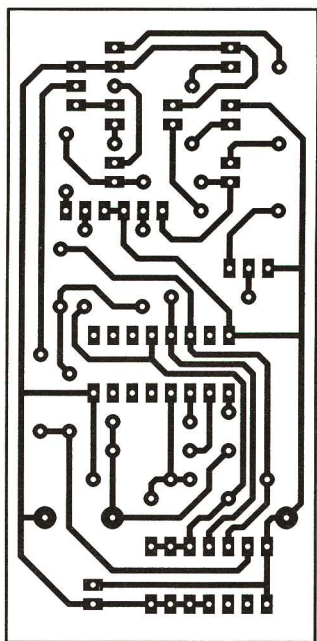


Fig 1



## La commande de l'affichage

Trois des quatre transistors de l'étage de commande sont utilisés en commutateur inverseur. Chacun est associé à une des trois sorties du compteur. Un état haut, sur une sortie, polarise la jonction base-émetteur du transistor, qui passe de l'état bloqué à l'état passant de saturation. Le collecteur du transistor est alors à un niveau proche de la masse: 0,1 à 0,2V. Les diodes DEL placées dans le circuit collecteur sont alors polarisées en direct et éclairent. Les diodes D<sub>2</sub> et D<sub>5</sub> permettent d'adjoindre les DEL « 2 » aux DEL « 4 » dans le circuit collecteur du transistor T<sub>3</sub>, pour l'obtention de la face quatre.

De même, les diodes D<sub>4</sub> et D<sub>6</sub> assurent une fonction OU entre le 4 et le 6. La face six correspond à un état bas sur les trois sorties du compteur que détecte la porte NOR, C<sub>12</sub>. La sortie de cette porte logique commande le transistor driver des DEL de la figure 1 et le transistor T<sub>4</sub> monté en collecteur commun (sui-vueur de tension). Ce transistor alimente les deux DEL allumées uniquement pour la figure du six.

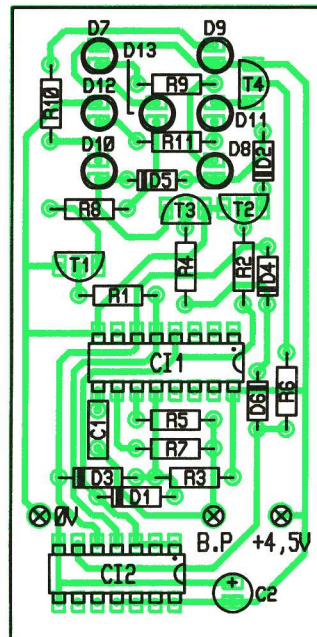


Fig 1

Alimentation de 4,5V, les DEL seront des modèles de couleur rouge et de tension directe de 1,6V. Eventuellement, la valeur des résistances de calibrage du courant dans les DEL sera corrigée pour uniformiser leur éclat.

Hervé CADINOT

## LA REALISATION

La figure 2 représente le tracé des pistes de l'implantation de la figure 3. La réalisation ne pose aucun problème. Avec une alimen-



## NOMENCLATURE

**Résistances**  
 R1, R2, R4: 10 kΩ (marron, noir, orange)  
 R3: 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)  
 R5: 1 MΩ (marron, noir, vert)  
 R6: 1 kΩ (marron, noir, rouge)  
 R7: 100 kΩ (marron, noir, jaune)  
 R8: 150 Ω/470 Ω\* (marron, vert, marron)  
 R9: 22 Ω/330 Ω\* (rouge, rouge, noir)  
 R10: 56 Ω/390 Ω\* (vert, bleu, noir)  
 R11: 15 Ω/330 Ω\* (marron, vert, noir)

**Condensateurs**  
 C1: 10 nF  
 C2: 10 μF/16 V

**Semi-conducteurs**  
 D1 à D6: 1N4148  
 D7 à D13: DEL rouge  
 T1 à T4: BC547  
 C11: 4060  
 C12: 4025

**Divers**  
 BP: bouton-poussoir M/A  
 1 pile plate 4,5 V ou 9 V

\* Signifie: valeur à utiliser avec une alimentation par pile de 9 V.





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

## LES TABLETTES GRAPHIQUES

Si la souris permet d'effectuer des tracés sur l'écran grâce aux logiciels adaptés, sa manipulation reste encore trop éloignée du mouvement naturel de la main pour rendre les sensations du « crayonné » sur une feuille. La tablette numérique vient donc au secours du graphiste grâce au stylet qui remplace le pinceau, l'aérographe ou la plume la plus fine. Il suffit simplement de sélectionner les outils de traçage parmi un choix proposé à l'écran ou directement sur la tablette.

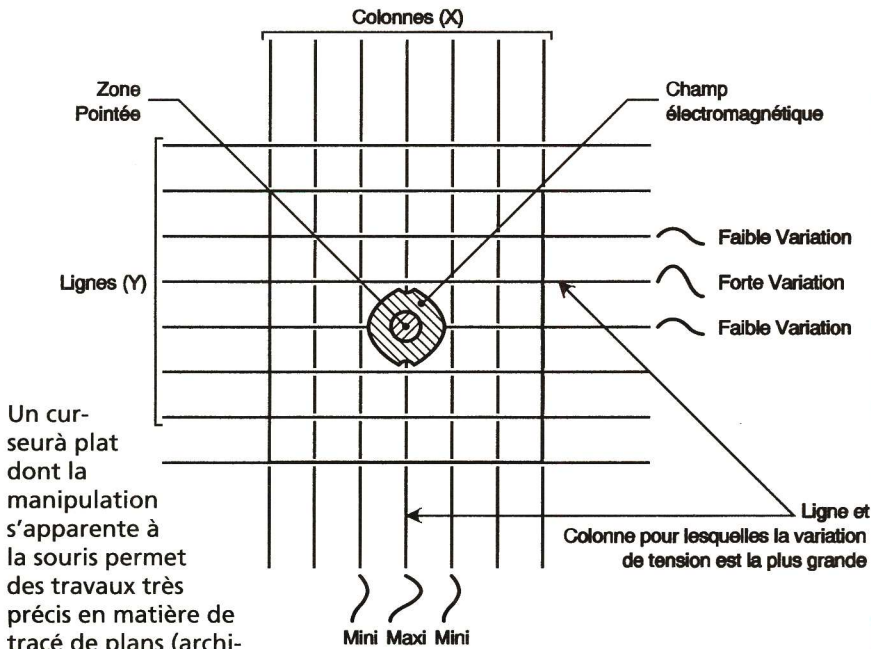


Fig 1

ment ramenée à leur écart (0,2 ou 0,25 mm) ou au nombre de lignes par millimètre.

La finesse avec laquelle sera perçu le déplacement du stylet ou du curseur dépend des caractéristiques physiques de l'ensemble. C'est la raison pour laquelle des tablettes annon-

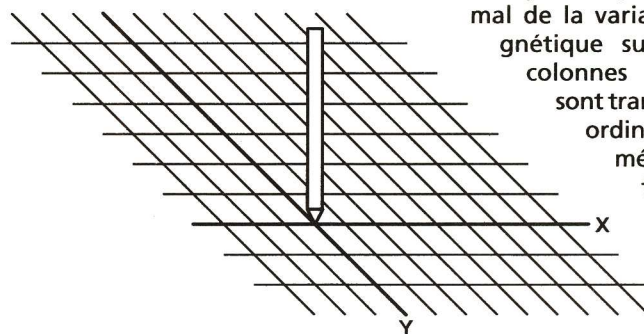


Fig 2

cent une précision variant de plus ou moins 0,15 mm à 0,5 mm. Il faut en outre que la vitesse de transmission des points repérés sur la tablette n'entrave pas les gestes de l'utilisateur. Celle-ci peut varier de 60 à plus de 200 points par seconde.

### PRINCIPE

Une tablette graphique fonctionne en application de la théorie des

champs électromagnétiques de Maxwell (le physicien écossais Maxwell (1831-1879) fut l'auteur de la théorie électromagnétique de la lumière en 1865 pour laquelle il établit ses équations générales du champ électromagnétique).

En fait, le stylet ou le curseur à plat comportent un bobinage qui génère un champ électromagnétique. Placé au-dessus de la grille conductrice de la tablette, ce champ va induire des variations de courant qui se répercuteront sur les lignes et les colonnes situées au voisinage.

En comparant les variations obtenues, il est possible de déterminer les conducteurs pour lesquels l'amplitude s'avère être la plus grande en ligne et en colonne, et par conséquent de définir avec précision le point d'application (fig. 1).

## ■ FONCTIONNEMENT

La surface active de la tablette se compose d'une feuille en matière plastique souple ou rigide, moulée avec une grille de fils conducteurs en inclusion. Ce réseau croisé où circule un faible courant constitue le capteur sur lequel se répercuteront les variations de champ électromagnétique générées par le stylet. Les coordonnées du point repéré (qui est toujours le point d'effet maximal de la variation électromagnétique sur les lignes et colonnes environnantes) sont transmises au micro-ordinateur par l'intermédiaire de l'interface série (fig. 2), avec des indications supplémentaires

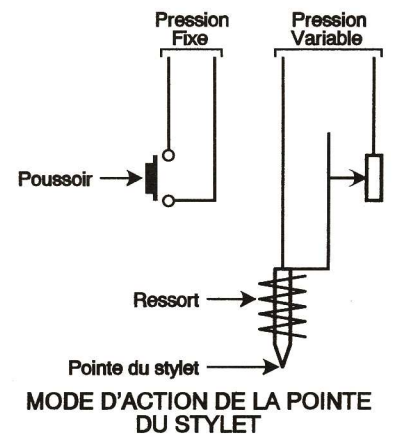


Fig 4

informations, comme l'appui sur un poussoir situé sur le corps du stylet ou sur la pointe.

Afin de permettre de jouer sur la variation d'épaisseur du tracé sans que l'utilisateur soit dans l'obligation de sélectionner celle-ci dans un menu, certains stylets sont munis d'une pointe actionnant un poten-

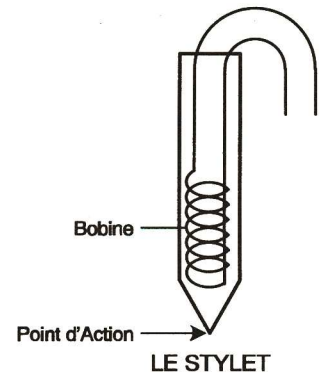


Fig 3

tiomètre (fig. 4). Après conversion, la valeur numérique transmise (elle peut varier de 0 à 255) permet la sélection automatique d'une épaisseur qui aura pour conséquence de rendre des effets comme les pleins

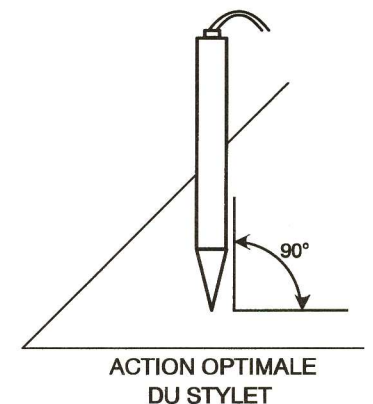


Fig 5

## ■ LES TABLETTES

Il existe actuellement toute une gamme de tablettes dont le classement s'effectue d'après leur format, leur définition et leur précision. Les formats courants reprennent les plis classiques du dessin industriel (A5 à A3) ou s'expriment en pouces. Les tablettes se déclinent en dimensions classiques de 148 x 210 mm (A5), 297 x 210 mm (A4) ou 297 x 420 mm (A3), mais avec les unités anglo-saxonnes, on trouvera des dimensions de 12 x 12 pouces ou 18 x 12 pouces (1 pouce = 25,4 mm) pour la surface utile, qu'il convient de distinguer de la surface totale. Leur définition (le nombre de points par centimètre carré) est générale-

concernant l'appui sur un bouton ou la variation de pression sur la pointe du stylet.

## ■ QUEL STYLET ?

On rencontre deux types de stylets. Le premier consiste en une bobine alimentée via l'interface de la tablette (fig. 3). Il est donc lié physiquement à cette dernière grâce à un câble souple chargé d'alimenter la bobine mais aussi d'envoyer des



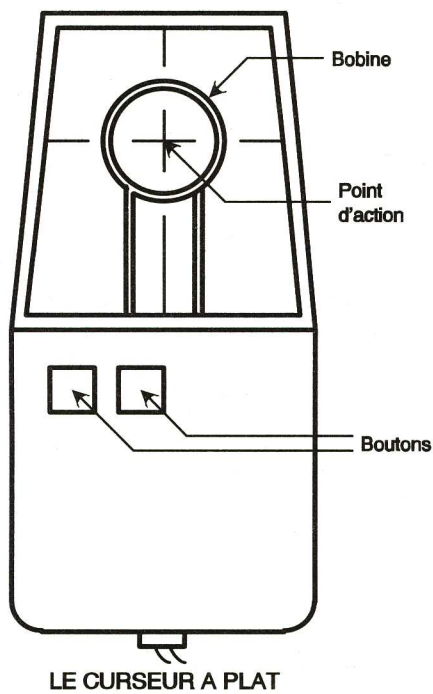


Fig 6

et déliés d'une écriture cursive à la plume.

Les stylets sans fil constituent sans doute l'étape ultime de cette recherche du naturel dans l'expression graphique.

Leur fonctionnement ne diffère pas de ce qui a été annoncé précédemment si ce n'est que la tablette va jouer successivement le rôle d'émetteur et de récepteur (résonance électromagnétique alternée).

Elle va donc commencer par émettre un champ électromagnétique qui, capté par le stylet, sera transformé en une énergie électrique alimen-

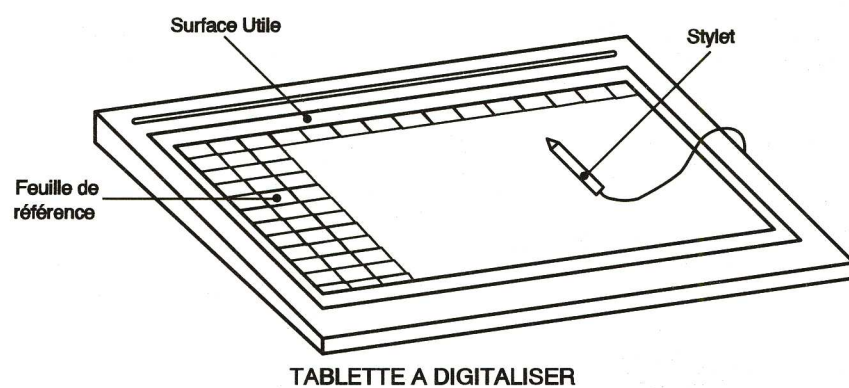


Fig 7

tant la bobine. Le champ développé par cette bobine peut alors être détecté sur la tablette qui est passée entre-temps en mode récepteur. Le fait d'alterner très rapidement ces modes émetteur et récepteur permet de connaître à tout moment la position de la pointe du stylet.

### LE CURSEUR A PLAT

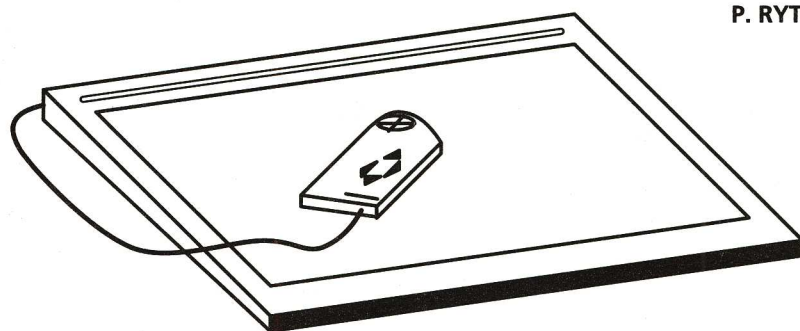
Puisque le principe de fonctionnement ne change pas, c'est la recherche de la précision qui peut motiver son emploi.

En effet, ce dernier se déplaçant sur la tablette comme une souris, la bobine conserve toujours la même inclinaison alors qu'un stylet verra son inclinaison varier sans cesse au cours du tracé (fig. 5).

Afin de faciliter la visée, la bobine est noyée dans un matériau transparent en forme de loupe sur

lequel est gravé un réticule (fig. 6). Le nombre de boutons disponibles sur le curseur est variable (de 1 à 16 et plus) et dépend de l'usage auquel on le destine.

On préfère généralement fixer une feuille de référence directement sur la tablette afin de disposer des outils d'un logiciel en pointant directement sur leur icône. Si elles ont tendance à réduire la surface utile de la zone active, ces feuilles restent



P. RYTTER

Fig 8

préférables aux combinaisons de touches ou de boutons (fig. 7).

## LES LIAISONS LOGICIELLES

La tablette numérique est fournie avec des programmes pilotes (drivers) qui établissent des liens de communication entre elle et des applications.

En dehors des logiciels de dessin, le curseur reste utilisable afin de remplacer la souris.

## JOUETS GRAPHIQUES

Des tablettes de petite dimension, proposées à bas prix, sont fournies avec un logiciel de coloriage pour enfants ou utilisables comme une ardoise magique sur l'écran.

# GENERATION ELECTRONIQUE

Sommaires des anciens numéros disponibles !

15<sup>F</sup> le numéro

frais de port gratuit !

### GENERATION ELECTRONIQUE N° 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 8 - 9 EPUISES

Cochez les cases désirées (expédition en franco de port)

#### GENERATION ELECTRONIQUE N° 7 mars 1994

Au sommaire : Petite histoire des technologies : l'informatique - Qu'est-ce que la fibre optique ? - Compteur d'appels téléphoniques - Testeur de réflexes - Qu'est-ce que c'est ? Les imprimantes - Sablier électronique - Logique 7 : une commande à touches sensibles - Le coin de la mesure : l'oscilloscope - Technologie : les diodes Zener - Jeu de loto - L'électronique au temps des lampes - Programme pour calculatrices - J'expérimente : fabriquer une pile - Robotique : les entrées - Signalisation pour 2 roues.

#### GENERATION ELECTRONIQUE N° 10 juin/juillet/août 1994

Au sommaire : Petite histoire des technologies : l'informatique - J'expérimente : le paratonnerre - Un chenillard bicolore - Jouez avec votre calculatrice - Qu'est-ce que c'est ? La souris - Technologie : les condensateurs au tantale - Un arbitre électronique - Comment calculer ses montages ? Applications des bobines - Logique 10 - Les codes à barres - Un capacimètre - Le coin de la mesure : générateurs de tension et de courant - Adaptation fréquencemètre - Testeur de diode Zener - Un indicateur de chiffrage téléphonique - Un minuteur digital.

#### GENERATION ELECTRONIQUE N° 11 septembre 1994

Au sommaire : Petite histoire de l'atome - J'expérimente : l'électricité statique - Le lecteur CD-ROM - Un détecteur de métaux - Le coin de la mesure : les AOP - Un chiffrage téléphonique - Technologie : les haut-parleurs - Comment calculer ses montages - Logique 11 - Les calculatrices - Adaptateur milli-ohmmètre - Détecteur d'électricité statique.

#### GENERATION ELECTRONIQUE N° 12 octobre 1994

Au sommaire : Petite histoire de l'atome - J'expérimente l'électricité dynamique - Une bougie magique - Qu'est-ce que c'est ? La mémoire vive - Un orgue à touche sensitive - Technologie : le tube image - Une liaison infrarouge - Un antivol de tiroir - Logique 12 - Les calculatrices - Les AOP - Comment calculer ses montages ? Un testeur d'AOP.

#### GENERATION ELECTRONIQUE N° 13 novembre 1994

Au sommaire : Petite histoire de l'atome - J'expérimente l'électricité dynamique - Feux A.R. permanents - Qu'est-ce que c'est ? Les mémoires mortes - Les cellules solaires - Le coin de l'initiation : modulateur psychédélique - Technologie : les photocoupleurs - Une sonnette codée - Logique 13 - Les calculatrices - Les AOP - Comment calculer ses montages ? - Le moteur électrique - Un bruiteur nocturne.

#### GENERATION ELECTRONIQUE N° 14 décembre 1994

Au sommaire : Petite histoire de l'atome - J'expérimente l'électricité dynamique - Un générateur de notes - Qu'est-ce que c'est ? Le disque dur - Pilotage d'ampoules halogènes - Comment calculer ses montages ? - A la découverte du son - Technologie : le transformateur - Réalisons un interphone - Logique 14 - Les AOP : l'astable - Les calculatrices - Un temporisateur de plafonnier.

#### GENERATION ELECTRONIQUE N° 15 janvier 1995

Au sommaire : Petite histoire de l'atome - Technologie : le tube trichrome - Chargeur pour accus - Qu'est-ce que c'est ? Comment ça marche ? L'écran plat - Fusible électronique - Une alimentation de voyage - Les calculatrices - Tube fluo sur piles - Comment calculer ses montages ? - Le «la» téléphonique - Logique 15 - Les amplificateurs opérationnels - J'expérimente : l'électricité dynamique.

#### GENERATION ELECTRONIQUE N° 16 février 1995

Au sommaire : Petite histoire de l'atome - J'expérimente : l'électricité dynamique - Techno-badges - Qu'est-ce que c'est ? Comment ça marche ? Les scanners - Technologie : les têtes magnétiques - Un interphone moto - Les calculatrices - Une flèche animée - Logique 16 - Un détecteur de débordement - Les AOP - Un testeur de portes MOS - Comment calculer ses montages ?

#### GENERATION ELECTRONIQUE N° 17 mars 1995

Au sommaire : Petite histoire de l'atome - Technologie : les diodes en alimentation - Une minuterie de stationnement - J'expérimente : l'électricité dynamique - Qu'est-ce que c'est ? Comment ça marche ? Les modems - Préamplificateur pour micro - Logique 17 - Commande automatique d'enregistrement - Les «AOP» - Thermomètre à vin - Les calculatrices - Un manchot électronique - Comment calculer ses montages ?

#### GENERATION ELECTRONIQUE N° 18 avril 1995

Au sommaire : Petite histoire de l'atome - Technologie : les condensateurs chimiques - Un anti-oubli d'extinction des veilles - Un générateur de fonctions - Qu'est-ce que c'est ? Comment ça marche ? La sauvegarde sur bande magnétique - Une lampe magique - J'expérimente : l'électricité dynamique - Logique 18 - Comment calculer ses montages ? - Porte-clés G.E. - Les «AOP» - Les calculatrices - Alarme 4 zones.

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

### BON DE COMMANDE DES ANCIENS NUMEROS DE GENERATION ELECTRONIQUE

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 15 F

quantité ..... x 15 F = somme totale .....

Nom ..... Prénom .....

Adresse .....

..... Ville .....

..... Signature :

date d'expiration [ ][ ][ ][ ]



# UNE SIRENE

L'aboutissement de tout système d'alarme consiste, à un moment donné, à alimenter une sirène dont l'effet psychologique produit sur l'intrus est censé le faire fuir. Dans cet article, nous vous proposons la réalisation d'une telle sirène qui, par ailleurs, peut également trouver sa place à bord d'une voiture ou d'une moto.

## I - COMMENT FONCTIONNE LA SIRENE

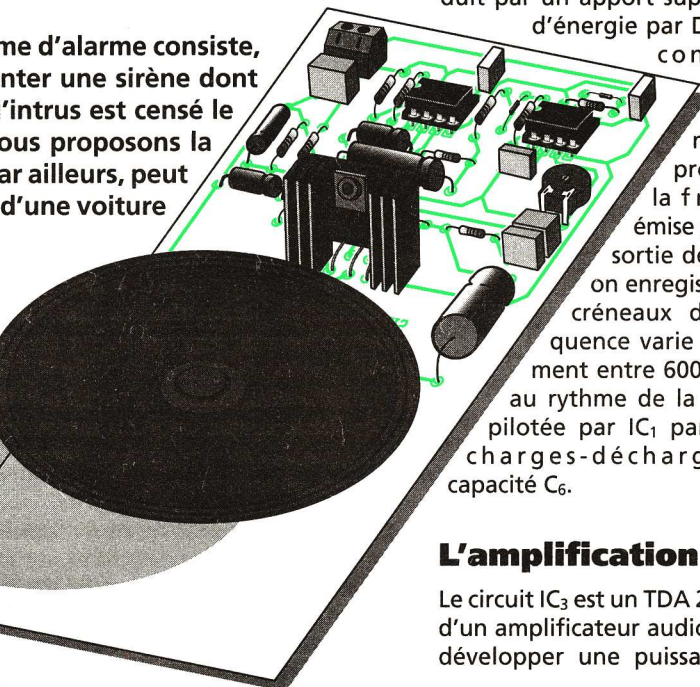
(fig. 1)

### Alimentation

S'agissant d'une sirène se caractérisant par une puissance pouvant atteindre la dizaine de watts, la traditionnelle pile de 9 V risque d'être une source d'énergie insuffisante. Il est donc préférable de recourir à une batterie de 12 V, même de faible capacité. Toutefois, en réglant la puissance à un niveau moins élevé, six piles-bâtons de type R6 peuvent convenir.

### La modulation

Une sirène n'émet pas un son d'une fréquence fixe. Son efficacité acoustique est en effet augmentée si la fréquence du son émis varie d'un minimum à un maximum, de manière continue. On appelle cela la modulation. Dans notre montage, on distingue donc un premier « 555 », le timer à tout faire, qui délivre sur sa sortie des créneaux dont la période est relativement longue. Elle est déterminée par les valeurs de  $R_1$ ,  $R_5$  et  $C_2$ . Dans le cas présent, cette période est proche de la seconde.



sent un état haut, la capacité  $C_6$  se charge progressivement, ce qui se traduit par un apport supplémentaire d'énergie par  $D_1$  et dont la conséquence directe est une augmentation progressive de la fréquence émise par  $IC_2$ . Sur la sortie de ce dernier, on enregistre alors des créneaux dont la fréquence varie continuellement entre 600 et 1 100 Hz, au rythme de la modulation pilotée par  $IC_1$  par le jeu des charges-décharges de la capacité  $C_6$ .

### L'amplification

Le circuit  $IC_3$  est un TDA 2030. Il s'agit d'un amplificateur audio capable de développer une puissance de 7 à

10 W. Quant à  $R_{11}$  et  $C_9$ , leur rôle consiste à contrôler la réjection. Le haut-parleur est alimenté par l'intermédiaire de  $C_{11}$ . La puissance sonore émise par ce dernier dépend essentiellement :

- de sa puissance propre ;
- de la capacité de l'alimentation ;
- de la position du curseur de l'ajustable.

Pour obtenir une puissance intéressante, il y a lieu de choisir un haut-parleur de qualité, genre tweeter, d'une puissance de 10 W. La puissance est ensuite à régler à sa valeur optimale en agissant sur le curseur de l'ajustable et en évitant la saturation.

## II - LA REALISATION

Le circuit imprimé représenté en figure 2 est réduit à sa plus simple expression. Sa réalisation ne pose

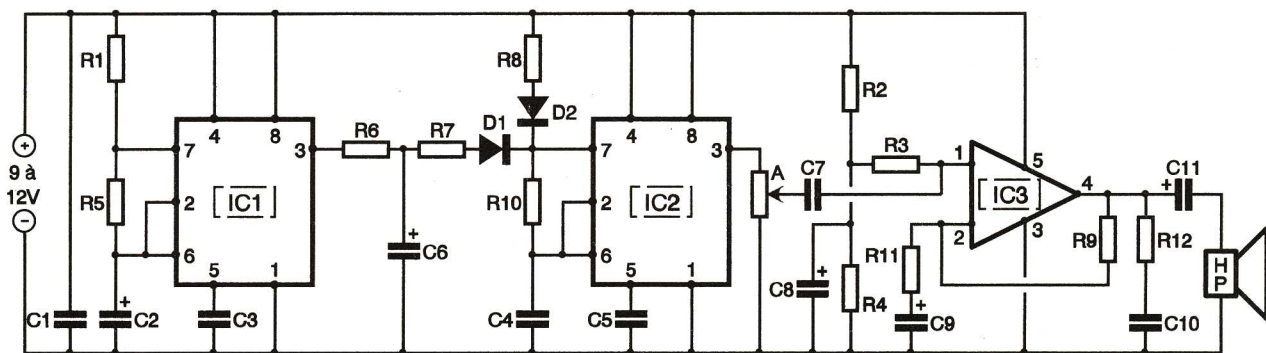


Fig 1

### L'élaboration du son

Un second « 555 », référencé  $IC_2$ , génère un son à une fréquence de base beaucoup plus élevée, de l'ordre de 600 Hz. Mais lorsque la sortie de  $IC_1$  pré-

10 W. Grâce au curseur de l'ajustable A, il est possible de prélever une fraction plus ou moins importante des signaux délivrés par  $IC_2$ , ce qui permet de doser la puissance. Le résistor  $R_9$  assure la contre-réaction nécessaire au fonctionnement de l'ampli-

donc pas de problème particulier. L'implantation des composants est reprise en figure 3. Attention à l'orientation des composants polarisés : diodes, capacités et circuits intégrés. Le TDA 2030 est à munir d'un radiateur. Le haut-parleur a directement été collé sur le module.

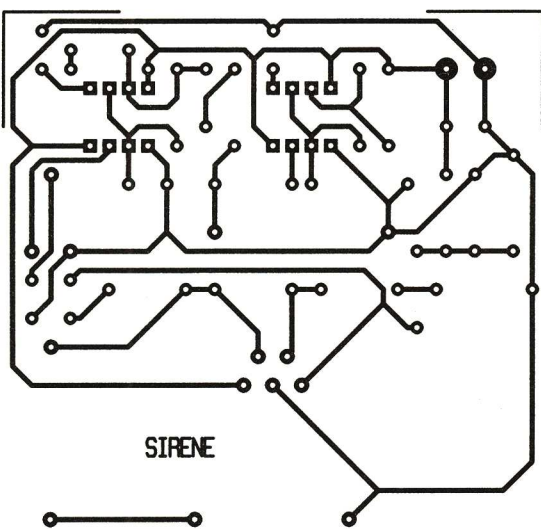


Fig 2

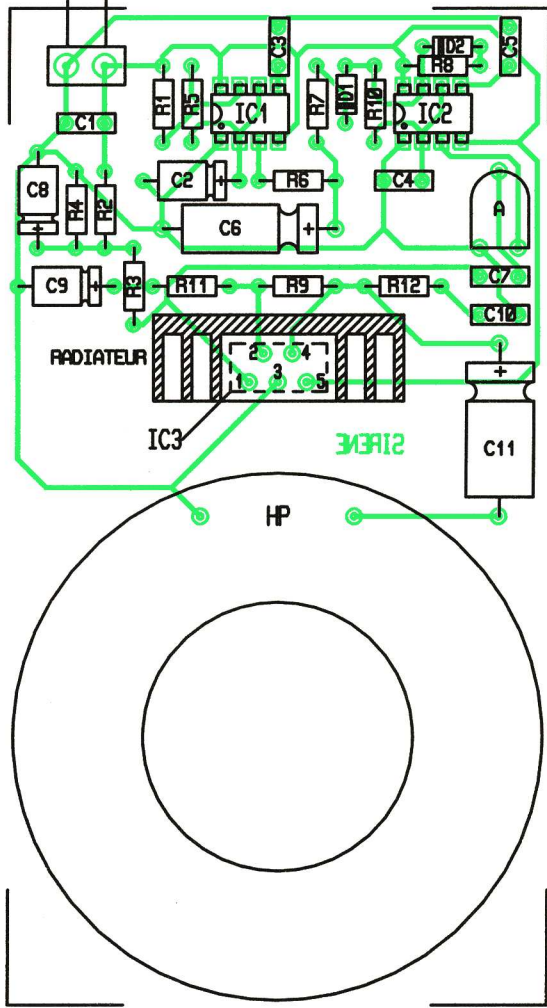
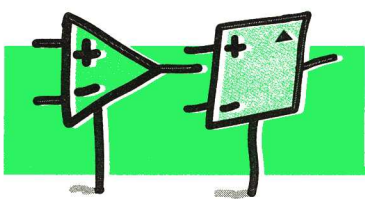


Fig 3

- ### ■ NOMENCLATURE
- $R_1$  à  $R_4$  : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)
  - $R_5$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)
  - $R_6$  : 1,5 k $\Omega$  (marron, vert, rouge)
  - $R_7$  à  $R_8$  : 150 k $\Omega$  (marron, vert, jaune)
  - $R_{10}$  : 47 k $\Omega$  (jaune, violet, orange)
  - $R_{11}$  : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge)
  - $R_{12}$  : 1  $\Omega$  (marron, noir, or)
  - A : ajustable 22 k $\Omega$
  - $D_1, D_2$  : diodes-signal 1N4148, 914
  - $C_1$  : 0,47  $\mu$ F, milfeuil
  - $C_2$  : 10  $\mu$ F/10 V, électrolytique
  - $C_3$  à  $C_5$  : 10 nF, milfeuil
  - $C_6$  : 100  $\mu$ F/10 V, électrolytique
  - $C_7$  : 1  $\mu$ F, milfeuil
  - $C_8$  : 22  $\mu$ F/10 V, électrolytique
  - $C_9$  : 2,2  $\mu$ F/10 V, électrolytique
  - $C_{10}$  : 0,22  $\mu$ F, milfeuil
  - $C_{11}$  : 470  $\mu$ F/10 V, électrolytique
  - $IC_1, IC_2$  : NE555 (timer)
  - $IC_3$  : TDA2030 (amplificateur)
  - 2 supports 8 broches
  - 1 radiateur pour TDA2030
  - Bornier soudable 2 plots
  - Haut-parleur 4/8  $\Omega$ ,  $\varnothing$  70, 5 à 10 W (voir texte)





# LES AMPLIFICATEURS OPERATIONNELS

(9<sup>e</sup> partie)

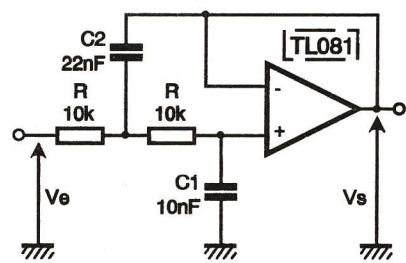
## LES DIFFERENTS FILTRES

Dans le précédent numéro, nous avons fait connaissance avec la terminologie et les méthodes de mesure relatives aux filtres analogiques, ce qui nous a conduits à laisser les AOP dans l'ombre de ces généralités. Aujourd'hui, nous consacrerons cette rubrique à la description de filtres dont la structure ne saurait se passer des AOP.

### I - FILTRE PASSE-BAS

#### A) Le montage

Celui-ci est proposé à la figure 1 et fait partie de ceux que l'on utilise le plus souvent en raison de ses performances très intéressantes pour un nombre de composants très réduit. Dans la littérature, ce filtre fait partie de la famille des filtres de Sallen Key encore connue sous le nom de filtre à source contrôlée. Cette dénomination provient du fait que l'amplification de l'AOP est fixée par le concepteur. Dans le montage proposé, celle-ci vaut 1, mais dans d'autres applications sa valeur dépend des performances souhaitées. En dehors de l'AOP (le TL081 fait très bien l'affaire pour les applications), deux résistances identiques R et deux condensateurs C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub> entrent dans sa réalisation. La courbe de gain de ce filtre est proposée à la figure 2. Celle-ci a été relevée comme nous l'avons indiqué en prenant un signal d'entrée sinusoïdal de valeur efficace 1 V et de fréquence comprise entre 100 Hz et 10 kHz. On notera cependant qu'avec une tension d'alimentation symétrique de + et - 15 V pour l'AOP, la valeur efficace de la tension d'entrée sinusoïdale peut atteindre plus de 7 V sans problème. On constate que la limite de la bande passante à -3 dB est Fo = 1 200 Hz et que le gain dans celle-ci est nul. De plus, dans la bande atténuée, le gain diminue de 40 dB à chaque décade. Il s'agit d'un filtre d'ordre 2.

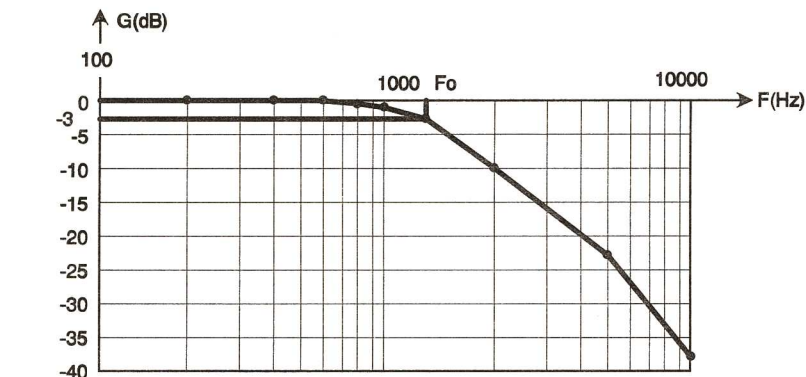


Filtre passe-bas.

Fig 1

#### B) Formules

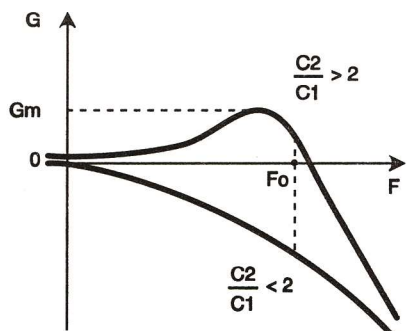
Des calculs que nous ne développerons pas ici montrent que la fréquence de coupure Fo à -3 dB vérifie la formule  $Fo = 1/16,28 R \sqrt{C_1 C_2}$ . Si l'on souhaite avoir une courbe aussi plate dans la bande passante que



Courbe de réponse du passe-bas.

Fig 2

celle que nous avons obtenue, il faut respecter la condition  $C_2 = 2 C_1$ . Dans le cas contraire, suivant que le rapport  $C_2/C_1$  est supérieur ou inférieur à 2, on pourra obtenir une courbe présentant l'un des aspects de la figure 3. Pour  $C_2/C_1 > 2$ , la courbe de gain présente une bosse que l'on qualifie de surtension, alors que pour  $C_2/C_1 < 2$ , la cassure au voisinage de Fo est beaucoup moins prononcée et le gain reste négatif. Ces formes sont parfois recherchées pour des applications particulières, comme par exemple lors de la mise en cascade de plusieurs filtres. Pour s'en tenir à des filtres analogues au nôtre, la prise en compte des remarques ci-dessus conduit aux



Aspects de la réponse pour C<sub>2</sub>/C<sub>1</sub> variable.

Fig 3

formules :  $R = 0,11/C_1 Fo$  et  $C_2 = 2 C_1$ , avec Fo en hertz, R en ohms et C en farads, qui permettent de calculer simplement les composants destinés à réaliser un filtre à partir de la fréquence de coupure Fo.

Par exemple, pour Fo = 1 000 Hz, si l'on choisit C<sub>1</sub> = 10 nF, on tire C<sub>2</sub> = 20 nF et R = 11 kΩ. A l'exception de C<sub>1</sub>, de telles valeurs ne sont pas normalisées. On a alors différentes solutions suivant que le projet requiert une plus ou moins grande précision. Si la valeur de Fo et la forme de la

courbe ne souffrent aucune marge d'erreur, on pourra réaliser C<sub>2</sub> en prenant deux condensateurs de 10 nF associés en parallèle et pour R, on orientera son choix sur des modèles de précision à 1 %. Si l'on a plus de latitude, on pourra prendre pour C<sub>2</sub> un condensateur de 22 nF et aller jusqu'à mettre des résistances de 10 kΩ au lieu des 11

C'EST UN AOP ?

NON, C'EST QU'UN FILTRE



soit la plus plate possible dans la bande passante, ce sont les deux condensateurs qui devront être identiques alors que R<sub>2</sub> sera égale à 2 R<sub>1</sub>.

#### B) Formules

Pour les critères précédents (filtre d'ordre 2, courbe plate, gain nul dans la bande passante), le jeu de formules suivant  $Fo = 0,11/CR_1$ ;  $R_1 = 0,11/CFo$  et  $R_2 = 2 R_1$ , permet de calculer les composants du filtre avec comme unités R en ohms, C en farads et Fo en hertz.

Le filtre de la figure 4 a été réalisé avec deux condensateurs identiques de 10 nF, R<sub>1</sub> = 10 kΩ et R<sub>2</sub> = 22 kΩ, valeurs qui donnent la même fréquence de coupure à -3 dB que pour le passe-bas.

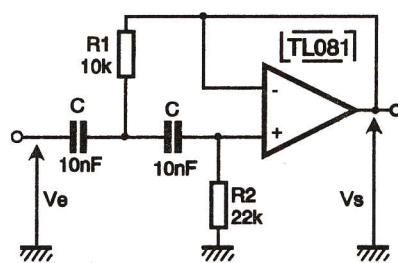
### II - FILTRE PASSE-HAUT

#### A) Le montage

Comme le montre la figure 4, sa structure présente de nombreux points communs avec le montage précédent puisqu'il s'en déduit par simple inversion des composants R et C. Il s'agit en effet d'un filtre passe-haut de la même famille que le précédent.

On constate que sa courbe de réponse (fig. 5) est symétrique de celle de la figure 2 par rapport à l'axe vertical de fréquence Fo. Il s'agit bien d'un passe-haut puisque, cette fois, les fréquences basses sont atténuées alors que les fréquences élevées passent sans problème. Du fait de la symétrie constatée, le filtre est du 2<sup>e</sup> ordre (atténuation de 40 dB/décade pour les fréquences basses).

En ce qui concerne le choix des composants, si l'on veut que la courbe



Passe-haut.

Fig 4

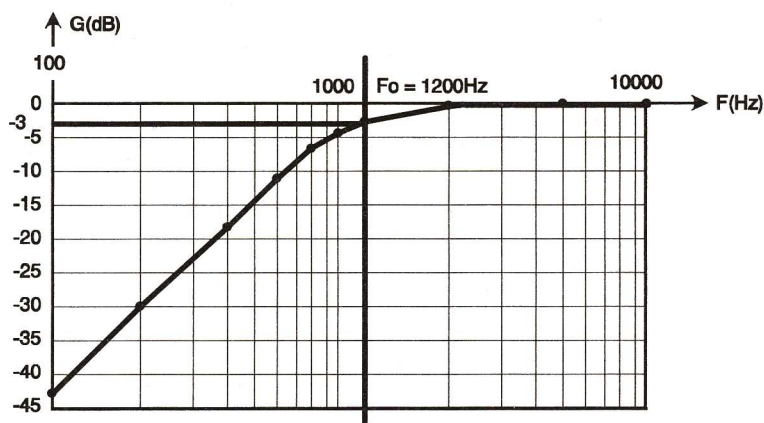
### III - FILTRE PASSE-BANDE

#### A) Le montage

Son schéma est proposé à la figure 6. Ce filtre fait partie de la famille des filtres dits à contre-réaction multiple car le signal de sortie de l'AOP est ramené vers deux points différents de l'entrée par des composants qui sont ici R<sub>3</sub> et C. Au total, il ne faut que trois résistances et deux condensateurs pour le réaliser.

La courbe de réponse du gain est représentée à la figure 7. Contrairement aux deux filtres précédents, le gain dans la bande passante n'est pas nul, et comme le filtre étudié est assez sélectif, la courbe obtenue semble présenter un pic qui n'est dû qu'au faible nombre de valeurs prises autour de Fo. La bande passante est limitée au domaine compris entre les deux fréquences notées Fi (fréquence inférieure) et Fs (fréquence supérieure) pour lesquelles le gain est égal au gain maximal Go (5 dB) diminué de 3 dB, soit 2 dB pour cette application. La fréquence Fo pour laquelle le gain est maximum est appelée fréquence centrale du filtre. Le rapport entre la fréquence centrale et la bande passante B est noté Q (= Fo/B) et s'appelle coefficient de qualité du filtre. Sa valeur est d'autant plus grande que le filtre est plus sélectif, donc que la bande passante est plus étroite.





Courbe de réponse du passe-haut.

Fig 5

## B) Les formules

Les éléments caractéristiques des filtres passe-bande sont: la fréquence centrale  $F_0$  pour laquelle le gain  $G_0$  est maximum, la valeur de ce gain (ou de l'amplification associée  $A_0$ ) ainsi que la bande passante notée  $B = F_s - F_i$ .

Pour le filtre proposé, ces grandeurs ont pour expression:

$$F_0 = 1/6,28C \sqrt{R_p R_3},$$

$$B = 0,318/CR_3$$

et

$$A_0 = -R_3/2 R_1.$$

avec  $R_p$  résistance équivalente à la mise en parallèle de  $R_1$  et  $R_2$ .

La présence du signe «-» dans l'expression de  $A_0$  provient de la structure adoptée pour le filtre. Il en résulte que, pour des signaux de fréquence  $F_0$ , l'entrée et la sortie sont en opposition de phase, ce que l'on peut constater à l'oscilloscope.

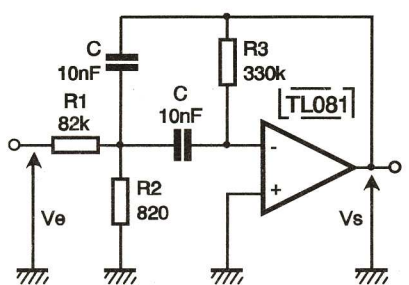
En partant de la fréquence centrale  $F_0$ , de la bande passante  $B$  (Hz) et de l'amplification  $A_0$  que l'on souhaite obtenir, on calcule les composants à l'aide des formules inverses ci-dessous pour lesquelles le choix du condensateur  $C$  est arbitraire:

$$R_1 = 1/6,28 CA_0 B$$

$$R_2 = B/6,28 C (2F_0^2 - A_0 B^2)$$

$$R_3 = 1/3,14 CB.$$

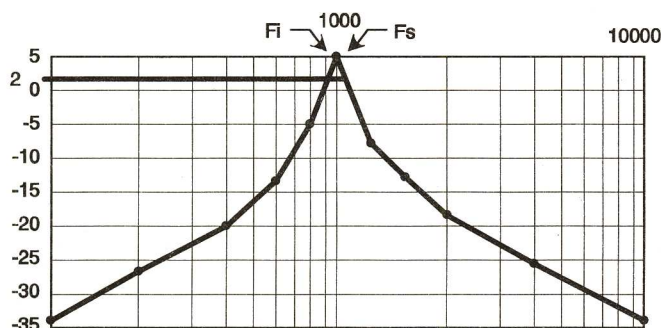
Par exemple, si l'on veut réaliser un filtre tel que  $F_0 = 1000$  Hz,  $B = 100$  Hz et  $A_0 = 2$ , en prenant pour  $C$



Passe-bande.

Fig 6

une valeur de 10 nF, on trouve  $R_1 = 79\ 617\ \Omega$ ,  $R_2 = 804\ \Omega$ ,  $R_3 = 318\ 471\ \Omega$  que l'on remplacera par les valeurs normalisées approchées  $R_1 = 82\ k\Omega$ ,  $R_2 = 820\ \Omega$  et  $R_3 = 330\ k\Omega$ . C'est avec ces valeurs que nous avons réalisé le



Courbe de réponse du passe-bande.

Fig 7

filtre proposé à la figure 6.

Comme vous pouvez le constater, les résultats obtenus sont assez proches des souhaits de départ, à l'exception du gain maximal qui vaut 5 dB au lieu des 6 dB attendus. Bien entendu, tout ce qui marche sur le papier ne marche pas forcément dans la pratique, aussi faudra-t-il éviter de travailler avec des filtres dont le coefficient de qualité  $Q = F_0/B$  serait trop important et conduirait à une instabilité prononcée de votre montage, le transformant en oscillateur.

## IV - FILTRE REJECTEUR

### A) Les montages

Nous vous proposons à la figure 8 deux structures possibles de ce type de filtre qui se distinguent par le nombre d'AOP mis en œuvre. La structure de la figure 8a (la moins

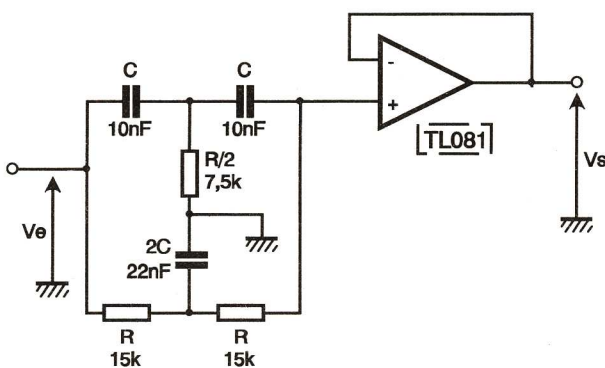
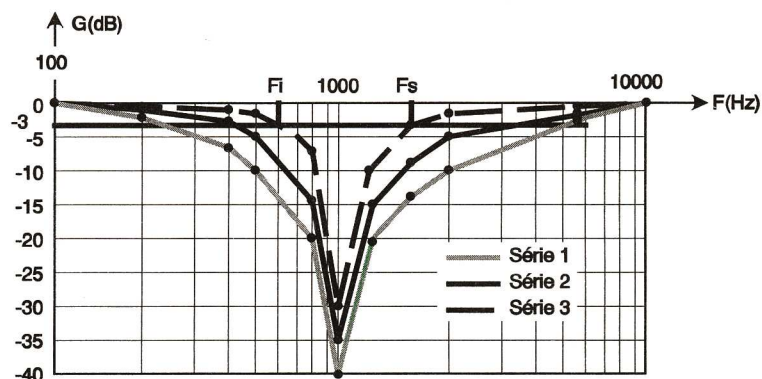


Fig 8a Filtres réjecteurs.

coûteuse) est aussi la moins sélective, alors que celle de la figure 8b permet, en agissant sur le réglage de  $P$ , d'obtenir une sélectivité ajustable. Les courbes de réponses de ces filtres sont proposées à la figure 9. Ces courbes ont la forme d'une crevasse d'autant plus prononcée et plus étroite que le filtre est plus sélectif. Pour les deux structures, les signaux de basse ou de haute fréquence pas-

sent à travers le filtre sans subir aucune modification ( $A_0 = 1$ ,  $G = 0$  dB). Pour les fréquences comprises entre  $F_i$  et  $F_s$  (fréquences limites de la bande atténuée), l'atténuation augmente de façon importante et est maximum pour la fréquence centrale  $F_0$ .

Le filtre le moins sélectif correspond au montage de la figure 8a (ou à celui de la figure 8b avec le curseur



Courbes de réponse du réjecteur

Fig 9

de  $P$  en bas, ce qui revient au même), les deux autres courbes correspondent respectivement à des positions du curseur de  $P$  centrales puis au maximum, ce qui accroît la sélectivité en réduisant l'atténuation pour la fréquence centrale  $F_0$ .

### B) Les formules

Pour le premier montage,  $F_0 = 1/6,28RC$ ;  $B = F_s - F_i = 0,63/RC$ ;  $A = 1$ . Pour le second montage,  $F_0 = 1/6,28RC$ ;  $B$  dépend de  $P$ ;  $A = 1$ .

Comme on peut le constater, le premier montage ne permet pas d'agir sur la largeur de la bande rejetée puisque ce sont les mêmes composants  $R$  et  $C$  qui définissent à la fois

figure 10. Pour cette application, la fréquence de coupure  $F_0$  du filtre doit être inférieure à la plus faible des fréquences du signal dont on veut récupérer la valeur moyenne. Cela peut conduire à prendre pour  $F_0$  une valeur très faible de l'ordre de quelques hertz dont la conséquence est la forte valeur des composants  $R, C$  du filtre. Ces filtres sont aussi utilisés au niveau des préam-

plificateurs BF pour séparer les signaux de basses fréquences de ceux des gammes médium et hautes fréquences.

### B) Le passe-haut

Comme son homologue passe-bas, ce filtre peut servir dans les préamplificateurs HiFi pour séparer les composantes hautes fréquences afin de les amplifier ou de les corriger pour renforcer certaines sonorités.

### C) Le passe-bande

Comme les filtres précédents, ce type de filtre trouve sa place dans les systèmes correcteurs HiFi dont la figure 11 présente l'aspect général.

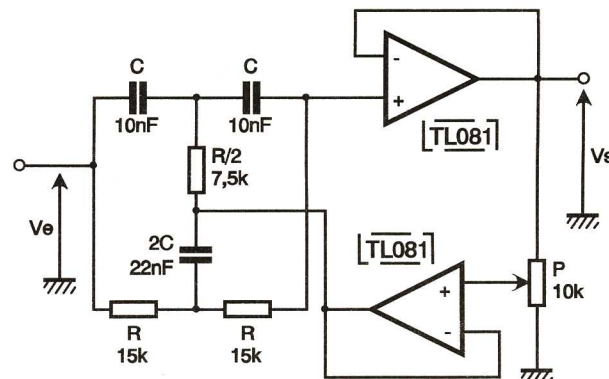


Fig 8b

sement de la sortie vers l'entrée du montage grâce au 2<sup>e</sup> AOP, ce qui permet de modifier la bande de fréquences rejetées.

## V - DOMAINES D'APPLICATIONS DE CES FILTRES

### A) Le passe-bas

Les filtres passe-bas sont utilisables à chaque fois que l'on veut séparer des signaux de basses fréquences mélangés avec des signaux de fréquences élevées. Un cas particulier fréquemment rencontré concerne la séparation de la composante continue (que l'on appelle aussi valeur moyenne) d'un signal. Le principe de cette séparation est représenté à la

Chaque gamme de fréquences est sélectionnée par un type de filtre, traitée séparément (remodelée aux goûts de l'utilisateur) puis remélangée pour subir l'amplification finale par l'amplificateur de puissance. Dans les correcteurs sophistiqués, on trouve plusieurs filtres passe-bande et non un seul, comme nous l'avons représenté.

Les passe-bandes sont aussi utilisés dans de nombreux systèmes de décodage dont ils constituent la pièce maîtresse. La figure 12 montre l'aspect d'un tel décodeur de fréquences. Ce type de montage a été, et est encore, utilisé en radiocommande pour décoder les différentes informations destinées à faire avancer, reculer, tourner à droite, etc., les modèles réduits ou les automates qu'ils doivent commander. Pour chaque fonction à transmettre, on envoie un signal de fréquence différente au niveau de



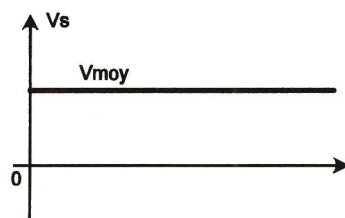
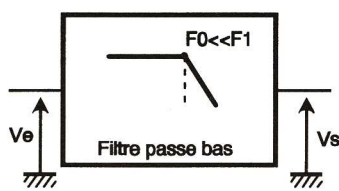
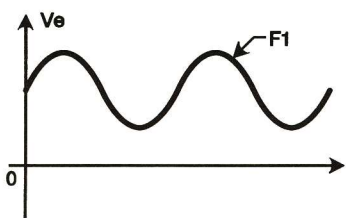
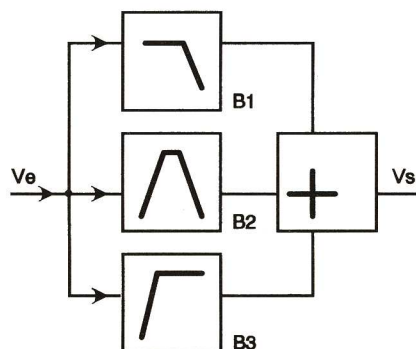


Fig 10

Extraction de la valeur moyenne d'un signal.

l'émetteur. Côté récepteur, un nombre de filtres sélectifs égal aux nombres d'ordres à recevoir, accordés chacun sur l'une des fréquences utilisées, ont leurs entrées associées en parallèle. Quand un ordre de fréquence  $F_1$  est envoyé côté émetteur, seule la sortie du filtre accordé sur la fréquence  $F_1$  présente un niveau de signal non nul. Il suffit alors de transformer cette information en une commande appropriée. Bien entendu, les fréquences centrales des filtres utilisés ne doivent pas être trop proches l'une de l'autre



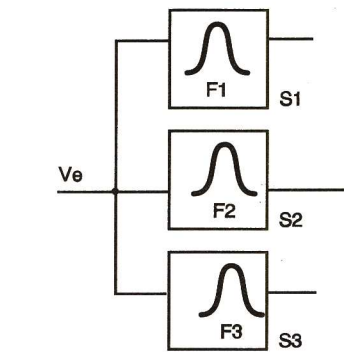
Principe d'un correcteur. Fig 11

et les filtres doivent être assez sélectifs, ce qui limite le nombre de voies possibles mais autorise quand même des performances honnêtes.

### D) Filtres réjecteurs

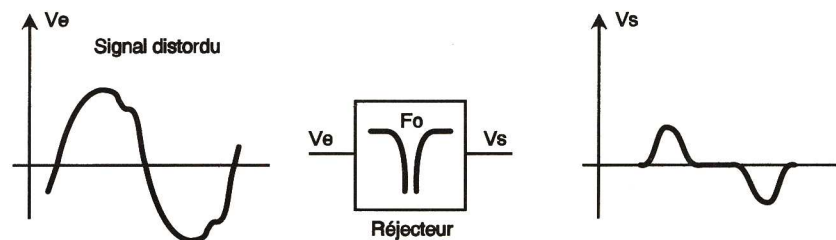
Ils sont destinés à supprimer des fréquences indésirables qui pourraient perturber le bon fonctionnement d'un montage ou la précision des mesures. On les utilise par conséquent lorsque des circuits nécessitent un signal d'horloge dont les « résidus » affectent la forme du signal de sortie du système. De même, en milieu industriel fortement parasité par l'utilisation de moteurs électriques associés à leurs systèmes de commande (hacheurs, onduleurs, etc.), il faut souvent éliminer ces parasites de fréquence connue afin de restituer aux signaux leur forme idéale.

Les réjecteurs constituent par ailleurs la pièce maîtresse des distorsiomètres, appareils destinés à mesurer le taux « d'imperfection » des signaux de sortie des amplificateurs de puissance ou éventuellement des oscillateurs sinusoïdaux. Le principe de fonctionnement de ces appareils est présenté à la figure 13. Le signal étudié (« distordu ») passe à travers le filtre réjecteur accordé sur la fréquence du fondamental. Ce fondamental (sinusoïde parfaite) est éliminé par le réjecteur qui ne laisse



Décodeur de fréquences. Fig 12

passer en sortie que les harmoniques (causes de la distorsion). La comparaison des valeurs efficaces des signaux de sortie et d'entrée du réjecteur donne le taux de distorsion du signal étudié.



Principe de fonctionnement d'un distorsiomètre. Fig 13

## VI - REMARQUES

Les quelques exemples que nous vous avons donnés pour ces filtres à AOP ne constituent qu'une infime partie d'un domaine suffisamment vaste pour occuper plusieurs rayons de votre bibliothèque tant la littérature concernant ce sujet est importante. Nous avons volontairement limité notre éventail à des montages courants vous permettant de vous initier à ce domaine.

Si vous voulez que les performances des filtres que vous réaliserez (gain, bande passante, fréquence de coupure) soient conformes à vos calculs, il vous faudra utiliser des composants dont la tolérance ne devra pas excéder le pourcent, contrairement à d'autres domaines de l'électronique pour lesquels la rigueur n'est pas capitale.

Sachez enfin que les limites technologiques des composants modifient parfois les performances des montages et qu'en conséquence il est recommandé de toujours procéder à des vérifications expérimentales des montages que l'on conçoit avant de se lancer dans la réalisation définitive d'un projet.

## Numéro Spécial Magnétoscopes HIFI STEREO NICAM

TESTS LABO magnétoscopes au banc d'essai

LE HAUT-PARLEUR

28° Des Solutions Electroniques pour tous

NUMERO SPECIAL

MAGNETOSCOPES

LA RÉVOLUTION DU SON STÉRÉO NICAM

Tous les appareils avec leurs caractéristiques et leurs prix

TELEVISION Un 37 cm à son Hifi stéréo Nicam à emporter en vacances

TELEVISION PAR SATELLITE Pour votre caravane ou votre camping car

l'ensemble "Travel Sat"

HIFI HOME THEATER Le premier téléviseur Philips 100 Hz à son Dolby Prologic Intégral

VIDEO Caméscope de voyage à stabilisateur d'image et zoom x 120

REALISATION Un ampli de puissance hifi 70 W efficaces

n° 1836 - 15 mai 1995

Caractéristiques de tous les appareils du marché

En vente chez tous les marchands de journaux le 15 Mai

## Composants TERAL

26

RUE TRAVERSIERE  
PARIS 12° - MÉTRO : GARE DE LYON  
TEL : 43.07.87.74 + FAX : 43.07.60.32  
HEURES D'OUVERTURE : le lundi de 13 h 30 à 19 h  
du mardi au samedi SANS INTERRUPTION de 9 h 30 à 19 h

FOURNISSEUR DE L'ENSEIGNEMENT DEPUIS 1950 !

- Multimètres de 80 F à 1300 F
  - Multimètre PT 140 Monacor 80 F
  - Fréquence-mètres-générateurs
  - Oscilloscopes pour toutes les bourses
  - Fer à souder + pompe à dessouder + support de fer Monacor super promo..... 98 F
- Toute la gamme de fer à souder JBC



### LES NEWS DU MOIS

- Lot de 10 cordons croco-test ..... 23 F
- Pompe à dessouder métal..... 25 F
- Compresseur 12V : gonfler..... 190 F - 140 F
- Mini-testeur..... 25 F
- Pochette 8 tournevis isolés 1000V ..... 60 F
- Pochette 4 pinces Brucelles ..... 51 F
- Pochette 4 pinces électroniques isolées plier/couper ..... 60 F
- Multitesteur digital 3,5 digit LCD, AC/DC etc. .... 99 F
- Multitesteur digital 20A - AC/DC - HFE - etc..... 195 F

- Réalisez vous-même vos circuits imprimés avec notre «Labo plaques»
- Plaque époxy présensibilisée 100 x 160. La pièce ..... 9 F
- Transistors 2N2222 métal les 10 pièces ..... 13 F
- Transistors 2N2907 métal les 10 pièces ..... 13 F

PROMO ! Pochette de 1000 résistances 1/2 W panachées ..... 4,85 F

- Mini-perceuse MAXICRAFT 42 watts..... 75 F
- Perceuse 42 watts avec outils + alimentation, le coffret PROMO..... 173 F
- Support perceuse..... 87 F

### APRES INVENTAIRE DES AFFAIRES A FAIRE !

- Lots de 50 transistors AD-BD-MJ-AC-BDY ..... 29 F
- Lots de 10 potentiomètres ..... 7 F
- Lots de 100 condensateurs PF-µF-NF ..... 19 F

Expédition France et étranger à partir de 100 F d'achat

## 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)

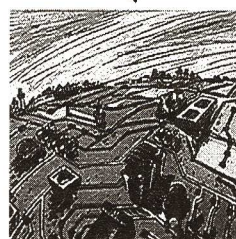
"CADPAK" a été testé et approuvé par la revue ELECTRONIQUE PRATIQUE (N°165 Décembre 1992)

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

**Multipower**

22 Rue Emile Boudot  
91120 Palaiseau, France  
Tél. +33 (1) 69 20 13 79  
Fax. +33 (1) 69 20 40 41

## EURO-COMPOSANTS



### CATALOGUE 1994-95

6000 références, 1300 photos ou schémas  
Veuillez me faire parvenir le catalogue général Euro-Composants 1994/95 contre 35 F par chèque franco de port. Nous acceptons les bons de commande de l'administration.

## EURO-COMPOSANTS

4, Route Nationale - BP 13 - 08110 BLAGNY  
Tél. : 24 27 93 42 - Fax : 24 27 93 50

Ouvert du lundi au vendredi de 9 h à 12 h et de 14 h à 18 h. Le samedi de 9 h à 12 h





## LOGIQUE 19

«... Et je vous suis garant  
Qu'un sot savant est plus  
sot qu'un sot ignorant»  
(Molière, Les Femmes  
savantes IV, 3)

**N**ous avons, le mois dernier, mis en évidence la nécessité de convertir les grandeurs analogiques en grandeurs numériques. Dans cet article, nous allons nous intéresser plus particulièrement aux divers circuits ou schémas appelés CNA et CAN.

### ■ CONVERTISSEURS

#### N/A (NUMÉRIQUE VERS ANALOGIQUE)

Le principe est connu : il s'agit de transposer une valeur exprimée en binaire pur ou en DCB, en son équivalent sous la forme d'une tension ou d'un courant proportionnel à cette valeur numérique. La sortie d'un convertisseur N/A est une grandeur « pseudo-analogique », en raison du nombre limité de pas, qui dépend seulement du nombre de bits de la valeur à traiter. Il est clair qu'à chaque chiffre de l'entrée numérique correspond une valeur différente de la sortie analogique. L'importance des chiffres numériques est pondérée selon leur rang dans le nombre binaire. Nous parlerons d'un bit de poids fort (= MSB) et d'un bit de poids faible (= LSB). Voici un exemple numérique : Sur un convertisseur N/A de 4 bits, on réalise une sortie de 0,1 V pour une entrée numérique à 0001. Pour le nombre binaire le plus grand, soit 1111, on aura en sortie 0,8 V + 0,4 V + 0,2 V + 0,1 V = 1,5 V, selon la progression binaire 1, 2, 4, 8.

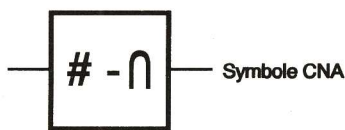


Fig 1

#### CNA à courants pondérés

Un ampli-op monté en additionneur ou sommateur permet de disposer en sortie d'une tension analogique proportionnelle aux codes binaires validés sur les entrées. Chaque bit du mot binaire à convertir commute un courant ou une tension à travers une résistance, d'une manière inversement proportionnelle au poids du bit validé. Ensuite, les tensions analogiques sont simplement additionnées par un AOP sommateur inverseur.

Expression de la tension de sortie :

$$V_s = -R_1 \left( \frac{V_{ref}}{R} + \frac{V_{ref}}{2R} + \frac{V_{ref}}{4R} + \dots \right)$$

Ce type de convertisseur est simple à réaliser, mais sa mise au point exige à la fois des résistances précises et d'une grande valeur ohmique pour les bits de poids faibles.

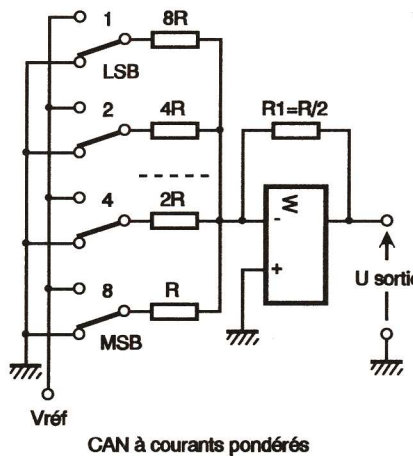


Fig 2

#### CNA à réseau R/2 R

Cette autre solution réduit à 2 seulement le nombre des valeurs de résistances nécessaires pour la réalisation du CNA ; de plus, elles sont dans le rapport de 2 à 1. Le principe du fonctionnement est basé sur la division binaire du courant issu de la source de référence.

Le courant de sortie est transmis à un convertisseur courant-tension construit autour d'un AOP. Pour 4 bits, la tension de sortie  $V_s$  s'exprime sous la forme :

$$\frac{-V_{ref}}{8} \times \text{valeur binaire (de 0 à 15)}$$

### ■ CONVERTISSEURS A/N (ANALOGIQUE VERS NUMÉRIQUE)

Cette conversion est généralement plus longue et plus complexe que la précédente. La technique est toujours la même : il faut quantifier la valeur analogique et l'appliquer à des comparateurs à AOP chargés de générer les divers niveaux logiques. On trouve deux types de convertisseurs A/N :

- les CAN à intégration (à simple, double ou triple rampe) ;
- les CAN à réaction : ils font appel à des compteurs incrémentaux.

#### CAN à simple rampe

On applique sur l'entrée  $e^+$  d'un comparateur la tension analogique à coder et sur l'autre une tension qui

croît linéairement en fonction du temps (rampe ou dent de scie). Au départ, le compteur est à 0, et la sortie du comparateur est haute alors que la tension de rampe débute sa montée. Pendant la durée de la conversion, le compteur reçoit des impulsions régulières délivrées par le circuit d'horloge via la porte AND. Lorsque la tension de rampe atteint la même valeur que la tension à convertir, la sortie du comparateur passe à 0 et, de ce fait, bloque la porte AND, occasionnant l'arrêt du comptage des impulsions d'horloge.

La valeur affichée par le compteur représente l'image digitale de la tension analogique d'entrée. Ce type de convertisseur est bien linéaire, mais reste très lent et présente une sensibilité aux bruits, due à l'utilisation directe de la tension d'entrée. On peut améliorer ce convertisseur en optant pour la technique à double rampe, exploitée dans bon nombre de circuits spécialisés.

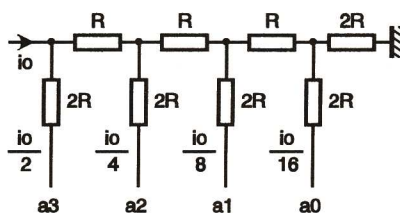


Fig 3

#### CAN à approximations successives

Pour ce modèle de convertisseur, on fait appel à un CNA interne ; il s'agira de coder la grandeur d'entrée en déterminant à chaque nouveau pas l'intervalle dans lequel elle se trouve, cet intervalle étant à chaque fois divisé par 2 (= recherche dichotomique).

Cette recherche est bien entendu très rapide, mais le traitement de chaque bit exige un cycle d'horloge. La durée de la conversion est toujours la même quelle que soit la valeur de la tension d'entrée.

#### CAN parallèle ou flash

Il s'agit bien entendu du convertisseur le plus rapide, avec en contre-

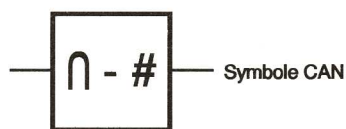
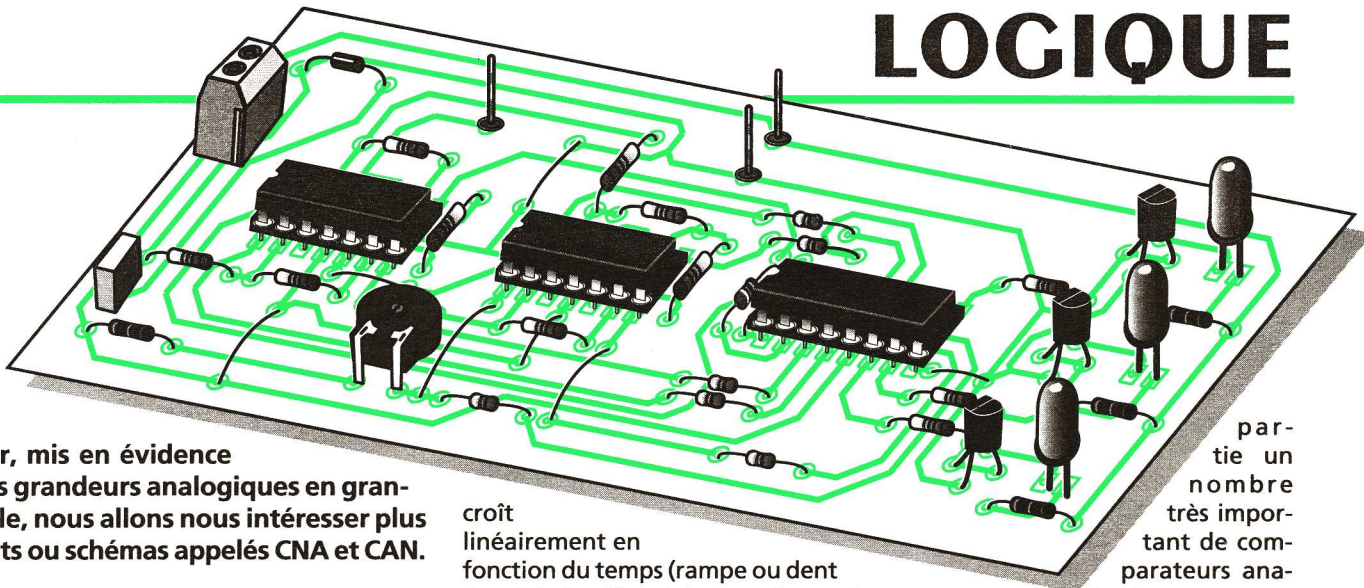


Fig 4



partie un nombre très important de comparateurs analogiques.

Les niveaux de référence des comparateurs sont espacés de la valeur du poids le plus faible (= LSB) à l'aide d'une chaîne de ponts diviseurs. La tension à convertir est appliquée simultanément à tous les comparateurs à la fois, ce qui explique une durée de conversion exceptionnellement réduite (quelques dizaines de nanosecondes seulement !). Il n'y a bien entendu aucun signal d'horloge, mais les sorties des divers AOP sont obligatoirement appliquées à un codeur de priorité qui fournit en sortie un code binaire traditionnel représentatif de la tension analogique présente à l'entrée.

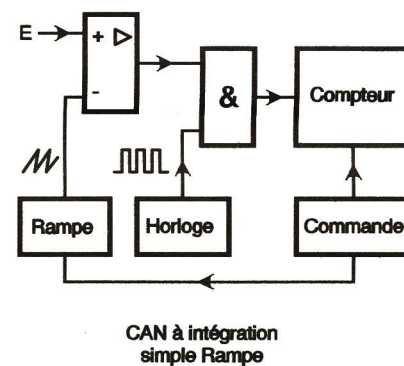


Fig 5

Citons encore le CAN à rampe numérique bidirectionnel (ou CAN de poursuite) et le CAN tension-fréquence, plus rustique, qui génère une fréquence proportionnelle à la tension à convertir, à l'aide d'un VCO (= Voltage Controlled Oscillator).

### ■ ECHANTILLONNAGE

Lorsqu'une tension analogique est appliquée directement à l'entrée

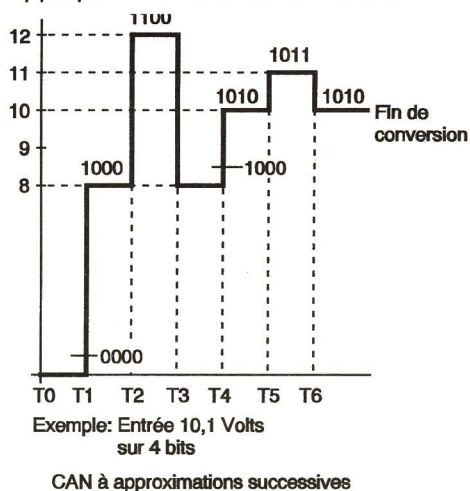


Fig 6



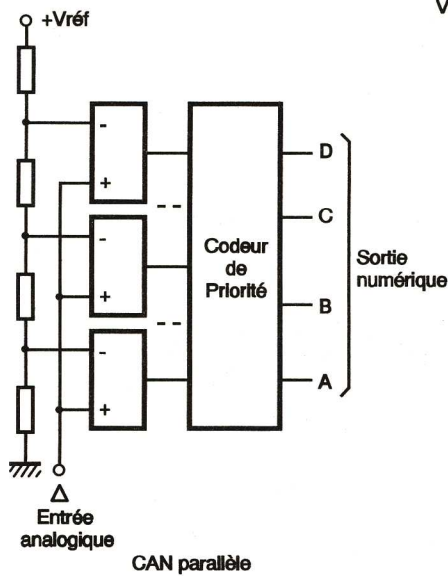


Fig 7

d'un CAN, l'opération de conversion peut être faussée si la tension analogique change trop rapidement. Il convient en quelque sorte de mémoriser la tension à convertir pour la garder constante le temps de la conversion proprement dite. On utilise pour ce faire un circuit échantillonneur bloqueur comprenant un circuit AOP suiveur, un condensateur de stockage à faibles pertes et un interrupteur commandé numériquement en synchronisme avec le CAN qui lui fait suite.

Le temps de fermeture de l'interrupteur est encore appelé temps d'acquisition et sera de l'ordre de quelques microsecondes. En règle générale, le condensateur de mémorisation présente une capacité de faible valeur pour limiter les fuites.

## CONSTRUCTION D'UN CONVERTISSEUR A/N 3 BITS

Pour cette réalisation, le schéma proposé à la figure 9 est directement inspiré de la figure 7. On distingue

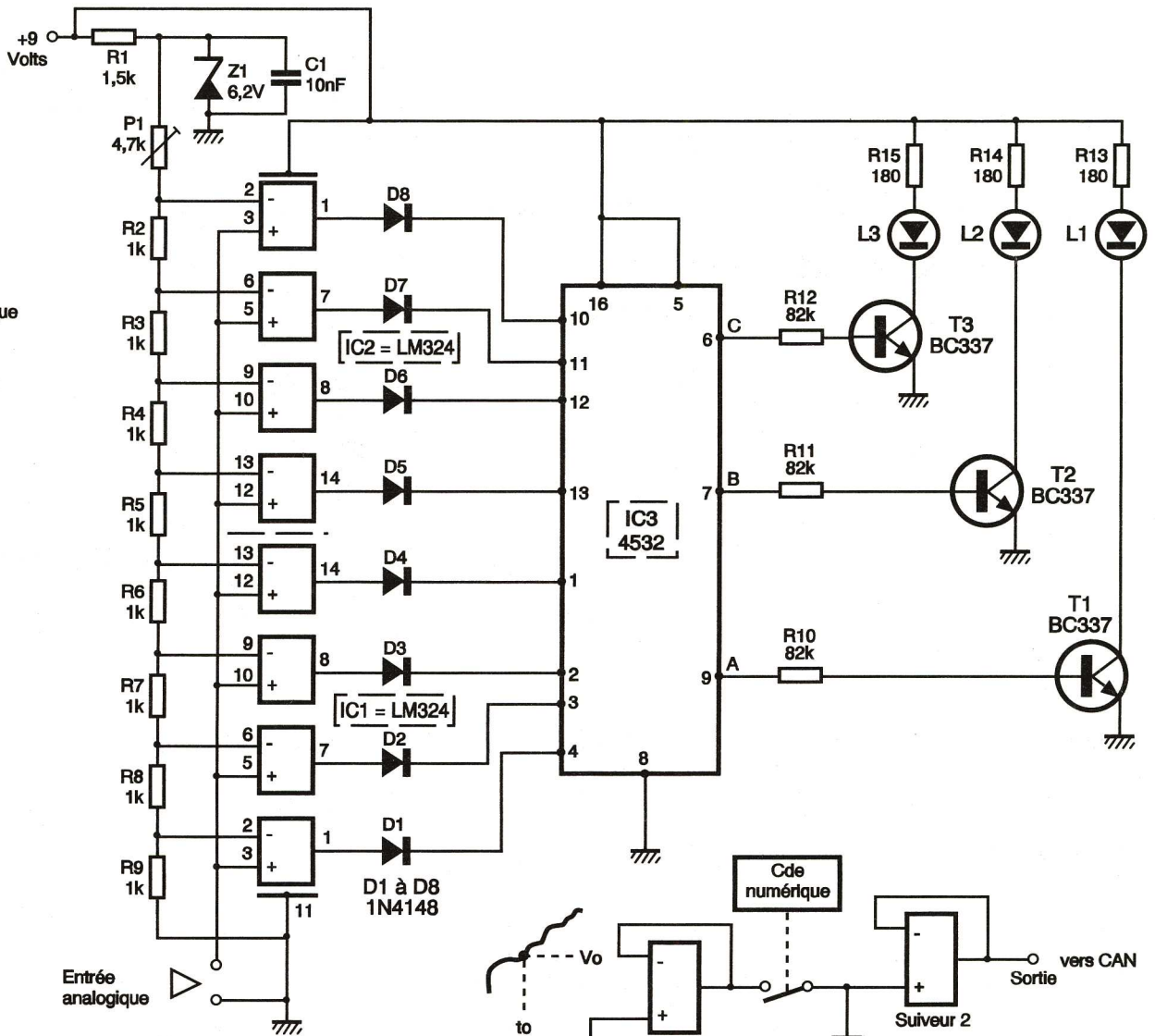
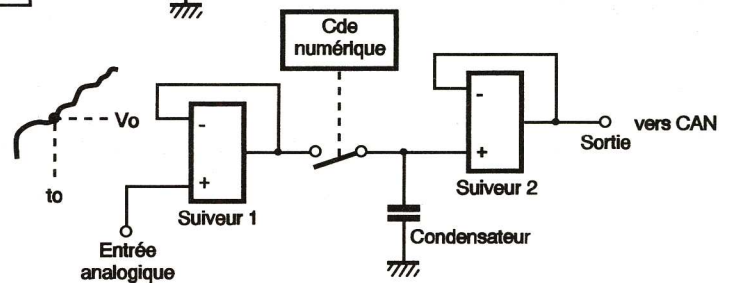


Fig 9

les huit AOP des deux circuits LM324, dont la principale caractéristique est de se contenter d'une alimentation simple. Toutes les entrées non inverseuses sont reliées entre elles et peuvent recevoir une tension analogique quelconque, représentative par exemple d'une grandeur physique quelconque (température, luminosité, tension, intensité, etc.). Rappel: Sur un comparateur, si l'entrée e+ présente une tension supérieure à la tension appliquée sur l'entrée e-, la sortie de l'AOP passe à l'état haut. Les résistances R<sub>2</sub> à R<sub>9</sub> forment une chaîne de ponts diviseurs, avec l'aide de l'ajustable P<sub>1</sub>. La tension pour les huit seuils de réfé-



Echantillonneur - Bloqueur

Fig 8

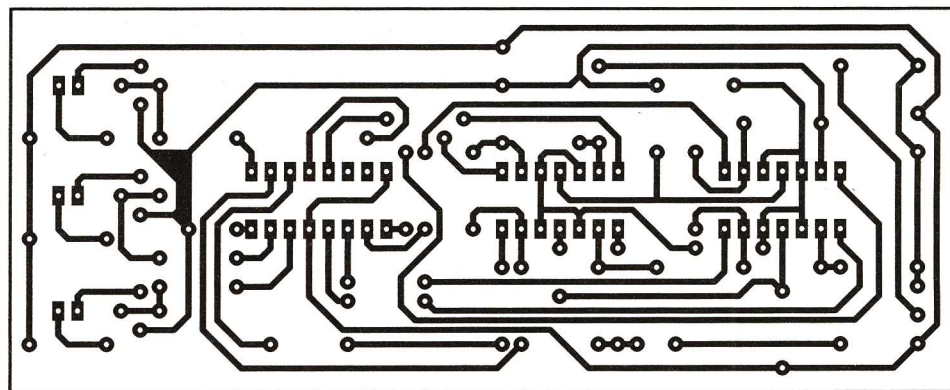


Fig 10

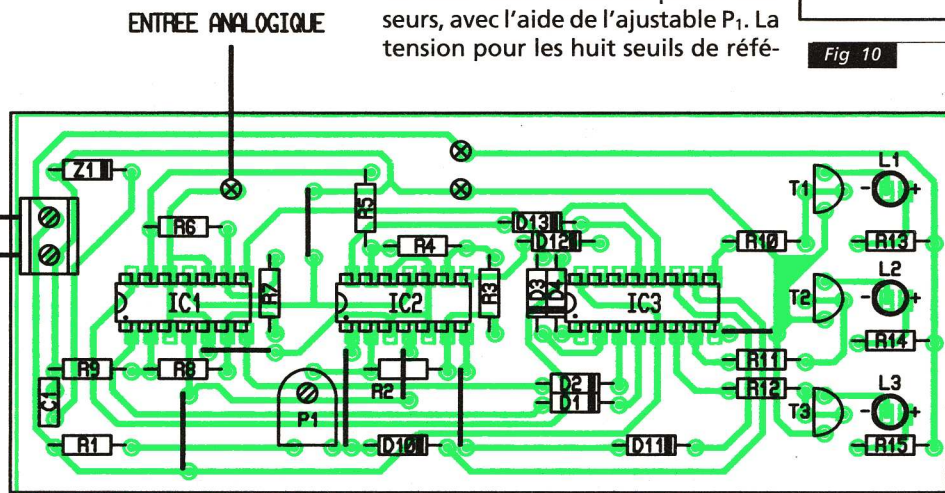


Fig 11

## NOMENCLATURE

IC1, IC2 : quadruple ampli-op LM324  
IC3 : décodeur décimal - DCB CMOS 4532  
D1 à D8 : diode commutation 1N4148  
T1 à T3 : transistor NPN BC337

L1 à L3 : diode DEL rouge 5 mm  
Z1 : diode Zener 6,2 V  
Toutes résistances 1/4 W :  
R1 : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)  
R2 à R9 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

R10 à R12 : 82 kΩ (gris, rouge, orange)  
R13 à R15 : 180 Ω (marron, gris, marron)  
P1 : ajustable 4,7 kΩ  
C1 : plastique 10 nF  
2 supports à souder 14 broches

1 support à souder 16 broches  
Bloc de 2 bornes vissésoudé, pas de 5 mm  
Picots à souder

rence est stabilisée par la diode Zener de 6,2 V. Si aucun comparateur ne détecte de dépassement, c'est que la tension d'entrée est plus basse que le niveau le plus bas. Si tous les comparateurs détectent un dépassement, on peut être assuré que le signal d'entrée est supérieur au seuil

de tension le plus élevé. Les diodes D<sub>1</sub> à D<sub>8</sub>, facultatives ici, appliquent les divers états hauts sur les entrées d'un circuit spécial appelé codeur de priorité ou encore décodeur décimal - BCD sur 3 bits. Si plusieurs comparateurs présentent un état haut, le circuit IC<sub>3</sub> est muni d'un sélecteur automatique de priorité du rang le plus élevé. Ainsi, le code des sorties A, B, C exprime bien en binaire le niveau de tension appliqué à l'entrée. Un petit étage de sortie permettra de piloter une diode électroluminescente par bit.



## ADAPTATEUR POUR LA MESURE DES CONDENSATEURS

Si votre multimètre ne possède pas la fonction capacimètre, le coin de la mesure vous propose aujourd'hui de réaliser un petit adaptateur très peu coûteux, simple à mettre au point et dont les qualités vous permettront de mesurer les condensateurs dont vous ne connaissez pas la valeur soit parce que celle-ci est illisible, soit parce que le mode de marquage vous est inconnu.

### I - PERFORMANCES

Le module adaptateur a été conçu pour attaquer directement le calibre 2 V d'un multimètre (de préférence numérique) d'impédance d'entrée supérieure au mégohm, ce qui est actuellement le cas de tous les appareils numériques vendus dans le commerce.

Dans cette hypothèse, avec les deux gammes proposées, le module permet de mesurer des condensateurs dont la capacité est comprise entre 10 pF et 2 µF. Si l'on utilise le voltmètre sur le calibre 200 mV, il devient possible d'apprécier le picofarad, alors qu'avec le calibre 20 V, on peut accroître légèrement la limite supérieure qui passe de 2 à plus de 3 µF.

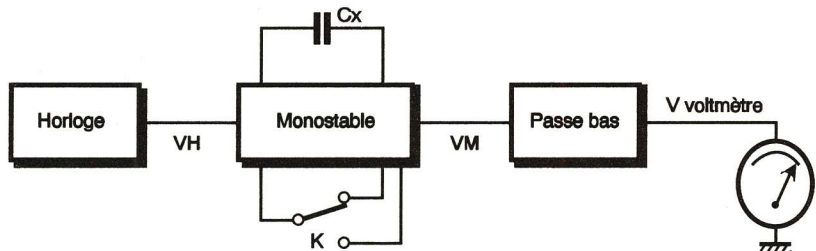
Ceux qui possèdent un appareil non muni d'un calibre 2 V (appareils 4 000 points, par exemple) pourront néanmoins utiliser notre module, à condition de ne prendre en compte

que les mesures ne dépassant pas les limites respectives de 30 nF et 3 µF pour les deux gammes.

### II - SYNOPTIQUE

On trouve celui-ci à la figure 1. Le principe adopté fait intervenir un circuit d'horloge qui n'est en fait qu'un simple générateur de signaux carrés. Les fronts négatifs des signaux délivrés par cette horloge déclenchent un monostable dont la durée de l'état haut est directement proportionnelle à la valeur du condensateur inconnu Cx.

On remarque à la figure 2 que, suivant que la capacité Cx est de faible ou de forte valeur, les créneaux présents en VM sont très éloignés ou très proches l'un de l'autre. On en déduit bien évidemment que la



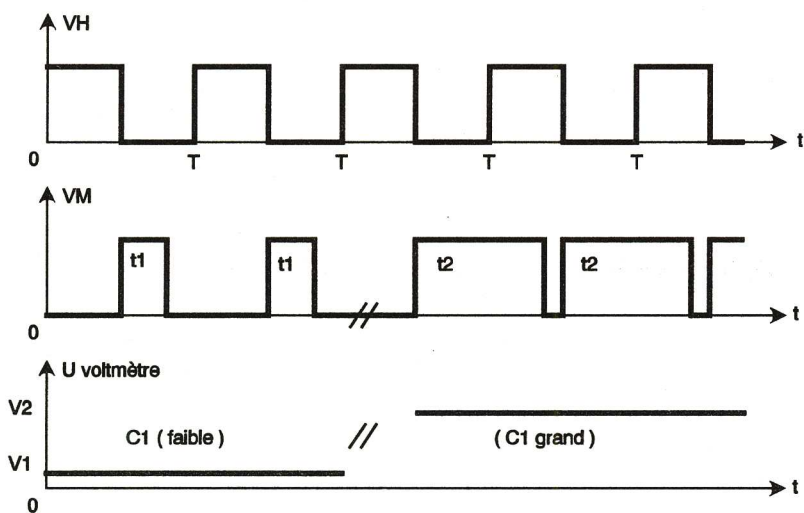
Synoptique du montage

Fig 1

que les mesures ne dépassant pas les limites respectives de 30 nF et 3 µF pour les deux gammes.

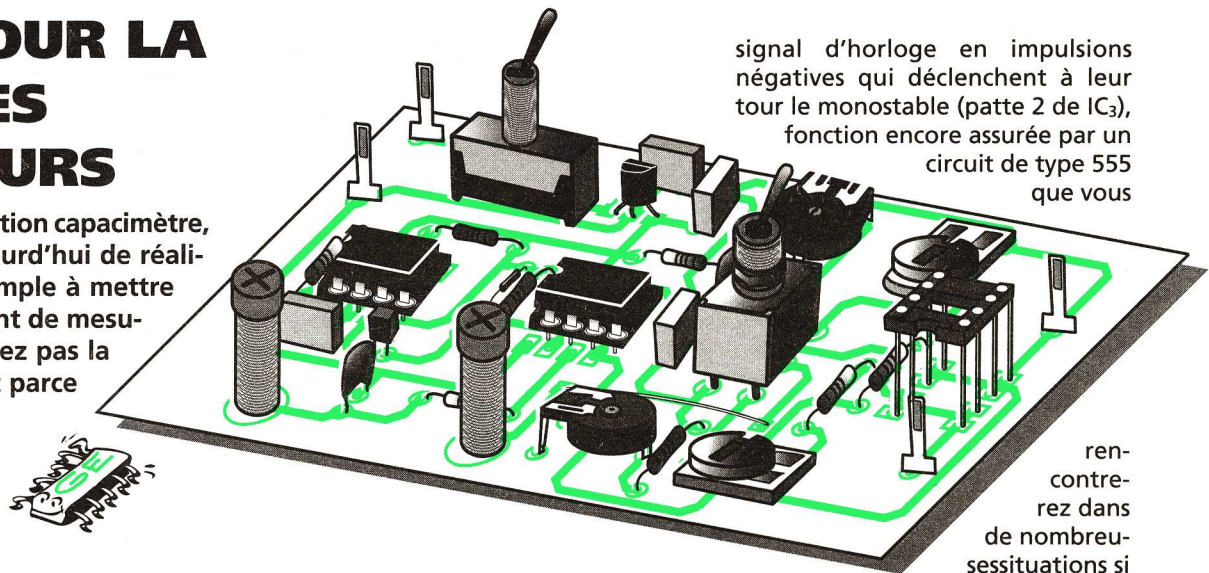
Les multimètres analogiques à aiguille possédant une résistance de 20 ou 40 kΩ/V ne pourront pas fonctionner correctement sans modifi-

que les mesures ne dépassant pas les limites respectives de 30 nF et 3 µF pour les deux gammes. valeur moyenne du signal VM est plus importante quand Cx est de forte valeur que quand cette capacité est faible. Pour recueillir la valeur moyenne de VM, on fait suivre le monostable d'un filtre passe-bas. Ce filtre lisse la tension



Principe de fonctionnement du capacimètre.

Fig 2

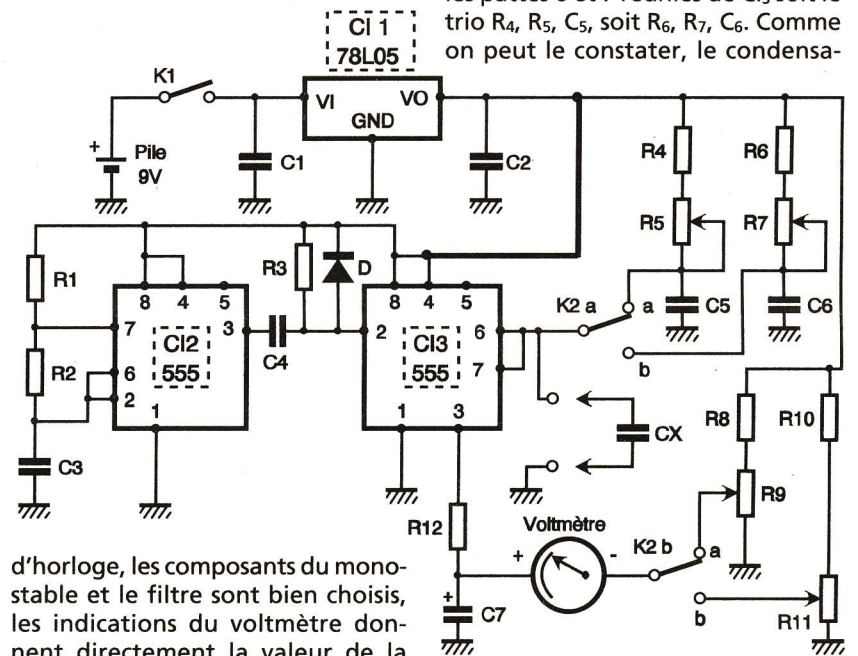


signal d'horloge en impulsions négatives qui déclenchent à leur tour le monostable (patte 2 de IC<sub>3</sub>), fonction encore assurée par un circuit de type 555 que vous

rencontrez dans de nombreuses situations si vous suivez

VM en supprimant toute ondulation résiduelle. La tension de sortie du filtre étant parfaitement continue, celle-ci peut être appliquée à un voltmètre. Si la fréquence du signal

régulièrement les articles de *Génération Electronique*. Suivant la position du commutateur K<sub>2</sub> qui définit la plage de mesure, on connecte sur les pattes 6 et 7 réunies de IC<sub>3</sub> soit le trio R<sub>4</sub>, R<sub>5</sub>, C<sub>5</sub>, soit R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub>, C<sub>6</sub>. Comme on peut le constater, le condensa-



d'horloge, les composants du monostable et le filtre sont bien choisis, les indications du voltmètre donnent directement la valeur de la capacité Cx dans une unité qui dépend de la position du commutateur K associé au monostable.

Schéma de principe complet.

Fig 3

### III - SCHEMA DE PRINCIPE

On trouve celui-ci à la figure 3. L'alimentation du montage est confiée à une pile de 9 V de type 6F22 ou, si on le souhaite, à l'association en série de deux piles de 4,5 V, voire même à l'utilisation d'une alimentation secteur, qui ne se justifie cependant pas ici car la consommation globale du montage n'excède pas quelques milliampères. La tension de 9 V est stabilisée à 5 V par le régulateur CI<sub>1</sub> de façon à assurer une qualité de mesure indépendante de l'état de la pile. Les condensateurs C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub> assurent le découplage des signaux alternatifs.

Le circuit d'horloge est bâti autour de CI<sub>2</sub> qui n'est autre qu'un 555. La fréquence des signaux que l'on récupère sur la patte 3 est de l'ordre de 100 Hz. On peut calculer celle-ci en utilisant la formule  $F = 1 / (0,7 \cdot C_3 \cdot (R_1 + R_2))$ . Le circuit R<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, D transforme les fronts descendants du

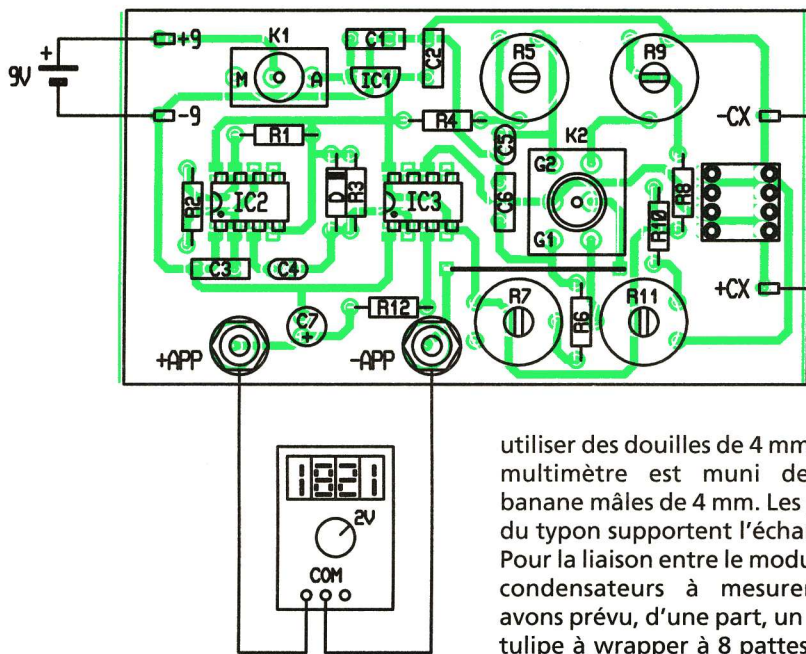
teur Cx se retrouve en parallèle soit avec C<sub>5</sub>, soit avec C<sub>6</sub>, suivant la gamme de mesure en service. Nous avons adopté cette solution afin de supprimer, sur chaque gamme, les défauts de non-linéarité du monostable pour les faibles valeurs de capacité.

Rappelons que la durée de l'état haut présent à la sortie du monostable (patte 3 de IC<sub>3</sub>) est donnée par la formule  $t = 1,09 \cdot RC$ , soit pour notre application :  $R = R_4 + R_5$  et  $C = C_5 + C_x$  lorsque K<sub>2</sub> est en position « a », et pour K<sub>2</sub> en « b » :  $R = R_6 + R_7$  et  $C = C_6 + C_x$ .

Les condensateurs C<sub>5</sub> et C<sub>6</sub> sont en quelque sorte des condensateurs talon dont la présence va entraîner, même en l'absence de condensateur à mesurer, d'une part, l'existence de créneaux de durée très courte à la sortie de IC<sub>3</sub>, mais aussi une tension très faible à la sortie du filtre et donc aux bornes du voltmètre.

Afin de supprimer cette tension résiduelle, on utilise un circuit de décalage du zéro de l'appareil de mesure, fonction qui est assurée par les tandems R<sub>8</sub>, R<sub>9</sub> et R<sub>10</sub>, R<sub>11</sub> que la seconde moitié de l'inverseur K<sub>2</sub> per-





Implantation des éléments.

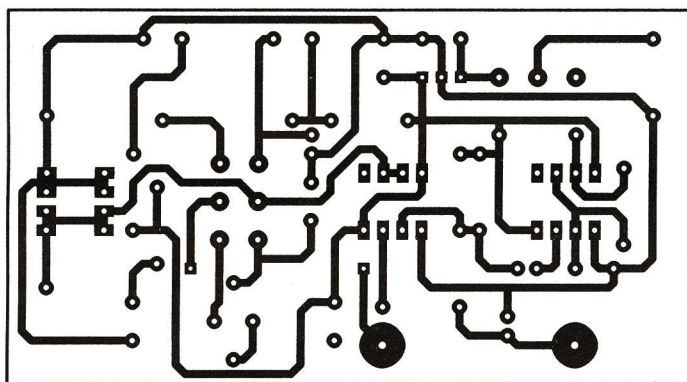
Fig 5

met de sélectionner.

Le signal de sortie du monostable (patte 3 de IC<sub>3</sub>) est appliqué au filtre passe-bas constitué de R<sub>12</sub> et C<sub>7</sub>.

L'appareil de mesure doit être disposé entre la sortie de ce filtre, point commun à R<sub>12</sub> et C<sub>7</sub>, et le circuit de décalage du zéro qui n'est autre que le point commun de K<sub>2</sub>b.

utiliser des douilles de 4 mm si votre multimètre est muni de fiches banane mâles de 4 mm. Les pastilles du typon supportent l'échange. Pour la liaison entre le module et les condensateurs à mesurer, nous avons prévu, d'une part, un support tulipe à wrapper à 8 pattes qui, en raison de sa hauteur, dépasse au-dessus des composants, ce qui facilite les insertions des condensateurs inconnus, et, d'autre part, des pinces crocodile isolées pour les condensateurs dont la taille ou la disposition des connexions ne permettrait pas une insertion commode dans le support. La disposition des soudures sous le support à wrapper permet de tester les condensateurs dont les pas



Tracé du circuit imprimé à l'échelle.

Fig 4

#### IV - REALISATION PRACTIQUE

Tous les composants du montage sont disposés sur le circuit imprimé dont les figures 4 et 5 donnent respectivement le typon et le plan de câblage. Nous recommandons au lecteur d'utiliser une méthode photographique pour réaliser ce circuit afin de ne pas faire d'erreur de réalisation.

Il faudra commencer l'implantation des éléments par les composants les moins fragiles comme les straps (un seul ici), les résistances, les condensateurs, les ajustables et, si vous ne vous sentez pas suffisamment expert pour souder rapidement les circuits intégrés, les supports qui, eux, ne craignent pas les opérations de soudures prolongées.

Nous avons aussi fixé les inverseurs sur le circuit imprimé afin d'éviter toute erreur de câblage. Si vous souhaitez insérer cette réalisation dans un boîtier qui ne supporterait pas cette option, veillez à ne pas vous tromper lors des connexions.

Pour la liaison entre le module et le voltmètre, nous avons utilisé des bornes femelles de 2 mm de diamètre. Vous pouvez tout aussi bien

sont compris entre 2,54 et 10 mm (en biais).

Pour donner un aspect professionnel à cet adaptateur, ceux qui le souhaitent peuvent l'insérer ainsi que la pile d'alimentation dans un boîtier Heiland de dimensions extérieures 140 x 55 x 25 mm. Avant de procéder à cet insertion, il convient d'effectuer les réglages des ajustables, ce qui ne vous prendra pas plus de 2 ou 3 minutes si vous suivez nos conseils.

#### V - MISE AU POINT

Avant de connecter la pile à ce montage, il faut vérifier visuellement que toutes les soudures sont bien faites et qu'aucun pont de soudure ne court-circuite deux pistes voisines. Une fois que cette vérification est terminée, vous pouvez insérer les circuits intégrés dans leurs supports, mettre les ajustables en position médiane, connecter la pile, basculer K<sub>2</sub> sur la gamme 1, puis K<sub>1</sub> en position marche.

Le voltmètre positionné sur le calibre 2 V étant disposé dans les douilles qui lui sont destinées, vous insérerez dans le support un condensateur de valeur voisine de 10 nF qui

#### PINCES POUR CONDENSATEUR DE TAILLE IMPORTANTE

sera soit un modèle de précision, soit un condensateur dont vous aurez déjà mesuré la valeur à l'aide d'un capacimètre que l'un de vos amis vous aura prêté pour la circonstance. Notez que toute valeur comprise entre 4,7 nF et 20 nF peut tout aussi bien faire l'affaire. Si vous ne disposez d'aucun condensateur de précision ou de valeur connue, il vous faudra faire confiance aux indications portées par le constructeur sur le modèle que vous utiliserez.

Nous donnons la procédure à suivre en supposant que le condensateur utilisé est un modèle de valeur arbitraire 12,2 nF.

Si vous avez procédé exactement comme nous vous l'avons indiqué plus avant, le multimètre doit vous indiquer une valeur voisine de 1,200 V (pour C<sub>x</sub> = 12,2 nF).

1) Ajustez R<sub>5</sub> pour que l'indication numérique corresponde à la valeur de votre condensateur, soit dans notre exemple « 1,220 » (pour 15 nF → 1,500 etc.).

2) Otez le condensateur et ajustez R<sub>9</sub> pour que le voltmètre indique 0,000, passez éventuellement sur le calibre 200 mV pour augmenter la précision.

3) Remettez le même condensateur et refaites exactement le travail des étapes 1 et 2 jusqu'à ce que :

- pour C en place, vous obteniez un affichage égal à sa valeur ;
- pour C ôté, vous obteniez « 0,000 ».

En général, deux réglages successifs sont suffisants. Ne cherchez quand même pas la petite bête, cela ne servirait à rien.

Vous devez maintenant procéder de la même façon avec un condensateur de 1 µF pour la gamme 2 (K<sub>2</sub> sur b) en agissant successivement sur R<sub>7</sub> pour obtenir l'affichage 1,000 (C valant 1 µF) et sur R<sub>11</sub> pour ajuster le zéro quand C est ôté.

#### VI - REMARQUES

Pour la gamme 1 (K<sub>2</sub> sur « a »), lorsque vous mesurez des condensateurs de capacité inférieure à 2 nF, la tension aux bornes du voltmètre ne dépassant pas 200 mV, rien ne vous empêche d'utiliser ce calibre qui vous donnera une précision supérieure à celle du calibre 2 V. La remarque précédente vaut aussi pour les condensateurs de capacité inférieure à 200 nF mesurés avec K<sub>2</sub> sur la position « b » pour lesquels on

peut aussi adopter le calibre 200 mV. On retiendra que :

- pour K<sub>2</sub> sur « a », chaque VOLT représente 10 nF, soit 10 pF par millivolt ;
- pour K<sub>2</sub> sur « b », chaque VOLT représente 1 µF, soit 1 nF par millivolt.

En travaillant avec le calibre 200 mV pour le voltmètre, soit une résolution de 0,1 mV pour un appareil 2 000 points, on peut apprécier le picofarad ; nous ne disons pas mesurer, car ce serait un peu prétentieux, quoique les mesures comparatives auxquelles nous nous sommes livrés nous ont prouvé que la qualité de ce module adaptateur est plus que correcte.

On peut noter qu'il est possible de mesurer des condensateurs de valeur légèrement supérieure à la valeur maximale du calibre utilisé, comme par exemple 27 nF pour la gamme la plus faible ou 3,3 µF pour la gamme supérieur, en positionnant le voltmètre sur le calibre 20 V. Il ne faudra cependant pas dépasser 30 nF à 35 nF et environ 3,5 µF pour ces deux gammes, sous peine d'avoir une mesure sans aucune signification. La limite de fonctionnement correcte sur une gamme donnée correspond à une durée de l'état haut du monostable inférieure à la période du signal d'horloge, ce que les possesseurs d'un scope pourront vérifier très simplement.

#### NOMENCLATURE

- R<sub>1</sub> : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
- R<sub>2</sub> : 68 kΩ (bleu, gris, orange)
- R<sub>3</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R<sub>4</sub> : 180 kΩ (marron, gris, jaune)
- R<sub>5</sub> : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
- R<sub>8</sub>, R<sub>10</sub> : 68 kΩ (bleu, gris, orange)
- R<sub>12</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R<sub>5</sub> : ajustable horizontal 47 kΩ
- R<sub>7</sub> : ajustable horizontal 1 kΩ
- R<sub>9</sub>, R<sub>11</sub> : ajustable horizontal 2,2 kΩ
- C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> : 100 nF 63 V milfeuill
- C<sub>4</sub> : 1 nF plastique
- C<sub>5</sub> : 470 pF céramique type disque
- C<sub>6</sub> : 10 nF 63 V milfeuill
- C<sub>7</sub> : 4,7 µF 16 V tantale
- Cl<sub>1</sub> : régulateur 5 V type 78L05
- Cl<sub>2</sub>, Cl<sub>3</sub> : UA ou MC 555
- K<sub>1</sub> : inverseur 1 circuit 2 positions ⌀ 6,35 mm
- K<sub>2</sub> : inverseur 2 circuits 2 positions ⌀ 6,35 mm
- 2 support pour circuit intégré 8 pattes
- 1 support tulipe à wrapper 8 pattes
- 4 cosses poignard
- 2 douilles femelles pour châssis de diamètre approprié au voltmètre
- 2 pinces crocodile
- 1 boîtier Heiland (facultatif) HE222
- 1 connecteur pour pile de type 6F22







```

Plot W,Z+1.↓
Plot W,Z-1.↓
W=U⇒Goto 8.↓
W=U+1⇒Goto 8.↓
W=U-1⇒Goto 8.↓
Lbl 9.↓
Plot 0,0▲
" ":" " "↓
"ANGLE DE LANCER".↓
?→Q.↓
" ":" " "↓
"FORCE DU LANCER".↓
?→T.↓
Rec (T,Q).↓
W+Int I→W.↓
Z+Int J→Z.↓
Goto 6.↓
Lbl 7.↓
" ":" " "↓
"TROU...".↓
S▲
Goto 0.↓
Lbl 8.↓
Z=V⇒Goto 7.↓
Z=V+1⇒Goto 7.↓
Z=V-1⇒Goto 7.↓
Goto 9.↓
Lbl 0.↓

```

l'adversaire le dernier point affiché. Le triangle contient quatre lignes de points (9, 7, 5, 3 points) et un point isolé (tout en haut). Chacun à leur tour les joueurs introduisent la ligne qu'ils veulent remplir et le nombre de points qu'ils souhaitent supprimer.

### ■ Comment jouer ?

Appuyez sur [EXE] quand "-Disp -" est affiché. Observez l'écran de jeu et appuyez sur [EXE] pour saisir vos choix. Le numéro de ligne est compris entre 1 et 4 en comptant à partir du bas. Le nombre de points à supprimer est au plus égal au nombre de points disponibles sur la ligne en question. Celui qui est obligé de supprimer le dernier point a perdu.

### ■ Listing

```

" ":" " " " " "↓
"LE POINT FINAL".↓
" ":" " "↓
" "▲
Mcl.↓
1→A.↓
Range 0,12,0,0,7,0.↓
Plot 0,7.↓
Plot 12,7.↓
Line.↓
Plot 12,0.↓
Line.↓
Plot .5,1.↓
Plot 11.5,1.↓
Line.↓
Plot 6,7.↓
Line.↓
Plot .5,1.↓

```

## ■ Le jeu des allumettes

Ce jeu est destiné à deux joueurs, il occupe 735 pas sur une unique zone de programmation.

### ■ Le jeu

Le but du jeu consiste à laisser à

```

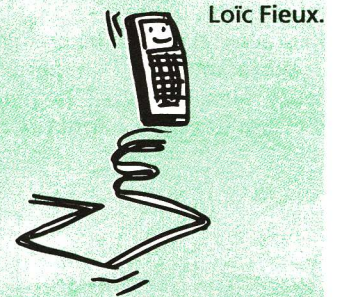
Line.↓
Plot 6,6.8.↓
Plot 12,0.5.↓
Line.↓
Plot 0,0.5.↓
Line.↓
Plot 6,6.8.↓
Line.↓
Lbl 0.↓
Isz A.↓
Plot A,1.5.↓
A<>10⇒Goto 0.↓
2→A.↓
Lbl 1.↓
Isz A.↓
Plot A,2.5.↓
A<>9⇒Goto 1.↓
Plot 4,3.5.↓
Plot 5,3.5.↓
Plot 6,3.5.↓
Plot 7,3.5.↓
Plot 8,3.5.↓
Plot 5,4.5.↓
Plot 6,4.5.↓
Plot 7,4.5.↓
Plot 6,5.5.↓
Graph Y=0▲
Lbl 2.↓
Isz N.↓
Int (N+2) <>N+2⇒"JOUEUR 1".↓
Int (N+2)=N+2⇒"JOUEUR 2".↓
Lbl 3.↓
"N° DE LIGNE".↓
?→A.↓
"NOMBRE DE".↓
"POINTS A BARRER".↓
?→B.↓
" ":" " " " " " "↓
" ":" " " " " " "↓
A=0⇒Goto 3.↓
B=0⇒Goto 3.↓
B+C+D+E+F+G=25⇒Goto 3.↓
A=2⇒Goto 4.↓
A=3⇒Goto 5.↓
A=4⇒Goto 6.↓
A=5⇒Goto 7.↓
B+C>9⇒Goto 3.↓
B+C→C.↓
Plot 1.5,1.5.↓
Plot C+1,1.5.↓

```

```

Line.↓
Goto 8.↓
Lbl 4.↓
B+D>7⇒Goto 3.↓
B+D→D.↓
Plot 2.5,2.5.↓
Plot D+2,2.5.↓
Line.↓
Goto 8.↓
Lbl 5.↓
B+E>5⇒Goto 3.↓
B+E→E.↓
Plot 3.5,3.5.↓
Plot E+3,3.5.↓
Line.↓
Goto 8.↓
Lbl 6.↓
B+F>3⇒Goto 3.↓
B+F→F.↓
Plot 4.5,4.5.↓
Plot F+4,4.5.↓
Line.↓
Goto 8.↓
Lbl 7.↓
B+G>1⇒Goto 3.↓
1→G.↓
Plot 5.5,5.5.↓
Plot G+5,5.5.↓
Line.↓
Lbl 8.↓
Graph Y=0▲
C+D+E+F+G=24⇒Goto 9.↓
Goto 2.↓
Lbl 9.↓
Int (N+2) <>N+2⇒"GAGNANT → 1".↓
Int (N+2)=N+2⇒"GAGNANT → 2".↓
▲

```



# Generation ELECTRONIQUE

PROJETS, INITIATION, ENSEIGNEMENT

## NOUVEAU SERVICE LECTEURS !

Nous sommes à votre disposition afin de vous faciliter la recherche des fournisseurs pour les composants les plus spécifiques que nous pourrions mettre en oeuvre dans nos réalisations.

N'hésitez pas à nous contacter aux coordonnées suivantes :

**GENERATION ELECTRONIQUE**  
**Pascal DECLERCK**  
 70, rue Compans - 75019 PARIS  
**Tél. Ligne directe : (1) 44 84 84 92**  
 Fax : (1) 42 41 89 40

Information technique :

# 3614 LAYOFRANCE

code

395 F LAYOIE  
 Max. 1 000 vecteurs/pastilles  
 Pour les amateurs

750 F DOUBLE  
 Extension 2 000 pastilles  
 Amateurs exigeants

1 550 F QUATRO  
 Extension 4 000 pastilles  
 Sociétés

Dessin (1/1280<sup>ème</sup> pouce) + autorouteur multi-mais aussi simple face. 100% OPÉRATIONNEL (sorties & sauvegarde) et en français, 700 composants dont 100 CMS, 16 couches + manuel. Importation schémas ou NETs et placement des composants automatique.

Joignez-vous aux 50 000 utilisateurs français dont 10 % de sociétés et pas des moindres  
 En effet aucune très grande société en électronique n'est absente !

sur 3617 code LAYO  
 Téléchargements : la mise à jour version 4.92 (déc 93 : 500 fois plus rapide ; lisez rubrique 'LAY1', des utilitaires pour Layo, SCHEMA III limitée (opérationnel), la passerelle de Schéma III vers Layo, idem entre OrCad SDT<sup>®</sup> ('tm), Tango<sup>®</sup>, Protel<sup>®</sup> et Layo. Egalement téléchargeable : > 30 logiciels (free et shareware) relatifs à l'électronique e.a. 10 logiciels DATABOOKS et, ... pendant 1 mois (mail), notre émulateur fichiers HP-GL vers toutes les imprimantes (e.a. Autocad/sketch + HP-550C).

**LAYO FRANCE SARL**  
 Château Garamache - Sauvebonne  
 83400 HYÈRES  
 Tél : 94.28.22.59 - Fax : 94.48.22.16  
 Livraisons urgentes par modem 14.400 sur rendez-vous.

## Labo Hobby : comparez !

**Machine à graver**  
 - Format utile 180 x 280 mm  
 - Avec THERMOMÈTRE Chauffage réglable avec voyant

**Chassis à insoler U.V (kit)**  
 - Format utile 200 x 300 mm - Avec prise de terre - Norme NFC 15-100  
 - Ensemble de la machine à la terre (comparez) - Avec starters démontables...

**1<sup>er</sup> CADEAU :**  
 1 logiciel PAD'S - tourne sur PC  
 Saisie de schéma, placement, routage 100 % automatique  
 version 210 contacts

**2<sup>er</sup> CADEAU :**  
 Kit de neutralisation pour perchlorure de fer\* "exclusivité CIF"  
 Comprenant : gants, lunettes, densimètre, filtres, papier PH, neutralisant pour 40 litres, seau de manipulation.

Labo complet : 865 TTC  
 Logiciel PADS' : 500 TTC  
 Kit de neutralisation : 186 TTC  
 TOTAL : 1551 TTC

**Promo l'ensemble 865 F.TTC**

Prix départ chez tous les bons distributeurs CIF

Catalogue 6000 articles contre 11,20 F en timbres

11 rue Charles Michels - 92220 BAGNEUX  
 Tél : (1) 45 47 48 00 - Fax : (1) 45 47 16 14

**C.I.F.**  
 CIRCUIT IMPRIMÉ FRANÇAIS





# J'EXPERIMENTE

## LA PLAQUETTE D'ESSAIS

L'électronique est un domaine de plus en plus omniprésent dans la vie de tous les jours. Vouloir s'y initier est un sentiment naturel : comprendre le fonctionnement d'une radio ou savoir réaliser le petit appareil qui vous manque peut se révéler très utile.

### I. INTRODUCTION

Il est reconnu que la meilleure solution pour ce faire est l'initiation par la pratique. En effet, jouer avec les composants est un moyen efficace pour comprendre rapidement les clés de la conception et les principes de base d'un montage électronique. De nombreux ouvrages, fort bien faits, existent, donnant au lecteur une mine de montages à réaliser par l'intermédiaire de circuits imprimés. Cependant, en tant que débutant, vous ne possédez peut-être pas tous les outils nécessaires à la réalisation d'un tel support. De plus, l'investissement nécessaire à ceux-ci peut en rebuter plus d'un.

Heureusement, pour les premiers pas, il existe une solution parallèle et toute aussi efficace : la plaquette d'essais. Cet outil permet la réalisation

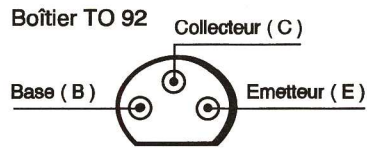


Fig 2a

aisées des pattes de la plupart des composants courants. Selon le modèle, le nombre et la disposition des trous varient. De plus, des bus d'alimentation peuvent être ou non présents. Sur la figure 1, le modèle présenté possède quatre bus, regroupés par deux en haut et en bas de la plaquette, ainsi que deux grilles. Sur une grille, les trous sont reliés entre eux dans le sens de la hauteur. Sur un bus, tous les trous sont reliés entre eux. Les bus servent généralement de lignes d'alimentation.

Les composants s'enfichent directement sur la plaquette (pas de soudure) et les connexions sont réalisées

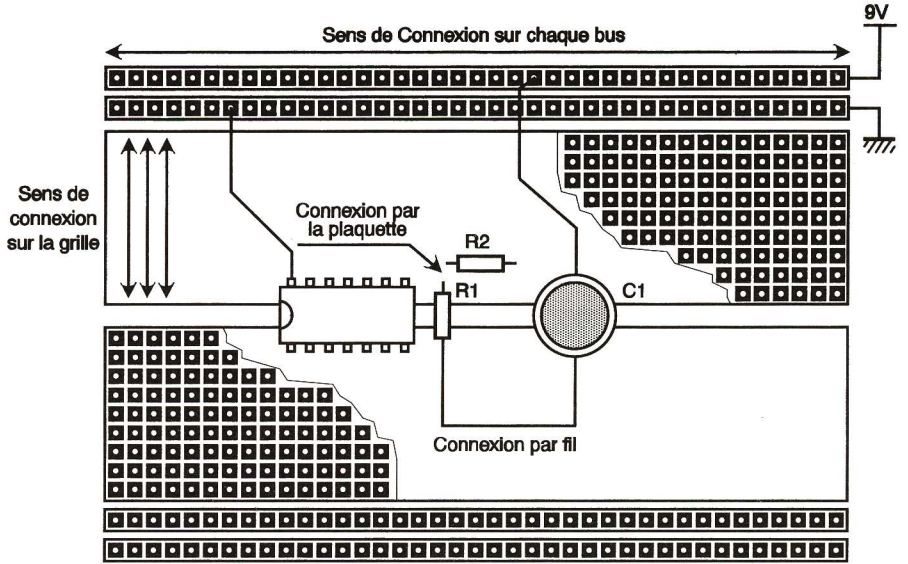


Fig 1

Un simple multimètre pour les mesures et une pile (9V) pour l'alimentation seront suffisants. Il ne reste plus qu'à se procurer une bonne panoplie de composants, une poignée de fils ainsi que quelques idées de montages pour faire ses premiers pas en électronique.

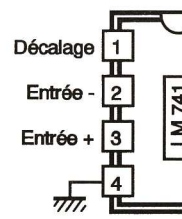


Fig 2b

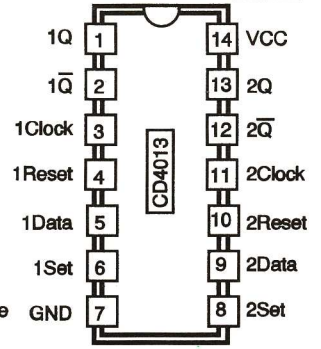


Fig 3a

### IV. QUELQUES IDEES DE MONTAGE

Pour passer rapidement à la pratique, voici deux montages très simples. Leur description sera extrêmement sommaire : en effet, il ne s'agit pas là d'une initiation mais juste d'un guide pour vos tout premiers montages.

#### a. Un mini-amplificateur audio classe B (voir figure 2)

Il s'agit là d'un très simple montage qui ne comporte que le strict minimum pour obtenir une amplification audio de moyenne puissance (1/2 W sous 9 V et 8 Ω). Un micro-électret est en entrée du préamplificateur, qui fait appel à un simple amplificateur opérationnel monté en suiveur inverseur et dont le gain est réglé par l'ajustable de 470 kΩ. La sortie attaque un montage très classique d'amplification classe B qui jette son dévolu sur un haut-parleur 8 Ω.

Il est possible de remplacer le micro-électret par une sortie casque d'un baladeur (par exemple) : il faut retirer la résistance reliant le micro au 9 V (R<sub>1</sub>) et relier un des signaux (gauche ou droite) sortant de la prise casque à l'entrée de la capacité C<sub>1</sub>, sans oublier bien sûr de connecter les masses entre elles.

#### b. Un compteur 4 bits à bascules D (voir figure 3)

C'est un montage de base en logique

combinatoire : quatre bascules D reliées en cascade forment un compteur 4 bits asynchrone. Les LED permettent de visualiser le résultat. L'horloge est créée manuellement par le bouton-poussoir P. Le principe est très simple ; pour vous en rendre compte, il suffit de faire fonctionner le circuit sur le papier à l'aide de la table de vérité des bascules D donnée sur la figure 4 (il suffit de se limiter à deux bascules). Pour la réalisation, n'oubliez pas d'alimenter les circuits intégrés.

### V. CONCLUSION

Avec ce petit matériel, vous êtes à même de vous initier facilement à l'électronique. Avec la dynamique de réalisation que vous apporte cette plaquette d'essais, vous pourrez rapidement mettre en œuvre vos propres montages, avant de les immortaliser sur une plaquette d'époxy...

Eric LARCHEVEQUE

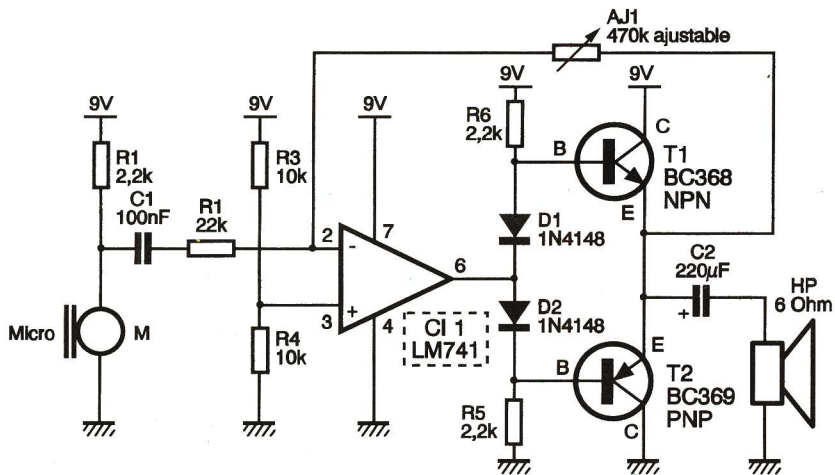


Fig 2

tion et la modification d'un montage extrêmement rapidement et facilement, ce qui est idéal quand on veut tester ou mettre en œuvre un montage. Ainsi peut-on réaliser en quelques minutes un minuteur, un amplificateur audio, un compteur, etc.

Bien évidemment, contrairement au circuit imprimé, la plaquette d'essais ne permet pas la réalisation de montages très complexes. Sa vocation reste très pédagogique, elle est du reste très utilisée dans les lycées. Ne pensez pas pour autant que cette plaquette est un investissement perdu dès que vous aurez atteint une bonne connaissance de l'électronique, elle reste en effet très utile pour tester en vitesse un module ou un composant.

### II. PRESENTATION DE LA PLAQUETTE D'ESSAIS

La plaquette est composée de trous de 1 mm au pas de 2,54 mm. Ceux-ci permettent l'enfichage et l'extraction

soit par les liaisons internes (connexion entre R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub> sur la figure 1), soit par un fil rigide (liaison entre C<sub>1</sub> et R<sub>1</sub> par exemple).

### III. EXPERIMENTATION

Les premiers montages seront bien sûr très simples. Il faudra prévoir des entrées-sorties pratiques et visibles (LED, haut-parleur, bouton-poussoir, afficheur, etc.). En effet, il serait ridicule à ce niveau d'avoir besoin d'un oscilloscope pour voir si le montage fonctionne correctement.

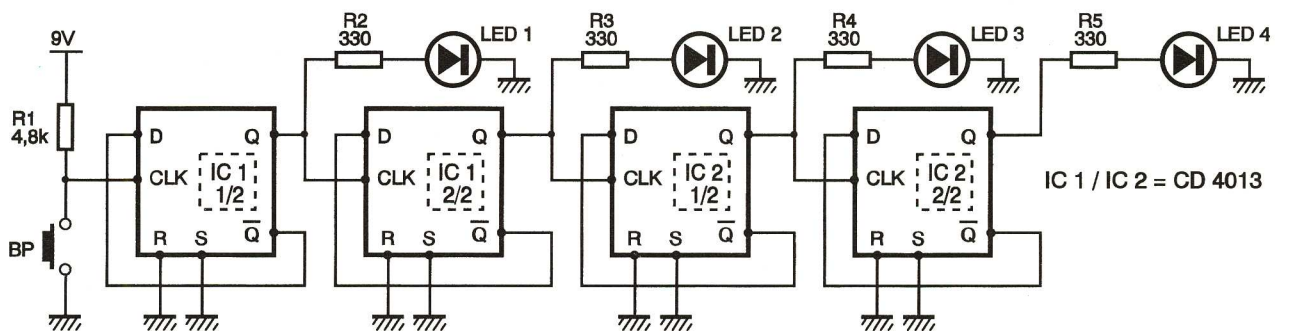


Fig 3

ENTREES				SORTIES	
S	R	CLK	D	Q	Q̄
L	L	↑	L	L	H
L	L	↑	H	H	L
L	L	↓	X	Q <sub>s</sub>	Q̄ <sub>s</sub>
H	L	X	X	H	L
L	H	X	X	L	H
H	H	X	X	Etat instable	

Fig 4



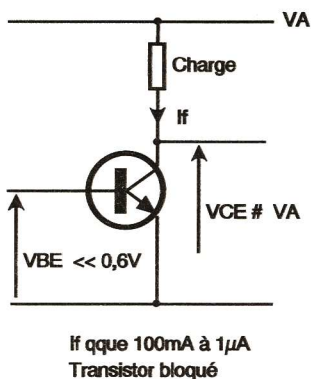


# COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?

(12<sup>e</sup> partie)

**D**epuis le début de cette série, nous nous sommes beaucoup occupés des circuits linéaires et avons volontairement laissé de côté tout ce qui était logique. Par ailleurs, nous vous avons présenté de nombreux exemples de calculs sur des montages à circuits intégrés en délaissant un peu le transistor. Nous allons donc, à partir d'aujourd'hui, combler ces lacunes en abordant ces deux sujets, tout au moins pour ce qui est de leurs utilisations les plus répandues.

En effet, s'il existe bon nombre de circuits intégrés capables de réaliser d'innombrables fonctions, tant logiques qu'analogiques, l'utilisation du transistor n'a pas disparu et n'est pas prêt de disparaître. Il est bien sûr impossible d'édicter de règle précise préconisant l'usage d'un circuit intégré ou de son équivalent à transistors en présence de telle ou telle application, mais le bon sens suffit généralement pour décider. Ainsi, dans un montage comportant de nombreux amplificateurs opérationnels, il sera plus simple d'ajouter un autre amplificateur si l'on a besoin d'un étage supplémentaire. En revanche, dans un montage ne comportant aucun ampli opérationnel, il sera souvent plus simple, si l'on a besoin d'un étage présentant un peu de gain, de réaliser celui-ci avec un simple transistor.

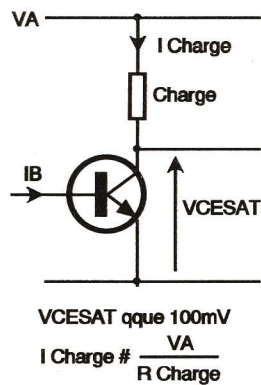


Le transistor bipolaire en mode bloqué. **Fig 1**

Soyons honnête : les calculs de montages linéaires à transistors (amplificateurs, oscillateurs, etc.) sont beaucoup plus complexes que ceux de leurs homologues à base d'amplificateurs opérationnels. En effet, si ces derniers peuvent être assimilés à des composants parfaits, ce qui, comme nous l'avons vu, simplifie beaucoup les calculs, ce n'est pas le cas des transistors et cela complique parfois beaucoup les choses. Nous n'allons donc pas tout traiter ici mais seulement les cas les plus répandus et les plus réalistes.

## ■ COMMENÇONS PAR LE PLUS SIMPLE

Voyons tout d'abord un domaine relativement facile à appréhender : celui du transistor en commutation.



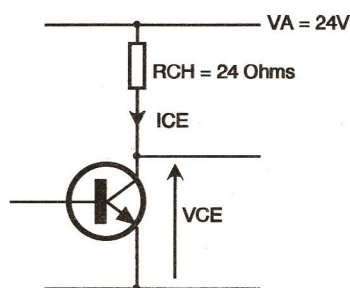
Le transistor bipolaire en mode saturé. **Fig 2**

Nous y avons déjà fait appel à quelques reprises, mais sans entrer dans le détail, puisque c'est le mode classique de la commande de LED ou de relais. Nous allons le traiter aujourd'hui une bonne fois pour toutes.

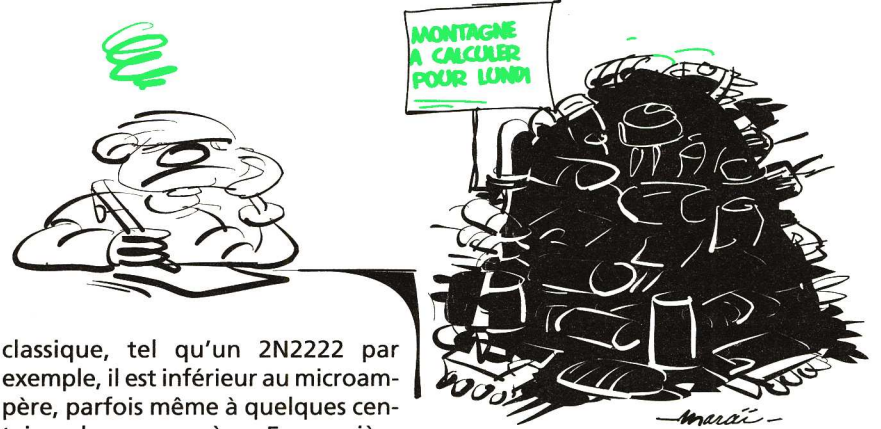
Un transistor en commutation est en fait un transistor utilisé comme un interrupteur qui peut donc être ouvert ou fermé. Ce n'est pas, hélas ! un interrupteur parfait, mais nous allons voir que cela ne complique pas trop les choses.

En figure 1, nous avons représenté notre transistor en mode interrupteur ouvert que l'on appelle le mode bloqué. Cette situation se produit lorsque sa tension base-émetteur est nettement inférieure au seuil de cette jonction qui est de 0,6 V pour le silicium. Notre transistor se comporte en fait comme une résistance de très forte valeur ; valeur que l'on ne chiffre pas car on préfère parler du courant de fuite qui le traverse dans cette situation.

Ce courant, dont le vrai nom est courant de saturation, ce qui prête à confusion avec l'état conducteur du transistor qui s'appelle l'état saturé, est très faible. Pour un transistor



$P_{\text{bloqué}} = VA \times I_f = 24 \times 0,000001 = 24\mu W$   
 $P_{\text{saturé}} = VCESAT \times ICE = 0,25 \times 1 = 250mW$   
 Si le transistor est bien bloqué ou bien saturé, la dissipation de puissance est très faible. **Fig 3**



classique, tel qu'un 2N2222 par exemple, il est inférieur au microampère, parfois même à quelques centaines de nanoampères. En première approximation, on peut donc considérer qu'il est nul.

En figure 2, nous avons représenté notre transistor à l'état conducteur ou fermé qui s'appelle encore l'état saturé. Cette situation se produit lorsque le courant injecté dans la jonction base-émetteur est bien supérieur à celui qui serait nécessaire compte tenu du gain du transistor pour le rendre conducteur (nous allons voir cela ci-après). Dans ces conditions, le transistor se comporte comme une résistance de faible valeur, mais, ici encore, on ne parle pas de la valeur de cette résistance mais plutôt de la tension qu'il reste aux bornes du transistor dans cet état, tension qui s'appelle tension de saturation ou Vcesat. Pour les « bons » transistors de commutation, elle est très faible, de l'ordre de 100 mV à quelques centaines de millivolts. Elle peut généralement être négligée sauf si l'on commute de forts courants, car, alors, il faut parler...

## ■ PUISSANCE !

Nous voyons régulièrement des schémas qui montrent que de nombreux concepteurs commettent des erreurs quant au calcul de la dissipation de puissance d'un transistor monté en commutation. Vous allez voir que, pourtant, cela reste très simple si l'on se donne la peine d'y réfléchir un peu.

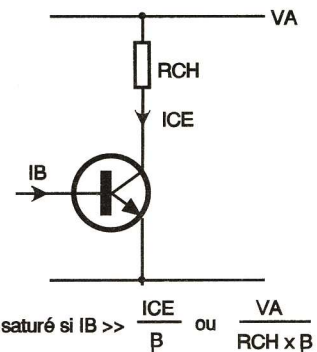
La figure 3, sur laquelle nous avons volontairement représenté la commande d'une charge de moyenne puissance, va soutenir notre exposé théorique avec un exemple numérique.

En mode bloqué, la puissance dissipée dans le transistor est facile à calculer. En effet, il supporte à ses bornes la tension d'alimentation, 24 V dans cet exemple, mais n'est traversé que par son courant de fuite de l'ordre de 1 µA. La puissance qu'il dissipe est donc :

$P_{\text{bloqué}} = Va \times I_f$ , soit, dans ce cas, 24 µW. Oui, vous avez bien lu

24 µW !

En mode saturé, le calcul est tout aussi facile. La tension aux bornes du transistor est sa tension de saturation, 250 mV dans notre exemple, et le courant qui le traverse est celui consommé par la charge, soit 1 A dans ce cas. La puissance dissipée dans le transistor est donc :  $P_{\text{saturé}} = V_{\text{cesat}} \times I_{\text{charge}}$ , soit, dans ce cas, 250 mW. C'est un peu plus que tout à l'heure mais, pour un transistor qui commande une charge de 24 W, c'est tout de même assez peu, avouez-le.



L'art de bien saturer un transistor. **Fig 4**

Ce calcul montre bien que la puissance que doit pouvoir dissiper un transistor en commutation est très nettement inférieure à celle de la charge commandée. Mais, car il y a un mais, il faut s'assurer que le transistor fonctionne bien toujours en mode bloqué ou saturé et surtout qu'il passe rapidement d'un mode à l'autre. Nous verrons dans un instant comment s'en assurer.

Il faut aussi choisir judicieusement son transistor. En effet, dans notre exemple, on pourrait être tenté de prendre pour T<sub>1</sub> un 2N2222, par exemple, puisqu'il est capable de dissiper 500 mW, soit plus qu'il n'en faut. Mais, hélas ! si c'est ce que l'on fait, il rendra l'âme très vite. En effet, il faut aussi vérifier que notre transistor est capable de supporter le courant maximal consommé par la charge, ce qui n'est pas le cas du 2N2222 donné pour un courant collecteur maximal de 800 mA !

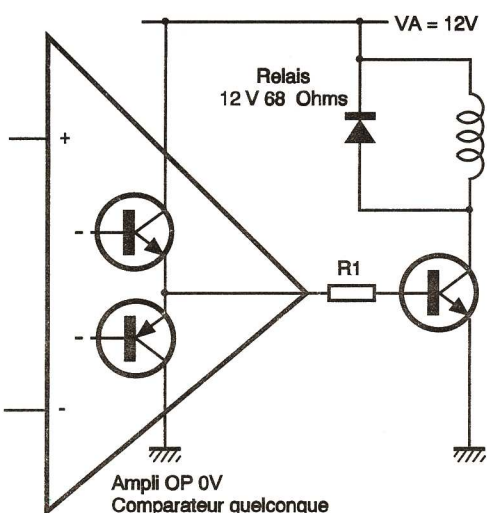
Un autre paramètre est à contrôler : c'est la tension maximale que peut supporter le transistor entre collec-



teur et émetteur. En effet, en mode bloqué, ce dernier supporte à ses bornes toute la tension d'alimentation. Dans l'exemple de la **figure 3** ce n'est pas bien méchant et quasiment tous les transistors peuvent supporter ces 24V, mais avec des tensions plus élevées, le problème risque de se poser.

En résumé, pour choisir un transistor utilisé en commutation, il faut vérifier les trois points suivants :

- que son courant collecteur maximal soit supérieur au courant maximal consommé par la charge;



Un schéma classique qui peut souvent révéler des surprises. **Fig 5**

- que sa tension collecteur-émetteur maximal soit supérieure à la tension d'alimentation utilisée;

- que sa puissance dissipée maximale soit supérieure à celle donnée par la relation :  $P_{max} = V_{cesat} \times I_{charge}$ , où  $V_{cesat}$  est la tension de saturation du transistor et  $I_{charge}$  le courant maximal consommé par la charge.

Vous prendrez, bien évidemment, la précaution de ne pas choisir un transistor trop « juste » et appliquerez un coefficient de sécurité d'au moins 1,5 aux chiffres ainsi obtenus.

## ■ BIEN SATURÉ MAIS PAS TROP !

Nous avons insisté ci-avant sur l'importance qu'il y avait à bien faire fonctionner le transistor en mode bloqué ou saturé. En effet, si l'on sort de l'un de ces deux modes, la puissance que doit dissiper notre transistor peut devenir nettement plus importante. Ainsi, dans le cas de la **figure 3** et si le transistor est mal saturé, on pourra avoir environ 12V à ses bornes et, comme la charge consommera 500 mA dans ce cas, notre pauvre  $T_1$  devra dissiper 6W. On est loin des 250 mW du mode saturé ! Voyons donc comment (bien) faire.

Pour saturer le transistor, le principe est fort simple : il faut injecter dans la jonction base-émetteur un courant nettement supérieur à celui

imposé par le gain en courant minimal du transistor. Traduisons cela en clair avec la **figure 4**.

Lorsque le transistor est saturé, le courant collecteur-émetteur qui le traverse est donné par la loi d'Ohm :  $I_{ce} = V_a/R_{ch}$ .

Pour que notre transistor puisse se laisser traverser par ce courant, il faut qu'il dispose d'un courant de base au moins égal à :  $I_b = I_{ce}/\beta$ , où  $\beta$  (appelé aussi  $h_{21e}$ ) est le gain en courant minimal garanti du transistor, c'est-à-dire le chiffre du bas de la fourchette donnée par le constructeur. Par mesure de sécurité, et pour assurer une bonne saturation, on prend même généralement une marge de sécurité pouvant aller de 2 à 5, c'est-à-dire que l'on fait passer un courant de deux à cinq fois supérieur à ce minimum requis.

Au vu de cet exposé, vous seriez peut-être tenté d'augmenter exagérément ce coefficient de sécurité. *A priori*, rien ne s'y oppose si ce n'est la vitesse de commutation du transistor qui décroît au fur et à mesure qu'on le « sur » sature. En effet, compte tenu des phénomènes physiques qui se produisent sur sa puce et si le courant de base est vraiment trop important, il y a accumulation excessive de charges au niveau de la jonction base-émetteur ; charges qui mettent ensuite du temps à s'éliminer lorsque l'on veut bloquer le transistor. Attention ! Il nous faut toutefois relativiser les choses en vous précisant que le temps en question se chiffre en... centaines de nanosecondes voire en millisecondes.

Pour bloquer le transistor, c'est un peu plus facile : il faut faire descendre la tension base-émetteur nettement en dessous du seuil, soit 0,6V pour le silicium.

Cette apparente simplicité conduit pourtant assez facilement de nombreuses personnes à faire des bêtises, comme nous allons le voir tout de suite.

## ■ UNE ERREUR FACILE A FAIRE

La **figure 5** vous montre un schéma archirépandu. Notre transistor est en effet placé en sortie d'un amplificateur opérationnel, pour commander un relais par exemple.

Lorsque la sortie de l'ampli est au niveau haut, notre transistor doit être saturé pour faire coller le relais. La résistance du relais étant de 68  $\Omega$  et sa tension de collage de 12V, il consomme donc un courant de 175 mA. Notre transistor ayant un gain minimal de 100 et la tension de sortie au niveau haut de l'ampli étant de 10V, la résistance  $R_1$  aura donc une valeur de :

$(10 - 0,6) / 0,0035$ , soit environ 2,7 k $\Omega$ , en prenant la valeur normalisée la plus proche. Remarquez que, vu le courant de base choisi, nous avons pris un coefficient de sécurité de deux. Notre transistor sera donc

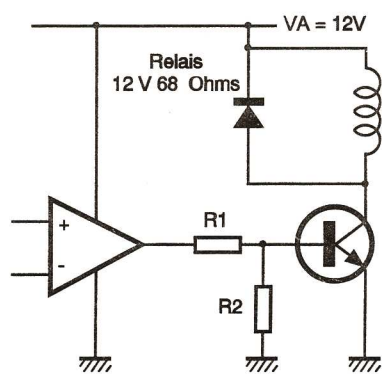
bien saturé et le relais collera sans problème.

En revanche, lorsque la sortie de l'ampli sera au niveau bas, il se peut fort bien que le transistor qui devrait théoriquement être bloqué ne le soit pas. En effet, l'étage de sortie de l'ampli adopte généralement la structure visible sur cette même **figure 5** et la tension présente en sortie au niveau bas peut, dans ces conditions et selon le type de circuit utilisé, être de 1 ou 2V.

Si elle est de 2V, elle va faire traverser la résistance  $R_1$  par un courant de :  $(2 - 0,6)/2700$ , soit 520  $\mu$ A. Notre transistor ayant un gain minimal de 100, son courant collecteur va donc pouvoir être :

$100 \times 520 \mu$ A, soit 52 mA, et encore si on a la chance de se trouver dans le bas de la fourchette de gain. Si nous sommes tombés sur un « bon » transistor, cette situation peut encore empirer puisque son gain peut être bien supérieur.

Cela ne va peut-être pas faire coller le relais, bien sûr, mais va créer dans la bobine de celui-ci une chute de tension de :  $0,052 \times 68$ , soit 3,5V. Il restera donc aux bornes de  $T_1$  :  $12 - 3,5$ , soit 8,5V, et ce dernier dissipera une puissance de :  $8,5 \times 0,052$ , soit 442 mW.



La figure 5 en plus fiable ! **Fig 6**

Bien sûr, avec notre « petit » relais en sortie, la dissipation de puissance à laquelle cela nous amène n'est pas critique mais ce calcul, qui a surtout valeur d'exemple, vous montre du doigt pourquoi certains concepteurs ne comprennent pas pourquoi leurs transistors montés en commutation chauffent alors que des auteurs de (bonnes) revues d'électronique (G.E. par exemple) s'escriment à leur démontrer le contraire.

## ■ LA SOLUTION

La première idée qui vient à l'esprit est d'augmenter  $R_1$ , ce qui peut être fait en diminuant la marge de sécurité de 2 que nous avons prise. On est vite limité dans ce sens, car, si l'on va trop loin, notre blocage sera bon mais c'est notre saturation qui ne le sera plus.

La meilleure solution consiste à commander notre transistor par un diviseur de tension comme indiqué **figure 6**. Evidemment, cela complique un peu les choses, surtout si

l'on voit dans ce montage un pont diviseur à résistances chargé, ce qu'il est en fait réellement.

Fort heureusement, comme nous ne faisons pas dans la précision (nous vous parlons depuis tout à l'heure de coefficients de sécurité allant de 2 à 5 !), nous allons voir que cela peut fortement faciliter les choses.

Lorsque le transistor est saturé, la **figure 6** devient équivalente à la **figure 7a**. En supposant que  $I_b$  soit grand devant  $I_2$ , on peut écrire : (1)  $R_1 \approx (V_1 - 0,6) / I_b$ , soit, si nous reprenons les valeurs vues précédemment pour  $V_1$  et  $I_b$  :  $R_1 \approx 2700 \Omega$ . Lorsque le transistor est bloqué, notre schéma devient équivalent à la **figure 7b**, et comme nous voulons un bon blocage, nous imposons une tension  $V_{be}$  de 0,2V maximum. Dans ces conditions, nous pouvons écrire :

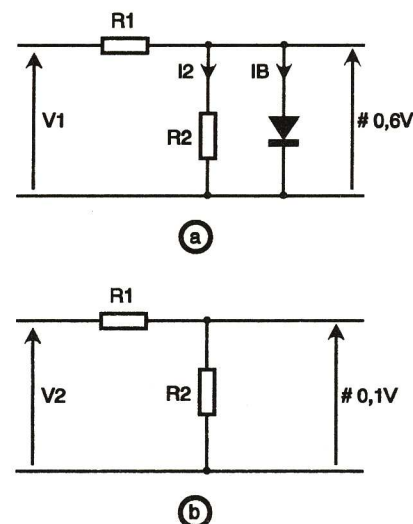
$0,2/V_2 = R_2/(R_1 + R_2)$ , soit, avec les valeurs précédentes :  $R_2 \approx 330 \Omega$ .

Vérifions si la supposition faite au niveau de l'équation 1 est correcte. Lorsque le transistor est saturé, la résistance  $R_2$  voit une tension de 0,6V à ses bornes. Elle est donc traversée par un courant de :  $0,6/330 = 1,8$  mA, ce qui est bien à peu près négligeable devant le courant  $I_b$  (nous ne faisons pas dans la dentelle, rappelez-vous). Notre supposition était juste et les valeurs de  $R_1$  et  $R_2$  donneront satisfaction.

## ■ L'INTERET DU COLLECTEUR OUVERT

Outre sa fonction d'interrupteur commandé par un très faible courant, ce transistor en commutation offre un autre intérêt, particulièrement appréciable lorsqu'il se retrouve... dans un circuit intégré. En effet, certains comparateurs, quelques amplificateurs opérationnels et de nombreux circuits logiques disposent d'une sortie que l'on appelle à collecteur ouvert et qui, comme le montre la **figure 8**, contient justement notre transistor en commutation dont seul le collecteur est rendu accessible.

Tant que l'on ne dépasse pas ses capacités en courant, tension et



Comment calculer facilement  $R_1$  et  $R_2$  **Fig 7** de la figure 6.



puissance (revoir le début de l'article si nécessaire), on est certain qu'il sera bien bloqué ou saturé. Les concepteurs du circuit intégré ont fait ce qu'il fallait pour cela ! Le circuit muni d'une telle sortie peut donc généralement commander des charges relativement importantes mais aussi et surtout des charges demandant une tension de fonctionnement plus importante que la tension d'alimentation du circuit lui-même. Ainsi, avec certains circuits intégrés particuliers sur lesquels nous reviendrons, leur sortie à collecteur ouvert permet de commander des charges pouvant être alimentées en 50V alors qu'eux-mêmes ne supportent que du 5V.

de la « vulgaire » logique à transistors, un bloc système pour réseau de trains électriques miniatures.

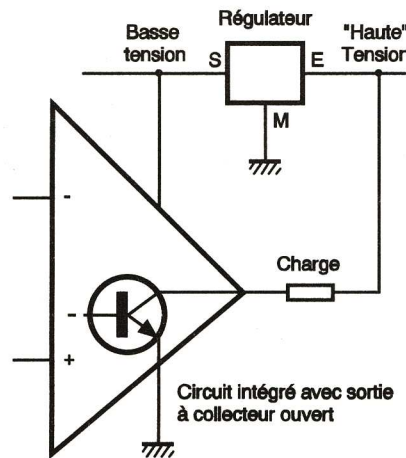
Rappelons qu'un tel système découpe la voie en cantons isolés les uns des autres. Si un train est détecté dans un canton, cela coupe le courant dans le canton qui précède et allume un feu rouge, empêchant ainsi tout télescopage.

Vous pouvez déjà commencer à réfléchir au schéma à utiliser. Quasiement tous les éléments sont en votre possession pour bâtir l'essentiel. Les raffinements divers et variés seront vus au fur et à mesure de l'étude, bien sûr, car, si tel n'était pas le cas, nous n'aurions plus rien à vous apprendre...

## VERS LA LOGIQUE A TRANSISTORS

Ce titre vous donne peut-être à penser que nous allons maintenant parler de la logique TTL, puisque ce sigle signifie *Transistor Transistor Logic*, eh bien, non. Nous allons auparavant faire un peu de logique avec de banals transistors puisque nous savons parfaitement les bloquer et les saturer, c'est-à-dire générer les deux états classiques de la logique : l'état 0 et l'état 1.

Cela ne vous enchante pas ? Eh bien, pour vous distraire un peu, nous vous proposerons de construire, dans notre prochain article et avec



L'intérêt du collecteur ouvert apparaît nettement sur cette figure. Fig 8

MESURER  
CAPTURER  
TRAITER  
IMPRIMER

...ENFIN C'EST POSSIBLE...

Enregistrez toutes vos mesures sur un PC, et sans ajouter de carte !

Parfait pour les "NOTEBOOKS"

ECONOMISEZ  
SANS  
COMPROMIS

## ACQUISITION DE DONNEES SUR PC

- Une gamme unique de 5 produits "datalogging" pour l'enregistrement et le traitement graphique sur PC.
- Installation rapide, car sans carte, directement sur le port série ou parallèle.
- Autonome, sans besoin d'alimentation extérieure. Génération de Rapports.
- Fourni avec logiciels d'exploitation, couleur graphique, PICOSCOPE ou PICOLOG
- Mise en route immédiate. Drivers fournis également pour ceux désirant les interfacer avec leurs (en C, Pascal et Basic).
- Enregistrement des mesures/courbes sur DD, disquettes, imprimantes et dans fichiers exportables sous formats vers TT/PAO
- Notices en français. Support technique gratuit.
- Garantie 1 an. Fabrication Europe.
- Livraison sur stock.

### AUTRES MODELES :

ADC 11  
11 voies 10 bits  
899,00 F HT  
Entrée D25

ADC 12  
Monovoie, 12 bits  
899,00 F HT  
Entrée BNC

ADC 16  
Huit voies, 8 à 16 bits programmable  
2149,00 F HT  
Entrée D25

### ADC 100

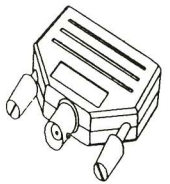
Emulation plusieurs instruments :  
oscilloscope 2 voies à mémoire (storage)  
Fréquence-mètre  
Voltmètre, Analyseur Spectre  
Résolution 12 bits  
Entrée BNC CC/CA  
PICOSCOPE ET PICOLOG

Le modèle ADC-10  
Monovoie, précision 8 bits.

495 F HT

OPTION : CABLE BNC ET POINTE (X1/X10)  
d'OSCILLOSCOPE : + 180 FHT

### ADC-10



OFFRE SPECIAL: POUR 790 F TTC franco, VOTRE PC DEVIENT UN "INSTRUMENT VIRTUEL" DIGIMETRE - OSCILLOSCOPE - ANALYSEUR DE SPECTRE

VOUS RECEVREZ POUR CE PRIX: un ADC-10, le LOGICIEL PICOSCOPE, un câble BNC d'OSCILLOSCOPE, la notice en français, et le support technique. Avec la garantie 1 an !

**Multipower**

22 RUE EMILE BAUDOT, 91120 - PALAISEAU, France  
TEL: (33) 1. 69 30 13 79 FAX: (33)1. 69 20 60 41

## Generation ELECTRONIQUE

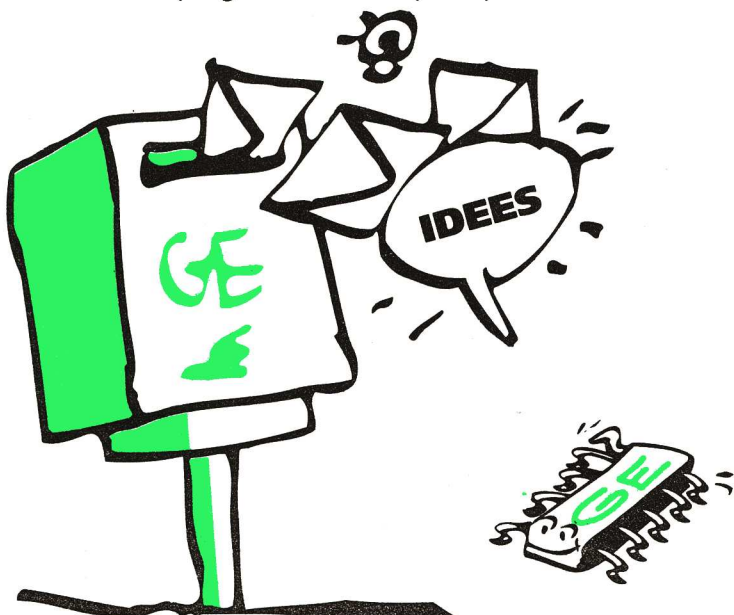
PROJETS, INITIATION, ENSEIGNEMENT

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

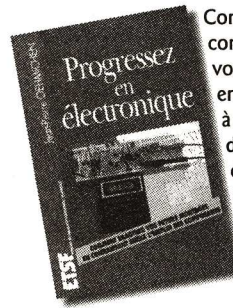
## Comment bien débuter en électronique !



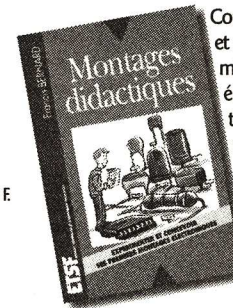
Comment s'initier à l'électronique en réalisant des montages simples et attrayants.  
Code 023889 - 149 p - 110 F.



20 montages pratiques, simples et instructifs qui vous feront progresser dans la connaissance de l'électronique au quotidien.  
Code 023896 - 176 p - 110 F.



Comment imaginer, concevoir et réaliser vos futurs montages en apprenant d'abord à connaître l'emploi des composants électroniques.  
Code 023946 - 304 p - 155 F.



Comment expérimenter et concevoir ses premiers montages électroniques à partir d'un matériel didactique très simple à mettre en œuvre.  
Code 023902 - 176 p - 110 F.

### Rappel

Mes premiers pas en électronique - R. Rateau - Code 023867 - 190 p - 115 F.

EN VENTE CHEZ VOTRE LIBRAIRE HABITUEL

**ETSF**

15, rue Gossin, 92543 Montrouge Cédex. Tél : 40 92 65 00



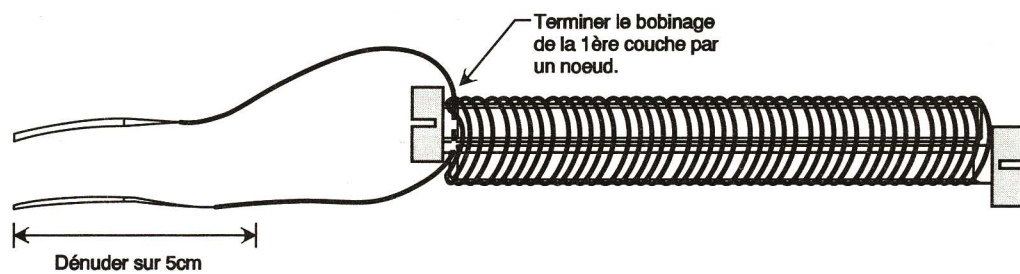


## L'ELECTRICITE DYNAMIQUE (suite)

**A** la suite des découvertes d'Ampère et d'Arago, le fait que l'électricité puisse s'employer comme puissance motrice ne fait plus de doute.

En circulant dans une bobine de fil conducteur isolé, le courant d'une pile voltaïque entraîne en mouvement un barreau de fer doux placé en son milieu. S'il est immobile, ce barreau se comporte comme un aimant qui exerce une force d'attraction dès qu'il est alimenté. Si la puissance mécanique transmise peut permettre de soulever des masses importantes, le fait d'établir puis d'interrompre le circuit formé par l'électroaimant et la pile permet d'établir un mouvement alternatif susceptible d'entraîner un mécanisme.

En circulant dans une bobine de fil conducteur isolé, le courant d'une pile voltaïque entraîne en mouvement un barreau de fer doux placé en son milieu. S'il est immobile, ce barreau se comporte comme un aimant qui exerce une force d'attraction dès qu'il est alimenté. Si la puissance mécanique transmise peut permettre de soulever des masses importantes, le fait d'établir puis d'interrompre le circuit formé par l'électroaimant et la pile permet d'établir un mouvement alternatif susceptible d'entraîner un mécanisme.



Terminaison de la première couche

Fig 3



principe au moteur oscillant que l'Américain Joseph Henry expérimenta en 1830.

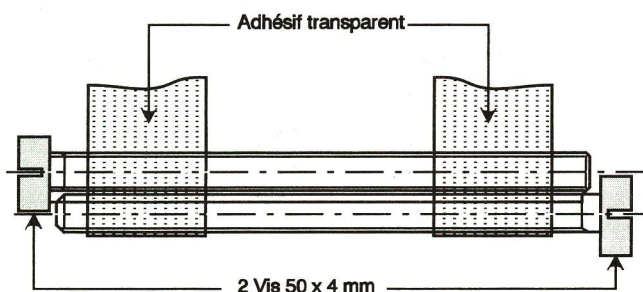
Le mouvement oscillant de notre moteur autour de son axe est dû à la succession d'attractions et de répulsions de l'électroaimant par rapport aux aimants fixes.

Un noyau constitué par les deux vis placées côte à côte aura tendance à être attiré par l'un ou l'autre des aimants permanents. Les fils conducteurs de chaque bobine entrant en contact avec les bornes d'une pile, l'électroaimant va exercer une force de répulsion sous l'effet du courant.

En raison des courants nécessaires au fonctionnement des moteurs, des arcs électriques endommageaient rapidement les commutateurs. Gustave Froment, un ancien élève de

l'Ecole polytechnique, contribua à réduire leurs effets en partageant le conducteur en 50 ou 60 fils parcourus par un courant d'autant plus divisé qu'ils étaient nombreux.

Ce phénomène, qui se répète à l'identique avec l'une, puis l'autre des extrémités de l'électroaimant, va créer une oscillation rapide du moteur autour de son axe.

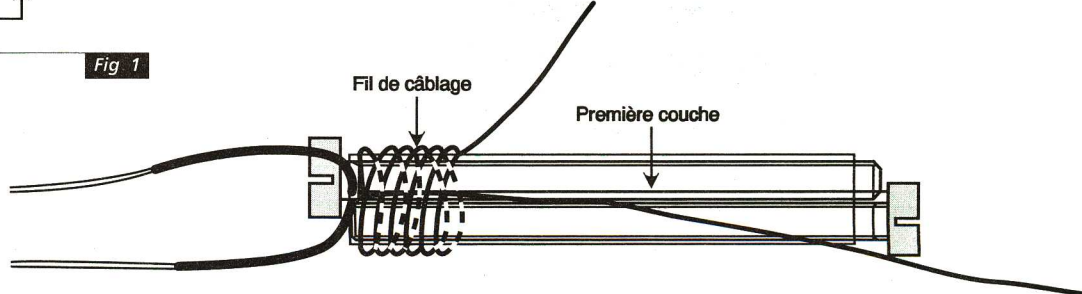


Mise en place des deux vis.

Fig 1

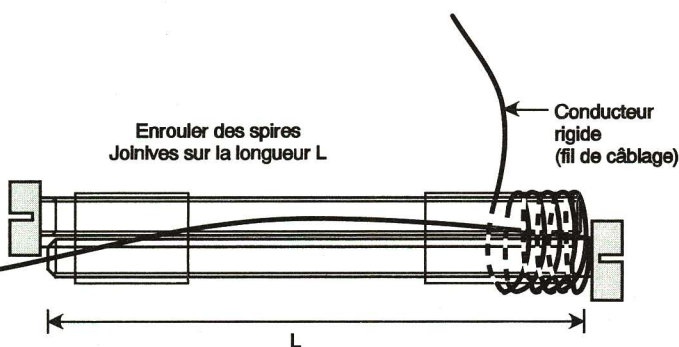
Des tentatives consistant à tirer un travail utile à partir de l'électromagnétisme apparaissent dès 1830. En 1831, l'abbé Salvator dal Negro, un savant ecclésiastique de l'école de Padoue, fit la description d'un tel appareil dans le tome IV des Actes de l'académie des Sciences, Lettres et Arts de Padoue.

firent sensation. Son moteur était constitué d'une bobine avec en son milieu un cylindre libre de coulisser. Le passage d'un courant dans la bobine montée verticalement permettant de lever le



Mise en place du second bobinage

Fig 4



Bobinage de la première couche.

Fig 2

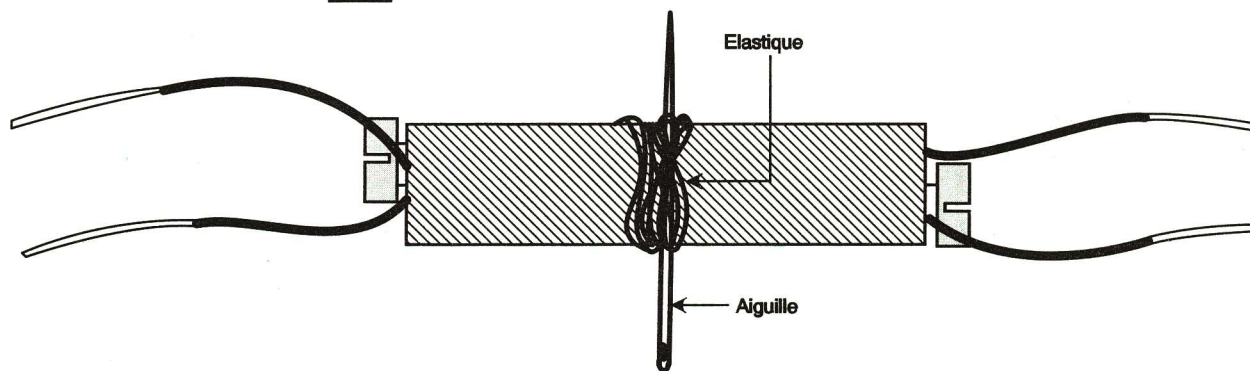
En 1834, M. Jacobi présenta un mémoire portant sur l'application de l'électromagnétisme au mouvement des machines (dont on peut trouver la reproduction dans les Archives de l'électricité de M. de La Rive, année 1843, page 233) à l'académie des Sciences de Saint-Petersbourg (Leningrad), en Russie. L'empereur Nicolas accorda une somme de 60 000 F, prélevée sur la cassette impériale, afin que M. Jacobi puisse mener à bien ses expé-

### NOTRE EXPERIMENTATION

Nous vous proposons de réaliser un petit moteur semblable dans son

### REALISATION

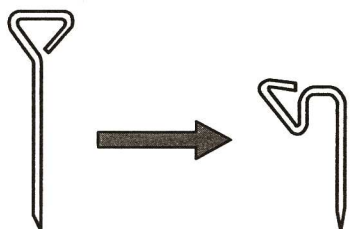
Commencez par disposer les deux vis comme indiqué sur la figure 1. De l'adhésif transparent assure le main-



L'aiguille constitue l'axe moteur.

Fig 5





Supports moteur.

Fig 6

Le tien de l'ensemble qui forme le noyau de l'électroaimant.

Vous commencerez ensuite le bobinage de la première couche en enroulant le conducteur qui devra former des spires jointives (fig. 2). Terminez cette première couche par un nœud, en prenant soin de laisser dépasser 10 cm de fil conducteur (fig. 3). Dénudez sur 5 cm puis procédez de même en commençant par l'autre extrémité pour la seconde

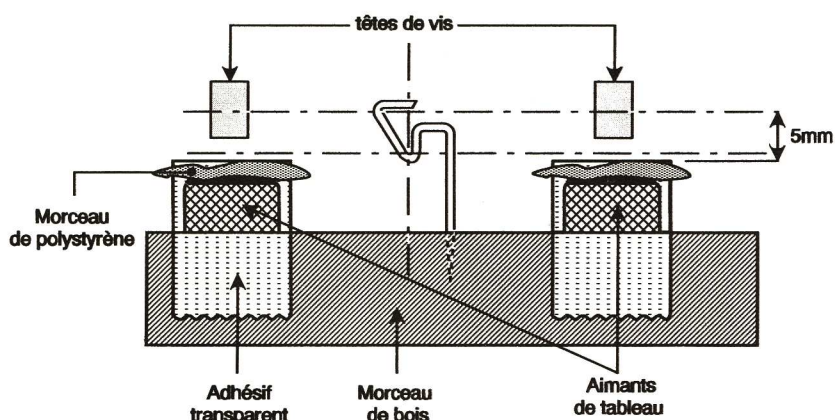
couche constituant le second bobinage (fig. 4).

Après avoir dénudé les deux extrémités comme précédemment, enroulez un élastique sur les bobinages. Une aiguille traversant l'élastique constitue l'axe du moteur (fig. 5).

Les supports de l'axe moteur sont deux épingles à papier pliées comme indiqué sur la figure 6.

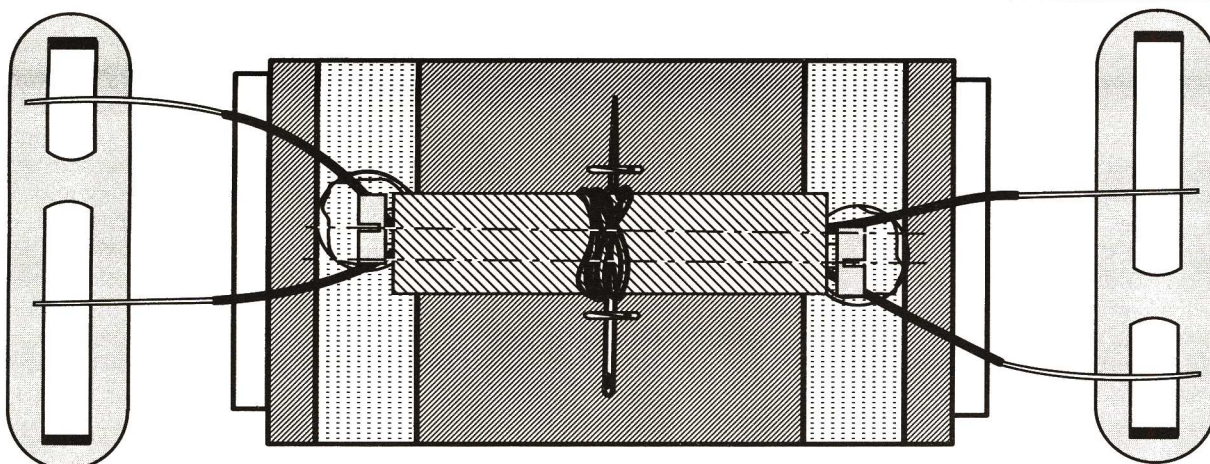
Préparez un morceau rectangulaire de bois (8 cm de long, 5 cm de large et 2 cm d'épaisseur) sur lequel vous enfoncerez les épingles avec une pince plate.

Collez deux aimants de tableau en veillant à ce qu'ils soient juste sous les têtes de vis. Collez ou fixez avec de l'adhésif un morceau de plastique ou de polystyrène provenant

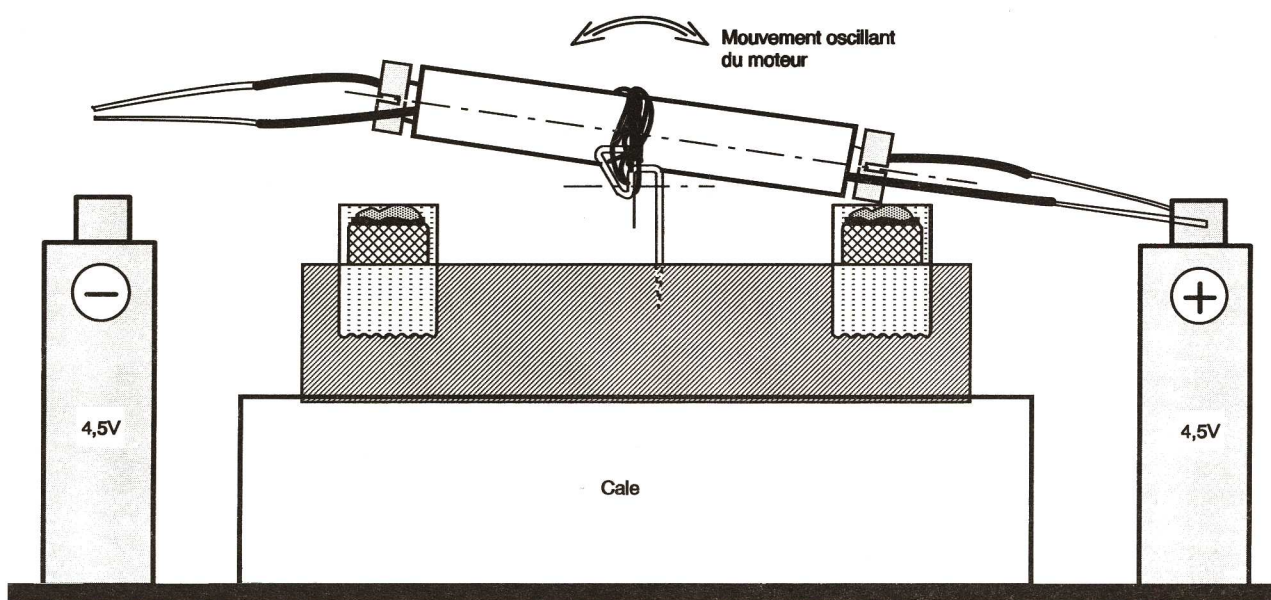


Position des aimants.

Fig 7



MOTEUR VU DE DESSUS



MOTEUR VU DE FACE

Réalisation du moteur.

Fig 8

## NOUVEAU CATALOGUE 1995



MONTAGES ET COMPOSANTS  
MEDELOR  
1995  
ELECTRONIQUES

70 pages

Nombreux schémas et indications techniques  
Mise à jour bisannuelle

Prix : 25.00 F

Tarif quantitatif gratuit sur simple demande

MEDELOR SA  
42800 TARTARAS

Tél : 77 75 80 56

d'un emballage (3 à 4 mm d'épaisseur) sur les aimants afin que chaque tête de vis puisse se décoller plus facilement (fig. 7).

Placez votre moteur sur un socle ou une cale de manière que les extrémités dénudées des fils soient en contact avec les lames d'une pile de 4,5 V (inversez la pile si l'électroaimant n'éloigne pas une tête de l'électroaimant).

Votre moteur est prêt : il doit osciller rapidement car les deux bobines vont repousser les têtes de vis chaque fois que le contact sera établi sur l'une des piles.

P. RYTTER

### NOMENCLATURE

- 2 vis de 50 x 4 mm
- Du fil de câblage rigide (3 mètres environ suffisent)
- 2 aimants de tableau
- 2 morceaux de polystyrène ou de carton de 3 mm d'épaisseur
- 2 épingles à papier
- 1 élastique
- 1 aiguille à coudre
- 1 bloc de bois (8 x 5 cm et 2 cm d'épaisseur)
- 2 piles de 4,5 V
- Adhésif transparent
- Colle liquide multi-usages



# UNE BALISE DE DÉTRESSE

**E**n voiture, lors d'un incident tel qu'une crevaison par exemple, il est important de signaler sa présence, surtout de nuit. C'est le but du petit montage que nous vous proposons de réaliser.

Bien que tous les véhicules soient actuellement équipés de « feux de détresse » il se peut que ceux-ci, en raison de leur position, ne soient que peu visibles depuis la chaussée. Une mauvaise orientation du véhicule, un virage ou plus simplement des objets posés à terre peuvent les masquer. La balise que nous vous proposons, en revanche, peut être placée sur le toit de la voiture ou légèrement déportée afin qu'elle reste parfaitement visible de loin. Dans la pratique, il s'agit d'une lampe clignotante de forte luminosité. C'est en effet une lampe halogène (12 V - 25 W) équipée d'un réflecteur qui est utilisée comme source lumineuse. Ces lampes sont assez courantes car elles équipent bien des lampes de bureau. Il est donc facile de s'en procurer une au rayon électricité de n'importe quelle grande surface. Passons donc au principe de fonctionnement de cette balise.

La première opération à assurer pour disposer d'un signal clignotant consiste à créer un signal alternatif dont la fréquence sera celle du clignotement. Dans notre cas, le plus simple est de faire appel au traditionnel NE 555.

## LE NE 555, GÉNÉRATEUR TRÈS BASSE FRÉQUENCE

Comme nous l'avons déjà vu dans ces pages, en fonction des composants qui lui sont associés et de leur câblage, le NE 555 peut assurer diverses fonctions. Ici, c'est en «

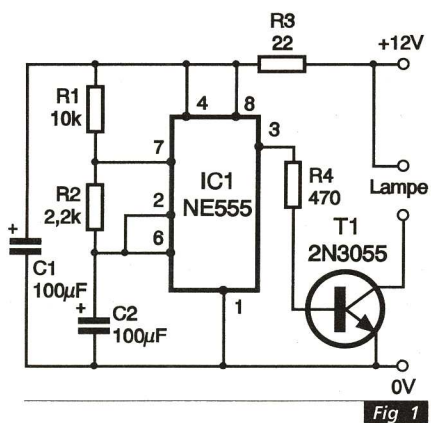


Fig 1

astable » qu'il est employé. Un astable, comme son nom l'indique, ne présente jamais un signal stable sur sa sortie mais une tension qui varie brusquement d'une valeur proche de 0V à une autre proche de celle de l'alimentation. Au total, c'est donc un signal carré que ce type de circuit délivre en sortie. Dans notre cas, ce type de signal correspond parfaitement à l'usage que

nous souhaitons en faire puisque la lampe doit être soit complètement allumée, soit éteinte, à l'exclusion de tout état intermédiaire.

De plus, si le NE 555 ne permet pas, sous ce mode de fonctionnement, d'atteindre des fréquences très élevées, il excelle, en revanche, dès qu'il s'agit de très basses fréquences. Ici encore, cas qui nous intéresse. Rappelons que la fréquence disponible sur la sortie du circuit intégré, broche 3, est directement liée à la valeur du condensateur qui relie sa broche 6 à la masse, et celle des résistances câblées entre ses contacts 6, 7 et l'alimentation. Pour obtenir une très basse fréquence, il suffit donc de donner de fortes valeurs à ces composants. Nous avons donc réalisé ainsi la base de notre balise extrêmement simple. Seul problème que pose le NE 555 : la faible puissance qu'il délivre en sortie.

## UN TRANSISTOR DE PUISSANCE RELAIS

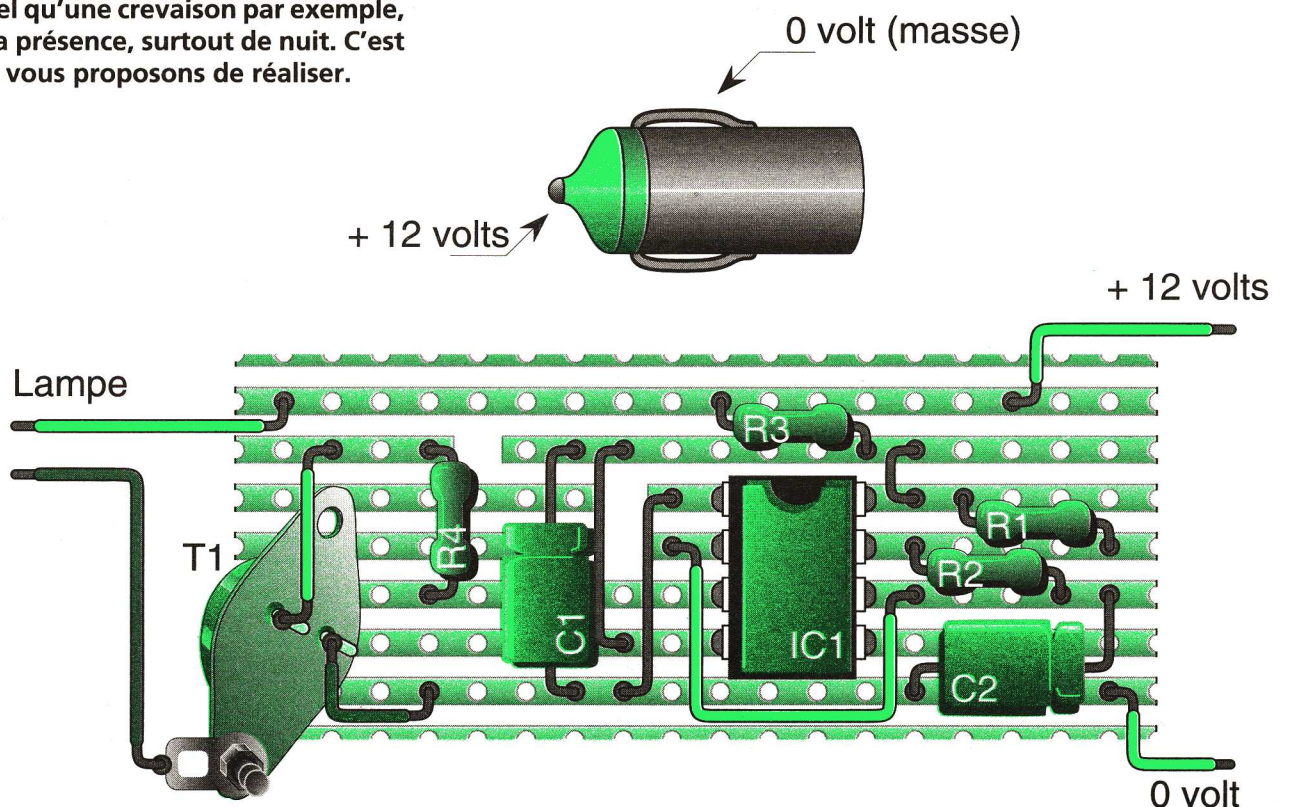
L'ampoule halogène que nous avons choisie demande plus de 2 A lors de son fonctionnement, valeur de courant que ne peut délivrer directement le NE 555. C'est à un transistor de puissance (2N3055) que nous allons donc confier la tâche de commuter ce courant. Sa base est connectée à la sortie du NE 555 (patte n°3) par l'intermédiaire d'une résistance. Celle-ci limite le courant qui traverse le transistor lors du déclenchement du NE 555. L'ampoule, quant à elle, est directement placée dans son circuit de collecteur. Notons que, lors de son allu-

mage, l'ampoule peut provoquer une faible variation de la tension d'alimentation. Pour l'éliminer, une résistance et un condensateur, dit de découplage, sont logés en amont de l'alimentation du NE 555. Ce filtre permet d'atténuer suffisamment les écarts de tension entre « lampe allumée » et « lampe éteinte » pour éviter que des déclenchements parasites se produisent. Pour en revenir au transistor, précisons que généralement de tels transistors doivent être équipés d'un radiateur afin de compenser leur élévation de température. Cependant, dans notre cas, cette précaution est inutile.

En effet, le transistor fonctionne en commutation, exactement comme un relais, et ne dissipe que très peu de puissance. Il ne chauffe donc pratiquement pas. Si, cependant, l'utilisation d'un transistor de puissance restait indispensable, c'est uniquement en raison de l'important courant qui le traverse.

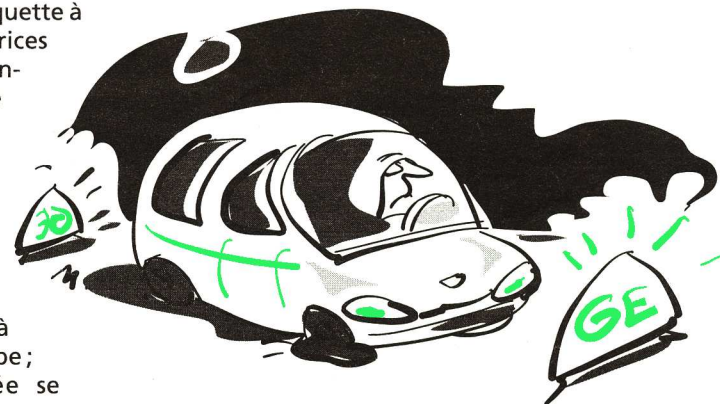
## PASSONS AU CABLAGE

Pour tailler la plaquette à bandes conductrices aux cotés du montage, il suffit de marquer, à l'aide d'un cutter, la bande de trous où doit s'effectuer la coupe. Ensuite, une flexion de la plaquette suffit à assurer la découpe ; la zone marquée se détache un peu comme un



timbre poste. Ensuite, il faut reporter les interruptions de bande. Pour cela, un foret (5 à 8 mm de diamètre) est utilisé. Celui-ci est appliqué sur le trou où doit s'effectuer la coupe, côté bande conductrice, puis, en tournant à la main deux ou trois tours, le cuivre est retiré. Il faut veiller à ne pas trop appuyer et, une fois l'opération terminée, contrôler qu'aucun copeau ne vient établir de contact parasite entre deux bandes adjacentes. Il faut ainsi reporter l'ensemble des interruptions de bande. Un dessin de la plaquette, vue côté cuivre, est fourni pour vous aider dans la préparation de cette plaquette. La mise en place des composants ne doit pas poser de problème particulier.

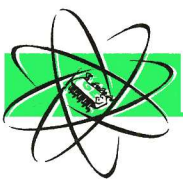
Le brochage du transistor doit être respecté. Afin de repérer chaque contact, les « cosses » de 2N3055 sont décalées par rapport à l'axe de symétrie de son boîtier. Lorsque le transistor est tenu verticalement, contacts vers soi et placés au-dessus de l'axe médian, ils correspondent respectivement à la base et à l'émetteur du transistor. Le contact de collecteur, quant à lui, s'effectue par le boîtier lui-











## PETITE HISTOIRE DE L'ATOME

(9<sup>E</sup> PARTIE)



Werner Heisenberg

miques, la guerre semblant ne pas devoir durer suffisamment longtemps pour que l'atome ait un rôle quelconque à jouer. Les moyens alloués à la recherche atomique seront donc sans commune mesure avec ceux mis en œuvre par les autorités américaines. Ces dernières envisagèrent, dès leur entrée dans ce nouveau conflit mondial, que la guerre durerait au moins quatre ans et que, par conséquent, la fabrication d'une bombe atomique devenait envisageable, son possesseur s'assurant une victoire totale sur ses adversaires.

### ■ ALSOS

Le doute subsistant sur l'état des recherches en Allemagne fut entretenu tout au long du conflit avec de nombreux renseignements recueillis par les services anglais qui firent état dès 1940 des travaux allemands sur la fission de l'uranium.

Par ailleurs, la résistance norvégienne signala la commande d'importantes quantités d'eau lourde, qui, de toute évidence, devaient servir à la fabrication d'un réacteur.

Un des responsables de la recherche sur la fission, Werner Heisenberg (directeur de l'institut Kaiser Wilhelm de physique), fut amené à rencontrer le savant danois Niels Bohr à Copenhague, au cours d'une mission scientifique, durant l'automne 1941. Niels Bohr, qui avait établi le premier modèle d'atome en 1913 et reçu le prix Nobel en 1922, avait créé à Copenhague un institut de physique théorique qui accueillait des savants du monde entier. Au cours de l'entretien qui s'ensuivit, Heisenberg lui confia qu'il avait accepté de diriger les recherches concernant la fission de l'uranium à des fins militaires, ce qui indigna profondément Bohr qui, de ce fait, coupa court à la discussion.

En 1942, le maréchal Goering augmenta les moyens attribués aux recherches concernant l'atome, bien que leur niveau resta nettement en dessous de ce qu'aurait nécessité un programme de production.

C'est donc fin 1943 qu'aux Etats-Unis sera créée la mission de renseignements baptisée ALSOS, une traduction grecque du nom du général Groves (qui signifie bosquet), dont le responsable scientifique fut

Samuel A. Goudsmit (physicien, il avait introduit la notion de spin de l'électron avec George E. Uhlenbeck en 1925).

Les membres de la mission ALSOS, bien qu'ayant reçu l'ordre formel de ne prendre part à aucune action de combat, suivirent la progression des troupes alliées dès le débarquement en Normandie. Suivant le char de Leclerc pénétrant dans Paris à sa libération, ils se rendirent directement au Collège de France afin d'établir un contact avec F. Joliot, alors que des combats de rue se déroulaient encore sur leur trajet. La progression des troupes se poursuivant, ils atteignirent les Pays-Bas où, sous le feu ennemi, un membre de la mission effectua des prélèvements de l'eau du Rhin aussitôt expédiés vers Washington. Mais ils ne trouvèrent pas ce qu'ils cherchaient : des traces de radioactivité que n'aurait pas manqué de laisser une pile atomique construite sur le fleuve ou l'un de ses affluents.

Les documents qu'ils découvrent ensuite à Strasbourg font état des essais infructueux de séparation de l'uranium 235. Passant par Thuringe, une ville censée abriter un laboratoire militaire, ils récupèrent des bri-



M.KELDYCH, I.KOURTCHATOV, S.KORDEV  
Responsables du programme atomique soviétique.

quettes d'uranium pressé. A Tailfingen (près de Stuttgart), ils découvrent les équipes de l'institut Kaiser Wilhelm avec, à leur tête, O. Hahn et W. Heisenberg, ainsi qu'une pile atomique en cours de construction dans la caverne aménagée d'un village tout proche. Arrivés finalement à Berlin, ils se rendront dans les sous-sols de l'institut Kaiser Wilhelm, déserté à cause des bombardements, où la construction d'une pile fut interrompue.

Le fait que les travaux n'aient pas dépassé le stade de la recherche ressortit des informations et du matériel récupéré. De plus, les piles n'avaient pas encore fonctionné. Des entretiens qu'ils eurent avec les chercheurs allemands (sans leur informer de l'avancement du projet Manhattan), ils purent finalement conclure que, pour aboutir, il leur aurait fallu encore des années et des moyens qu'une Nation épuisée ne pouvait plus s'offrir.

### ■ EN UNION SOVIETIQUE

Après la découverte d'Otto Hahn et de Strassmann, les physiciens soviétiques se lancèrent à leur tour dans une série de recherches concernant la fission.

Le 14 juin 1940, G.N. Flérov et K.A. Petrjak, de l'institut physico-technique de Léningrad, font savoir par un câble qu'ils ont découvert le phénomène de fission spontanée de l'uranium.

« En utilisant des chambres d'ionisation..., nous avons observé six impulsions par heure, que nous attribuons à la fission spontanée de l'uranium. Une série de contrôles semble exclure d'autres explications possibles... » (Publication : numéro du 1<sup>er</sup> juillet de *Physical Review*.)

Flérov sera mobilisé en 1941, l'invasion allemande stoppant ainsi les recherches dans ce domaine. C'est au cours d'une permission en avril 1942, en se rendant à la bibliothèque de l'Université de Voronej, qu'il constate, en parcourant les derniers numéros de *Physical Review*, l'absence de nouveaux articles concernant la fission depuis 1940. Comprenant que des recherches secrètes sont en cours, il envoie une lettre à Staline datée d'avril 1942, lui demandant de convoquer une conférence avec les académiciens et professeurs dont il établit la liste. Il écrit entre autres : « ... Jamais personne n'a dit que la bombe

recherches soviétiques reste encore difficilement mesurable en raison du secret persistant sur le monde de l'atome militaire dans ce pays.

Suite à la réunion demandée par Flérov, les travaux concernant la réaction en chaîne reprendront avec à leur tête le physicien atomiste I.V. Kurchatov.

### ■ POSTDAM

Au cours de la conférence de Yalta, qui réunit en février 1945 Winston Churchill, le président Roosevelt et Joseph Staline, un accord est pris pour que l'URSS entre en guerre contre le Japon dans les trois mois suivant la chute de l'Allemagne. Après la capitulation de l'Allemagne, le 8 mai 1945, une conférence à trois est proposée dans ce but courant juillet, le président Harry S. Truman prenant la suite de Roosevelt décédé des suites de sa maladie.

Harry Truman recule d'une semaine la conférence afin d'obtenir les résultats de l'essai Trinity (explosion de la première bombe atomique dans le désert d'Alamogordo le 16 juillet 1945), et c'est finalement le 17 juillet qu'elle débute. Churchill, qui est informé le premier de la réussite des essais sur la bombe, s'oppose à ce que ce secret soit divulgué mais, le 24 juillet, H. Truman confie à Staline qu'il a en sa possession une arme d'une puissance inhabituelle. La réaction de Staline, qui l'en félicite sans sembler y attacher une réelle importance, déconcerte le président Truman. André Gromyko, ancien ministre des Affaires étrangères en URSS, rapporte à ce sujet que Staline, encore à Postdam, donna l'ordre à Kurchatov d'accélérer ses recherches.

### ■ LA BOMBE REVELEE

Le président Truman prit la décision d'utiliser la bombe atomique pour accélérer la capitulation du Japon et, le 6 août 1945, la ville d'Hiroshima est détruite par l'explosion de la première bombe à uranium 235 lâchée par la forteresse volante Enola Gay. Ce n'est qu'après la destruction de Nagasaki, le 9 août, par une bombe au plutonium que l'empereur du Japon acceptera l'ultimatum.

En URSS, Staline, qui conduit son régime en dictateur absolu tout en s'écartant des alliés d'hier, mettra tout en œuvre pour que son pays se dote de l'arme nucléaire. Cette course coûtera la liberté et la vie à des millions de prisonniers rapatriés d'Allemagne où ils étaient déjà assignés au travail obligatoire dans l'industrie de guerre allemande. C'est cette main-d'œuvre qualifiée qui construira les centres scientifiques et industriels nécessaires à la fabrication des bombes atomiques, le tout dans un secret absolu.

La première pile atomique soviétique fonctionnera en décembre 1946, et c'est le 25 août 1949 qu'explose la première bombe en Sibérie.

P. RYTTER