

PETITE HISTOIRE DE L'ATOME

(5e partie)

Après l'expérience de la feuille d'or en 1911 qui entraîna la découverte du noyau atomique par Rutherford s'ouvrait un nouveau champ de recherches afin d'en déterminer la composition.

CONNAITRE LE NOYAU

La connaissance de la structure de cette partie de l'atome était de première importance. En partant du principe qu'un atome au repos est électriquement neutre, la charge d'un noyau d'hydrogène peut être utilisée comme unité fondamentale d'une charge positive car ce dernier ne possède qu'un électron de charge négative. On lui donna le nom de proton (qui vient du grec « protos » signifiant premier). Il fut par la suite établi que les noyaux d'atomes occupant des places adjacentes sur la table périodique des éléments de Mendeleïev possédaient des différences de charge égales à cette unité. Les travaux de Frederick Soddy (qui avait précédemment collaboré aux recherches de Rutherford sur la radioactivité naturelle), exposés au cours de la réunion de l'Association britannique pour le Progrès des Sciences à Birmingham (Angleterre,



suite p 24

CHARGEUR POUR ACCUS Cd-Ni

PAGE 3

Il ne vous a sans doute pas échappé que bon nombre de maquettes proposées dans votre revue sont alimentées sur piles, pour des raisons de sécurité souvent ou à cause de l'autonomie que l'on souhaite donner à un montage électronique.

LES ACCUS Cd-Ni

Or, le prix de revient d'une pile alcaline de bonne qualité, mais jetable après usage, n'est pas négligeable dans certaines applications gourmandes. La solution évidente consiste à faire appel au secteur EDF pour des applications particulièrement musclées ou encore à remplacer les piles par des accumulateurs au cadmium-

nickel, d'un approvisionnement aisé de nos jours. L'encombrement de ces batteries est souvent identique à celui des piles, c'est ainsi que l'on peut trouver des accus de 8,4V capables de remplacer la traditionnelle petite pile miniature de 9V. Il faut avouer ici que pour les piles rondes, on ne pourra disposer que de 1,2V par élément contre 1,5V pour les piles sèches. Ce petit inconvénient est facile à compenser en adjoignant un élément supplémentaire.

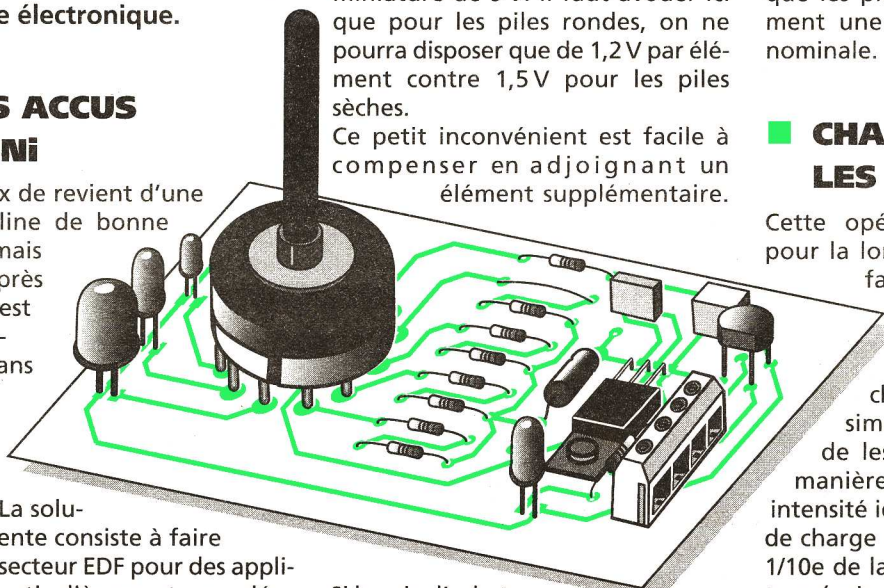
Si le prix d'achat d'un accumulateur au Cd-Ni est plus élevé, il faut dire en revanche que

sa durée de vie normale pourra atteindre le millier de cycles charge-décharge, ce qui, avouez-le, atténue fortement le coût d'exploitation. La tension délivrée par un élément Cd-Ni est relativement constante jusqu'à épuisement complet, alors que les piles perdent progressivement une partie de leur tension nominale.

CHARGER LES ACCUS Cd-Ni

Cette opération est primordiale pour la longévité des batteries: il faut d'ailleurs impérativement opérer une charge à courant constant. En outre, pour charger plusieurs éléments simultanément, il convient de les coupler en série, de manière à leur dispenser une intensité identique. Cette intensité de charge correspond en général à 1/10e de la capacité de l'accumulateur (voir plus loin), mais il faudra effectuer cette charge pendant 14 heures.

suite p 3



SOMMAIRE

- 1 - PETITE HISTOIRE DE L'ATOME
- 2 - TECHNOLOGIE : LE TUBE TRICHROME
- 3 - CHARGEUR POUR ACCUS
- 4 - QU'EST-CE QUE C'EST ? COMMENT ÇA MARCHE ? L'ECRAN PLAT
- 6 - FUSIBLE ELECTRONIQUE
- 7 - UNE ALIMENTATION DE VOYAGE
- 8 - LES CALCULATRICES
- 10 - TUBE FLUO SUR PILES
- 12 - COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?
- 14 - LE « LA » TELEPHONIQUE
- 15 - LOGIQUE 15
- 19 - LES AMPLIFICATEURS OPERATIONNELS
- 22 - J'EXPERIMENTE : L'ELECTRICITE DYNAMIQUE
- 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 : 42.41.89.40 Telex : 220 409 F

Principaux actionnaires :  
M. Jean-Pierre VENTILLARD  
Mme Paule VENTILLARD

Comité de Direction :  
Jean-Pierre VENTILLARD, Président  
Jacqueline LEFÈVRE, Administrateur  
Jean-Claude NOTTIN, Administrateur

Président-Directeur Général  
Directeur de la Publication :  
Jean-Pierre VENTILLARD  
Directeur de la Rédaction :  
Bernard FIGHIERA

Comité de Rédaction :  
R. KNOERR, G. ISABEL, P. RYTTER,  
M. DELEPIERRE, A. BOUTEVILLE, A. SOROKINE  
Maquette : R. MARAI

Marketing/Ventes : Jean-Louis PARBOT  
Tél. : 44.84.84.84

Inspection des Ventes :  
Société PROMEVENTE, 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 3793-60  
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  
15.5.N.1248.1130

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





## LE TUBE TRICHROME POUR TELEVISION

C'est le tube autoconvergent à canons en ligne qui est adopté.

### Le masque à fentes et les luminophores en bandes décalées

Les trois canons électroniques, toujours de même principe, sont placés en ligne et non plus en delta. Le canon qui excite les luminophores verts est placé au centre; le bleu à droite et le rouge à gauche, en regardant les canons de l'écran (fig. 1).

Le masque ne comporte plus de trous mais des fentes décalées. Les luminophores sont déposés en bandes verticales parallèles, également décalées.

Ainsi, la pureté de couleur est indépendante des impacts dans la direction verticale; la hauteur des fentes est suffisante pour compenser les tolérances de fabrication. Il n'y a plus de réglage de convergence dans le sens vertical. Dans le sens horizontal, le déplacement des trois faisceaux est très faible, inférieur à 45 µm, il est obtenu par un aimant.

### Le tube autoconvergent

Le tube à canons en ligne, son déviateur et les méthodes de réglage donnent un ensemble autoconvergent. C'est-à-dire: adaptez la répartition des champs de déviation horizontal et vertical, afin d'obtenir la convergence des trois faisceaux sur toute la surface de l'écran.

Le déviateur est monté en usine sur le col du tube. On obtient ainsi un ensemble homogène parfaitement réglé en statique et en dynamique. Il convient cependant d'ajouter au courant en dents de scie dans le déviateur les courants de correction nord-sud et est-ouest (dont il a été question pour les tubes pour l'informatique). Le coussin nord-sud n'a plus besoin d'être corrigé, ainsi que le coussin est-ouest dans les tubes 90°. Pour les tubes 110°, le modulateur à diodes est encore nécessaire. Ainsi, les réglages sont bien simplifiés.

## CARACTERISTIQUES DES DIFFERENTS MODELES

Exemple: gamme Philips, format 4/3. Tubes plats à coins carrés.

Dimension commerciale (cm)	Diagonale utile écran (mm)	Angle déviation	Ø col (mm)	TH (kv)	Transparence écran (%)
39	356	90°	22,5	23	45
44	406	90°	22,5	25	42
55	508	90°	22,5	25	52
55	508	110°	29,1	25	52
63	594	110°	29,1	27,5	53
70	664	110°	29,1	27,5	50
84	797	110°	29,1	27,5	47

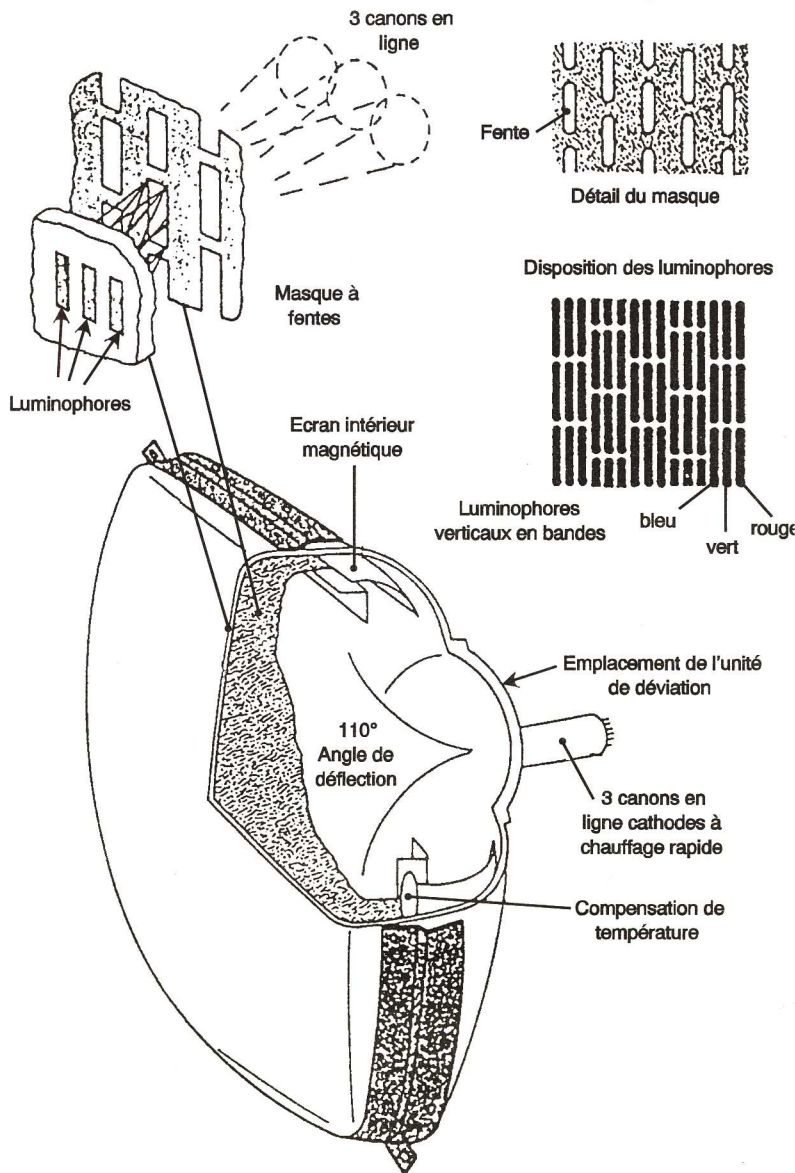


Fig 1

Les caractéristiques de ces tubes ont été optimisées pour fonctionner sur 625 lignes, 25 images par seconde sans moirage, soit une fréquence ligne de 15 625 Hz.

Les écrans ont été traités pour ne laisser passer qu'environ 50 % des rayons lumineux; on améliore ainsi le contraste de l'image et on atténue les reflets.

En télévision, le balayage ligne est entrelacé, c'est-à-dire qu'on transmet d'abord les lignes impaires, puis les lignes paires, pour 25 images, on a ainsi 50 trames.

## AMELIORATION DES TUBES

### Les tubes pour balayage 100 trames au format 4/3

Afin de réduire la visibilité des lignes sur l'écran, certains téléviseurs haut de gamme doublent la fréquence de trame; elle passe de 50 à 100. La fréquence de balayage ligne passe de 15 625 Hz à 31 250 Hz. Il a fallu modifier le déviateur monté sur des tubes spéciaux pour 100 Hz. Ces tubes ne sont fabriqués que dans les grands formats de 63 cm, 70 cm et 84 cm.

### Les tubes au format 16/9 pour la télévision par satellite ou par câble au standard D2-MAC (et TVHD)

Pour se rapprocher du format des films pour écran large, il a été mis au point une série de tubes au format 16/9. Ils restent prévus pour fonctionner en 625 lignes, 25 images par seconde. La télévision à haute définition (TVHD) viendra ultérieurement.

La figure 2 montre la comparaison des dimensions des tubes 4/3 et ceux en 16/9 de hauteur comparable. Le gain en surface d'écran est de l'ordre de 1,5.

Ces tubes ont les mêmes caractéristiques générales que celles des modèles 4/3.

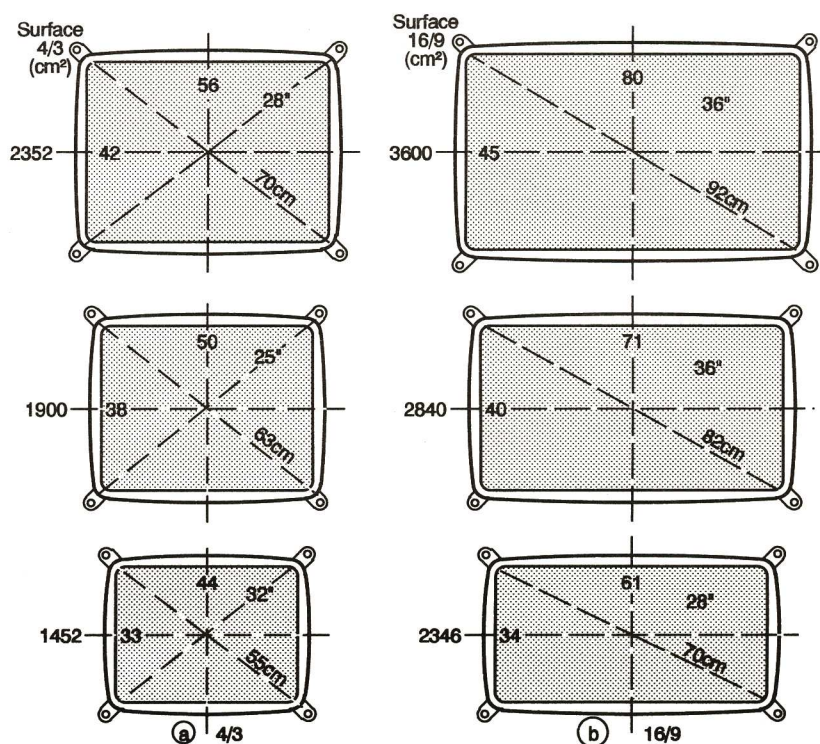


Fig 2

# CHARGEUR POUR ACCUS Cd-Ni (suite de la page 1)

On peut envisager une charge permanente avec une intensité moindre, mais il faudra sans doute lui administrer de temps en temps une charge normale à 10 %.

La charge rapide (5 heures), voire ultra-rapide (1 heure), de certains blocs Cd-Ni est fortement liée à la température ambiante; l'élévation de température des éléments doit être surveillée, à l'aide d'un dispositif temporisateur par exemple, si ce n'est un contrôle thermique directement sur le boîtier de l'accu. Sachez encore que le cycle de charge rapide entame sérieusement la durée de vie de celle-ci.

## GENERATEUR DE COURANT CONSTANT

Les régulateurs de tension intégrés à trois broches sont capables de constituer très simplement un dispositif de courant constant (voir fig. 1). Le courant délivré répond à la loi d'Ohm et ne dépend plus que d'une résistance fixe :

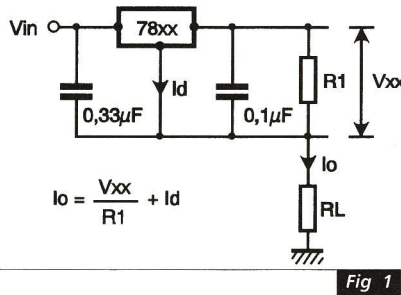


Fig 1

cité 500 mAh = ronde petit modèle ;

■ modèle R14, tension 1,2 V, capacité 1 200 mAh = ronde modèle moyen ;

■ modèle R20, tension 1,2 V, capacité 4 000 mAh = ronde gros modèle.

En appliquant la formule précédente, on trouve les valeurs de charge suivantes et les résistances de limitation associées :

■ Accu 6F22, charge à 10 mA, d'où  $R_1 = 5\,000 / (10 - 6) = 1\,250 \Omega$  ;

■ Accu R6, charge à 50 mA, d'où  $R_1 = 5\,000 / (50 - 6) = 114 \Omega$  ;

■ Accu R14, charge à 120 mA, d'où  $R_1 = 5\,000 / (120 - 6) = 44 \Omega$  ;

■ Accu R20, charge à 400 mA, d'où

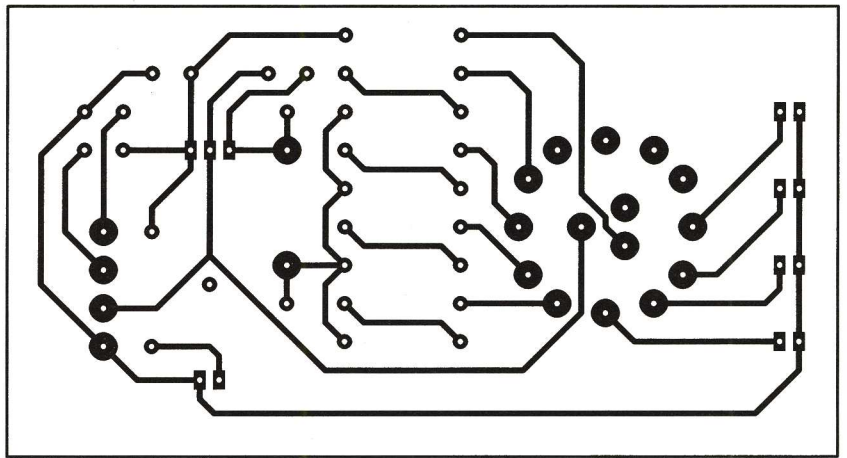


Fig 3

- LED ronde 3 mm pour accu R6 ;
- LED ronde 5 mm par accu R14 ;
- LED ronde 10 mm pour accu R20.

Une dernière diode témoin verte, notée L1, vient rappeler à l'utilisateur que le chargeur est sous tension. On trouve à l'entrée du montage un pont redresseur moulé qui pourra recevoir une basse tension alternative de quelque 12 V environ. Le lecteur attentif aura également remarqué la présence de la résistance R2 d'une valeur de 1 Ω précisément. Elle vous permettra de mesurer à ses bornes la chute de tension occasionnée par le courant de charge et, de là, sans trop d'effort, la valeur du courant de charge : I dans  $R_2 = \text{tension aux bornes de } R_2 \text{ divisé par } 1$ .

Une tension de 113 mV équivaut bien à un courant de 113 mA. Facile, non ?

## UTILISATION DU CHARGEUR

Il faudra employer des supports adaptés aux divers accus à recharger pour ne pas à avoir à souder de fils sur les bornes de ceux-ci. Bien entendu, il convient de veiller à ne pas inverser les polarités lors du raccordement. Essayez aussi de ne pas dépasser la durée requise de 14 heures ou construisez une petite minuterie. Rappelons enfin qu'il ne faut pas jeter les éléments Cd-Ni, qui représentent une pollution non négligeable dans la nature, en raison de la haute toxicité du cadmium qu'ils contiennent.

## NOMENCLATURE

IC1 : régulateur intégré 5 V positif, 7805

Pont moulé cylindrique

L1 : diode DEL ronde 5 mm verte (témoin)

L2 : diode DEL rectangulaire rouge (6F22)

L3 : diode DEL ronde 3 mm rouge (R6)

L4 : diode DEL ronde 5 mm rouge (R14)

L5 : diode DEL ronde 10 mm rouge (R20)

R1 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

R2 : résistance bobinée 1 Ω

R3 : 680 Ω (bleu, gris, marron)

R4 : 910 Ω (blanc, marron, marron)

R5 : 330 Ω (orange, orange, marron)

R6, R7 : 56 Ω (vert, bleu, noir)

R8, R9 : 22 Ω (rouge, rouge, noir)

R10 : 12 Ω (marron, rouge, noir)

R11 : 1 Ω, ou remplacé par un strap

C1 : condensateur plastique 330 nF/63 V

C2 : condensateur plastique 100 nF/63 V

Bloc de 4 bornes vissé-soudé, pas de 5 mm

Commutateur rotatif 3 circuits, 4 directions + bouton

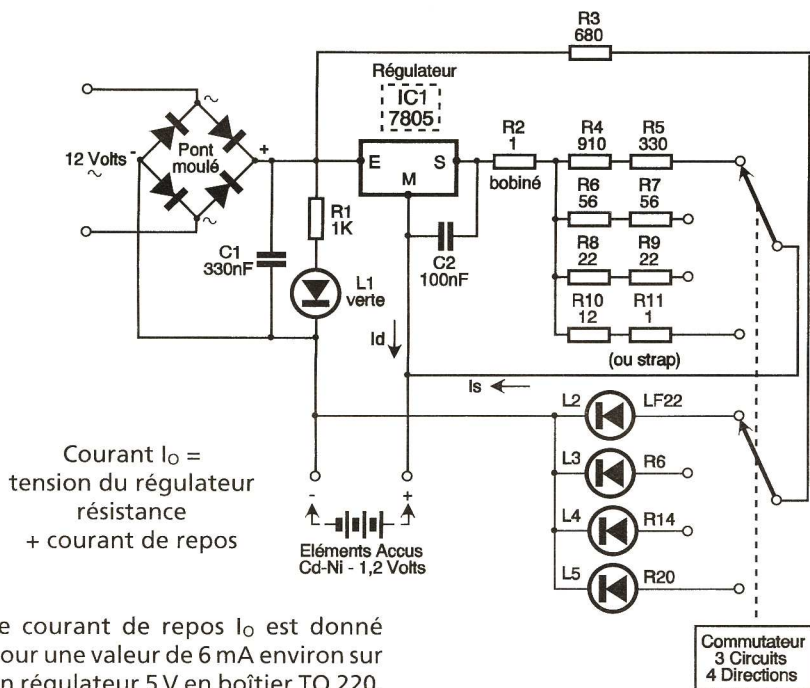


Fig 2

$$R_1 = 5\,000 / (400 - 6) = 13 \Omega.$$

Nous avons souvent associé deux résistances en série pour parvenir à atteindre la bonne valeur.

## SCHEMA ELECTRONIQUE

Il est directement inspiré du schéma de principe déjà proposé et se trouve à la figure 2. A l'aide d'un commutateur rotatif à quatre directions, il faudra choisir le type d'accu à charger. Ce choix sera facilité à l'aide du second étage de notre sélecteur, qui devra allumer l'une des quatre diodes électroluminescentes. Une astuce simple consiste à employer pour celles-ci des modèles dont la forme rappelle le type d'accu à charger :

## LES ACCUS Cd-Ni A TRAITER

Nous nous sommes attardés sur quatre types d'accumulateurs très courants et qui couvrent la presque totalité des applications électroniques :

- modèle 6F22, tension 8,4 V, capacité 100 mAh = pile rectangulaire ;
- modèle R6, tension 1,2 V, capa-

- LED plate pour accu 6F22 ;

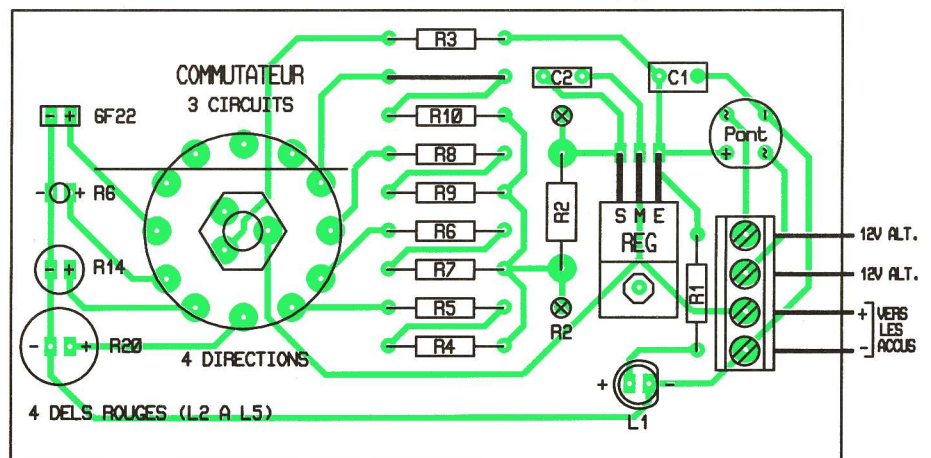


Fig 4



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

## L'ECRAN PLAT

Les écrans plats connaissent un développement croissant de par l'évolution rapide des techniques de fabrication observée au cours de ces dernières années.

Particulièrement bien adapté à une information nomade, ce type d'affichage permet de résoudre les problèmes de poids et d'autonomie que posent les écrans classiques à tube cathodique.

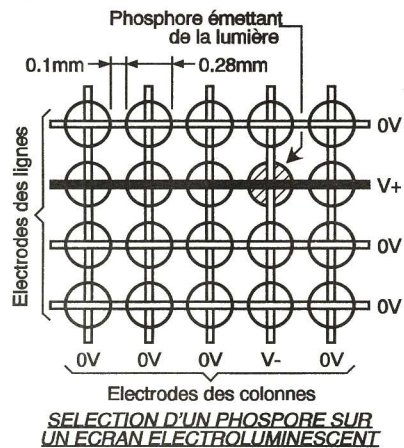


Fig 1

En règle générale, la technologie des écrans plats s'appuie sur l'utilisation d'une surface transparente permettant de voir les points créés par la couche lumineuse constituée d'un gaz, d'un liquide ou de solides. Sur la face interne de cette couche transparente sont disposées des électrodes perpendiculaires à celles déposées sur le fond d'écran. Ces écrans se répartissent en deux grandes catégories :

- actifs, ils génèrent la lumière qu'ils affichent ;
- passifs, ils jouent sur l'absorption de la lumière ambiante.

### I - LES ECRANS ACTIFS

#### a) L'électroluminescence : une longue histoire

Les travaux entrepris en 1936 par le physicien français Destriau permi-

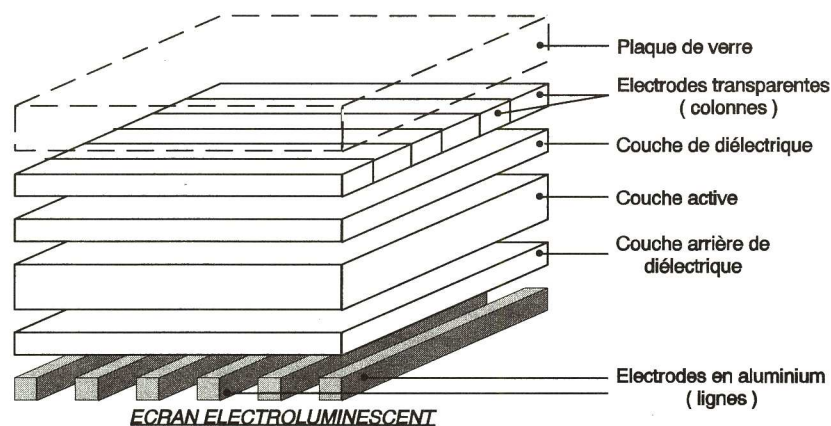


Fig 2

rent de mettre en évidence des phénomènes d'électroluminescence dans des couches polycristallines. Mais les premières plaques pour lesquelles on utilisait une poudre de sulfure de zinc ne permettaient pas d'obtenir un grand nombre de points d'affichage en raison des difficultés posées par la gestion des lignes et des colonnes par multiplexage. De plus, outre les difficultés de fabrication, un tel écran perdait peu à peu de sa luminosité. Il faudra attendre les années 70 pour que la technologie des couches minces soit suffisamment fiable et permette d'obtenir un affichage stable pour une durée de vie acceptable (de l'ordre de 10 000 heures). Les premiers écrans produits par Sharp n'affichaient alors que sur une matrice de 240 par 300 points de couleur jaune.

Selon le type de dopant utilisé avec le sulfure de zinc, on obtient des lumières jaunes, vertes ou blanches, l'émission se produisant grâce au champ appliqué à l'intersection d'une ligne et d'une colonne (fig. 1). Avec un réseau de conducteurs suffisamment serré et des groupes de trois phosphores chargés chacun de la diffusion d'une lumière rouge, verte ou bleue, il est possible de

créer un écran couleur possédant les avantages suivants : un faible encombrement, une consommation réduite (de l'ordre de quelques watts pour une diagonale de 9 pouces), une bonne luminosité et une lisibilité sous des angles importants.

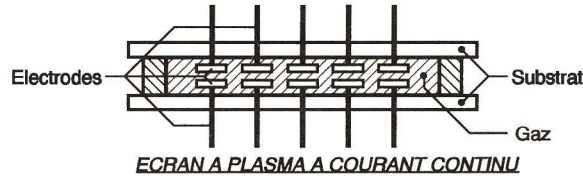


Fig 3

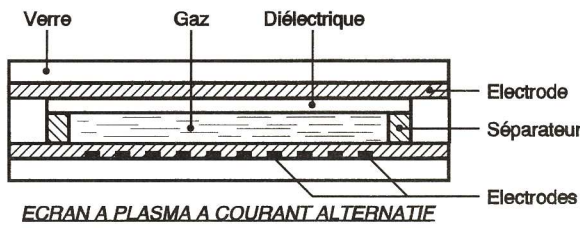


Fig 4

Sur la figure 2, nous avons représenté la composition des couches constitutives d'un écran électroluminescent.

Le grand écran créé par Sony à l'occasion de l'exposition de Tsukuba au Japon en 1985 fit sensation en affichant une image de 25 mètres sur 40 composée de 150 000 cellules.

#### b) Les écrans à plasma

Ces écrans font figure de dinosaures dans l'univers de l'affichage. Mis au point par des chercheurs de l'université de l'Illinois en 1964, ce dispositif repose sur l'utilisation d'un mélange gazeux néon/argon ou néon/xénon. Il suffit de créer une décharge électrique entre deux électrodes (fig. 3) pour arracher des électrons au mélange gazeux, ce qui a pour effet de créer des phénomènes de transition à l'origine de l'émission d'une lumière.

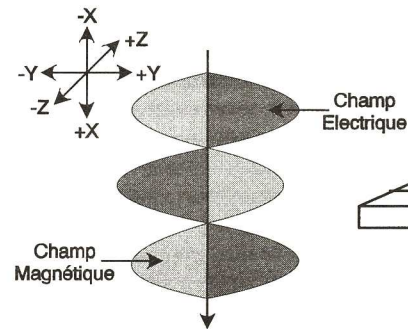


Fig 5

Utilisé tel quel, ce procédé à courant continu n'autorise qu'un affichage limité à environ 300 lignes en raison du manque de stabilité de la lumière créée.

Avec un courant alternatif (fig. 4), l'écran muni d'une couche de diélectrique permet d'obtenir un effet capacitif et par conséquent une mémorisation suffisamment longue du point de décharge. Il devient

donc possible d'afficher un nombre plus important de lignes. La couleur jaune orangé de tels écrans ainsi que des coûts de production relativement élevés n'ont cependant pas joué en leur faveur.

## II - LES ECRANS PASSIFS A CRISTAUX LIQUIDES

Ce type d'écran conjugue les propriétés du cristal liquide et des verres polariseurs.

#### a) La polarisation de la lumière

La lumière qui se propage dans l'espace (fig. 5) est polarisée par un verre qui ne laisse passer que les ondes orientées parallèlement à la grille. En sortie du verre polariseur les ondes restantes sont toutes orientées de manière identique. Si maintenant nous utilisons deux verres polariseurs successifs, nous pouvons laisser passer la lumière en les laissant parallèles (fig. 6a) ou la bloquer complètement en croisant les verres (fig. 6b).

Sur un écran à cristaux liquides, on utilise deux verres polariseurs croisés. L'astuce consiste donc à faire pivoter la lumière polarisée de 90° entre le premier et le second verre grâce aux cristaux liquides placés entre les deux.

Comme les cristaux au repos sont orientés de manière que la lumière polarisée pivote de 90 degrés, l'affichage des points sur un écran à cristaux liquides se fera à l'inverse d'un écran classique à tube cathodique.

- Lorsqu'aucun point n'est visualisé, la lumière polarisée traverse les verres polariseurs croisés pour être réfléchi par un miroir afin de refaire le chemin inverse.

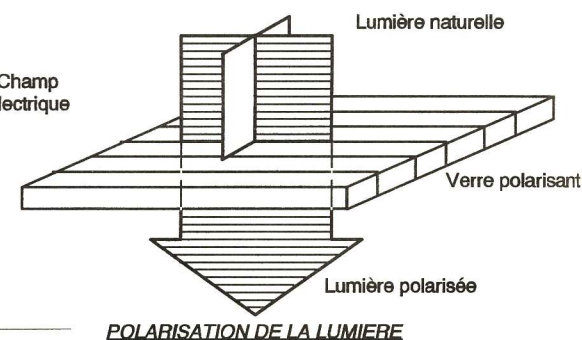


Fig 6

- Pour afficher un point, on crée un champ électrique qui modifie l'orientation du cristal. La lumière polarisée se trouve donc absorbée car ne pouvant plus pivoter : un point noir apparaît.

#### b) Les cristaux liquides

On utilise la technologie des cristaux

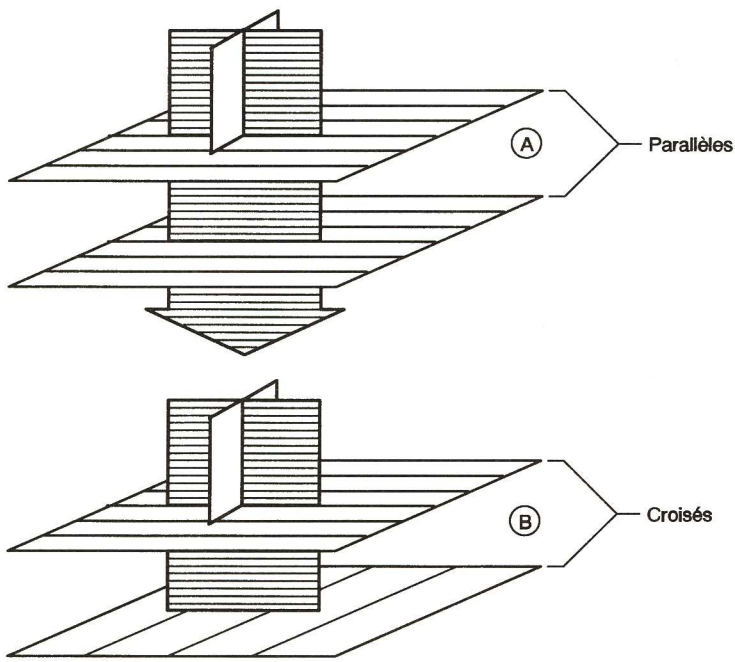


Fig 6AB

liquides pour leurs propriétés anisotropes (dont les propriétés ne sont pas identiques dans toutes les directions). En effet, le cristal liquide possède à la fois les qualités d'un liquide et les propriétés d'une structure moléculaire cristalline, alors qu'il

risée, on utilise des électrodes rainurées dans lesquelles vont prendre place les cristaux qui ont une forme allongée. En croisant l'orientation des rainures entre les deux électrodes, les cristaux s'arrangent naturellement entre eux en formant une

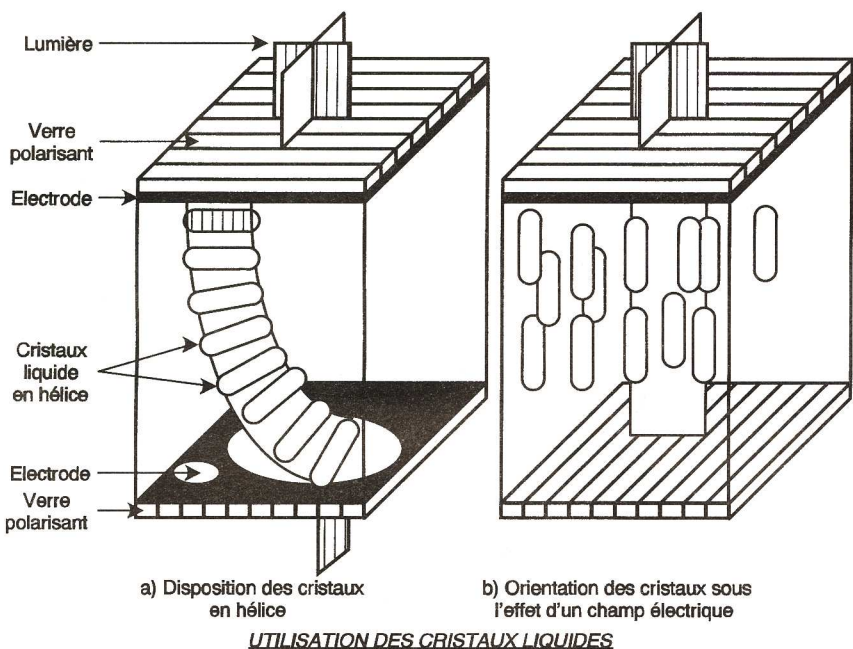


Fig 7

s'agit d'une substance organique. S'il est soumis à un champ électrique, les molécules s'orientent en suivant des directions parallèles, ce qui modifie radicalement les qualités optiques de l'ensemble. Afin de faire pivoter la lumière pola-

hélice. En disposant les rainures des électrodes parallèlement aux verres polarisants, la lumière chemine en suivant la déviation imposée par l'hélice. Si un champ apparaît, les cristaux soumis à son influence s'orientent

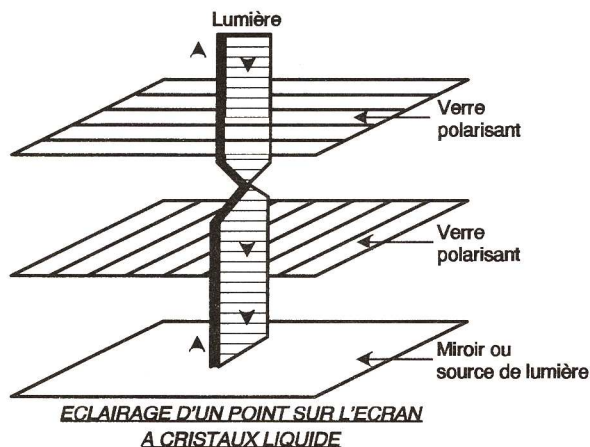


Fig 8

tous dans une même direction. La lumière, qui n'est plus déviée à 90 degrés, ne peut donc pas franchir le second verre polariseur. Pour avoir une bonne représentation du phénomène, placez deux aiguilles croisées et fixées sur un morceau de carton. En approchant un aimant, vous pourrez constater que les aiguilles se dressent pour devenir parallèles.

### c) Le rétro-éclairage

On améliore la lisibilité d'un écran à cristaux liquides en remplaçant le miroir par une lumière diffusée uniformément sous sa surface.

### d) La couleur

Pour réaliser un écran couleur, on dispose des filtres de trois couleurs: rouge, vert et bleu (fig. 9). En faisant varier la composante de chacun de ces trois points, on peut obtenir une palette de 16 à 256 couleurs par pixels, ce qui respecte la norme VGA. Un pixel formé d'un seul point en noir et blanc en requiert trois pour l'affichage couleur, d'où une multiplication par trois du nombre de lignes et de colonnes de la matrice de l'écran.

R	V	B	R	V	B
V	B	R	V	B	R
B	R	V	B	R	V

DISPOSITION DES FILTRES DE COULEUR SUR LA PLAQUE

Fig 9

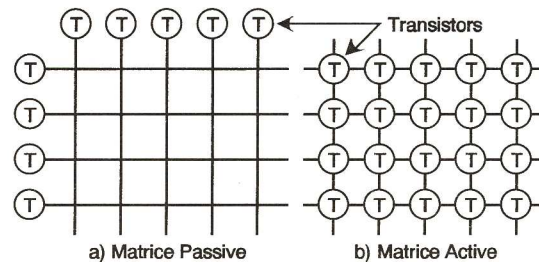


Fig 10

### e) Matrice active ou passive ?

On sélectionne la ligne et la colonne de la zone des cristaux liquides qu'on désire soumettre à un champ électrique grâce à une matrice de conducteurs horizontaux et verticaux.


Sur une matrice passive (technologie STN), on n'utilise qu'un transistor par ligne et par colonne (fig. 10a).

Un écran VGA en technologie STN nécessite 1 120 transistors en monochrome (640 + 480 lignes) ou 2 400 transistors en couleurs [(640 x 3) + 480 lignes].

En revanche, sur une matrice active (technologie TFT), on place un transistor par intersection (fig. 10b). Il résulte de cette disposition des temps de réponse plus rapides au niveau de chaque pixel ainsi qu'un meilleur contraste.

Pour un écran VGA en technologie TFT, on doit disposer 307 000 transistors en monochrome (640 x 480 points) ou 921 600 transistors en couleurs (640 x 480 x 3 points).

P. RYTTER



# NOUVEAU CATALOGUE 1995

MONTAGES ET COMPOSANTS  
**MEDELOR**  
1995  
ELECTRONIQUES

70 pages  
Nombreux schémas et indications techniques  
**Prix : 25.00 F**

Tarif quantitatif gratuit sur simple demande

**MEDELOR SA**  
42800 TARTARAS

Tél : 77 75 80 56

# FUSIBLE ELECTRONIQUE

**N**e dit-on pas que l'erreur est humaine ? Dans le domaine de l'électronique, elle se traduit généralement, lors d'expérimentations ou lors de la mise au point d'un montage, par une surintensité. Le fusible électronique apporte, par rapport à un fusible classique, une protection plus rapide, plus souple et plus économique dans le temps.

## INTRODUCTION

Si vous deviez protéger efficacement vos différentes manipulations pratiques, il vous faudrait une panoplie considérable de fusibles. En effet, un montage n'est efficacement protégé que si son courant d'alimentation limite est légèrement supérieur au courant maximal de fonctionnement

Le transistor  $T_2$  est passant lorsqu'un courant de base traverse la résistance  $R_2$ . Or, ce courant de base est commandé par le transistor  $T_1$ , polarisé par la résistance  $R_1$ . Tant que le thyristor  $TH_1$  n'est pas déclenché, il se comporte comme un circuit ouvert et la base du transistor  $T_1$  est polarisée par la résistance  $R_1$ . Le transistor  $T_1$  est alors passant, la

fusible électronique, après avoir détecté et corrigé l'origine de la surconsommation, le thyristor doit être bloqué. Or il ne suffit pas de supprimer le courant de gâchette d'un thyristor pour le bloquer. En effet, son courant direct doit descendre en dessous d'un courant dit de maintien. Le contact du bouton-poussoir  $BP_1$  supprime ce courant en le déviant par la gâchette, ce qui a pour effet de bloquer le thyristor. Une fois le thyristor  $TH_1$  bloqué, la résistance  $R_1$  polarise à nouveau la base du transistor  $T_1$ , entraînant la conduction du transistor  $T_2$  et l'établissement de la tension de sortie. Le condensateur  $C_3$  favorise la stabilité du thyristor lors des transitions d'état.

## NOMENCLATURE

### Résistances

- R1, R2, R6 : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)
- R3, R4 : 2,2 k $\Omega$  (rouge, rouge, rouge)
- R5 : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)
- R7 : 33  $\Omega$  (orange, orange, noir)
- R8 : 12  $\Omega$  (marron, rouge, noir)
- R9 : 6,8  $\Omega$  (bleu, gris, or)
- R10 : 2,7  $\Omega$  (rouge, violet, or)
- R11 : 1,2  $\Omega$ /1/2 W
- R12 : 0,68  $\Omega$ /1 W
- R13 : 0,47  $\Omega$ /1 W
- R14 : 0,33  $\Omega$ /2 W

### Condensateurs

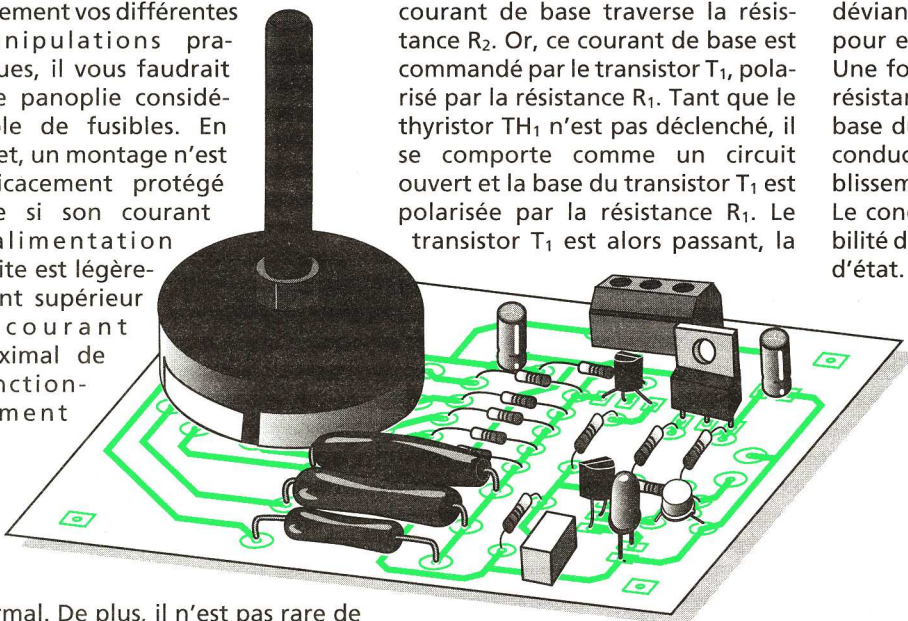
- C1 : 47  $\mu$ F/25 V
- C2 : 10  $\mu$ F/25 V
- C3 : 220 nF

### Semi-conducteurs

- D1 : DEL verte
- TH1 : thyristor TIC45 (TIC44, TIC47)
- T1 : BC547
- T2 : TIP126 (BD678)
- T3 : BC558B

### Divers

- SW1 : commutateur 1 circuit, 12 positions



normal. De plus, il n'est pas rare de venir à bout de plusieurs fusibles, avant de cerner l'origine du problème.

Le fusible électronique évite le stockage d'un nombre important de fusibles et facilite la mise en œuvre de cette protection rudimentaire, par un choix du courant limité, à l'aide d'un commutateur rotatif. D'ailleurs, afin de simplifier le câblage lors des essais, ce module de protection peut avantageusement être implanté dans votre alimentation stabilisée.

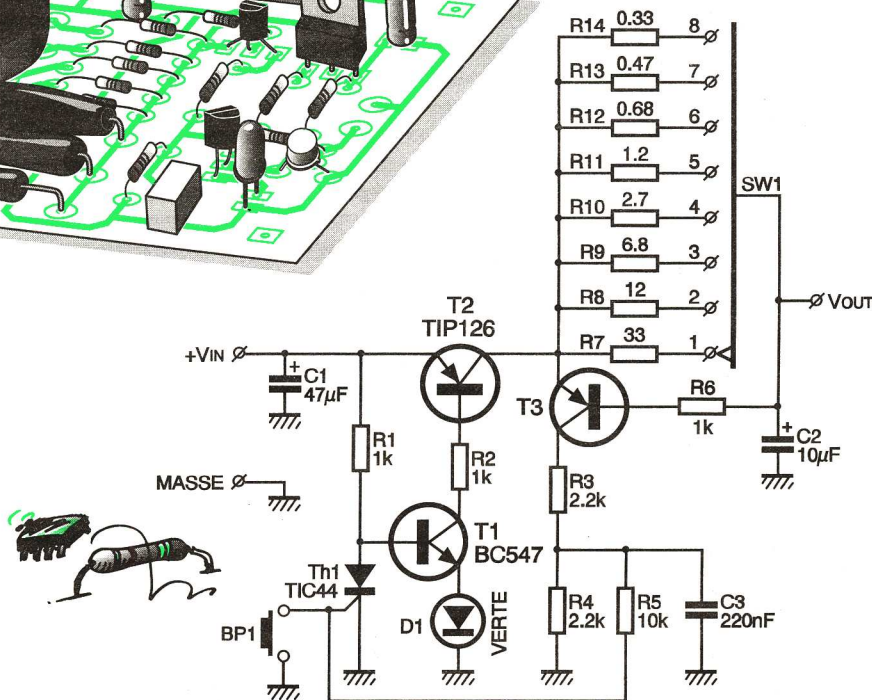


Fig 1

## LE SCHEMA

La figure 1 donne la schéma de principe du fusible électronique. L'alimentation du montage expérimental est appliquée à l'entrée + Vin du fusible électronique et sera finalement disponible sur la sortie + Vout. Entre l'entrée + Vin et la sortie + Vout, le courant est analysé à l'aide du transistor  $T_3$  et d'un jeu de résistances  $R_7$  à  $R_{14}$ , sélectionné par un commutateur rotatif  $SW_1$ . En effet, le courant consommé en sortie + Vout traverse la résistance sélectionnée par  $SW_1$ , entraînant une chute de tension polarisant en direct la jonction émetteur-base du transistor  $T_3$ . Lorsque cette chute de tension aura atteint environ 0,65V, le transistor  $T_3$  deviendra passant et cet état doit provoquer l'annulation de la tension en sortie + Vout. La coupure d'alimentation est obtenue par  $T_2$ , un transistor de puissance utilisé en commutation. Bloqué, le coupe-circuit est assuré, tandis que passant la tension + Vin se retrouve en sortie + Vout. Pour réamorcer le

diode électroluminescente  $D_1$  est éclairée et le transistor  $T_2$  est saturé. La tension sur l'entrée + Vin est alors appliquée sur la sortie + Vout. Lorsque le courant limite est atteint, nous avons vu que le transistor  $T_3$  devenait passant. Une tension apparaît alors au nœud du pont de résistances  $R_3/R_4$  et un courant de gâchette traverse la résistance  $R_5$ . Le thyristor  $TH_1$  est alors conducteur et se comporte comme une diode passante, dont la tension de polarisation directe est d'environ 1,5V. Le courant de base du transistor  $T_1$  est alors dévié dans le thyristor. Le transistor  $T_1$  se bloque, entraînant le blocage du transistor  $T_2$  et l'extinction de la DEL  $D_1$ . Aucune tension n'est alors présente en sortie + Vout. Pour réamorcer le

Les condensateurs  $C_1$  et  $C_2$  découplent l'entrée et la sortie du fusible électronique.

## LA REALISATION

La figure 2 présente le tracé des pistes que vous reproduirez par la méthode de votre choix. La figure 3 donne l'implantation des compo-

sants qui débutera par les résistances 1/4 W. Les résistances de puissance seront implantées ensuite légèrement décollées du circuit imprimé. Aucune mise au point n'est nécessaire. Dès la mise sous tension et en l'absence de charge, la diode DEL doit s'éclairer. Après avoir provoqué un court-circuit entre la sortie + Vout et la masse, elle doit s'éteindre. Les limitations de courant pourront être vérifiées en plaçant des résistances de plus en plus faibles comme charge de sortie.

Hervé CADINOT

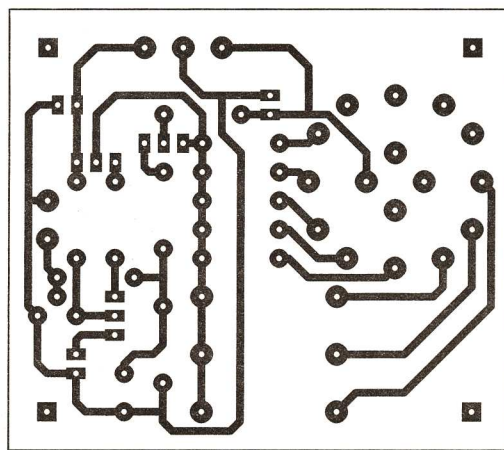


Fig 2

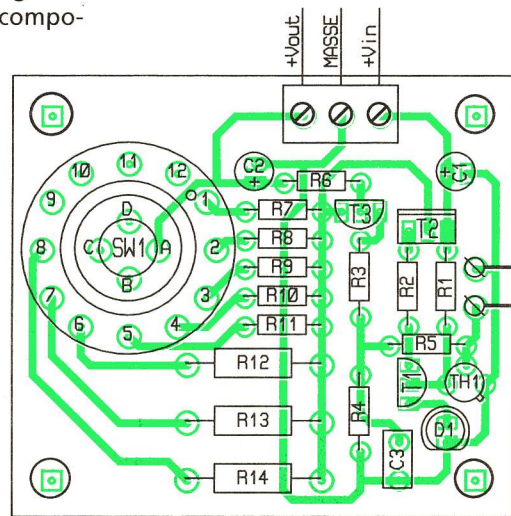


Fig 3

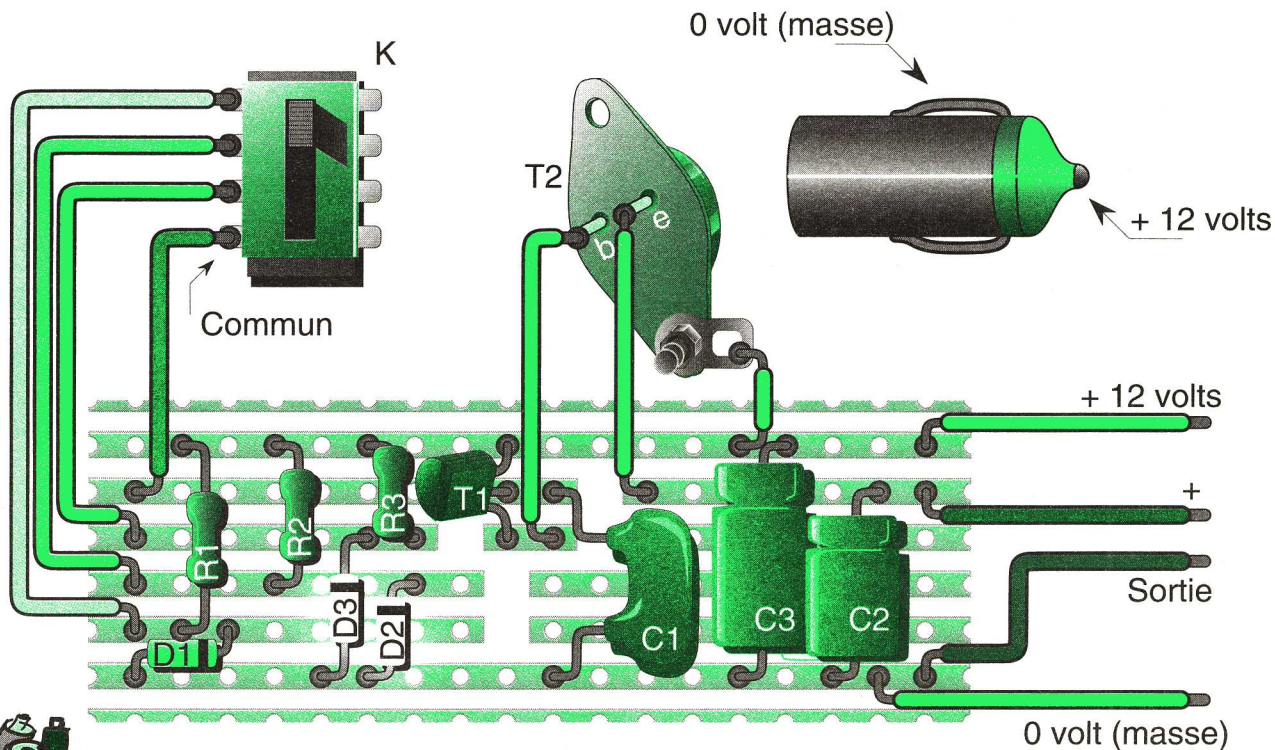
# UNE ALIMENTATION DE VOYAGE

La plupart des appareils portatifs, tels que consoles de jeux, baladeurs CD, etc., sont équipés d'une entrée pour alimentation externe. Cependant, il s'agit d'adaptateurs secteurs, inutilisables en voiture.

Si vous êtes un « accro » des jeux vidéo, vous avez sûrement une console de jeu portative. Si, de plus, elle est en couleur, il y a fort à parier que sur un voyage de départ en vacances Paris-Nice votre fidèle compagne vous abandonne, faute de piles, dès le bouchon des pistes d'Orly passé. Vous avez alors le choix entre continuer le trajet sans distraction ou imposer aux autres passagers une multitude de haltes dont l'intérêt touristique se limitera à la visite du présentoir à piles de chacune des stations-service de l'autoroute. Cependant, si sur une voiture le secteur brille par son absence, la fiche allume-cigares nous offre une source d'alimentation pour peu que nous adaptions les 12 à 15 V, issus de la batterie, qu'elle délivre aux besoins de l'appareil à alimenter. C'est là le but de notre réalisation. De plus, afin d'élargir le domaine d'utilisation de cette alimentation, il est possible de sélectionner trois tensions de sortie différentes. Celles-ci correspondent aux multiples de 1,5 V les plus couramment utilisés, soit 3 V, 6 V et 9 V. En fait, la tension délivrée doit être choisie en fonction du nombre de piles qu'utilise normalement l'appareil. La position 3 V est réservée à



pour réaliser cette opération est d'insérer une résistance en série. Cependant, dans notre cas, cette solution n'est pas satisfaisante. D'une part, la tension disponible au départ n'est pas constante, de 12 à 15 V, comme nous l'avons dit, en fonction du régime de l'alternateur, et, d'autre part, d'un appareil à l'autre la consommation peut être très différente. La chute



devenant conductrice qu'à partir d'une tension donnée fixée par construction. Cette tension, dite tension

Zener, présente l'avantage d'être très stable. Dans notre cas, pour réaliser une référence de tension, il suffit d'alimenter une diode Zener « en inverse », donc cathode vers les potentiels positifs, par l'intermédiaire d'une résistance. Comme nous souhaitons disposer de trois tensions calibrées différentes, nous câblerons ainsi trois diodes Zener afin de disposer des trois tensions de référence.

rant prélevé devient négligeable par rapport à celui que la résistance fait circuler dans la diode.

C'est donc les transistors qui permettent d'obtenir le courant de sortie. Cependant, chaque transistor introduit une perte de tension. C'est pour cette raison que la valeur de tension de référence choisie pour chaque diode Zener est légèrement supérieure à celle qui est souhaitée en sortie.

Enfin, un condensateur permet d'éliminer les parasites créés par l'équipement électrique (alternateur, allumage) de la voiture. Notons que si la présence de parasites n'est que peu gênante pour une console de jeu, elle nuit à la qualité sonore des appareils audio. C'est pour cela qu'il est souhaitable de les éliminer au mieux.

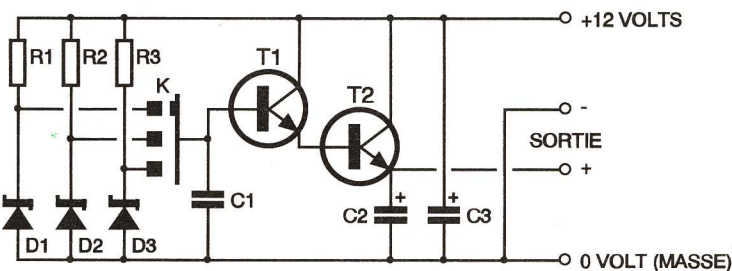


Fig. 1. - Schéma de principe.

Fig 1

ceux utilisant deux piles, la position 6 V à ceux nécessitant quatre piles. Enfin, la position 9 V est réservée aux équipements alimentés à partir de six piles. Cela dit, voyons rapidement comment fonctionne cette alimentation.

## LES DIODES ZENER REFERENCES DE TENSION

Dans tous les cas, notre montage abaisse la tension issue de la fiche allume-cigares. L'idée la plus simple qui vient immédiatement à l'esprit

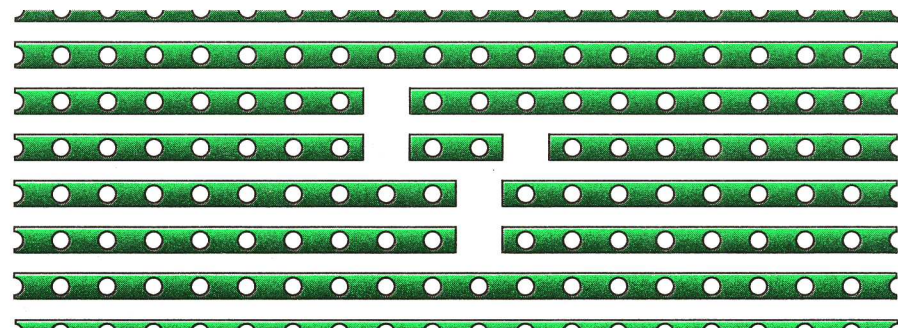
de tension engendrée par la résistance n'est alors plus constante et rien ne permet de garantir l'exactitude de la tension prévue en sortie. Le seul moyen d'obtenir une tension de sortie stable, quelles que soient les variations de tension de départ ou de consommation, est de disposer de références de tension. Or, en électronique, nous disposons d'un composant tout particulièrement destiné à cette fonction : la diode Zener. Décrivons en quelques mots ce composant. Dans le sens passant, c'est-à-dire lorsque son anode est connectée vers les potentiels positifs et sa cathode vers les négatifs, elle se comporte exactement comme une diode classique. En revanche, si la polarisation s'inverse, elle ne

## DES TRANSISTORS POUR LE COURANT

Si la sélection de tensions est assurée par le jeu de diodes, notre alimentation n'est cependant pas encore prête à être utilisée. En effet, le courant qui circule dans les diodes est insuffisant pour pouvoir alimenter directement une console de jeu ou tout autre appareil. L'augmentation du courant disponible est obtenue à l'aide de transistors. De plus, comme tout courant prélevé aux bornes des diodes a tendance à faire légèrement « dériver » la tension de référence, deux transistors en cascade sont utilisés. Ainsi le cou-

## LE CABLAGE

Comme toujours, la première opération est la préparation de la plaquette. Pour la tailler aux cotes 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



Préparation de la plaquette perforée au pas de 2,54 mm.

Fig 2

(Suite page 9)



# LES CALCULATRICES

## Le Casio C-300 à l'essai

**N**otre rubrique "Calculatrices" est ce mois-ci consacrée à "l'organiseur" Casio C-300 destiné aux collégiens et lycéens. Le Casio C-300 est bien plus qu'une calculatrice. Avec le C-300, vous gérerez deux carnets d'adresses, prendrez des notes, ferez des calculs... Mais surtout, vous communiquerez avec un autre C-300 au moyen d'une liaison infrarouge dont la portée est étonnante (et donc, exploitable !).

### ■ Le Casio C-300

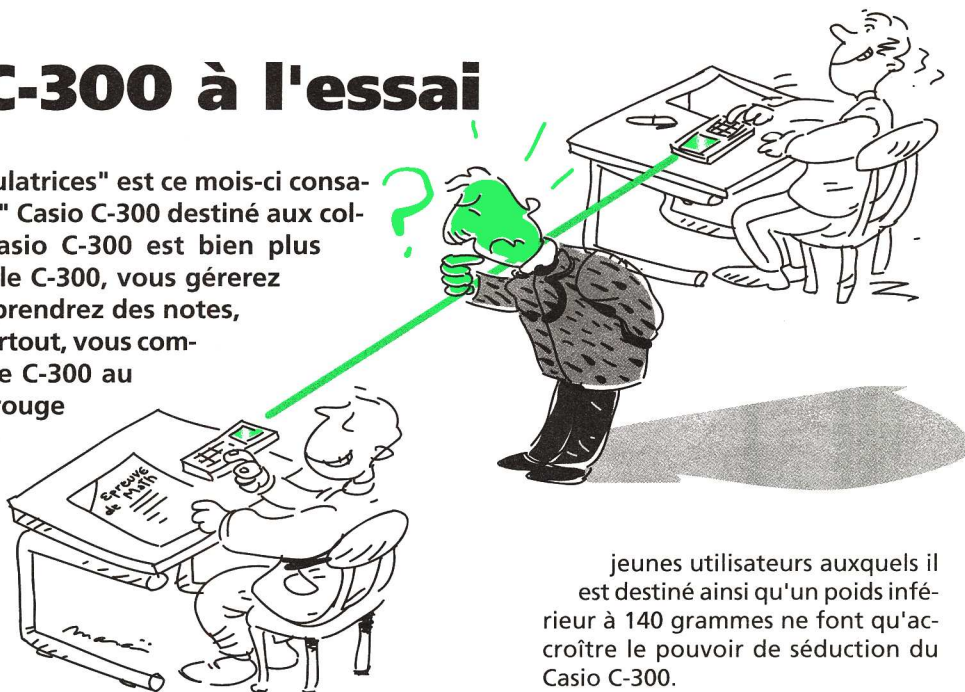
Un organiseur électronique n'est autre qu'un micro-ordinateur spécialisé. Il est principalement destiné à la gestion d'un agenda et d'un carnet d'adresses. Un tel appareil dispose d'un clavier alphanumérique QWERTY et propose presque toujours les fonctions suivantes : calculatrice, calendrier, conversion de monnaies, réveil et alarme signalant un rendez-vous enregistré sur l'agenda électronique, etc.

A tout cela s'ajoute des fonctions spécifiques aux différents modèles proposés par les constructeurs. Les organiseurs électroniques deviennent vite indispensables si l'on accepte de les substituer totalement à nos outils habituels que sont l'agenda "papier", le répertoire téléphonique et les fameux post-it ! Que celui qui n'a jamais rêvé d'un organiseur Casio SF me jette la première pierre ! Casio et Sharp proposent chacun une gamme complète d'organiseurs électroniques à vocation professionnelle.

Le Casio C-300 est un organiseur électronique à parts entières. A la différence de ses grands frères de la gamme Casio SF, il n'est pas destiné au cadre dynamique "dans le coup" mais à de jeunes utilisateurs ayant de 8 à 16 ans...

Le Casio C-300 propose toutes les fonctions propres aux organiseurs mais ajoutent à celles-ci une foule de gadgets plus ou moins indispensables :

- répertoire permettant l'association d'un portrait-robot à chaque personne référencée,
- agenda permettant l'association d'une icône à chaque item mémorisé,
- bloc-notes protégé par code secret,
- horoscope,
- compatibilité de partenaires amoureux,
- transmission de messages par infrarouge,
- bataille de portraits, etc.



### ■ L'interface

L'utilisation du Casio C-300 est très simple. Si vous avez trouvé tout seul la touche [ON], il est vraisemblable que vous n'aurez pas besoin de lire le manuel de 140 pages !

Dix ans après la publication des travaux du Palo Alto Research Center (Xerox), le Macintosh d'Apple avait introduit en micro-informatique l'utilisation d'icônes. Dix ans après le Macintosh, Casio impose les icônes dans le petit monde de la micro-informatique de poche ! Les Calculatrices graphiques Casio fx 7900 et 9900 utilisent un menu principal présentant des icônes ainsi qu'une interface fondée sur des menus horizontaux.

Le Casio C-300 semble lui aussi avoir été conçu autour de son interface graphique. Dès l'allumage, le menu principal vous présente douze icônes donnant chacune accès à un mode d'utilisation. A tous moments il est possible de revenir à ce menu en appuyant sur la touche [MENU]. La sélection d'une icône ou d'un article d'une liste s'effectue à l'aide de quatre touches de déplacement, on valide ses choix à l'aide de la touche [EXE] bien connue des utilisateurs de calculatrices Casio.

L'écran affiche simultanément 4 lignes de 16 caractères. Le clavier est du type alphanumérique QWERTY. Il est dommage que les dimensions de l'appareil (14,5x9,6 cm, couvercle fermé) n'aient pas permis l'ajout d'un pavé numérique indépendant du clavier alphabétique.

Les touches sont en gomme et la frappe est agréable compte tenu des dimensions du clavier. La touche [ALPHA] permet d'utiliser soit les caractères alphabétiques, soit les chiffres gravés sur les touches.

Jusqu'au clavier sobre et clair, le C-300 respire la simplicité, un bon point ! La qualité de la fabrication, le design soigné apte à flatter les

jeunes utilisateurs auxquels il est destiné ainsi qu'un poids inférieur à 140 grammes ne font qu'accroître le pouvoir de séduction du Casio C-300.

Détail important, Le Casio C-300, malgré ses yeux bridés, parle français couramment. Il suffit pour cela de choisir le français parmi les dix langues européennes que maîtrise Le Casio C-300 !

### ■ La calculatrice

La calculatrice intégrée au C-300 manipule des nombres comportant jusqu'à dix chiffres (approximations jusqu'à 20 chiffres). Les quatre opérations (+, -, x, ÷) sont bien entendu disponibles. A celles-ci s'ajoutent la racine carrée, les pourcentages et la mémorisation en mémoire d'une donnée numérique (fonctions M+, M-, MC et MR).

On appréciera tout particulièrement la lisibilité des grands chiffres affichés par la calculatrice ainsi que l'affichage de l'opération en cours (ce qui facilite le suivi du calcul).

Par contre, on regrettera l'absence de fonctions scientifiques élémentaires (trigonométrie, logarithmes, etc.). Cela dit, le C-300 n'a pas pour vocation le remplacement d'une calculatrice scientifique.

### ■ Les répertoires

Deux carnets d'adresses sont disponibles, et ce, afin que vous puissiez séparer en deux listes distinctes vos adresses. Par exemple, vous pouvez établir une liste "famille" et une liste "amis" ou bien une liste personnelle et une liste professionnelle, etc.

Pour chaque personne, vous saisissez le nom, le numéro de téléphone et l'adresse. Le C-300 classera ensuite vos différents enregistrements dans l'ordre alphabétique.

A ce stade, le C-300 se comporte comme un organiseur classique, à ceci près qu'il vous demande ensuite

si vous voulez faire un portrait-robot de la personne introduite dans le fichier ! Comme au commissariat (!), vous avez le choix entre 60 chevelures, 58 franges, 55 formes de sourcils, 55 formes d'yeux, 42 nez, 50 bouches, 42 profils, 11 paires de lunettes, 16 moustaches et 11 barbes pour construire votre portrait-robot modifiable à l'infini !

### ■ L'agenda

Introduisez votre programme de la journée puis précisez l'heure de chaque rendez-vous. En choisissant un jour sur le calendrier vous afficherez les activités de la journée. Par ailleurs, une alarme peut vous rappeler une activité notée sur l'agenda électronique.

A chaque activité vous pourrez associer l'une des 35 icônes disponibles et résumant la plupart des activités que vous serez amenés à enregistrer sur votre C-300.

### ■ Le calendrier

De 1901 à 2099 il vous présente chaque journée et permet de rappeler les données mémorisées par l'agenda et relatives à la journée sélectionnée.

### ■ L'heure et le réveil

Une superbe carte du monde vous permet de choisir le fuseau horaire. Les formats d'affichage de la date et de l'heure sont bien entendu paramétrables.

La date, le jour de la semaine, le fuseau horaire et l'heure à la seconde près sont affichés après une pression sur la touche [Home time / World time]. Le réveil est un classique du genre puisqu'il sonne à l'heure de votre choix (si si...).

### ■ Le bloc-notes

Choisissez le bloc-notes depuis le menu principal, donnez un nom à la note que vous allez saisir puis introduisez vos données.

La liste des noms des notes vous permettra ensuite de retrouver l'information désirée.

Vous disposez aussi d'un "carnet de secrets". Il s'agit d'un autre bloc-notes dont vous pourrez protéger le contenu par un mot de passe.



## ■ Conversion de monnaies

Vous disposez de devises ? Leurs valeurs par rapport à une monnaie de référence (le dollar) est calculée très simplement par une petite application spécialisée accessible depuis le menu principal.

## ■ Transmettre des messages

Deux C-300 peuvent échanger par infrarouge des messages de 28 caractères (c'est largement suffisant pour dire "coucou" au copain d'en face !).

Le Canon XO-7 (1983) et la dynastie des HP-48 (1989-93) nous ont habitué à la transmission par infrarouge. Ces deux machines conversent avec leurs périphériques distants de quelques centimètres en se passant de liaisons câblées. Il s'agissait donc de liaisons à très courte portée.

La liaison infrarouge de votre C-300 a une portée comparable à celle de la télécommande de votre téléviseur. Il est ainsi possible de dialoguer d'un bout à l'autre d'une classe ! Nous avons pu vérifier que la transmission fonctionnait correctement jusqu'à environ 8 mètres. Il convient bien sûr de placer les diodes infra-

rouges les unes en face des autres (un bel exercice de visée pour transmettre vos messages !).

Notez que le C-300 accuse réception des messages. Ainsi, un message que vous souhaitez émettre ne disparaîtra pas de votre écran tant qu'il n'aura pas été reçu convenablement.

## ■ Une bataille de portraits !

Un petit jeu graphique est intégré au C-300. Il consiste en une lutte opposant deux personnages pour chacun desquels est déterminée une "puissance de vie", une "puissance offensive" et une "puissance défensive".

Vous pouvez jouer seul contre le C-300 mais il est aussi possible à deux joueurs de s'affronter. Ils utilisent alors deux C-300 reliés par infrarouge.

## ■ Horoscope

Aujourd'hui est-il un jour "sans" ? Pour le savoir, il suffit de choisir l'icône "boule de cristal" du menu principal. Introduisez votre date de naissance et la date pour laquelle vous souhaitez connaître votre horoscope.

Si dix étoiles noires s'affichent, c'est un jour faste ! Le nombre d'étoiles noires détermine votre forme...

## ■ Vie de couple !

Etes-vous compatible avec votre partenaire ? Pour le savoir, introduisez votre date de naissance suivie de celle de votre partenaire. Cette fonction "compatibilité" des partenaires est probablement le meilleur moyen de briser les couples ! Avec un minimum d'humour vous rirez franchement des résultats communiqués par cette application...

## ■ Bilan

Pour :

- un appareil vraiment simple d'emploi et réellement utilisable par de jeunes utilisateurs,
- le C-300 est bien entendu un très beau jouet, mais il n'est pas que cela. Il peut vraiment aider les collégiens désordonnés à organiser leur temps. En effet, outre ses aspects ludiques, le C-300 est, rappelons-le, un véritable organisateur électronique, c'est donc un outil de travail avant tout,
- la transmission par infrarouge évitera désormais à certains le renvoi pour bavardage intempestif.

Contre :

- le C-300 n'est pas programmable et ne propose pas de fonctions scientifiques. Sur ce point vous me répondez que le C-300 n'a jamais prétendu être une calculatrice scientifique programmable (et vous aurez raison...),
- la mémoire limitée à 4 ko ne sera un handicap que si vous avez votre C-300 d'informations superflues.

Bref, le C-300... Qu'attendez-vous pour vous le faire offrir ?

## BIBLIOGRAPHIE

Vous êtes un adepte des calculatrices graphiques ? Tant mieux ! Les livres cités ci-dessous devraient étancher votre soif de savoir... "TI-82/85 pour le bac", "Casio fx : jeux et graphisme", "Casio fx : faites vos jeux", "Trucs et astuces sur Casio fx", "Casio fx : Maths au lycée", "Casio fx pour le bac", "Casio fx : 300+150 programmes", "Votre fx 6800G"; ces ouvrages sont édités par Dunod. Par ailleurs nous conseillons aux passionnés le service télématique **3615 CALCULATOR** qui rassemble des milliers de programmes et d'astuces pour vos calculatrices. Utilisez la Boîte aux lettres G.E. sur 3615 CALCULATOR, grâce à elle nous pourrions recueillir votre avis et vos remarques concernant cette rubrique.

Loïc Fieux

(Suite de la page 7) 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 faisant deux ou trois tours à la main, le cuivre est retiré. Il faut veiller à ne pas trop appuyer et, une fois l'opération terminée, vérifier 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 à cet effet. La mise en place des composants ne doit pas poser de problème particulier. La polarisation des diodes et du condensateur, ainsi que le brochage des transistors doivent être respectés. Le seul élément qui peut éventuellement poser un léger problème est le sélecteur de tension. Pour notre part, nous avons utilisé un interrupteur à glissière. L'un des contacts fait office de « commun ». En fonction de la position de la glissière, ce dernier est mis en contact avec l'une ou l'autre des autres broches. Cependant, tous les revendeurs ne disposent pas de ce type de produit. Il est possible d'utiliser, en remplacement, un contacteur à galette. Il s'agit d'un contacteur rotatif où, ici encore, l'une des broches se trouve alternativement en contact avec l'une ou l'autre des autres. Dans tous les cas, nous vous conseillons de demander au revendeur le brochage exact de l'élément proposé. Enfin, nous vous conseillons d'équiper le transistor de puissance d'un radiateur.

## ■ L'UTILISATION

Nous n'avons pas précisé, sur notre schéma, le type de fiche à employer côté utilisation. En effet, il n'existe pas de normalisation dans ce domaine. Le plus souvent, il s'agit de fiches coaxiales. De plus, la polarité peut varier. Sur certains appareils, le plus de l'alimentation correspond au contact externe de la fiche, le négatif se trouvant alors au centre. Sur d'autres, la polarisation est inverse. Il faut vérifier ce point avec attention avant d'utiliser notre alimentation. Souvent, la polarité de la fiche est mentionnée sur le boîtier de l'appareil lui-même, juste à côté de la fiche. Dans le cas contraire, le fascicule d'utilisation de l'appareil mentionne cette polarité.

## ■ NOMENCLATURE

- R1 : 1 k $\Omega$  (brun, noir, rouge)
- R2 : 470  $\Omega$  (jaune, violet, brun)
- R3 : 220  $\Omega$  (rouge, rouge, brun)
- D1 : diode Zener 4,7 V
- D2 : diode Zener 6,8 V
- D3 : diode Zener 10 V
- C1 : 10 nF
- C2 : 470  $\mu$ F/12 V
- C3 : 220  $\mu$ F/12 V
- T1 : 2N3904 ou équivalent
- T2 : 2N3055
- K : sélecteur à glissière 3 positions
- 1 fiche allume-cigares

# 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
- Avec inter - Starters démontables...



**EN CADEAU :**

- 1 logiciel PAD'S
- tourne sur PC
- Saisie de schéma, placement, routage 100 % automatique version 210 contacts

**Promo 840<sup>F.TTC</sup>**

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

# Composants TERAL

26

**RUE TRAVERSIERE  
PARIS 12<sup>e</sup> - 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**
- **Fréquencemètres-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

- 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**

**LES NEWS DU MOIS**

- Lot de 10 cordons croco-test ..... 23 F
- Pompe à désouder métal ..... 25 F
- Compresseur 12V : gonfler ..... 190 F
- Mini-testeur ..... 140 F
- Pochette 8 tournevis isolés 1000V ..... 25 F
- Pochette 4 pinces Brucelles ..... 60 F
- Pochette 4 pinces électroniques isolées plier/couper ..... 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

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

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

# ALIMENTER UN TUBE FLUO SUR UNE PILE

Les lampes fluorescentes (appelées d'ailleurs improprement tube néon !) ont sur les classiques ampoules à incandescence l'avantage remarquable d'éclairer davantage et plus longtemps pour une consommation moindre. Notre réalisation vous permettra d'alimenter un tube fluorescent miniature, donc de faible puissance, à partir d'une simple pile ou sur une batterie d'accumulateurs.

## ECLAIRAGE PAR FLUORESCENCE

Un appareil d'éclairage par fluorescence se compose d'un tube en verre qui forme la lampe elle-même et d'un dispositif externe destiné à provoquer l'allumage automatique et la stabilisation sur la tension alternative du réseau. Une telle lampe se classe dans les lampes à décharge et ne requiert donc pas de filament à faire rougir selon les modalités de la loi de Joule. Son principe est fort différent : une décharge électrique dans le vide (ou dans un gaz) produira une lueur exploitable,

séme le rôle du ballast ou inductance de stabilisation que l'on trouve toujours dans ce type d'appareil. Par ailleurs, cette bobine en série avec le tube assure également avec le starter la production de la surtension d'amorçage indispensable (voir fig. 1). Sachez encore que les électrodes aux deux extrémités du tube sont en fait de petits filaments qui, traversés par un courant, se mettent à rougir, facilitant l'amorçage du tube (on parle ici de cathodes chaudes).

ralement de provoquer son amorçage. Sans avoir recours au secteur alternatif, il suffira de produire une tension élevée à partir d'une simple pile ou d'un accu, en exploitant le pouvoir élévateur d'un transformateur statique. Il est vrai que le

transfo ne fonctionne pas en courant continu ; qu'à cela ne tienne, nous allons alimenter notre transformateur à partir d'une fréquence ou d'un signal carré symétrique. Nous pouvons même produire une fréquence plus élevée que celle du secteur EDF à 50 Hz, ce qui atténuera

## NOMENCLATURE

IC<sub>1</sub> : oscillateur NE555 DIP 8 broches  
 T<sub>1</sub> : transistor NPN 2N1711 + dissipateur  
 T<sub>2</sub> : transistor NPN de puissance 2N3055 en boîtier TO3

R<sub>1</sub> : 47 kΩ (jaune, violet, orange)

R<sub>2</sub> : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)

R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> : 56 Ω (vert, bleu, noir)

P<sub>1</sub> : ajustable horizontal 100 kΩ

C<sub>1</sub> : chimique vertical 470 μF / 25 V

C<sub>2</sub> : plastique 10 nF / 63 V

C<sub>3</sub> : plastique 22 nF / 63 V

Transformateur moulé 1,5 VA 220/6 V

Support à souder 8 broches

Bloc de 4 bornes vissé-soudé

Tube fluorescent miniature, (ex : OSRAM L4W/20), 4 W

Fils souples

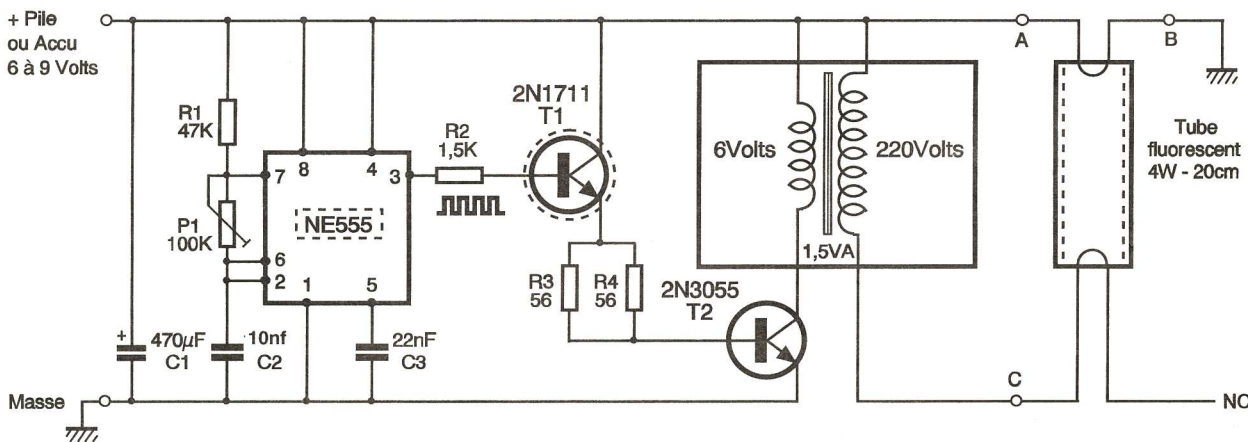


Fig 1

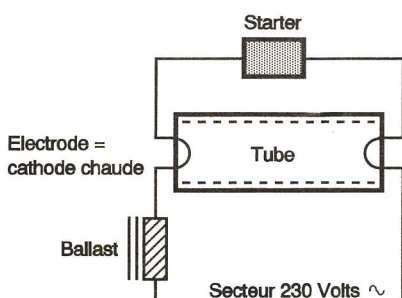
Schéma de principe.

quoique quasiment invisible, car elle se situe dans le spectre ultraviolet. Ces mêmes radiations UV permettent d'insoler nos circuits imprimés présensibilisés ou contribuent à effacer le contenu des mémoires EPROM à travers la petite lucarne de quartz. Retenez ceci : la poudre fluorescente qui tapisse l'intérieur du tube permet de convertir les UV invisibles en lumière visible par un simple déplacement de la longueur d'onde. La nature de la poudre permet d'obtenir des teintes de lumières sensiblement différentes.

Pour amorcer un tel tube, il faut une tension relativement plus importante que celle d'entretien, nécessaire à un allumage permanent. Une limitation du courant nominal s'impose à cet instant, et c'est préci-

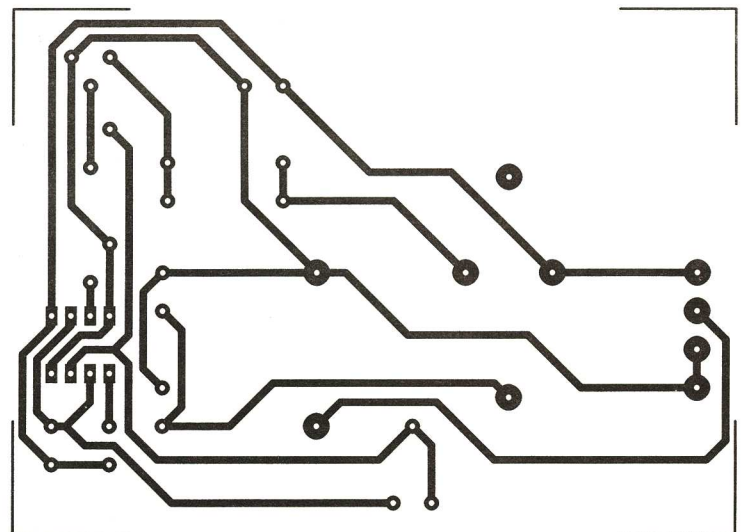
## ANALYSE DU SCHEMA ELECTRONIQUE

Une tension suffisante aux bornes d'un tube fluorescent permet géné-



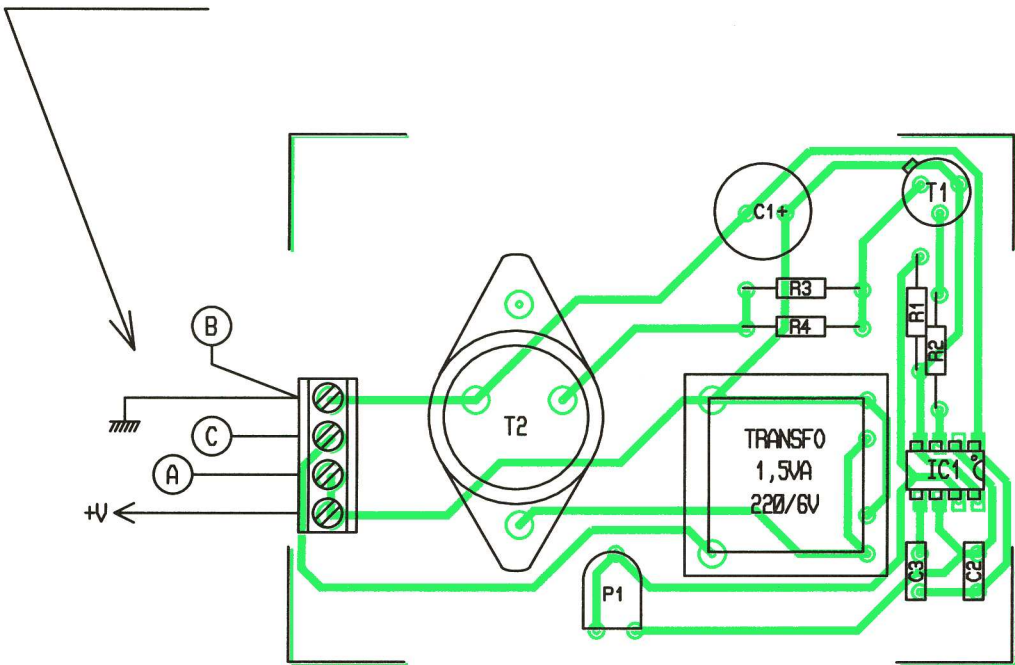
Amorçage d'un tube fluo

Fig 2



Tracé du circuit imprimé grandeur nature.

Fig 3



Mise en place des composants.

Fig 3

le papillotement bien connu sur les tubes fluorescents standards. Notre schéma complet est donné à la figure 1.

Un oscillateur astable est construit à partir du célèbre circuit NE 555. Le signal produit est réglable à partir de l'ajustable P<sub>1</sub> et sera disponible sur la broche 3. A travers la résistance R<sub>2</sub>, on alimente le premier

transistor T<sub>1</sub>, puis le second, plus puissant, chargé de mettre régulièrement sous tension le premier enroulement du transformateur utilisé, à l'envers comme il se doit, car il faut élever la tension ici. Un minuscule transformateur à picots 6 V/220 V d'une puissance de seulement 1,5 VA fera l'affaire. L'une des électrodes du tube miniature est chauffée en permanence sur la source

continue (bornes A et B). L'autre électrode reçoit la haute tension « alternative » sur la borne C. Quelques longueurs de fils souples seront nécessaires pour relier le tube à la plaquette. Deux, piles plates de 4,5V reliées en serie alimenteront le montage, car la consommation est importante (0,8 à 1A). Il va sans dire qu'une source plus puissante permettra d'obtenir une bien plus

grande autonomie. On pourra encore jouer sur la tension d'alimentation en ne dépassant pas 12 V.

Pourquoi ne pas envisager de faire appel à quelques accumulateurs au CdNi, rechargés le jour par quelques cellules solaires ?



# GENERATION ELECTRONIQUE

Sommaires des anciens numéros disponibles !

12<sup>F</sup> le numéro

frais de port gratuit !

## GENERATION ELECTRONIQUE N° 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 7 EPUISES

Cochez les cases désirées (expédition en franco de port)

### GENERATION ELECTRONIQUE N° 6 février 1994

Au sommaire : Petite histoire des technologies : l'informatique - L'électronique au temps des lampes - Une télécommande acoustique - Un analyseur acoustique - Qu'est-ce que c'est ? Le lecteur de disquettes - Dessinons avec nos calculatrices graphiques - Sonnerie lumineuse pour téléphone - Logique 6 : un testeur logique - Le coin de la mesure : l'oscilloscope - Les condensateurs - Booster pour mini-alarme - Spécial Zener - Présentation des moteurs pas à pas - J'expérimente : la balance de Coulomb - Signaux et valeurs remarquables.

### GENERATION ELECTRONIQUE N° 8 avril 1994

Au sommaire : Petite histoire des technologies : l'informatique - Amplificateur téléphonique - Détecteur de niveau liquide - Qu'est-ce que c'est ? Les cartes sonores - Logique 8 : signaux électroniques - Technologie : les condensateurs à film plastique - Trois clés électroniques - Le coin de la mesure : l'oscilloscope - J'expérimente : un jouet électrostatique - Comment calculer ses montages ? - Programmation de la TI-85 - Feux routiers - Apprendre l'électronique... - Le coin de l'initiation : le trigger de Schmitt.

### GENERATION ELECTRONIQUE N° 9 mai 1994

Au sommaire : Petite histoire des technologies : l'informatique - Un thermomètre à sonde étanche - Qu'est-ce que c'est ? Les manettes de jeu - Un radar expérimental - Construire un siflet ultrasonique - Comment calculer ses montages - Centrale d'éclairage VTT - Logique 9 : temporisations électroniques - Le coin de la mesure : utilisation du multimètre sinusoïdal - Programmons nos calculatrices - Initiation à la robotique : un plateau rotatif - Technologie : condensateurs électrolytiques - J'expérimente : un carillon électrostatique - Apprendre l'électronique... contrôle de feux arrière.

### 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 chiffreur 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 chiffreur 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.

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

### BON DE COMMANDE

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

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

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

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

quantité x ..... = somme totale .....

Nom ..... Prénom .....

Adresse .....

..... Ville .....

..... Signature : .....

date d'expiration .....



# COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?

## (8<sup>e</sup> partie)

Nous avons vu le mois dernier comment calculer les principaux éléments qui entourent un amplificateur opérationnel monté en comparateur et avons dessiné le cœur du schéma d'un thermostat. Ce schéma n'était toutefois pas directement utilisable, faute d'organe de sortie. Nous allons donc y remédier aujourd'hui.

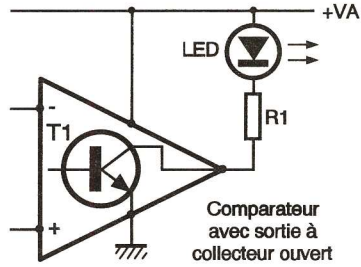
### ■ UNE LED QUI S'ALLUME QUAND IL NE FAUT PAS !

La sortie de l'amplificateur opérationnel de la figure 9 de notre précédent article change d'état lors des changements de température puisque c'est ce que nous avons décidé. Il faut toutefois rendre ce changement exploitable, au pire avec une banale indication visuelle, au mieux avec un relais pouvant commander, par exemple, un radiateur ou une chaudière de chauffage.

La figure 1a montre l'idée qui vient immédiatement à l'esprit pour commander une LED. Elle est tout à la fois logique et dangereuse. Logique car le courant de sortie de la majorité des amplificateurs opérationnels actuels est au moins de 10 mA, ce qui permet de faire briller raisonnablement une LED. Dangereuse car il est des situations où la LED ne sera jamais complètement éteinte.

En effet, les amplificateurs opérationnels classiques utilisent une sortie push-pull (voir si nécessaire la figure 2 du numéro de novembre) et présentent de ce fait en sortie une tension de déchet assez importante. Cette tension est d'autant plus importante d'ailleurs que l'on s'approche du courant maximal de sortie admissible, ce qui risque d'être le cas ici.

Supposons que notre amplificateur, alimenté sous 12 V, délivre 9 V en sortie lorsque sa sortie est au niveau haut, 2 V en sortie lorsqu'elle est au niveau bas, et que nous lui faisons



Commande d'une LED par un comparateur à sortie à collecteur ouvert. Fig 2

commander une LED rouge sous un courant de 10 mA.

La LED va devoir s'allumer lorsque la sortie est au niveau bas, ce qui nous permet de calculer la valeur de  $R_1$  par simple application de la loi d'Ohm, comme le montre la figure 1b. On a :  $R_1 = (12 - 2 - 1,7) / 0,01$ , soit  $820 \Omega$ . Malheureusement, lorsque la sortie de notre amplificateur va passer au niveau haut et va donc devoir faire éteindre la LED, on aura sur sa sortie non pas 12 V mais les 9 V qu'il est capable de délivrer au maximum. Dans ce cas, l'ensemble LED et  $R_1$  sera soumis à une tension de 3 V, comme le montre clairement la figure 1c. Il circulera donc dans la LED un courant de :  $I_{LED} = (12 - 9 - 1,7) / 820$ , soit environ 1,5 mA.

Certes, la LED ne brillera pas de tous ses feux mais elle rougeoiera de façon fort désagréable. Nous connaissons nombre d'amateurs ou d'élèves électroniciens qui ont cherché longtemps la raison d'être de ce phénomène pourtant fort simple à démontrer et à mettre en équation comme nous venons de le voir.

### ■ UTILISEZ UN « VRAI » COMPAREUR

Deux solutions à ce problème existent. La première consiste tout simplement à faire suivre notre amplificateur opérationnel d'un étage à transistor monté en commutation. La seconde, plus élégante, moins encombrante et moins coûteuse consiste à faire appel pour ce montage à un vrai comparateur. En effet, même si les schémas à amplificateurs opérationnels que nous vous avons présentés le mois dernier fonctionnent parfaitement bien avec des amplis ops ordinaires, ils sont encore plus efficaces avec des comparateurs.

Ces comparateurs ne sont rien d'autre que des amplificateurs opérationnels un peu particuliers, optimisés pour ce type de fonctionnement. Ils disposent de ce fait en



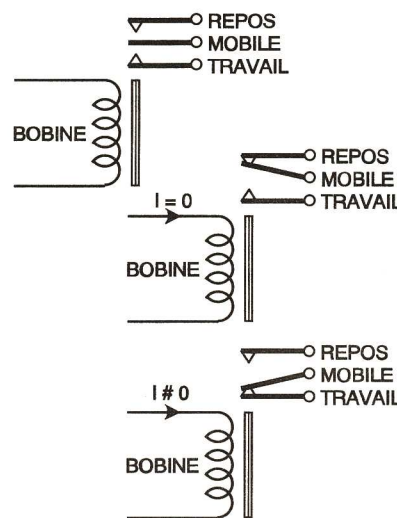
devoir y faire appel dans un instant. Comme le montre la figure 3, un relais est constitué d'une bobine et d'un certain nombre de lames de contacts commandées par cette dernière.

Ces contacts sont identifiés par leur position « mécanique » dans le relais. On trouve ainsi le ou les contacts « repos » qui sont ceux se trouvant reliés aux contacts mobiles lorsque la bobine du relais n'est pas alimentée. On trouve ensuite le ou les contacts « travail » qui sont reliés aux contacts mobiles lorsque la bobine du relais est alimentée.

général d'une possibilité d'alimentation en monotension et surtout d'une sortie à collecteur ouvert facilitant grandement la commande de dispositifs de signalisation. La figure 2 montre ainsi la sortie d'un tel comparateur commandant une LED. Lorsque la sortie est à l'état bas,  $T_1$  est saturé et la sortie est donc à un potentiel de l'ordre de 0,5 V (tant que l'on ne dépasse pas les possibilités de  $T_1$  bien sûr). Lorsque la sortie est à l'état haut,  $T_1$  est bloqué et la sortie de notre comparateur est en haute impédance interdisant tout allumage de la LED.

### ■ LE BON VIEUX RELAIS

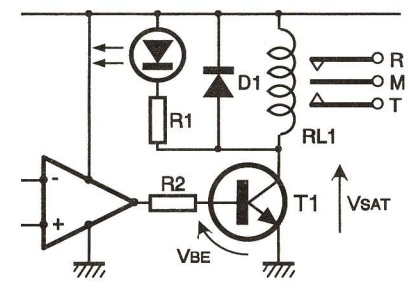
Une LED, c'est bien beau nous diriez-vous, mais un thermostat efficace ne doit pas se contenter de dire qu'il fait froid ; il doit aussi allumer le chauffage. Même si les solutions présentées comme élégantes existent en faisant appel à des triacs par exemple, le bon vieux relais électromécanique a encore de beaux jours devant lui en raison de ses caractéristiques exceptionnelles que l'on oublie un peu trop souvent, à savoir :



Le bon vieux relais électromécanique. Fig 3

- résistance en position fermée identique à celle d'un excellent interrupteur ;
  - résistance en position ouverte quasiment infinie ;
  - isolation totale entre la commande et le circuit commandé.
- Profitons de cette petite digression sur le relais pour rappeler ses paramètres principaux car nous allons

devoir y faire appel dans un instant. Comme le montre la figure 3, un relais est constitué d'une bobine et d'un certain nombre de lames de contacts commandées par cette dernière. Ces contacts sont identifiés par leur position « mécanique » dans le relais. On trouve ainsi le ou les contacts « repos » qui sont ceux se trouvant reliés aux contacts mobiles lorsque la bobine du relais n'est pas alimentée. On trouve ensuite le ou les contacts « travail » qui sont reliés aux contacts mobiles lorsque la bobine du relais est alimentée.



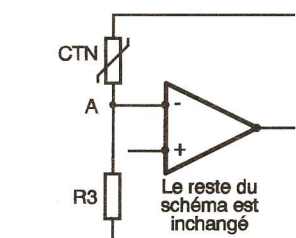
Commande d'un relais et d'une LED au moyen d'un transistor. Fig 4

Les relais sont identifiés par le nombre de contacts de ce type. On trouve ainsi par exemple des 1 RT ce qui signifie 1 Repos Travail. Notre relais est donc identique à un banal inverseur unipolaire. Un 2 RT serait bien sûr un inverseur bipolaire tandis qu'un 1 T, très courant en automobile, ne comporte aucun contact repos mais seulement un contact travail (relais de Klaxon par exemple sur une voiture).

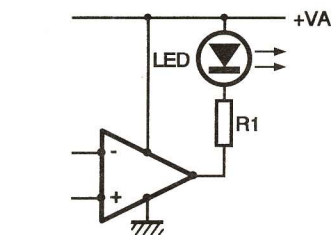


Mise en évidence de la notion de gain en courant. Fig 5

Ces contacts sont caractérisés par la tension maximale qu'ils peuvent supporter ainsi que par le courant maximal qu'ils peuvent couper. Le non-respect de l'un ou de l'autre de ces paramètres abrège, parfois très vite, la vie du relais dont les contacts se détruisent peu à peu. Enfin, l'élément le plus important



La première solution pour inverser le comportement du thermostat. Fig 6



Une LED qui s'allume même quand elle est éteinte ! Fig 1a

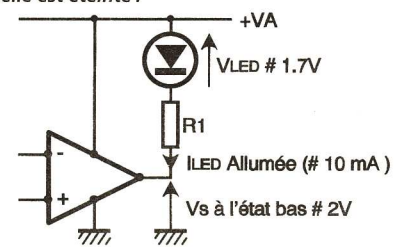


Fig 1b

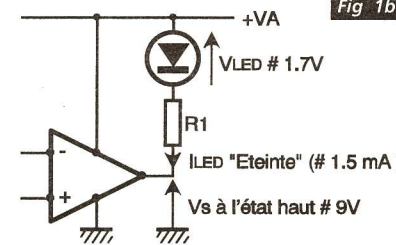


Fig 1c

pour ce qui est de nos calculs de composants est la bobine. Cette dernière est caractérisée par de nombreux paramètres dont on ne donne, hélas ! le plus souvent que les deux principaux qui sont sa résistance ohmique, ou résistance en courant continu, et sa tension nominale.

En fait, il faudrait disposer de deux informations relatives à cette bobine, la tension de collage ou de fermeture du relais et la tension d'ouverture qui est en général considérablement plus basse. Ainsi un relais « 12 V » colle-t-il le plus souvent sous 7 à 8 V et reste-t-il collé jusque vers 3 ou 4 V.

Comme on ne dispose pas de ces deux informations, on résonne sur la tension nominale, quitte à faire diverses approximations grossières sur lesquelles nous reviendrons au moment opportun.

transistor se bloque afin de faire décoller le relais, il interrompt très rapidement le passage du courant dans une bobine, de self-induction parfois très importante. Cela a donc pour effet de générer aux bornes de cette bobine une pointe de tension dont l'amplitude peut atteindre une centaine de volts avec les relais habituellement utilisés en électronique. La diode permet d'éliminer cette impulsion qui, sans elle, détruirait à plus ou moins brève échéance le transistor T<sub>1</sub>.

Hormis cette remarque, le calcul des éléments de la **figure 4** est très simple. Nous avons vu que le courant demandé par le relais était de 55 mA. Ajoutons-lui 15 mA pour l'allumage bien visible de notre LED, le transistor T<sub>1</sub> doit donc commander un courant total de 70 mA.

Bien que nous n'ayons pas encore parlé des transistors en commuta-

vous aurez remarqué que le transistor T<sub>1</sub> inversait le comportement de notre montage. Sans lui, la sortie de l'ampli passait au niveau bas lorsque la

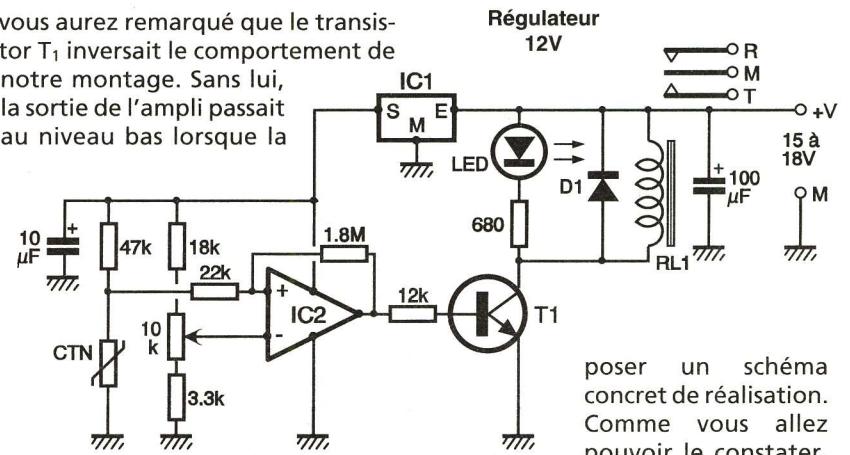


Fig 9 Le schéma complet et pratique de notre thermostat.

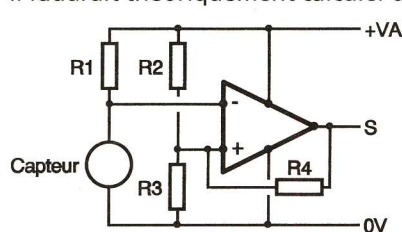
température baissait et faisait allumer la LED, maintenant, c'est l'inverse qui se produit.

Ici encore, de nombreuses solutions sont à votre disposition avec des conséquences diverses.

La première consiste à échanger les positions de R<sub>3</sub> et de la CTN sur la **figure 9** du mois dernier conduisant à la **figure 6**. Il faut alors recalculer les valeurs des éléments de cette figure puisque les différents seuils ont changé de valeur de ce fait.

La deuxième solution consiste à remplacer la CTN par une CTP, c'est-à-dire par une résistance dont la valeur ohmique augmente avec la température (la célèbre KTY 10 de Siemens par exemple). Ici aussi, il faut calculer à nouveau tous les éléments du montage.

La troisième solution, schématisée **figure 7**, consiste à permuter les entrées + et - de l'amplificateur, inversant ainsi son comportement. En raison de la présence de R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub>, il faudrait théoriquement calculer à



Seuil haut # Seuil bas # VA .  $\frac{R3}{R2 + R3}$   
Si R capteur diminue S passe au niveau haut  
Si R capteur augmente S passe au niveau bas

Le pense-bête du comparateur. Fig 10

nouveau les éléments du montage. En fait, comme leur influence est négligeable en première approximation, on peut conserver les valeurs précédemment déterminées. La quatrième solution, enfin, est représentée **figure 8** et consiste tout simplement à remplacer notre commutateur inverseur T<sub>1</sub> par un commutateur non-inverseur. Il faut de ce fait faire appel à un transistor PNP et ajouter une résistance entre base et émetteur destinée à éviter que ce transistor soit rendu toujours conducteur à cause du même phénomène que celui qui faisait rougeoyer notre LED de début d'article.

## DE LA THEORIE A LA PRATIQUE

Maintenant que nous avons abordé tous les aspects théoriques de notre thermostat, nous pouvons vous pro-

poser un schéma concret de réalisation. Comme vous allez pouvoir le constater, celui-ci ne va pas nous demander de gros efforts.

Il vous est présenté dans son intégralité **figure 9**. Nous y reconnaissons les éléments essentiels vus jusqu'à présent. Seul le régulateur de tension est nouveau mais sa présence se justifie très facilement.

Nous avons vu en effet que dans tous les calculs des seuils de basculement de notre amplificateur intervenait sa tension d'alimentation VA. Il est donc impératif que celle-ci soit très très stable, sinon les seuils varieront à son rythme. Le régulateur intégré trois pattes IC<sub>1</sub> assure donc cette stabilité.

Remarquez également que le relais est connecté « avant » ce régulateur, ce qui est possible en raison de l'utilisation de T<sub>1</sub>. De ce fait, les appels de courant inévitables qui se produisent lorsque le relais colle ne font pas varier VA.

Cette façon de faire présente un autre avantage. Le courant de collage du relais ne traverse pas IC<sub>1</sub>, ce qui fait autant de puissance en moins à dissiper au niveau de ce régulateur et permet d'utiliser un modèle en boîtier TO 92 par exemple.

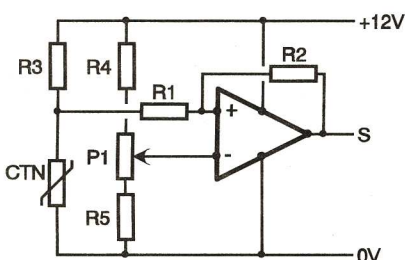
## LE PENSE-BETE DU COMPAREUR

Ce montage comparateur revenant dans de très nombreuses applications, nous vous proposons sur la **figure 10** un petit pense-bête bien utile qui permet d'avoir sous les yeux, d'un seul coup d'œil, le seuil de basculement du montage et l'état de sa sortie en fonction du sens de variation de la résistance du capteur d'entrée.

Votre œil perspicace aura certainement noté la disparition d'une des résistances de détermination de l'hystérésis et l'absence de formule de calcul pour R<sub>4</sub>. Sauf lorsque la précision de la valeur de cette hystérésis est importante, auquel cas on revient au schéma de la **figure 9** du mois dernier et à la méthode de calcul associée, on peut fort bien se passer de la résistance R<sub>1</sub> de ce même **figure 9**. R<sub>4</sub>, quant à elle, se « pifomètre » alors en fonction de l'effet désiré par quelques essais successifs sur une maquette du montage en gardant présent à l'esprit que la valeur de R<sub>4</sub> doit être très grande devant celle de R<sub>2</sub> et R<sub>3</sub>. En pratique, on part de 2,2 MΩ et on descend jusqu'à obtenir l'hystérésis approximative voulue.

## LA COMMANDE DU RELAIS

Revenons à notre thermostat auquel nous allons faire commander un radiateur électrique de 1 kW, ce qui nécessite de pouvoir couper au moins 5 A en 220 V. Nous allons choisir un relais très répandu tel que le modèle Finder 40 - 1 RT capable de couper 10 A sous 220 V.



Une deuxième solution pour inverser le comportement. Fig 7

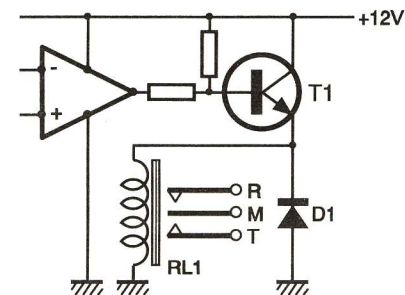
La résistance de sa bobine est de 220 Ω et sa tension nominale est de 12 V. Il faut donc lui fournir : 12/220, soit environ 55 mA pour le faire coller. Ici encore, deux solutions s'offrent à vous.

- Soit utiliser un comparateur à sortie fort courant qui peut donc commander directement de nombreux relais dont le modèle que nous avons retenu. Mais ces comparateurs ne sont disponibles que chez de très rares fabricants.

- Soit faire appel à un transistor amplificateur, ce qui nous ramène à la solution précédemment évoquée pour l'amplificateur opérationnel. Dans ce cas, vous êtes donc libre d'utiliser encore un vrai comparateur ou bien de conserver notre ampli op du début puisque, de toute façon, nous allons amplifier sa sortie. Le schéma à utiliser reste fort simple, comme le montre la **figure 4**.

Le transistor T<sub>1</sub> est commandé par la sortie de l'amplificateur opérationnel ou du comparateur et commande le relais, ainsi d'ailleurs qu'une LED placée en parallèle sur ce dernier pour visualiser facilement son état.

Remarquez la diode montée aux bornes du relais, diode qu'il ne faut jamais omettre. En effet, lorsque le



Une troisième solution, peu utilisée en pratique. Fig 8

tion (ce qui va venir très vite, rassurez-vous), vous savez qu'un transistor est caractérisé par son gain en courant, aussi appelé h<sub>21</sub> ou bien encore β (lettre grecque bêta). Comme le montre la **figure 5**, ce gain n'est autre que le rapport du courant collecteur au courant base l'ayant provoqué.

Ce gain est un paramètre très variable lors de la fabrication du transistor et il n'est souvent connu qu'à 200 ou 300 % près. On le donne donc toujours sous forme d'une fourchette telle que 50 à 300 par exemple.

Pour être tranquille dans le cadre de notre application, nous allons donc choisir la valeur basse de la fourchette. Comme cela, même avec le plus « mauvais » des transistors du type retenu, on sera sûr que notre relais collera.

Nous allons donc utiliser un classique 2N2219A dont la fourchette de gain garantie va de 100 à 300. Nous retiendrons donc 100. Il faut qu'il commande un courant collecteur de 70 mA, ce qui demande donc un courant de base de : 0,07/100, soit 700 μA.

Lorsque la sortie de notre amplificateur opérationnel est au niveau haut, nous avons vu qu'elle délivrait 9 V ; il est donc facile de calculer R<sub>2</sub> en supposant un seuil V<sub>be</sub> du transistor de 0,6 V (le 2N2219 A est un transistor au silicium) : R<sub>1</sub> = (9 - 0,6)/0,0007, ce qui donne R<sub>2</sub> = 12 kΩ. Le calcul de R<sub>1</sub> est, quant à lui, très classique. En supposant une tension de saturation du transistor de 0,5 V et un courant dans la LED de 15 mA, nous avons : R<sub>1</sub> = (12 - 1,7 - 0,5)/0,015, soit environ 650 Ω. Nous prendrons bien évidemment 680 Ω.

Tout cela est fort bien, nous direz-vous, mais si vous êtes observateur,

# LE « LA » TELEPHONIQUE

Ce montage très simple permet de visualiser la tonalité du téléphone caractérisée par le fameux « LA » de 433 Hz. De plus, et grâce à la mise en œuvre d'une alimentation adaptée et automatique, la pile de 9 V n'a aucun courant à débiter une fois le combiné téléphonique raccroché.

## I - LE FONCTIONNEMENT

(fig. 1)

### a) Alimentation automatique

Rappelons qu'une ligne téléphonique libre, c'est-à-dire avec le combiné raccroché, se caractérise par un potentiel continu de l'ordre de 50 V. Si l'on décroche le combiné, ce

T<sub>1</sub>. Sur son collecteur apparaît un potentiel NPN T<sub>3</sub>. La base de ce dernier est maintenue à un potentiel fixe de 5,6 V grâce à la diode Zener référencée DZ. Sur l'émetteur de T<sub>3</sub>, on recueille alors un potentiel de 5,6 V - 0,6 V = 5 V, la valeur de 0,6 V étant le potentiel de jonction de l'espace

Enfin, lors du branchement du montage de la ligne téléphonique, le potentiel sur l'armature positive de C<sub>1</sub> devient nul. Il en résulterait la mise en action de l'alimentation. Pour éviter cela, l'interrupteur I permet l'isolement volontaire de la pile de 9 V.

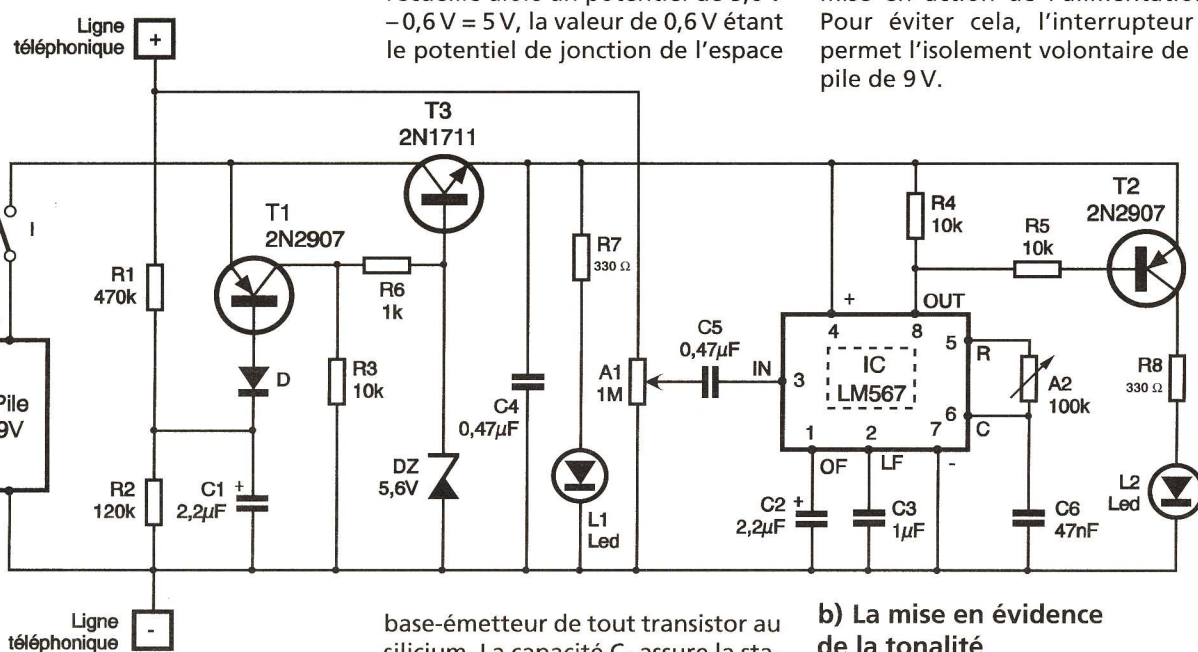


Fig 1

potentiel chute à une valeur de 8 à 20 V suivant les caractéristiques du poste téléphonique. Au point commun des résistors R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub>, on recueille donc un potentiel de :  
- 50 V x (R<sub>2</sub>/R<sub>1</sub> + R<sub>2</sub>) = 10,2 V si le combiné est raccroché.  
- 1,6 à 4,1 V si le combiné est décroché.

Dans le premier cas, il ne saurait exister un courant émetteur-base dans le transistor T<sub>1</sub> qui présente alors sur son collecteur un potentiel nul. Il en résulte le blocage de T<sub>3</sub> et donc l'arrêt de l'alimentation du montage.

En revanche, dès que l'on décroche le combiné, un courant émetteur-base s'établit dans le transistor PNP

base-émetteur de tout transistor au silicium. La capacité C<sub>4</sub> assure la stabilité de cette valeur tout en découplant la partie aval de ce montage de l'alimentation. La DEL L<sub>1</sub>, dont le courant est limité par R<sub>7</sub>, signale la mise sous tension du montage.

Lors des sonneries d'appel, le potentiel de la ligne téléphonique se caractérise par une allure sinusoïdale tout en restant positif. Mais les crêtes inférieures atteignent le 0 V. La capacité C<sub>1</sub> réalise alors l'intégration nécessaire, ce qui a pour effet le maintien de la base de T<sub>1</sub> à sa valeur de repos de 10 V. Grâce à cette disposition, l'alimentation reste bien coupée pendant les sonneries.

### b) La mise en évidence de la tonalité

Le circuit intégré utilisé est un LM 567. Il s'agit d'un filtre actif qui détecte une fréquence particulière présentée sur son entrée « IN ». Un tel circuit doit obligatoirement être alimenté sous un potentiel de 5 V. La capacité C<sub>5</sub> élimine la composante continue de la ligne téléphonique. Grâce à la variation de la position angulaire du curseur de l'ajustable A<sub>1</sub>, il est possible de prélever une fraction plus ou moins importante de l'amplitude des signaux issus de la ligne. La valeur de f<sub>0</sub>, fréquence de résonance que l'on veut détecter, se détermine par la relation :

$$f_0 = \frac{1}{1,1 \times A_2 \times C_6}$$

Les valeurs de l'ajustable A<sub>2</sub> et de la capacité C<sub>6</sub> ont été choisies pour

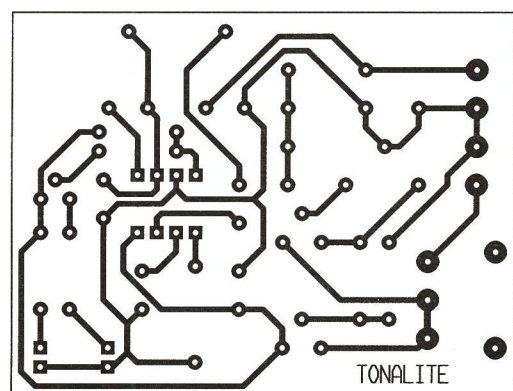


Fig 2

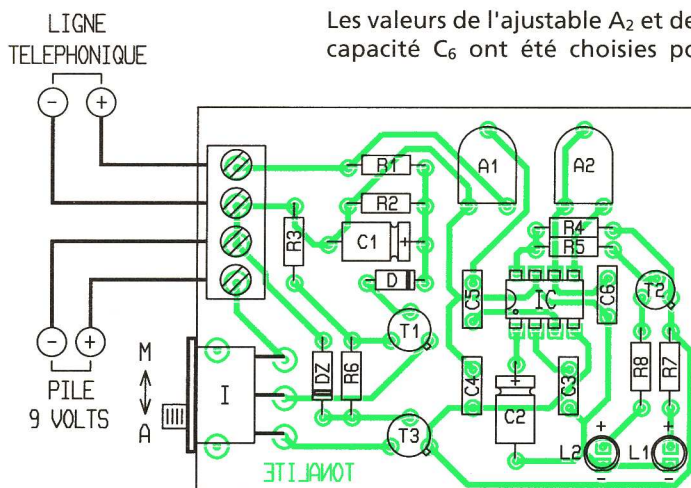


Fig 3

pouvoir régler le LM 567 sur f<sub>0</sub> = 433, pour une position proche de la médiane du curseur de l'ajustable A<sub>2</sub>.

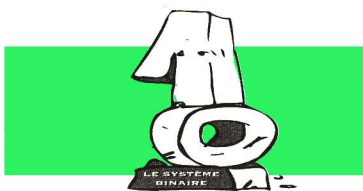
Dès que le circuit intégré est accordé sur cette valeur de résonance, sa sortie « OUT » passe à un état bas. Il en résulte la saturation du transistor PNP T<sub>2</sub> et donc l'allumage de la DEL L<sub>2</sub> dont le courant est limité par le résistor R<sub>8</sub>.

## II - LA REALISATION

La figure 2 reprend le circuit imprimé relativement simple du montage. L'implantation des composants est indiquée en figure 3. Attention à l'orientation des composants polarisés. Pour les essais, il est conseillé de placer dans un premier temps le curseur de A<sub>1</sub> à fond suivant le sens horaire. Puis on décrochera le combiné téléphonique. Il s'agit alors d'agir sur le curseur de l'ajustable A<sub>2</sub> en le tournant très progressivement dans un sens ou dans l'autre en partant de sa position médiane pour obtenir l'allumage de la DEL L<sub>2</sub>. Cette mise au point achevée, on peut alors revenir légèrement en arrière au niveau du curseur de A<sub>1</sub> en s'arrêtant avant la limite de décrochement pour obtenir une bonne fiabilité de la détection. Rappelons à nos lecteurs que tout branchement sur la ligne téléphonique France Telecom est normalement soumis à l'approbation de cette société.

## NOMENCLATURE

- R1 : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
- R2 : 120 kΩ (marron, rouge, jaune)
- R3 à R5 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R6 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
- R7, R8 : 330 Ω (orange, orange, marron)
- A1 : ajustable 1 MΩ
- A2 : ajustable 100 kΩ
- D : diode-signal 1N4148, 1N914
- L1 : DEL verte Δ 3
- L2 : DEL rouge Δ 3
- DZ : diode Zener 5,6 V/1,3 W
- C1, C2 : 2,2 μF/10 V électrolytique
- C3 : 1 μF milfeuil
- C4, C5 : 0,47 μF milfeuil
- C6 : 47 nF milfeuil
- T1, T2 : transistors PNP 2N2907
- T3 : transistor NPN 2N1711, 2N1613
- IC : LM 567 (filtre actif)
- 1 support 8 broches
- Interrupteur soudable à broches coudées
- Bornier soudable 4 plots



## LOGIQUE 15

« La passion fait souvent un fou du plus habile homme, et rend souvent habiles les plus sots. »

La Rochefoucauld (Maximes)

### LES PORTES ANALOGIQUES

A l'instar d'un minuscule relais, on utilise quelquefois des portes CMOS totalement électroniques, réalisant la même fonction qu'un banal interrupteur unipolaire.

– Si le signal de validation est à l'état logique bas, la porte est ouverte et équivalente à un circuit présentant une énorme impédance (supérieure à 12 MΩ).

un signal quelconque, alternatif ou continu, dans un sens ou dans l'autre, on pourra réaliser la mise en parallèle des broches de commande d'une part et les contacts d'autre part. Pour un fonctionnement sans problème, il est préconisé de relier à la masse du montage l'une des deux broches du contact par une résistance d'environ 47 kΩ.

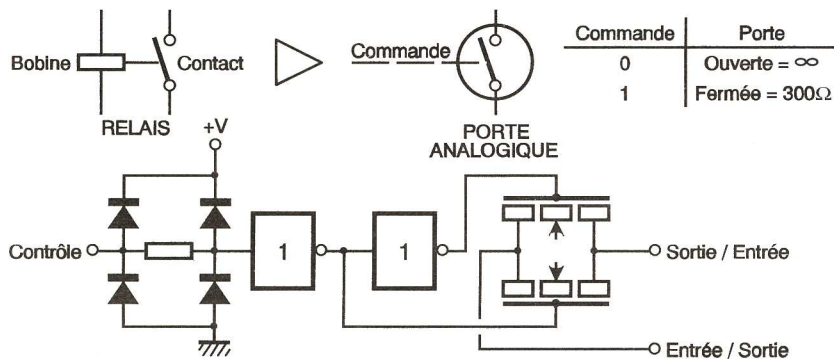


Fig 1 Constitution d'une porte CMOS.

On note  $R_{on} = \infty$ .  
– Si le signal de validation est à l'état logique haut, la porte est fermée, et équivalente à un circuit présentant une impédance très faible. On note  $R_{off} = 300\Omega$ .

Les circuits intégrés CMOS 4016 et 4066 comportent dans un boîtier DIL 14 quatre interrupteurs indépendants, avec une fréquence de réponse de plusieurs mégahertz. Ces deux circuits ont strictement le

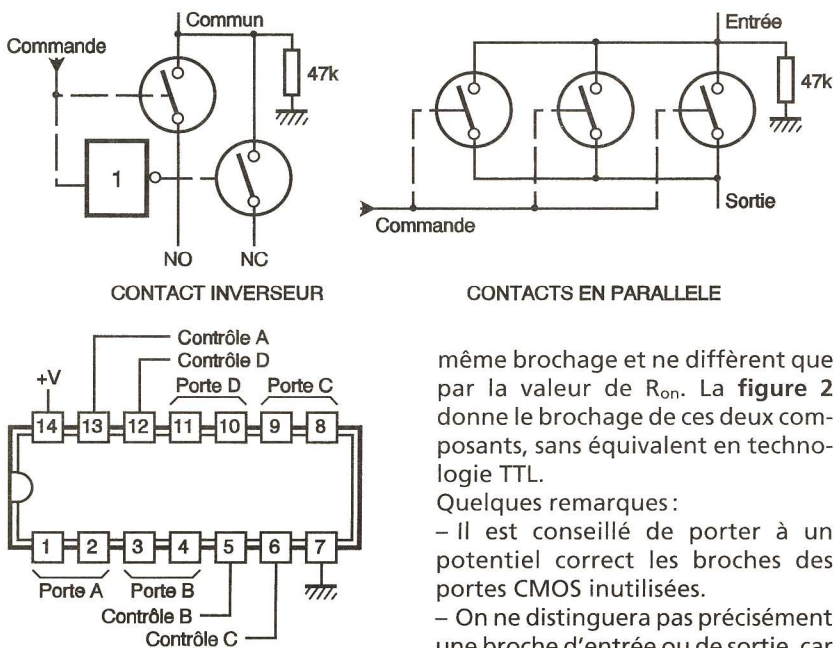


Fig 2 Brochage du CMOS 4016 ou 4066.

On trouvera en figure 1 la constitution d'une telle porte logique. Il est d'ailleurs aisé d'associer plusieurs portes, pour constituer par exemple un contact inverseur. Il suffit en effet de jumeler les « contacts » et d'inverser le signal de commande de l'un d'entre eux. Afin de diminuer l'impédance d'une telle porte analogique, qui d'ailleurs peut « passer »

même brochage et ne diffèrent que par la valeur de  $R_{on}$ . La figure 2 donne le brochage de ces deux composants, sans équivalent en technologie TTL.

Quelques remarques :  
– Il est conseillé de porter à un potentiel correct les broches des portes CMOS inutilisées.

– On ne distinguera pas précisément une broche d'entrée ou de sortie, car la porte analogique CMOS présentée est parfaitement bidirectionnelle.

### A PROPOS DU MULTIPLEXAGE

On appelle multiplexeur, ou encore « sélecteur de données », un circuit

logique disposant de plusieurs entrées qu'il peut à volonté mettre en communication une par une avec sa sortie unique. Il réalise une sorte d'aiguillage, dont le fonctionnement exact obéit à des signaux de commande logiques. Un tel circuit fait donc largement appel à de nombreuses portes analogiques. On pourrait encore comparer ce circuit à un commutateur comportant de nombreuses directions pour un seul circuit (voir fig. 3).

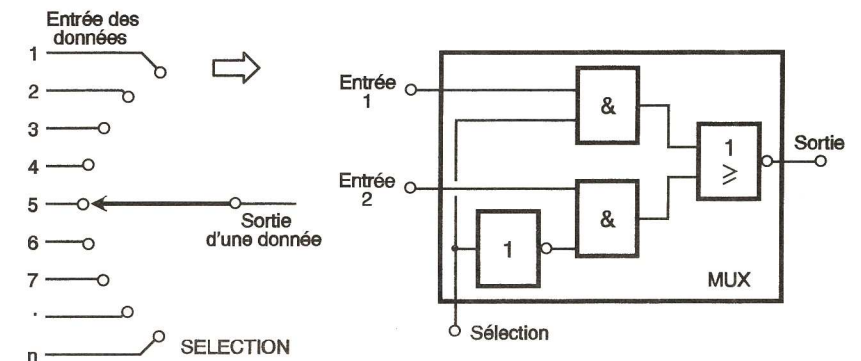


Fig 3 Multiplexeur à deux entrées.

Le multiplexage consiste précisément à choisir une des données d'entrée parmi N d'entre elles et de transmettre celle-ci à sa sortie unique. On trouvera encore à la figure 3 la constitution d'un étage multiplexeur élémentaire, permettant de sélectionner l'une ou l'autre de ses deux entrées. Veuillez noter que pour transmettre un niveau logique, on fait appel ici aux propriétés bien connues de la porte logique AND. Pour choisir entre quatre entrées possibles, il suffira de disposer de deux entrées de commande.

### UN MULTIPLEXEUR A 16 CANAUX, LE CIRCUIT CMOS 4067

Il suffira de disposer de quatre entrées de commande, pour disposer de 2 puissance 4, soit seize possibilités ; toutefois, il est fort pratique de disposer sur ce circuit d'une broche INHIBIT, qui, si elle est reliée au niveau bas, empêche toute liaison entre la borne commune et l'une des seize entrées d'utilisation. L'intensité véhiculée ne devra pourtant pas dépasser 10 mA ; quant à l'impédance d'un canal à l'état passant, elle atteint environ la valeur de

125 Ω. Le fonctionnement de ce super commutateur à seize directions est enfantin : si, par exemple, les

entrées A, B, C et D présentent dans cet ordre un état logique correspondant au nombre binaire 1001, on pourra s'assurer que le canal 9 (broche 22) et la sortie commune (broche 1) sont mis en liaison. Nous aurons par ailleurs l'occasion d'employer ce circuit en deux exemplaires en fin d'article, pour notre traditionnelle réalisation. On trouvera également à la figure 4 le

tableau de fonctionnement de ce composant si particulier.

### LE DEMULTIPLEXAGE

Le lecteur attentif aura deviné qu'il est possible tout à la fois d'utiliser ce circuit pour assurer un multiplexage sur seize canaux différents, mais également à l'inverse, de distribuer vers les seize sorties les informations provenant de l'entrée unique,

D	C	B	A	INH	Sortie validée	BROCHE
X	X	X	X	1	AUCUNE	
0	0	0	0	0	0	9
0	0	0	1	0	1	8
0	0	1	0	0	2	7
0	0	1	1	0	3	6
0	1	0	0	0	4	5
0	1	0	1	0	5	4
0	1	1	0	0	6	3
0	1	1	1	0	7	2
1	0	0	0	0	8	23
1	0	0	1	0	9	22
1	0	1	0	0	10	21
1	0	1	1	0	11	20
1	1	0	0	0	12	19
1	1	0	1	0	13	18
1	1	1	0	0	14	17
1	1	1	1	0	15	16

Tableau de fonctionnement du CMOS 4067. Fig 4

d'ailleurs notée IN/OUT par le fabricant. Le travail correspondant à ce que l'on nomme le démultiplexage est bien l'opération inverse et complémentaire du multiplexage.

On pourra facilement transmettre d'un point à un autre des signaux analogiques ou digitaux, avec un minimum de liaisons entre les deux points, moyennant toutefois une parfaite synchronisation entre les entrées de commande des deux circuits associés.

On trouve dans l'industrie bon nombre de circuits faisant appel à cette technique réversible, comme par exemple dans les circuits de sélection des données, dans le transfert d'informations téléphoniques ou autres, dans l'enchaînement d'opérations, la conversion parallèle-série, la génération de forme d'ondes ou plus simplement dans la commande des affichages comportant de nombreux chiffres. Dans cette dernière application, le temps d'utilisation des décodeurs et compteurs est partagé entre tous les afficheurs, économisant ainsi beaucoup

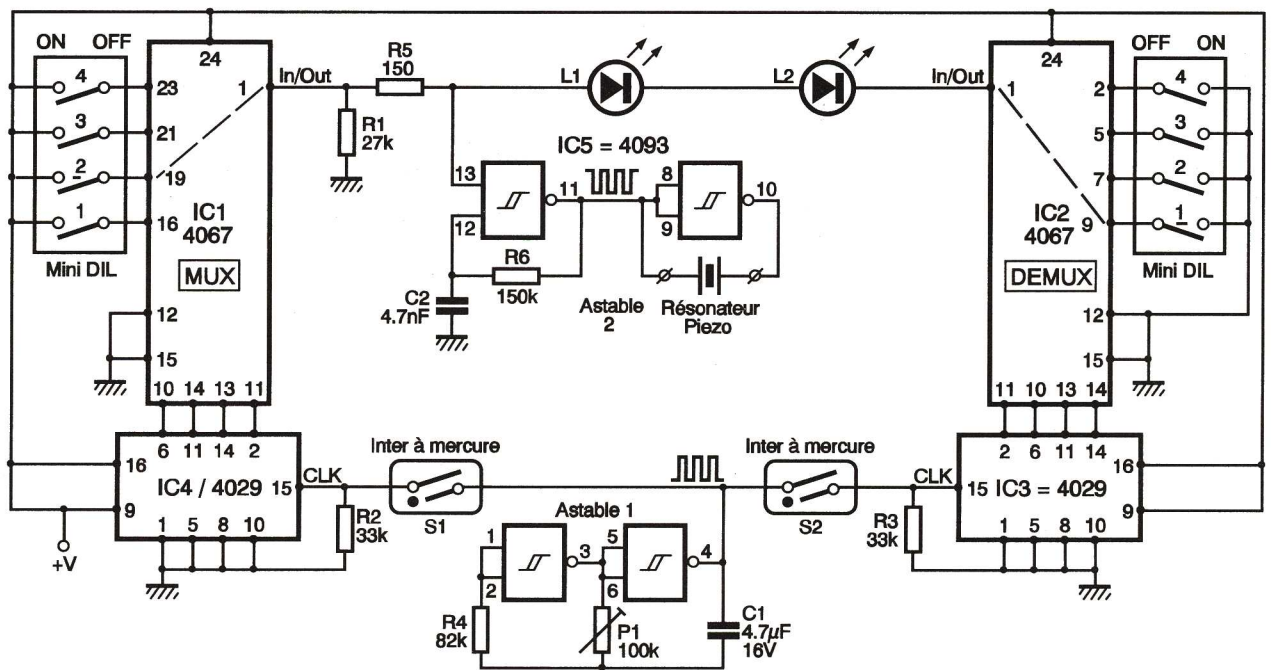


Schéma de principe du jeu de patience.

Fig 6

Vee permet de définir les limites des potentiels qui transitent par les portes analogiques. Si la valeur posi

autre. Notre jeu électronique reproduit fidèlement ce passe-temps et mettra votre patience à rude épreuve ; nous avons même prévu quatre niveaux dans notre exemplaire !

Sur la gauche du schéma, on trouve le circuit IC<sub>1</sub>, câblé en multiplexeur et piloté par le célèbre compteur/décodeur CMOS 4029, le circuit IC<sub>4</sub> sur le schéma. Pour les entrées du circuit IC<sub>1</sub>, on pourra choisir de mettre au niveau haut 1, 2, 3 et 4 broches, à savoir 23, 21, 19 et 16. La sortie unique sur la broche 1 est forcée à la masse par la résistance R<sub>1</sub>, et alimente à travers R<sub>5</sub> les deux diodes électroluminescentes L<sub>1</sub> et L<sub>2</sub>, montées en série. On constate de suite que pour s'illuminer ces DEL devront recevoir sur leur cathode le pôle négatif de l'alimentation. Et c'est là précisément le rôle du circuit IC<sub>2</sub>, monté ici en démultiplexeur, dont quatre sorties seulement sont utilisées sur les seize possibles, toujours à l'aide d'un bloc de quatre inters mini-DIL reliés cette fois à la masse. Les sorties du circuit IC<sub>2</sub> seront commandées au gré du compteur IC<sub>3</sub>, identique à IC<sub>4</sub>. La difficulté du jeu proposé consiste à faire avancer les deux compteurs de manière à pouvoir alimenter en permanence les deux diodes DEL. Pour ce faire, il suffit d'appliquer sur les entrées horloge de IC<sub>3</sub> et de IC<sub>4</sub>, un signal carré périodique, généré par l'oscillateur astable 1, construit

autour de deux portes NAND trigger, du circuit CMOS 4093. La fréquence exacte du signal sera réglée par l'ajustable P<sub>1</sub>.

Le « clou » du montage consiste à utiliser deux minuscules interrupteurs à mercure, correctement positionnés. Le contact S<sub>1</sub>, par exemple, réagit à un mouvement de droite à gauche, alors que son homologue S<sub>2</sub> sera actif d'avant en arrière. Bien entendu, si la petite boule de mercure entre en contact avec les deux électrodes, l'oscillateur fait avancer en permanence le compteur et, de ce fait, « la bille » passe sur le trou, mais ne s'y arrête pas ! Il faudra une patience sans faille pour parvenir à illuminer en permanence les deux diodes, d'autant plus que les inévitables rebonds seront pris en compte par nos compteurs. Pour aider les débutants, il est possible de fermer plusieurs inters mini-DIL à la fois, ce qui augmente les chances de réussite.

On trouve encore un étage astable 2 capable de sonoriser quelque peu votre jeu, par un bref signal à chaque fois que la sortie 1 de IC<sub>1</sub> sera haute, et plus longuement lorsque les billes sont parvenues au but. Une simple pile de 9V saura donner à ce montage une autonomie raisonnable ; on peut bien entendu imaginer quatre ampoules de mercure pour les quatre points cardinaux, pour corser la chose. Bon amusement.

Guy ISABEL

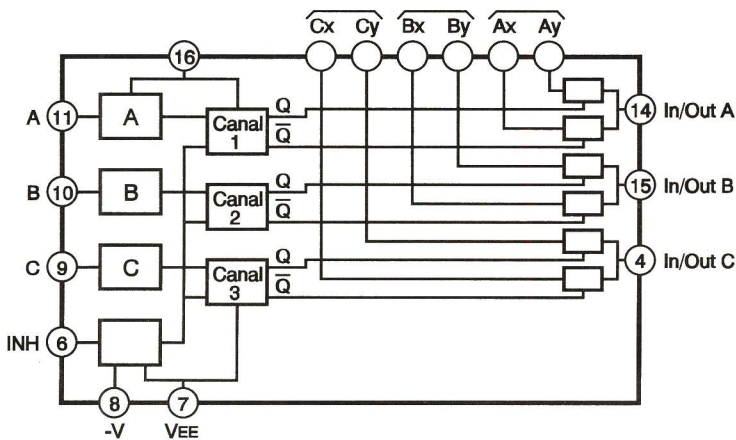


Schéma fonctionnel du CMOS 4053.

Fig 5

de liaisons et diminuant sérieusement la consommation des circuits. On exploite bien entendu la persistance de l'œil pour n'allumer qu'un afficheur à la fois. Pour visualiser simultanément sur un écran d'oscilloscope de nombreux potentiels différents et réaliser un mini-analyseur, on pourra connecter, sur les entrées de commande d'un circuit multiplexeur, les quatre sorties binaires d'un compteur décodeur 4029 déjà utilisé. Il faudra également décaler en amplitude, mais d'une faible valeur, les divers signaux à visualiser afin qu'ils ne se chevauchent point à l'écran.

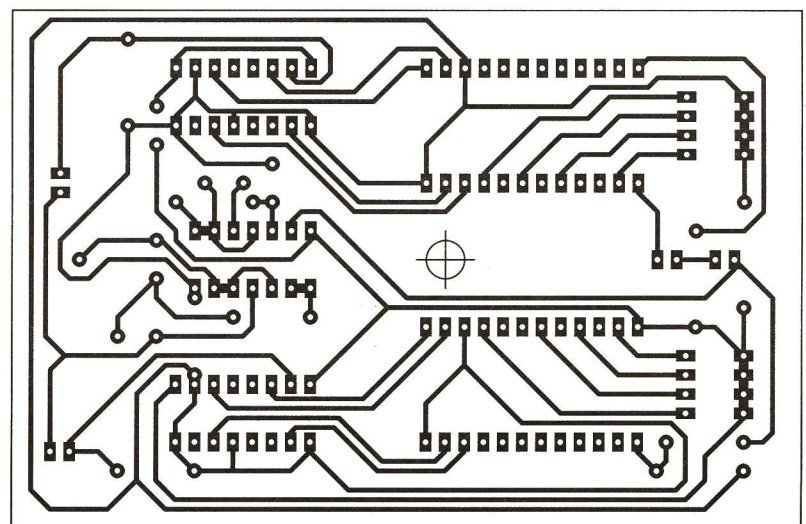
tive maximale ne doit pas dépasser la tension d'alimentation, la valeur minimale (même négative) sera fixée par le potentiel présent sur cette borne Vee (broche 7). Pratiquement, il est commode de la relier au pôle négatif de l'alimentation.

## ■ APPLICATION : UN JEU DE PATIENCE

Traditionnellement, nous allons conclure cette leçon par la réalisation d'une maquette mettant en œuvre l'un ou l'autre des circuits décrits plus haut. Une fois n'est pas coutume, nous vous proposons un petit jeu de patience, exploitant justement un multiplexeur (MUX) et son complément, le démultiplexeur (DEMUX). On peut reconnaître sur le schéma donné à la figure 6 deux exemplaires du circuit CMOS 4067. De quoi s'agit-il exactement ? Vous avez sans doute déjà manipulé ces petites boîtes où il s'agit de mettre dans des trous de petites billes de métal, en inclinant délicatement la surface du jeu ; le nombre de billes augmente évidemment la difficulté, et il n'est pas rare de faire sortir l'une des billes en voulant en placer une

## ■ UN MULTIPLEXEUR BIDIRECTIONNEL, LE CIRCUIT CMOS 4053

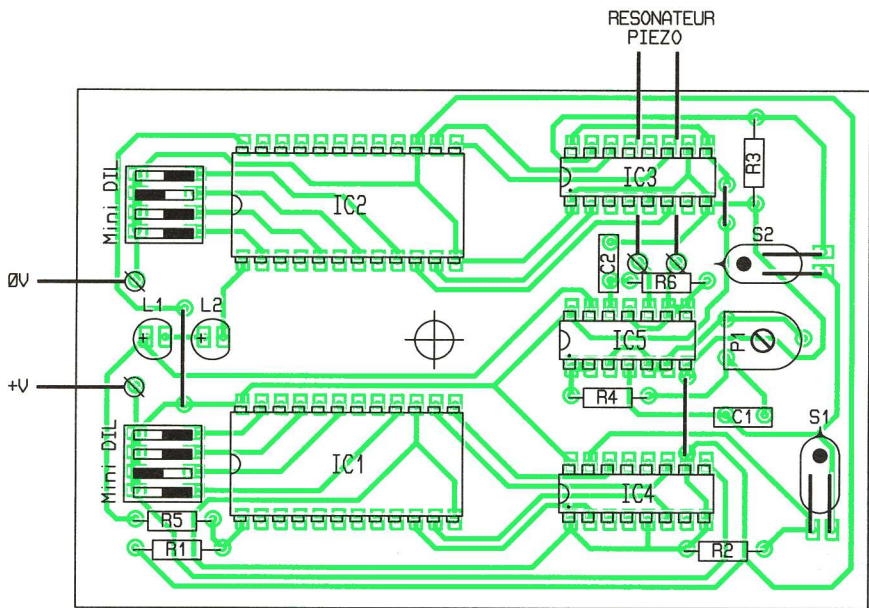
Au lieu de disposer de nombreux canaux, il est parfois intéressant de réaliser un multiplexage avec des portes analogiques bidirectionnelles, c'est-à-dire simulant un contact inverseur en quelque sorte. Sur notre circuit intégré, trois entrées de commande A, B et C sont proposées, ainsi qu'une entrée d'inhibition INH. Une autre entrée



Tracé du circuit imprimé à l'échelle.

Fig 7





Implantation des éléments.

Fig 8

### NOMENCLATURE

**IC1, IC2 :** multiplexeur CMOS 4067, boîtier DIL 24  
**IC3, IC4 :** compteur-décompteur binaire CMOS 4029  
**IC5 :** quadruple NAND trigger CMOS 4093  
**L1, L2 :** diodes électroluminescentes 5 mm  
**R1 :** 27 kΩ (rouge, violet, orange)  
**R2, R3 :** 33 kΩ (orange, orange, orange)  
**R4 :** 82 kΩ (gris, rouge, orange)  
**R5 :** 150 Ω (marron, vert, marron)  
**R6 :** 150 kΩ (marron, vert,

jaune)  
**P1 :** ajustable horizontal 100 kΩ  
**C1 :** tantale 3,3 ou 4,7 µF/16 V  
**C2 :** plastique 4,7 nF  
**2 supports à souder**  
**24 broches**  
**2 supports à souder**  
**16 broches**  
**1 support à souder**  
**14 broches**  
**2 blocs de 4 inters mini-DIL**  
**2 interrupteurs à mercure, sorties à fils**  
**Picots à souder**  
**Coupleur pression pour pile 9 V**  
**... et beaucoup de patience !**

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) + autoroute 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 "LAYO"), des utilitaires pour Layo, SCHEMA III limitée (opérationnel), la passerelle de Schéma III vers Layo, idem entre OrCad SDT<sup>™</sup> ("Im), Tango", 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.

## Découvrez le moyen le plus rapide pour faire des économies

**3615 DPSH\* B et B**

### Electronique-Informatique Composants-Kits-Mesure-Livres

Demandez votre disquette catalogue **Gratuite !**

Professionnels contactez-nous par fax : **53 61 66 53**

# PANTIN D.G. ELEC PARIS

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

60, av. Daumesnil - 75012 PARIS  
Horaires du lundi au samedi de 9 h 30 à 19 h sans interruption  
Métro : Gare de Lyon (sortie rue Chalon direction parking Méditerranée puis rue Raguinot)  
**TÉL. : (1) 43.40.41.02 - FAX: (1) 43.40.41.06**

## DG ELEC, LE SAVOIR-FAIRE... EN BLISTERS !

Désignation	Quantité	Blisters TTC	Prix unitaire	Désignation	Quantité	Blisters TTC	Prix unitaire	Désignation	Quantité	Blisters TTC	Prix unitaire
Cond. chi. 1 µF 63 V	100	25 F	0,25 F	LED 3 mm verte	100	25 F	0,25 F	Support double lyre 14 pattes	34	13,50 F	0,40 F
Cond. chi. 2,2 µF 63 V	100	25 F	0,25 F	LED HL 3 mm rouge	100	39 F	0,39 F	Support double lyre 16 pattes	30	13,50 F	0,45 F
Cond. chi. 3,3 µF 63 V	100	25 F	0,25 F	LED panachés	100	25 F	0,25 F	Support double lyre 20 pattes	20	11,20 F	0,56 F
Cond. chi. 4,7 µF 63 V	100	25 F	0,25 F	Cond. MKT 1 NF	100	30 F	0,30 F	Support double lyre 24 pattes	15	10 F	0,67 F
Cond. chi. 10 µF 63 V	100	25 F	0,25 F	Cond. MKT 2NF	100	30 F	0,30 F	Support double lyre 28 pattes	15	12 F	0,80 F
Cond. chi. 22 µF 63 V	100	25 F	0,25 F	Cond. MKT 3NF	100	30 F	0,30 F	Interrupteur unipolaire à levier	10	22 F	2,20 F
Cond. chi. 33 µF 25 V	100	25 F	0,25 F	Cond. MKT 4NF	100	30 F	0,30 F	Interrupteur miniature unipolaire à levier	10	40 F	4,00 F
Cond. chi. 47 µF 25 V	100	25 F	0,25 F	Cond. MKT 10 NF	100	30 F	0,30 F	Interrupteur double à levier	10	45 F	4,50 F
Cond. chi. 100 µF 25 V	100	30 F	0,30 F	Cond. MKT 22 NF	100	30 F	0,30 F	Sub-D 9 points mâle à souder	10	15 F	1,50 F
Cond. 220 µF 35 V	50	30 F	0,60 F	Cond. MKT 33 NF	100	30 F	0,30 F	Sub-D 9 points femelle à souder	10	15 F	1,50 F
Cond. 470 µF 35 V	25	25 F	1,00 F	Cond. MKT 47 NF	100	30 F	0,30 F	Sub-D 25 points mâle à souder	10	22 F	2,20 F
Cond. chi. 1000 µF 35 V	20	50 F	2,50 F	Cond. MKT 100 NF	100	40 F	0,40 F	Sub-D 25 points femelle à souder	10	22 F	2,20 F
Cond. chi. 1000 µF 63 V	10	40 F	4,00 F	Cond. MKT 220 NF	50	25 F	0,50 F				
Cond. 2200 µF 16 V	20	40 F	2,00 F	Cond. MKT 330 NF	50	35 F	0,70 F				
Cond. 2200 µF 35 V	9	36 F	4,00 F	Cond. 470 NF	25	22,50 F	0,90 F				
Cond. 3300 µF 42 V	5	20 F	4,00 F	Cond. 680 NF	25	30 F	1,20 F				
Cond. 4700 µF 16 V	5	25 F	5,00 F	Cond. MKT 1 µF	25	37,50 F	1,50 F				
Cond. 4700 µF 40 V	5	45 F	9,00 F	Diodes électrolytiques IR	20	40 F	2,00 F				
Pont de diode 1,5 A	25	25 F	1,00 F	Régulateur 7805 TO220	10	20 F	2,00 F				
BC 547	100	25 F	0,25 F	Régulateur 7812 TO220	10	20 F	2,00 F				
BC 557	100	25 F	0,25 F	Diode 1N4148	100	9 F	0,09 F				
BC 327-25	100	25 F	0,25 F	Diode 1N4007	100	18 F	0,18 F				
LED 5 mm rouge	100	25 F	0,25 F	Diode 1N5404 3A - 400 V	20	20 F	1,00 F				
LED 5 mm verte	100	25 F	0,25 F	Support double lyre 8 pattes	50	12,50 F	0,25 F				

## Weller GAMME ECO, la qualité à portée de tous...

**FER PORTABLE A GAZ PORTASOL**  
Un fer à souder autonome «instantané». Ce fer léger, immédiatement rechargeable avec du gaz butane standard, s'allume facilement avec la pierre à briquet incorporée dans le capuchon et chauffe très rapidement.  
**WC1 .....125 F**

**FERS MINI 2000**  
WM15L mini-fer à souder avec une panne traitée longue durée largeur 2 mm 15 W  
**230 V .....89 F**

WM20 mini-fer à souder avec une panne nickelée largeur 3,5mm 20 W 230 V .....**85 F**

**FERS SI**  
Si 25C 25 W, 230 V, livré avec panne droite, largeur 4,5 mm, support-fer, blister + petit tournevis .....**75 F**

### VALISE D'OUTILLAGE MAXICRAFT

comprenant 1 mini-perceuse + alimentation + 12 accessoires  
l'ensemble .....**189 F TTC**

- Mini-perceuse réf. : 20 000  
18 000 tours/minute. Prix .....**120 F TTC**
- Support de perceuse Maxicraft .....**110 F TTC**

## LABO monté pour circuits imprimés

### Pourquoi D.G. Elec a choisi KF et pas ... ?

**GRAVEUSE**

**MACHINE A GRAVER VERTICALE KF avec pompe et chauffage**  
Dim. des plaques avec chauffage 16 x 25 cm. Sans chauffage 20 x 25 cm. Réservoir extra-plat. Temps de gravure réduit. Opération facilitée par des pinces pour plaque simple ou double face.

**EN CADEAU : 2 stylos pour CI + 1 cadeau surprise**  
(dans la limite des stocks disponibles)

... parce que les machines sont montées, insolent des plaques de 200 x 300 et offrent un excellent rapport qualité/prix !

- Tube UV 30 cm pour machine à insoler KF .....**30 F pièce**

Prix donnés à titre indicatif variés selon les cours de nos approvisionnements. Photos non contractuelles.

**INSOLEUSE**

**MACHINE A INSOLER KF 4 TUBES**  
permettant d'insoler des plaques de 200 x 300 mm. Alimentation 220 V. Livrée montée en malette.

Perchlorure de fer en litre normal ou suractivé 18 F le litre	Résistances de 1 Ω à 10 MΩ, 5%, 1/4 W toutes valeurs confondues 0,05 F l'unité	Forêts carbure réaffûtées ø 1 mm 1,05 mm - 1,10 mm - 1,15 mm 6 F pièce La boîte de 10 50 F stock limité
Résistances ajustables verticales et horizontales de 100 Ω à 1 MΩ 1 F pièce	Ponts de diodes ronds 1,5 A, 600 V 1,20 F pièce	Connecteurs sub-D à souder 9 points mâle ou femelle 2 F capot 2 F 25 points mâle ou femelle 2,50 F capot 3 F
Gains thermo-rétractables en 1,20 m du Ø 1,2 mm jusqu'à 10 mm 12 F pièce	Transformateur de ligne 600 Ω pour téléphone 20 F pièce	Fusibles verre - Ø 5 x 20 mm de 100 mA à 6,3 A 0,50 F pièce - Ø 6 x 30 mm de 1A à 10 A 1 F pièce
Diodes LED Ø 3 mm ou 5 mm rouge ou verte, 0,30 F l'unité	Condensateurs céramiques de 1 PF à 10 NF 0,35 F pièce	Transistors BC 547 0,30 F BC 557 0,30 F BC 327 - 25 0,50 F
Trimmer Multitours de 100 Ω à 2 MΩ 5,50 F pièce	Plaques époxy présensibilisées 16/10*100 x 160 9 F pièce 200 x 300 32 F pièce	

### VENTE PAR CORRESPONDANCE

Chez DG ELEC, la vente par correspondance est traitée le jour même de réception du courrier. Des milliers d'articles disponibles sous 48 h. Joindre votre règlement à la commande. Forfait des frais de port 48 F jusqu'à 5 kg pour métropole. Etranger et DOM-TOM, nous consulter.

**Bon de commande par correspondance du catalogue DG ELEC 94.**

**20 F Franco**

Au sommaire: Kits. Composants actifs - passifs. Transformateurs. Outillage, etc.

Nom .....  
Prénom .....  
Adresse.....  
.....  
Code Postal : [ ] Ville.....  
 Ci-joint 20 F par chèque à l'ordre de DG-ELEC.

# 1000 VOLTS

NOUVEAU

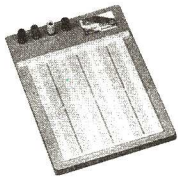
## LE 1<sup>ER</sup> SUPERMARCHÉ DES COMPOSANTS ELECTRONIQUES



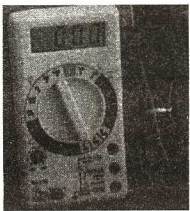
DES TECHNICIENS À VOTRE ECOUTE  
N'HESITEZ PAS À NOUS CONSULTER



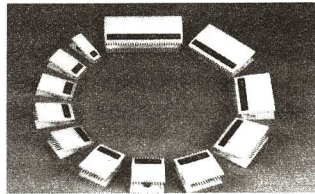
Distributeur agréé ANTEX,  
BI-WAVETEK, ELC, FLUKE, KF,  
PACK ELECTRONIQUE,  
VELLEMAN KITS, WELLER.



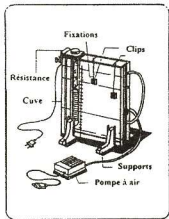
**PACK ELECTRONIQUE : Plaque d'essai**  
SD-5, 8 bus de 25pts..... 15 F.  
SD-10, 640 pts..... 33 F.  
SD5+SD10, 840 pts..... 43,5 F.  
SD-35, 2420 pts..... 139 F.  
SD-47, 3260 pts..... 179 F.  
UP604, pour PC/AT..... 549 F.



**PACK ELECTRONIQUE : Mesure**  
ST7 Analog..... 70 F.  
DM41 Digital..... 169 F.  
**MASTECH :**  
M830B, digital..... 92 F.



**PACK ELECTRONIQUE : Pinces test pour CC**  
ITC 8A, pince pr CI 8pts..... 28,90 F.  
ITC 14A, " pr CI 14pts..... 35,50 F.  
ITC 16A, " pr CI 16pts..... 39,80 F.  
ITC 20A, " pr CI 20pts..... 42,80 F.  
ITC 28A, " pr CI 28pts..... 59,80 F.  
ITC 40A, " pr CI 40pts..... 75,50 F.  
ITC 64A, " pr CI 64pts..... 125 F.



**Graveuse et Insoleuse :**  
1 sachet de granulés de perchlorure de fer  
1 sachet de révélateur  
1 plaque pré sensibilisée  
100x160  
L'ensemble..... 705 F.



**PACK ELECTRONIQUE : Soudage**  
KS30, fer à souder 30W ..... 29,90 F.  
PS12, pompe à dessouder .... 21,90 F.  
Coffret de soudage  
(fer, support, pompes, pces) ..... 169 F.  
**ANTEX**, fer à souder XS 25W.... 99 F.

**COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES : conducteurs,  
résistances, CI, transistors, microprocesseurs,  
diodes, leds, supports, connectique...**

**PRIX SUR SIMPLE CONSULTATION.**

8-10, rue de Rambouillet 75012 PARIS  
Tél. : (1) 46 28 28 55 - Fax : (1) 46 28 02 03

HORAIRES D'OUVERTURE : • LUNDI : 14H00-19H00  
• DU MARDI AU SAMEDI : 9H30-19H00

METRO : GARE DE LYON/  
Sortie : rue de Rambouillet-rue de Chalon  
ou REUILLY DIDEROT

**BON  
D'ACHAT  
DE 200 F.**

à partir de 2 000 F. d'achats  
Photocopie non admise

## Generation ELECTRONIQUE

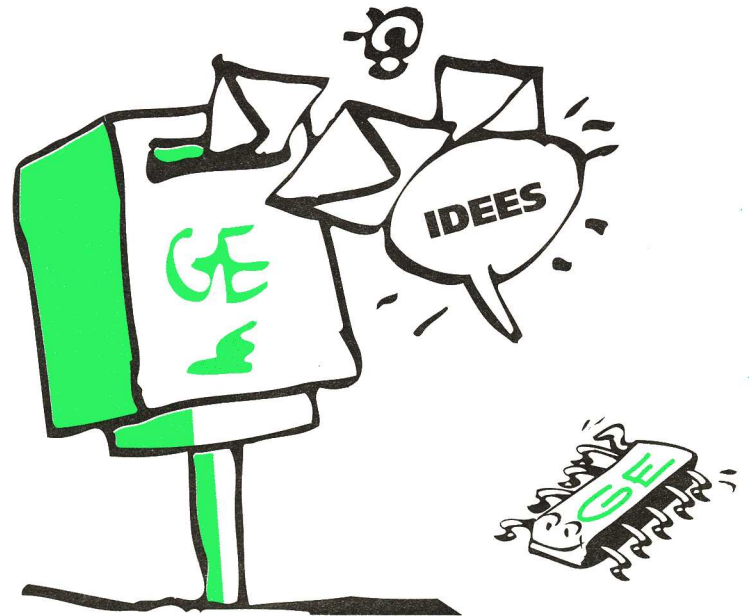
PROJETS, INITIATION, ENSEIGNEMENT

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

## M COMMUNIQUER !

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

## Generation ELECTRONIQUE

PROJETS, INITIATION, ENSEIGNEMENT

**le 15 du mois,  
chez soi...  
c'est sympa !**

(voir page 23)



Professeur

**Berto**

**Nouveau !!!**

Disquette d'initiation à l'électronique 3" 1/2 compatible PC comprenant : Notions de base, les résistances, les condensateurs, les diodes, les transistors, les thyristors - diac - triacs, les amplis op, etc ... 1850 composants, des formules, des schémas, des exemples de brochages - montages, des applications spécifiques.

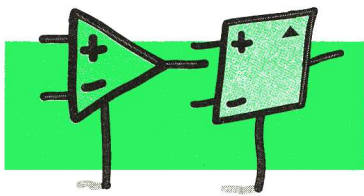
**Simple d'emploi et pédagogique !**

La disquette  
**59,90 F TTC**

En vente chez votre revendeur habituel.  
Documentation sur demande : **PROFESSEUR BERTO**  
Jette N°3 - BP N°9 - 1090 BRUXELLES - BELGIQUE

## Generation ELECTRONIQUE

**Présente à tous ses lecteurs  
et annonceurs  
ses meilleurs vœux  
pour l'année 1995**



# LES AMPLIFICATEURS OPERATIONNELS

## LES AOP (5<sup>e</sup> partie)

Le nouveau volet consacré aux AOP va nous faire découvrir des montages ayant pour but de modifier la forme ou l'amplitude des signaux qui leur sont appliqués. Après avoir analysé le fonctionnement de chacun d'eux, nous présenterons quelques applications typiques de ces montages.

### I - AMPLIFICATEUR DE GAIN + OU - 1

#### A) Le montage

Le schéma de cet amplificateur est proposé à la figure 1. En dehors de l'AOP, un transistor NPN et quatre résistances sont nécessaires à sa réalisation. C'est la polarité du signal de commande « Vc », appliqué à la base du transistor à travers la résistance Rb, qui détermine le signe de l'amplification.

#### B) Fonctionnement

Pour analyser le fonctionnement de ce montage, nous supposons dans un premier temps que le signal Vc est positif et d'amplitude suffisante pour que le transistor soit saturé. On pourra par exemple prendre la tension d'alimentation positive de l'AOP comme grandeur de commande Vc.

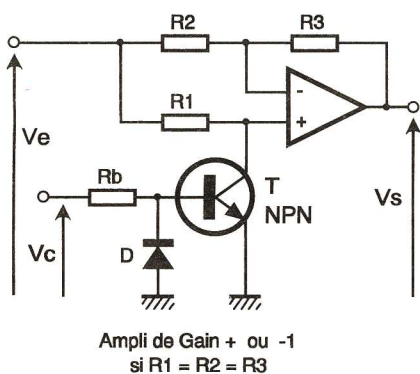


Fig 1

Lorsque le transistor T est saturé, la tension entre collecteur et émetteur, que l'on note Vcesat, devient assez faible (quelques dizaines de millivolts) pour que l'on puisse considérer que le transistor se comporte comme un interrupteur fermé, ce qui conduit au schéma équivalent de la figure 2a.

Dans cette situation, la résistance R1 en parallèle sur la source de signaux Ve n'entre pas en compte dans le fonctionnement de l'AOP. Ce dernier fonctionne en amplificateur inverseur dont le gain ( $-R_3/R_2$ ) ne vaudra  $-1$  que si l'on prend soin de

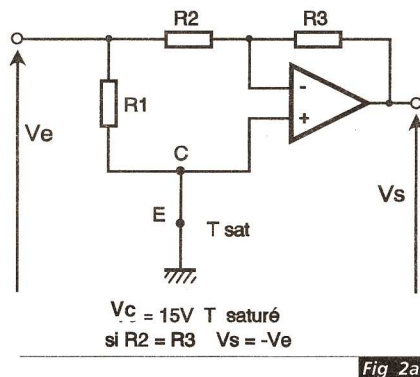


Fig 2a

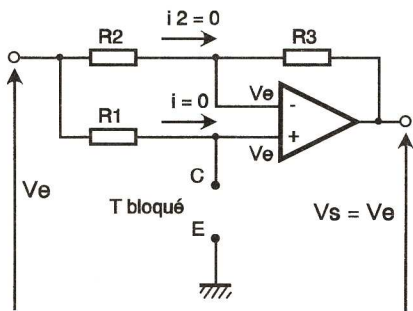


Fig 2b

choisir  $R_2 = R_3$ . Lorsque cette condition est respectée, les signaux présents en Ve se retrouvent en Vs avant un changement de signe mais sans modification d'amplitude. On dit aussi que ces signaux sont en opposition de phase lorsqu'on travaille en régime sinusoïdal.

Nous supposons maintenant que le transistor T est bloqué. Pour cela, il faut que le signal de commande Vc ait une valeur inférieure à 0,6V correspondant au seuil de conduction de la jonction base-émetteur. Par commodité et aussi par sécurité, on impose un signal Vc nul, voire négatif. Si l'on choisit comme tension de commande négative de l'AOP qui peut aller jusqu'à  $-15V$ , on place en parallèle sur l'espace base-émetteur une diode D, qui limite la tension inverse de cette jonction à  $-0,6V$  afin de protéger le transistor.

Lorsqu'il est bloqué, le transistor se comporte comme un interrupteur ouvert, ce qui donne le schéma équivalent de la figure 2b.

La présence d'une réaction de la sortie vers l'entrée inverseuse « e- » de l'AOP entraîne pour celui-ci un fonctionnement en régime linéaire tel que  $e^+ = e^-$ . Comme aucun courant n'est absorbé par l'entrée e+, la chute de tension dans la résistance R1 qui lui est reliée est nulle. On retrouve donc la tension Ve sur l'entrée e+, mais aussi sur e-, puisque  $e^+ = e^-$ . La chute de tension dans la résistance R2 étant nulle, le courant  $i_2$  qui la traverse est nul lui aussi. Les entrées de l'AOP n'absorbant aucun courant, le courant dans R3 a la même valeur que celui qui traverse R2. Celui-ci étant nul, la chute de tension (R3  $i_2$ ) est nulle, ce qui entraîne

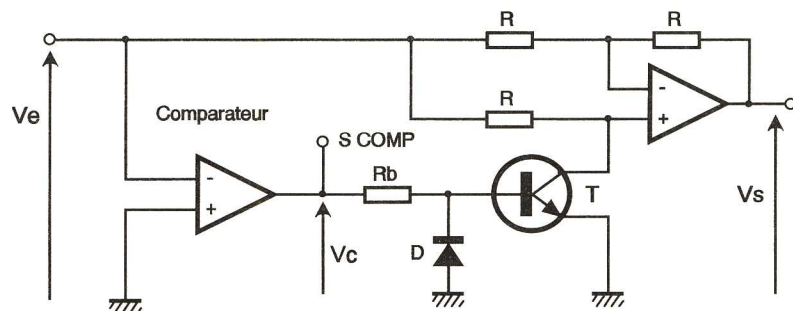


Fig 3

que  $V_s = V_e$ . L'amplification du montage  $V_s/V_e$  vaut par conséquent  $+1$ . En résumé, pour T saturé, l'amplification du montage vaut  $V_s/V_e = -1$  et pour T bloqué,  $V_s/V_e = +1$ . La condition de blocage est assez simple à obtenir car il suffit d'imposer une tension Vc nulle pour que le transistor soit bloqué. Pour que le transistor soit saturé, il faut veiller à ce que son courant de base soit supérieur à  $I_c/\beta$  (condition de saturation d'un transistor d'amplification en courant  $\beta$ ). La résistance Rb doit avoir une valeur telle que le courant base Ib soit supérieur à la plus grande valeur que puisse prendre le rapport  $I_c/\beta$ , ce qui se produit lorsque Ve est maximale. En négligeant la tension de seuil Vbe du transistor, le courant Ib vaut  $V_c/R_b$ , ce qui conduit à :

$$R_b < V_c R \beta / V_{e\max}$$

Pour  $R = 10\text{ k}\Omega$ ,  $V_c = V_{e\max}$  et un  $\beta$  de 100 on arrive à  $R_b < 1\text{ M}\Omega$ . Une résistance de  $10\text{ k}\Omega$  donne une marge confortable qui garantit, en même temps, une valeur de Vcesat assez faible.

#### C) Remarques

La plage de valeur des résistances R est apparemment quelconque car seul leur rapport intervient dans le fonctionnement en inverseur.

Néanmoins, il faudra veiller à ce que le montage ne charge pas trop la source de tension Ve. Une résistance d'entrée de valeur allant de 20 à  $100\text{ k}\Omega$  par volt convient généralement. Par exemple, pour une tension Ve d'amplitude maximale 5V et une résistance d'entrée de  $50\text{ k}\Omega/V$ , on prendra des résistances  $R = 5 \times 50 = 250\text{ k}\Omega$ , soit  $270\text{ k}\Omega$  en valeur normalisée. Lorsque le transistor T est saturé, l'amplification de l'étage ne vaut  $-1$  que si les deux résistances R interviennent dans le calcul de  $V_s/V_e$  ont rigou-

reusement la même valeur. Si la qualité essentielle que l'on attend de ce montage est la précision au niveau des valeurs du gain, on remplacera la résistance de réaction par un élément ajustable. Pour régler celui-ci, on pourra imposer à l'entrée du montage une tension continue mesurée en voltmètre et on agira sur l'ajustable pour que la tension de sortie soit exactement égale à son opposé. Un multimètre à 3 ou 4 digits sera le bienvenu pour cette opération.

Pour le fonctionnement en amplificateur de gain  $+1$ , il n'y a théoriquement aucune contrainte à respecter puisque le courant traversant les résistances est nul et que l'amplification est indépendante de celles-ci.

### II - FONCTION VALEUR ABSOLUE

#### A) Le montage

Si l'on adjoint au montage précédent un comparateur inverseur (fig. 3), on réalise un inverseur de polarité automatique qui délivre sur sa sortie la valeur absolue du signal d'entrée. Par rapport au montage précédent, cette solution évite d'avoir à se préoccuper du signe de la tension d'entrée puisque le montage gère lui-même la tension de commande Vc du transistor.

Lorsque le signal Ve est positif, l'entrée non-inverseuse du comparateur étant à la masse, la tension de commande Vc devient négative, ce qui bloque le transistor T, d'où  $V_s = V_e$  (positive).

Si Ve devient négative, la sortie du comparateur bascule et devient positive. Le transistor T se sature, ce qui provoque le fonctionnement du montage en inverseur et donne  $V_s = -V_e$ . La tension de sortie reste donc positive quelle que soit la polarité du signal Ve.

Remarquons que si l'on intervertit les entrées du comparateur, le montage délivrera sur sa sortie une tension strictement négative, égale à l'opposé de la valeur absolue de Ve.

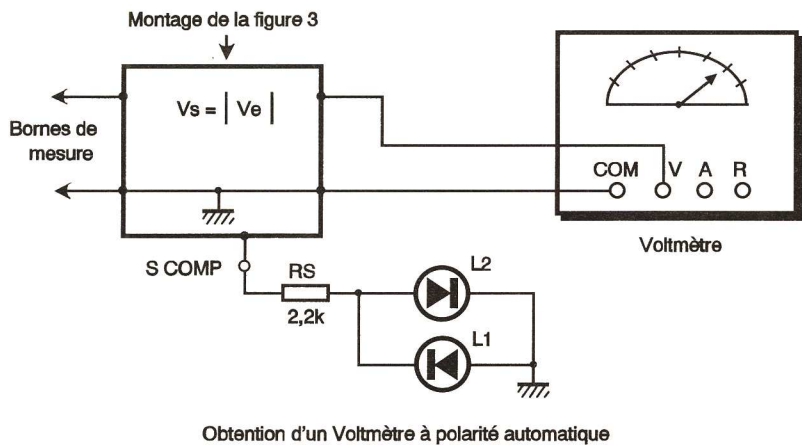


Fig 4

## B) Applications

Si les multimètres récents, généralement à affichage numérique, possèdent un détecteur automatique de polarité, lorsqu'on utilise un multimètre analogique à aiguille pour tester un montage où cohabitent des tensions positives et négatives par rapport à la masse, il n'est pas rare que l'on soit obligé de changer plusieurs fois la polarité des bornes au cours des mesures. Si cette opération n'est pas compliquée, elle devient vite fastidieuse. Avec l'indicateur de valeur absolue, interposé entre les bornes de mesure et le multimètre (fig. 4), le changement de polarité devient automatique, ce qui évite l'inversion des bornes au niveau du multimètre ou du montage.

Il est évident que l'amplitude des tensions mesurées au travers de ce module ne pourra pas dépasser sa tension d'alimentation à moins de munir l'entrée de celui-ci d'un atténuateur, ce qui est toujours envisageable.

Si on le souhaite, on peut connecter des diodes LED entre la sortie du comparateur et la masse afin d'indiquer la polarité des signaux mesurés. Pour  $V_e$  positive,  $L_1$  est allumée, alors que pour  $V_e$  négative, c'est  $L_2$  qui l'est à son tour.

On pourra aussi utiliser ce montage pour effectuer du redressement double alternance puisque celui-ci correspond par définition à la fonction valeur absolue. Ce montage est équivalent à un redresseur sans seuil comme ceux que nous avons déjà décrits.

### III - AMPLIFICATEUR NON LINEAIRE

Cette dénomination caractérise le fonctionnement de l'amplificateur réalisé et non celui de l'AOP utilisé qui, lui, travaille en régime linéaire.

#### A) Le compresseur d'amplitude, son fonctionnement

Avant d'aborder le montage proprement dit, nous rappellerons quelques notions fondamentales concernant l'amplificateur inverseur

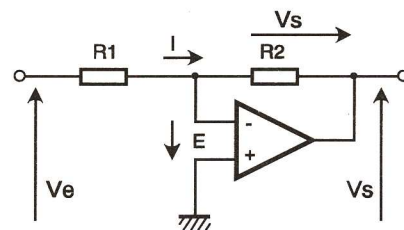


Fig 5a

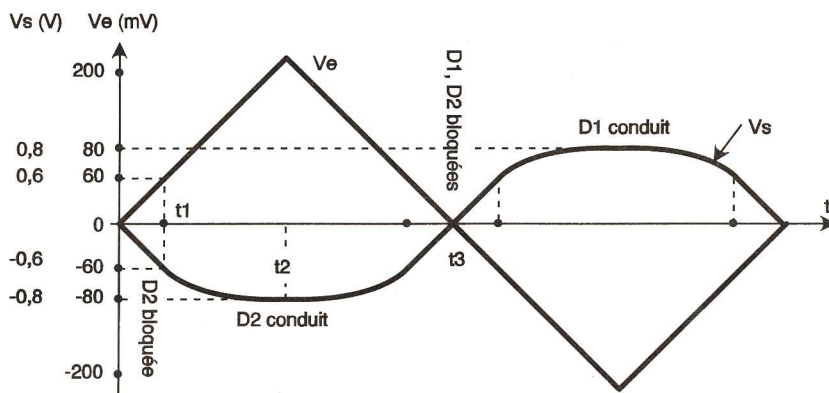
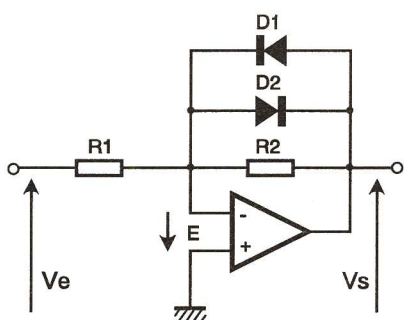


Fig 6

de la figure 5a dont l'amplification  $A$  est négative et vaut  $(-R_2/R_1)$ . En se souvenant que la tension différentielle d'entrée  $E = e^+ - e^-$  est nulle en régime linéaire, on en déduit que la tension aux bornes de  $R_2$  a pour valeur  $V_s$ . Par ailleurs, le courant  $I$  qui traverse  $R_2$  est le même que celui qui traverse  $R_1$  et son expression est  $I = V_e/R_1$ .

Si nous disposons en parallèle sur la résistance  $R_2$  deux diodes montées tête-bêche comme le montre la figure 5b, tant que la tension aux bornes de ces diodes n'atteint pas leur seuil de conduction, qui vaut 0,6 V pour le silicium, tout se passe comme si l'on avait affaire à un amplificateur inverseur puisque les diodes restent bloquées. La valeur maximale de la tension  $V_e$  pour laquelle cela se produit vaut  $V_{es} = 0,6/|A|$ .



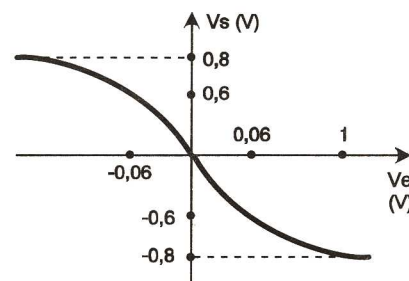
Montage compresseur

Fig 5b

Pour la suite de notre raisonnement, nous supposons que  $R_2 = 10 R_1$  (soit  $A = -10$ ) et que la tension  $V_e$  supposée positive croît linéairement et dépasse le seuil de 60 mV (0,6/10) (fig. 6).

A partir de cet instant ( $t_1$ ), la diode  $D_2$  polarisée en sens direct par la tension  $V_s$  commence à conduire alors que  $D_1$  polarisée en inverse reste bloquée. Une partie du courant  $I$ , qui jusque-là traversait uniquement la résistance de réaction  $R_2$ , commence à traverser  $D_2$ . Cette diminution du courant dans  $R_2$  se traduit par une réduction de la tension  $V_s$  par rapport à la valeur que l'on aurait s'il n'y avait pas la diode  $D_2$ .

Comme on peut le constater sur le chronogramme de la figure 6, la tension  $V_s$  s'infléchit pour devenir presque horizontale. Même pour des valeurs de  $V_e$  de plusieurs volts, la tension  $V_s$  n'atteint pas 0,8 V. Le résultat de ce traitement est un écrêtage dû à la présence de la diode. A partir du point précédent (instant  $t_2$ ), si la tension  $V_e$  diminue, on décrit de nouveau la caractéristique précédente et on arrive, pour  $V_e = 0$ ,



Caractéristique  $V_s = f(V_e)$  du compresseur de la figure 5b pour  $R_2 = 10R_1$

Fig 7

$= f(V_e)$  représentée à la figure 7 est déduite des caractéristiques courant-tension correspondant à l'association parallèle  $R_2$ - $D_2$  pour  $V_e$  positive et  $R_2$ - $D_1$  pour  $V_e$  négative.

Si l'on attaque ce montage par une tension sinusoïdale d'amplitude 1 V, la tension de sortie  $V_s$  sera fortement écrêtée. En revanche, si son amplitude reste inférieure à environ 60 mV, la tension de sortie restera bien sinusoïdale, ce que montrent les figures 8a et 8b.

#### B) L'expandeur d'amplitude

On passe du montage précédent à celui de l'expandeur en déplaçant les deux diodes qui se retrouvent maintenant en parallèle sur la résistance  $R_1$ , comme le montre la figure 9a.

On doit veiller dans ce cas à ne pas imposer une tension d'entrée d'amplitude supérieure à 0,8 V sous peine de détériorer les diodes utilisées car, dans ce cas, le courant qui les traverse n'est limité que par la résistance interne du générateur qui délivre la tension  $V_e$ . Pour le montage précédent, le courant était limité par la résistance  $R_1$ .

Cette remarque étant faite, si l'amplitude de  $V_e$  reste inférieure à 0,6 V, les diodes restent bloquées et l'amplification du montage vaut  $-R_2/R_1$ .

à  $V_s = 0$  (instant  $t_3$ ). Le même raisonnement peut être développé pour des tensions  $V_e$  négatives et croissantes en valeur absolue, ce qui entraînera la conduction de  $D_1$  à partir de  $V_e = 0,06$  V.

L'allure de la caractéristique globale  $V_s$



Dès que la tension d'entrée dépasse le seuil de conduction de l'une des deux diodes, celle-ci se met à conduire en suivant sa caractéris-

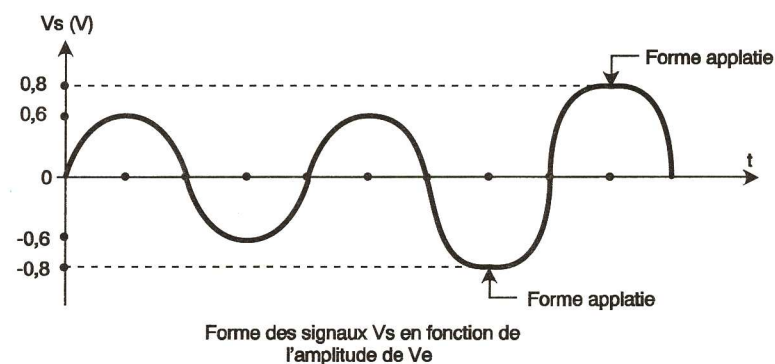
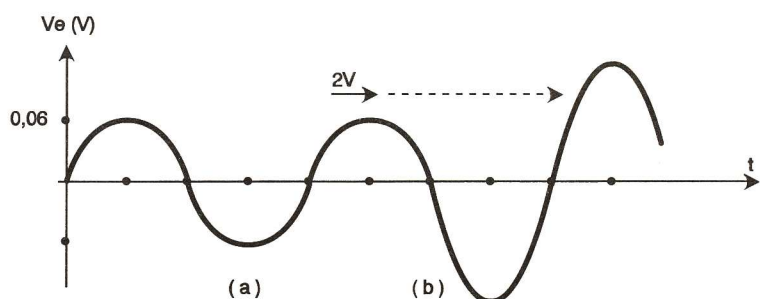
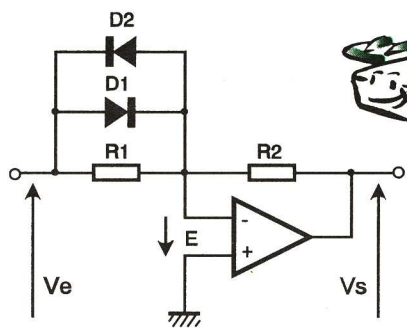


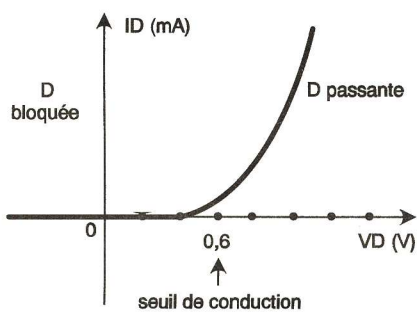
Fig 8



Montage expandeur de gain  
-  $R2 / R1$  pour  $V_e < 0,6V$

Fig 9a

tique que nous avons représentée à la figure 9b et qui montre que le courant  $i_D$  augmente de façon importante lorsque la tension  $v_D$  augmente très légèrement après le seuil de conduction. Cette augmentation non linéaire du courant  $I$  qui traverse  $R_2$  se traduit par le même type de variation pour  $V_s$  au signe près.

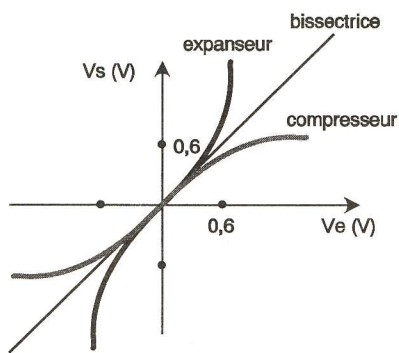


Caractéristique d'une diode au silicium

Fig 9b

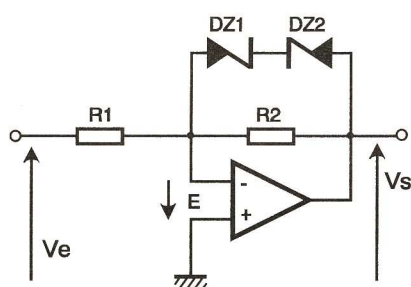
Les caractéristiques  $V_s = f(V_e)$  de l'expandeur et du compresseur sont symétriques par rapport à la bissectrice du premier cadran (fig. 9c).

Un signal d'amplitude supérieure à 0,6 V mais inférieure à 0,8 V est donc beaucoup plus amplifié qu'un signal d'amplitude faible ( $V < 0,6 V$ ).

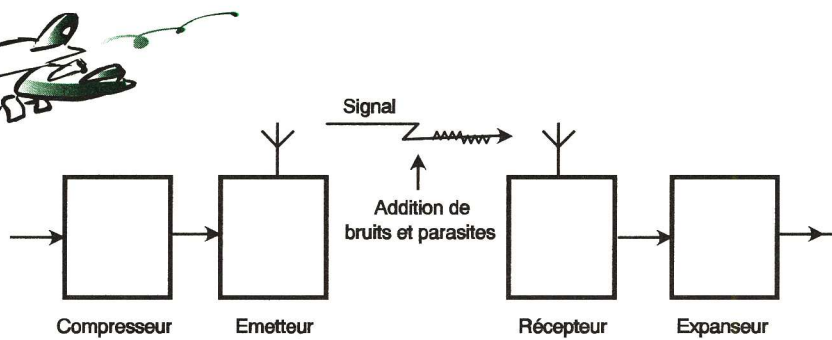


Caractéristique  $V_s = f(V_e)$   
d'un expandeur et d'un compresseur  
non inverseur de gain 1

Fig 9c



Montage compresseur à diodes zéner



Principe d'une chaîne de transmission limitant l'effet du bruit sur les signaux faibles

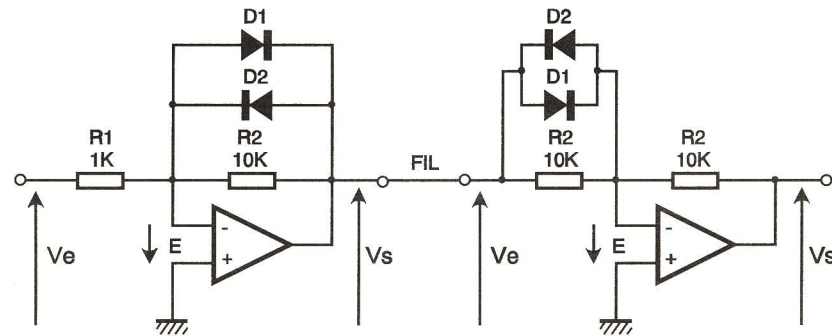
Fig 11

## C) Applications

### 1) Montage écrêteur

Lorsqu'on désire limiter l'amplitude d'un signal présentant de fortes variations de niveau liées, par exemple, à l'expérience de parasites qui pourraient nuire au bon fonc-

tionnement de la chaîne d'amplification, on utilise le montage de la figure 5b ou un montage dérivé dans lequel les diodes sont remplacées par des zeners montées non plus en parallèle mais en série (fig. 10).



Simulation de transmission avec compression et décompression

Fig 12

Outre la disposition, ce qui change avec les zeners, c'est le seuil à partir duquel la tension  $V_s$  est écrêtée, puisque celui-ci vaut  $U_z + 0,6 V$  (tension inverse d'une zener augmentée du seuil de l'autre en direct). La tension d'entrée correspondante vaut par conséquent  $\pm (U_z + 0,6)/A$ .

### 2) Compresseur-expandeur d'amplitude

Lorsqu'on doit envoyer des informations à longue distance (fig. 11) contenant des signaux de faible et de forte amplitude, qu'il n'est plus possible d'amplifier sous peine de risquer l'écrêtage des signaux de forte amplitude, on peut améliorer la qualité de la transmission en comprimant les signaux avant de les envoyer. Cette opération permet de minimiser l'influence des parasites

seront donc reconnaissables. Il faut cependant noter que, lors de la compression, les signaux sont fortement déformés. Il en résulte que les signaux reçus le sont aussi. Côté récepteur, il faut donc redonner aux

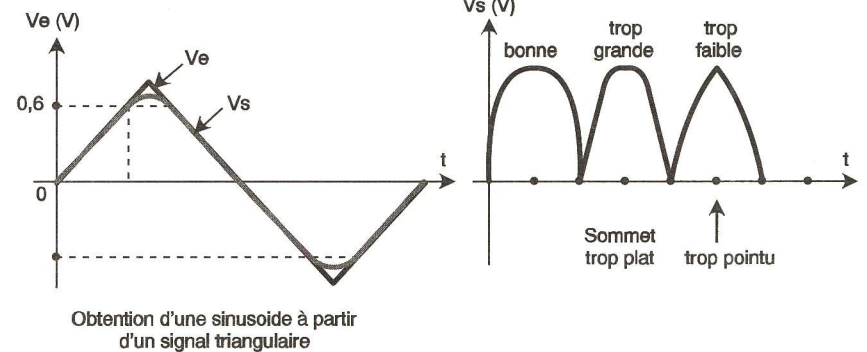


Fig 13

signaux compressés leurs formes et leurs amplitudes initiales. Cette fonction est assurée par un expandeur qui devra posséder les caractéristiques inverses de celle du compresseur utilisé côté émission. Le lecteur qui le souhaite pourra, s'il

dispose d'un oscilloscope et d'un générateur sinusoïdal, constater que le montage de la figure 12, dans lequel la liaison entre l'émetteur et le récepteur est simulée par un simple fil, permet, d'une part, d'amplifier les signaux  $V_e$  par un facteur 10, de les transmettre avec une amplitude comprise entre  $-0,8$  et  $+0,8 V$  (après passage dans le compresseur proposé) et, d'autre part, de restituer ceux-ci sans qu'apparaissent en sortie de l'expandeur des signes de distorsion visibles même pour des amplitudes  $V_e$  atteignant 1 V, alors qu'au niveau de la liaison les signaux sont complètement écrêtés comme ceux de la figure 8b. Pour que la décompression soit satisfaisante, on prendra des éléments non linéaires  $R-D_1-D_2$  identiques tant côté émetteur que récepteur. On notera que l'amplification par 10 n'a lieu que côté émetteur, vu la valeur des composants utilisés.

### 3) Convertisseur triangle sinus

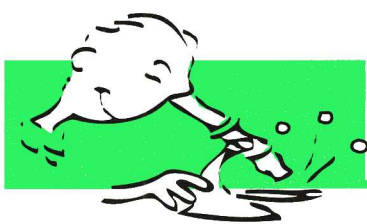
Si l'on attaque le montage de la figure 5b pour lequel les résistances  $R_1$  et  $R_2$  ont la même valeur  $R = 1 k\Omega$  par une tension triangulaire symétrique d'amplitude maximale de l'ordre de 0,7 V, la tension  $V_s$  ressemble à une sinusoïde (fig. 13).

Cette ressemblance est à l'origine de l'appellation « pseudo-sinusoïde » que l'on donne à ce type de signal. La différence avec une vraie sinusoïde n'est pas très importante et, pour des mesures ne requérant pas un taux de distorsion inférieur au pourcent, ce type de signal fait très bien l'affaire. Si l'aspect du sommet des pseudo-sinusoïdes obtenues à partir de ce montage est trop « gothique »

(pointu) ou trop « roman » (plat), un réglage du niveau d'entrée  $V_e$  pourra en partie y remédier. Pour avoir expérimenté ce montage sur plaque de connexions, nous avons pu observer des signaux d'une excellente qualité en montant en cascade deux circuits identiques et en jouant sur le niveau du signal d'entrée.

Ce type de montage fait partie de ceux que l'on qualifie de conformateur à diodes. Il est en fait le plus simple des représentants de cette catégorie de montages qui permettent, à partir de signaux généralement triangulaires, d'obtenir des sinusoïdes. De nombreux générateurs de signaux du commerce adoptent ce principe de conversion en le sophistiquant de façon à obtenir des taux de distorsion très réduits. ■

Fig 10



## L'ELECTRICITE DYNAMIQUE (suite)

La découverte d'Ørsted concernant l'influence qu'un courant circulant dans un conducteur peut avoir sur la position de l'aiguille d'une boussole fit l'objet de nombreuses expérimentations à partir du moment où l'on se rendit compte qu'une pile très puissante n'était pas nécessaire pour cela.

Mais si les expériences se multipliaient, il restait encore à définir les lois permettant de comprendre et de quantifier le phénomène électromagnétique, ce à quoi s'attacha le Français André-Marie Ampère (1755-1836) dont l'apport fut considérable dans ce domaine.

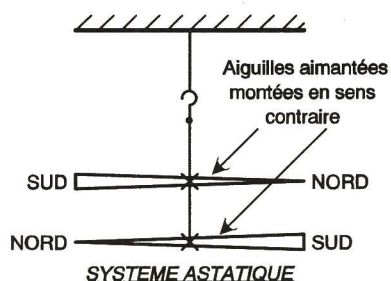


Fig 1

C'est afin d'étudier le phénomène observé par Ørsted sans être gêné par le magnétisme terrestre qu'Ampère imagina la construction de sa boussole astatique dont l'aiguille ne pouvait se déplacer que perpendiculairement à la direction de la force magnétique terrestre.

D'autres systèmes furent imaginés comme le système astatique de Nobili consistant à monter sur un même axe mobile non pas une mais deux aiguilles aimantées en sens contraire. Le champ magnétique terrestre exerçant des actions contraires sur chacune d'elles, leur résultante est nulle au niveau de l'axe (fig. 1).

### LA REGLE D'AMPERE

Cette règle établit la relation entre le sens du courant et son action sur le déplacement d'une aiguille aimantée.

Appelée communément règle du bonhomme d'Ampère, elle s'énonce comme suit : si un observateur couché le long du fil conducteur de manière qu'un courant lui entre par les pieds et lui sorte par la tête a le visage tourné vers le pôle Nord de l'aiguille, il verra ce pôle Nord dévier invariablement vers la gauche.

Procédez aux expériences déjà décrites dans le numéro précédent en plaçant le bonhomme d'Ampère découpé et collé sur un fil conduc-

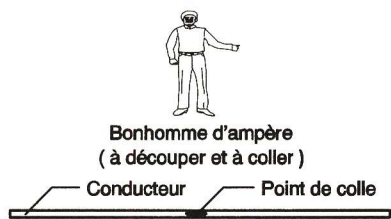


Fig 2

teur comme indiqué sur la figure 2 : que constatez-vous ?

### L'INFLUENCE DES COURANTS SUR LES COURANTS

Loin de se cantonner à la simple étude de l'influence d'un courant

s'attirent lorsqu'ils sont de même sens et se repoussent lorsqu'ils sont dirigés dans des sens contraires. Ces résultats surprenants, car en complète opposition avec ce que nous pouvons observer en électrostatique (des charges de même signe se repoussent) ou en magnétisme (les pôles contraires de deux aimants s'attirent), posèrent les bases de l'électrodynamique.

S'attaquant au problème général de l'électrodynamique, il déduisit qu'une suite de courants circulaires mobiles tendraient à se placer parallèlement à un courant rectiligne. Placés sur un axe horizontal mobile, ces courants circulaires se placeraient donc en croix par rapport au courant rectiligne.

Afin de vérifier ses hypothèses, Ampère fabriqua un enroulement avec un conducteur enveloppé de soie (les physiciens allemands Schweigger et Poggendorff avaient découvert qu'il était possible d'isoler un conducteur en le recouvrant de soie ou d'un vernis résineux) qu'il disposa à la place de son cadre mobile (fig. 4).

Les étranges ressemblances entre les effets des courants circulaires, qu'il baptisa de solénoïdes, et un aimant lui firent entrevoir que dans un barreau de fer, préexistant naturellement des champs minuscules orientés dans toutes les directions. Tout comme pour le solénoïde, c'est le

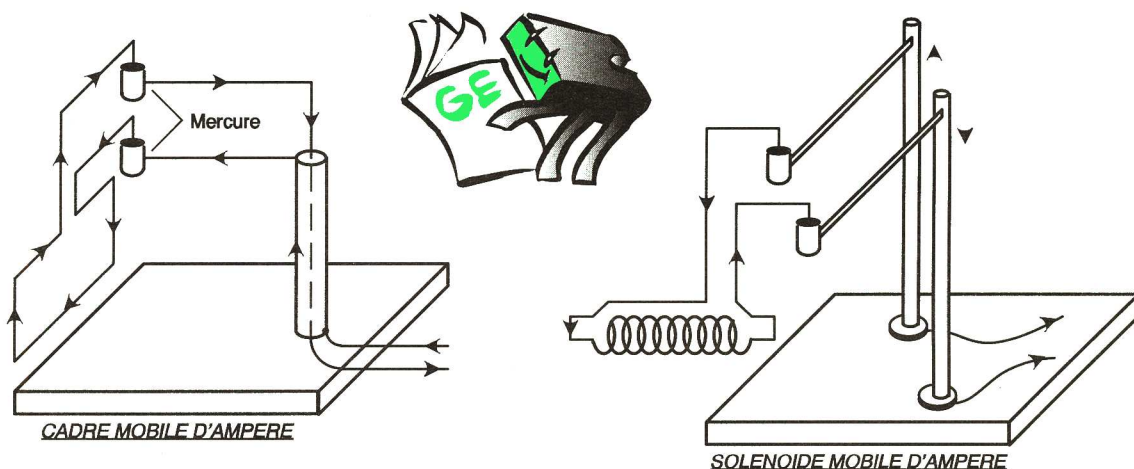


Fig 3

Fig 4

sur un aimant, Ampère chercha à étendre ses observations à l'influence qu'un conducteur parcouru par un courant peut avoir sur un autre conducteur.

Sur la figure 1, on constate que le dispositif imaginé par Ampère permet à un cadre mobile de se mouvoir librement tout en étant parcouru par le même courant qu'un conducteur fixe. Les deux crochets de l'axe de rotation du cadre mobile plongeaient dans deux godets remplis de mercure permettant d'obtenir un contact électrique quelle que soit la position du cadre. C'est ainsi qu'il mit en évidence le fait que deux courants parallèles

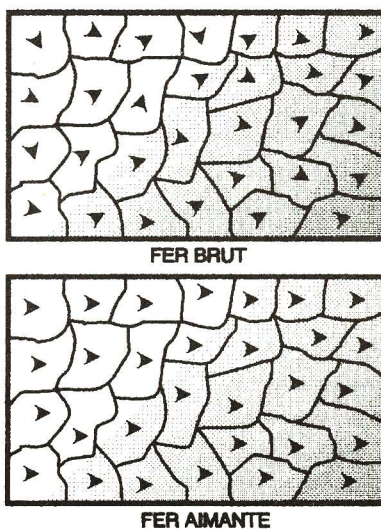


Fig 5

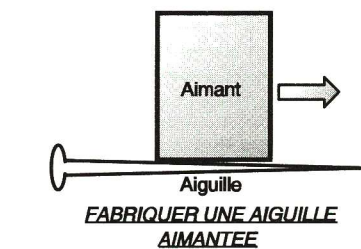


Fig 6

nombre de spires qui détermine la force attractive, un barreau de métal peut se transformer en aimant si l'on oriente dans une même direction l'ensemble des minuscules champs dont l'union fait la force (fig. 5).

### FABRIQUER UN AIMANT

La méthode la plus simple consiste à prendre une aiguille à coudre ou un clou sur lequel on frotte une cinquantaine de fois le pôle d'un aimant toujours dans le même sens (fig. 6).

Il suffit alors d'approcher votre nouvel aimant d'un trombone ou d'une aiguille pour constater qu'ils sont attirés.

On peut cependant briser l'alignement créée au sein du métal en chauffant le clou ou l'aiguille. On place pour cela le clou entre les

mâchoires d'une pince multiprise puis on chauffe grâce à la flamme d'une bougie.

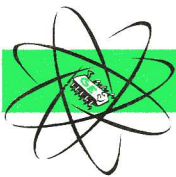
Des chocs répétés avec un marteau produisent de la même manière une rupture de l'alignement au sein du métal, ce qui explique qu'il est nécessaire de manipuler les aimants avec précaution.

P. RYTTER

### MATERIEL

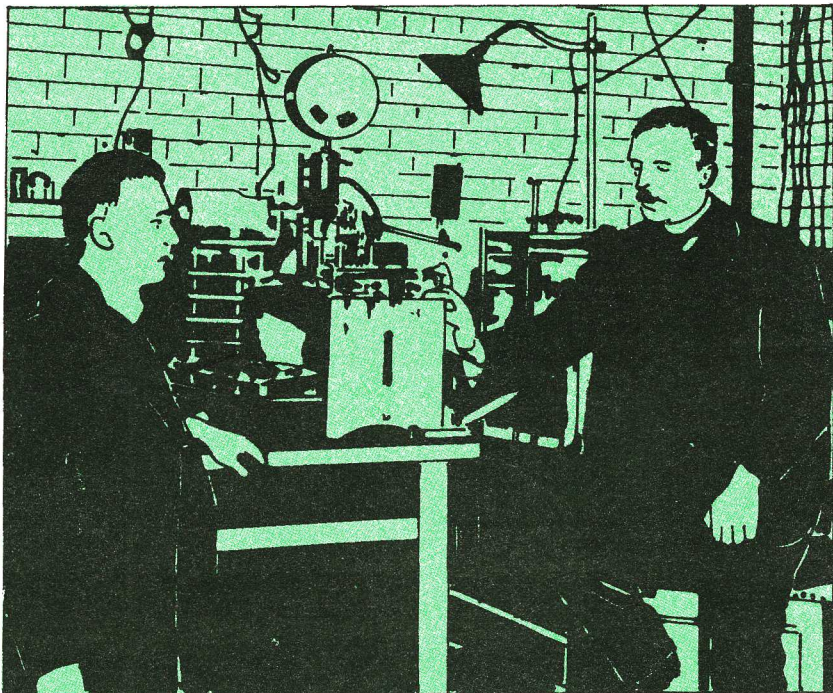
- 1 aimant
- 1 clou ou une aiguille
- 1 pile de 1,5 V, du fil conducteur et une boussole.





## PETITE HISTOIRE DE L'ATOME

(5<sup>e</sup> PARTIE)



Geiger et Rutherford (à droite) université de manchester (1908)

P. Ry

1913), mirent en évidence un fait troublant : des noyaux atomiques possédaient des masses différentes alors que leurs charges électriques étaient identiques.

Ces constatations ne pouvant être contestées car corroborées par des recherches entreprises par d'autres, il restait à trouver l'origine de cette différence de masse.

Des atomes qui semblaient apparemment chimiquement identiques, car occupant une même case du tableau périodique des éléments, possédaient des taux de désintégration radioactive différents. Fort de cette constatation, F. Soddy suggéra le nom d'isotope (du grec « *isotope* », qui signifie même place) pour ces atomes.

F.W. Aston fit la description du comportement d'atomes de néon chargés (ions) accélérés dans un tube à décharge. Le champ magnétique produit par un aimant révéla en effet la présence de deux sortes de néons, respectivement d'une masse atomique de 20 et de 22 (le poids est déterminé par la valeur de la déviation, car plus un corps est léger et plus sa déviation est importante). Grâce à ce dispositif, appelé spectrographe de masse, le fait qu'un élément stable comme le néon soit composé de deux isotopes put alors être démontré.

### ENERGIE ET MATIERE

Dès son plus jeune âge, Albert Einstein (d'origine allemande, né à Ulm en 1879) fut passionné par les sciences, ce qui l'emmena très tôt vers une lecture – qu'il qualifiera lui-même plus tard de « fébrile » – d'ouvrages de vulgarisation scientifiques. Il eut cependant une véritable passion pour la géométrie

euclidienne à l'âge de 12 ans, après qu'il ait découvert un manuel traitant de ce domaine.

Il ne faut cependant pas s'imaginer que son parcours scolaire se fit sans difficulté car son tempérament entier ne lui amena pas que de la sympathie de la part de ses professeurs. De plus, sa tendance naturelle à n'étudier que ce vers quoi sa curiosité le poussait lui fit négliger les parties du programme pour lesquelles un enseignement « par cœur » constituait la part dominante.

Dans une lettre qu'il écrivit en 1940, il évoque cette période qui lui fut difficile : « ... La monotonie et la routine des méthodes d'enseignement..., en raison de ma mauvaise mémoire, me créaient de grosses difficultés qu'il me semblait futile de vouloir surmonter. Je préférerais donc subir toutes sortes de punitions plutôt que d'apprendre à débiter par cœur. »

Après avoir quitté le Luitpold Gymnasium alors qu'il était en terminale vers l'âge de 15 ans, Einstein suivit ses parents en Italie où il séjourna une année.

Les affaires de la famille connaissant quelques difficultés, il s'orienta vers le célèbre Institut fédéral de technologie de Zurich, familièrement appelé Polytechnicum en 1895.

Il échoua à l'examen d'entrée de la section des ingénieurs civils mais la prestation qu'il fit en mathématiques et en physique lui valut la visite du professeur Weber qui lui proposa d'assister à ses cours, s'il restait, ainsi que du directeur du Polytechnicum qui lui conseilla d'obtenir le diplôme de l'Ecole cantonale d'Argovie à Aarau.

Muni de son diplôme et d'une dispense d'âge, Albert Einstein put enfin entrer au Polytechnicum en 1896 mais en renonçant à devenir ingénieur.

Les quatre années qu'il passa au Polytechnicum furent cependant

difficiles car il se laissa entraîner par ses passions, délaissant ainsi les cours qu'il bachota plus qu'il n'étudia. En revanche, il apprit à posséder entre autres la théorie électromagnétique de Maxwell qu'à son grand regret Heinrich Weber n'aborda pas dans son cours.

Son diplôme obtenu en 1900, il devint citoyen de la confédération Helvétique en 1901. Les débuts furent difficiles car il ne trouva pas de poste d'enseignant. Son caractère et ses rapports tendus avec ses professeurs ne furent peut-être pas étrangers à cette situation.

Il écrivit en 1901 un premier article de recherche portant sur la capillarité qui fut publié par les *Annalen der Physik*, une importante revue scientifique.

N'ayant pas trouvé d'emploi stable, il donna des cours particuliers ou fit des remplacements. C'est alors qu'il donnait des cours au collège technique de Winterthur comme professeur de mathématiques qu'il acheva son mémoire de recherches en thermodynamique afin d'obtenir son doctorat. Le professeur Kleiner de l'université de Zurich le refusa comme thèse mais son travail fut publié par les *Annalen der Physik*. Einstein trouva finalement un poste comme expert technique stagiaire de 3<sup>e</sup> classe au Bureau suisse des brevets le 23 juin 1902.

Il continua à proposer des articles sur la thermodynamique qui furent publiés, dont le 4<sup>e</sup> et le 5<sup>e</sup> en 1904. C'est cependant l'année 1905 qui fera date dans l'histoire de la physique. Cette année-là, il annonça à son ami Habicht une série d'articles intéressants qu'il se proposait de publier.

### L'ANNEE 1905

Dans son premier article, il s'intéressait aux problèmes posés par le fait que, d'une part, on considérait la matière comme constituée de particules alors que le rayonnement était étudié comme uniforme et continu, grâce aux équations de Maxwell qui étaient des équations de champ.

Il posa donc en hypothèse que la lumière était constituée de particules, ce qui allait à l'encontre de la théorie dominante présentant la lumière comme une onde électromagnétique.

Afin de démontrer que la forme mathématique de l'entropie du rayonnement était tout à fait semblable à celle d'un gaz, donc de particules, il utilisa les formules du corps noir et de l'entropie du rayonnement de Wien.

Mais c'est surtout l'idée qu'il eut d'appliquer son raisonnement sur les quantas de lumière à l'effet photoélectrique (les électrons arrachés à un corps par la lumière) qui donnera à l'article son retentissement.

Un mois après le premier, son second article ayant pour objet les

solutions liquides qu'il envoya en premier lieu à Zurich avec l'espoir qu'il soit accepté en tant que thèse lui revint finalement refusé car jugé trop court. Ayant ajouté une seule phrase, il le renvoya et, là, il fut accepté!

Einstein ne s'attarda pas pour autant car, tout en poursuivant son travail au bureau des brevets, il envoya le mois suivant le troisième de ses articles aux *Annalen der Physik*. Il expliquera dans ses notes autobiographiques : « J'avais pour principal objectif... de trouver des faits qui confirmeraient... l'existence d'atomes de taille finie déterminée... La (vérification expérimentale de la) loi statistique... du mouvement Brownien... doublée de la détermination par Planck de la vraie dimension des molécules à partir de la loi du rayonnement... convainquit les sceptiques... fort nombreux à douter de l'atome. »

Le quatrième article, qui parvint aux *Annalen der Physik* le 30 juin 1905 avait pour titre : « Sur l'électrodynamique des corps en mouvement ». En fait, ce titre s'effaça face au contenu qui n'était rien d'autre que le principe de la relativité.

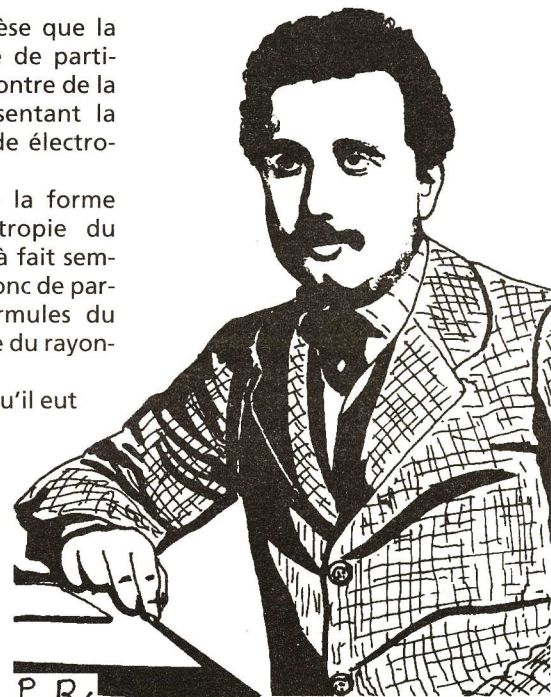
Au mois de septembre, Einstein envoya un nouvel article contenant la démonstration selon laquelle E d'énergie sous forme de lumière voit sa masse diminuer de la quantité équivalente au rapport de E que divise la vitesse de la lumière au carré.

Il indiquera par ailleurs que le radium, qui libère des quantités importantes d'énergie, devrait permettre de vérifier sa théorie.

Il lui faudra encore deux ans de travaux pour passer de cette théorie suggérant que l'énergie possède une masse à celle selon laquelle la réciproque était vraie.

C'est donc en 1907, dans un nouvel article publié par le *Jahrbuch der Radioaktivitat*, qu'il posa l'équation d'apparence banale mais redoutable dans ses implications :  $E = mc^2$ , avec E l'énergie, m la masse et c la vitesse de la lumière.

P. RYTTER



P. Ry

Einstein, Bureau des brevets (berne)