

PETITE HISTOIRE DE L'ATOME

(8e partie)

Le Manhattan Project, sous la direction du général Leslie R. Groves, mit tout en œuvre à partir de 1942 pour atteindre l'objectif qui lui était fixé : la fabrication de la bombe atomique.

Pour cela, il fallut qu'une véritable armée de techniciens, chercheurs, physiciens, s'engage dans une course contre la montre sans connaître la nature exacte des difficultés qui se présenteraient à eux ni même s'ils pourraient les surmonter.

L'URANIUM

Puisque la production de la matière fissile supposait un approvisionnement en grande quantité du minerai d'uranium, il fallut, entre autres priorités, chercher le moyen de s'en approvisionner. Le rapport que fit le lieutenant-colonel Nichols à Groves à ce sujet mit cependant en lumière les difficultés qu'il y aurait à faire parvenir ce minerai aux Etats-Unis, du fait de sa rareté dans les régions du monde encore libres. L'assistant spécial du secrétaire d'Etat, Thomas K. Finletter, apprit cependant, au cours du mois de septembre 1942, que le Belge Edgar Sengier, président de l'Union minière du Haut-Katanga, cherchait à entrer en contact avec les autorités militaires américaines à ce sujet.



UN ANTI-OUBLI D'EXTINCTION DES VEILLEUSES

PAGE 3

Quelques marques de voiture seulement sont équipées d'origine de ce dispositif pourtant si utile pour éviter de retrouver son véhicule au bout de quelques heures, la batterie totalement déchargée... Grâce à ce montage très simple, ce désagrément vous sera désormais épargné.

I - CONDITIONS SIMULTANÉES D'ENCLenchement

(fig. 1)

Le dispositif émet une sonorité d'avertissement lorsque les trois conditions suivantes sont remplies simultanément :

a) les veilleuses (ou les feux « code ») sont allumées ;

b) le contact est coupé ;
c) une portière commandant l'éclairage intérieur du véhicule est ouverte.

Condition a

Il suffit de détecter un état logique haut, c'est-à-dire la polarité positive de l'alimentation, soit sur la sortie du commutateur de mise en marche de l'éclairage, soit sur la douille de l'une des ampoules veilleuses.

Condition b

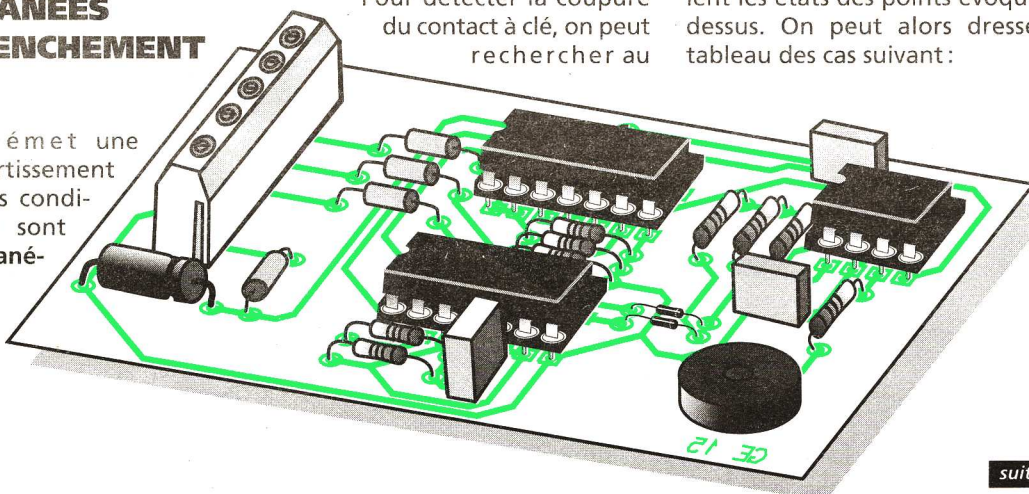
Pour détecter la coupure du contact à clé, on peut rechercher au

niveau du tableau de bord un point où le potentiel devient nul lorsque l'on coupe le moteur.

Condition C

Lorsque l'on ouvre une portière équipée d'un contact pression, ce dernier établit une liaison avec la masse du véhicule, c'est-à-dire le « moins » de la batterie. On retrouve d'ailleurs le même point au niveau du plafonnier.

Les quatre portes NOR de IC₁ contrôlent les états des points évoqués ci-dessus. On peut alors dresser le tableau des cas suivant :



suite p 3

N° 18 AVRIL 1995

SOMMAIRE

1 - PETITE HISTOIRE DE L'ATOME

2 - TECHNOLOGIE : LES CONDENSATEURS CERAMIQUES

3 - UN ANTI-OUBLI D'EXTINCTION DES VEILLEUSES

4 - UN GENERATEUR DE FONCTIONS

5 - QU'EST-CE QUE C'EST ? COMMENT ÇA MARCHE ? LA SAUVEGARDE SUR BANDE MAGNETIQUE

8 - UNE LAMPE MAGIQUE

10 - J'EXPERIMENTE : L'ELECTRICITE DYNAMIQUE

11 - LOGIQUE 18

14 - COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?

16 - PORTE-CLES G.E.

17 - LES « AOP »

20 - LES CALCULATRICES

22 - ALARME 4 ZONES

23 - ABONNEMENTS

Generation ELECTRONIQUE

PROJETS, INITIATION, ENSEIGNEMENT

PUBLICATIONS GEORGES VENTILLARD
S.A. au capital de 5 150 000 F
2 à 12, rue Bellevue, 75019 PARIS
Tél. : 44.84.84.84 - Fax : 42.41.89.40 Telex : 220 409 F

M. Jean-Pierre VENTILLARD
Mme Paule VENTILLARD

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

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

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

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

Inspection des Ventes :
Société PROMEVEN, 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 JEUFRALUT

Abonnement : Marie-Christine TOUSSAINT
Voir nos tarifs en dernière page

Préciser sur l'enveloppe
"SERVICE ABONNEMENTS" MENSUEL

Tél. : 44.84.85.15

Prix de vente au numéro : 15 F

Commission paritaire n° 74699

Membre inscrit à DIFFUSION CONTROLE (OJD)

Distribution : Transport Presse
15, N. 1248 1130

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



T 1767 - 18 - 15,00 F



RETRONIK.FR 2023



LES CONDENSATEURS CERAMIQUE

GENERALITES

Capacité

Deux conducteurs séparés par un isolant forment un condensateur. Sa capacité est proportionnelle aux surfaces des électrodes en regard, à la constante diélectrique de l'isolant et inversement proportionnelle à l'épaisseur de l'isolant.

Constante diélectrique

Elle est de 1 pour l'air et jusqu'à 1400 pour certaines céramiques. C'est la multiplication de la capacité d'un condensateur, équipé de ce diélectrique, par rapport à celle obtenue avec ce même condensateur à air (Σ ou K).

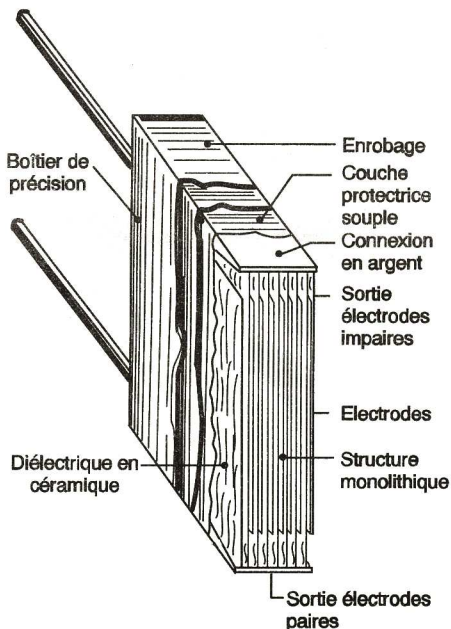


Fig 1

Céramiques

Deux classes.

• **Céramiques classe 1** : elles permettent de produire des condensateurs précis et stables dont la constante diélectrique ne dépasse pas 120. Leurs tolérances sont serrées, leur coefficient de température est défini, ils ont des faibles pertes et une résistance d'isolement élevée. Ces condensateurs sont utilisés pour l'accord des circuits jusqu'aux UHF.

• **Céramiques classe 2** : leur constante diélectrique atteint 14 000, ce qui permet de fabriquer des petits condensateurs ayant une valeur de capacité élevée. Cependant, leurs caractéristiques varient d'une façon non linéaire en fonction de la température et de la tension. Leurs tolérances ne peuvent pas être serrées. Ils sont surtout employés pour découpler les circuits HF.

FABRICATION MULTICOUCHE (fig. 1)

Le diélectrique est constitué par une feuille de céramique (classe 1 ou 2) de 16 à 100 μm d'épaisseur obtenue par coulage.

Les électrodes sont déposées par frittage d'un métal, généralement du palladium sur la céramique. Un masque laisse subsister des épargnes de forme convenable.

Les plaques sont découpées aux dimensions voulues en prévoyant des marges d'isolement alternées. Elles sont empilées pour former la capacité désirée. Deux feuilles de céramique non métallisées plus épaisses sont placées de part et d'autre de l'empilage pour améliorer la solidité et l'isolement du condensateur.

Les empilages sont cuits au four entre 1200 et 1400 $^{\circ}\text{C}$, sous une forte pression. Le condensateur devient monobloc.

Puis, on métallise les tranches opposées, afin de relier en parallèle les électrodes correspondantes. On soude les fils de sortie sur les métallisations. Enfin, le condensateur est enrobé de résine époxy.

CONDENSATEURS CLASSE 1

Condensateurs à coefficient de température précisé (fig. 2)

Plus la constante diélectrique est élevée et plus le coefficient de température devient négatif.

On peut ainsi choisir un condensateur dont les caractéristiques sont bien définies. On obtient les valeurs normalisées suivantes avec les différentes capacités cataloguées.

Code	P100	NPO	N075	N150	N220	N330	N470	N750	N1500
Coefficient de température 10-6/ $^{\circ}\text{C}$	+ 100	0	- 75	- 150	- 220	- 330	- 470	- 750	- 1 500
Valeurs L (pF) pour V = 100 V									
Mini	0,56	1,8	3,9	3,9	3,9	4,7	6,8	3,9	18
Maxi	47	220	120	220	180	180	220	330	560
Constante diélectrique Σ : environ	5	20	30	40	50	60	70	90	120

- Modèle miniature, sorties radiales espacées de 2,54 ou 5,08 mm.
- Tensions de service : 100 V et 500 V.
- Tolérance de service :
 $C < 10 \text{ pF} \pm 0,25 \text{ pF}$
 $C \geq 10 \text{ pF} \pm 2 \%$
- Série des valeurs de capacité : E12.
- Plage de température : - 55 $^{\circ}\text{C}$ à + 85 $^{\circ}\text{C}$.
- Tangente angle de pertes : $\leq 15 \times 10^{-4}$.
- Isolement : $\geq 10^{10} \Omega$.

Modèles sorties axiales (fig. 3)

- Diélectrique NPO.
- Tension de service : 50 V et 100 V.
- Plage de valeurs de capacité : 10 pF à 6,8 nF.
- Plage de température : - 55 $^{\circ}\text{C}$ à + 125 $^{\circ}\text{C}$.
- Tolérance sur la capacité : $\pm 5 \%$, $\pm 10 \%$.
- Tangente angle de pertes : $\leq 15 \cdot 10^{-4}$.
- Isolement : $\geq 10^{11} \Omega$.

CONDENSATEURS CLASSE 2

Normalisation des céramiques

Les céramiques sont caractérisées par deux lettres et un chiffre :

- Première lettre : température la plus basse : Z : + 10, Y : - 30, X : - 55 $^{\circ}\text{C}$.
 - Chiffre : température la plus élevée : 4 = + 65, 5 = + 85, 6 = + 105, 7 = + 125 $^{\circ}\text{C}$.
 - Deuxième lettre : tolérance sur la capacité en pourcent :
A = ± 1 , B = $\pm 1,5$, C = $\pm 2,2$, D = $\pm 3,3$,
E = $\pm 4,7$, F = $\pm 7,5$, P = ± 10 , R = ± 15 ,
S = ± 22 , T = + 22/- 33, U = + 22/- 54,
V = + 22/- 82.
- Les catégories les plus courantes sont : X7R et Z5U.

Modèles sorties radiales

- Tension de service = 63 V
 $\Sigma = 14 000$; 6 valeurs : 1 000, 2 200, 4 700, 10 000, 27 000, 4 700 pF (série E3); tolérance : + 80/- 20 %; température : - 10 $^{\circ}\text{C}$ à + 55 $^{\circ}\text{C}$.

- Tension de service = 100 V
 $\Sigma = 5 000$; 8 valeurs entre 1 000 et 15 000 pF; tolérance : + 50/- 20 %; température : - 55 $^{\circ}\text{C}$ à + 85 $^{\circ}\text{C}$.
 $\Sigma = 2 000$; série E12 entre 180 et 6 800 pF; tolérance : $\pm 10 \%$; température : - 55 $^{\circ}\text{C}$ à + 125 $^{\circ}\text{C}$.

- Tension de service = 500 V
 $\Sigma = 2 000$; série E12 entre 100 et

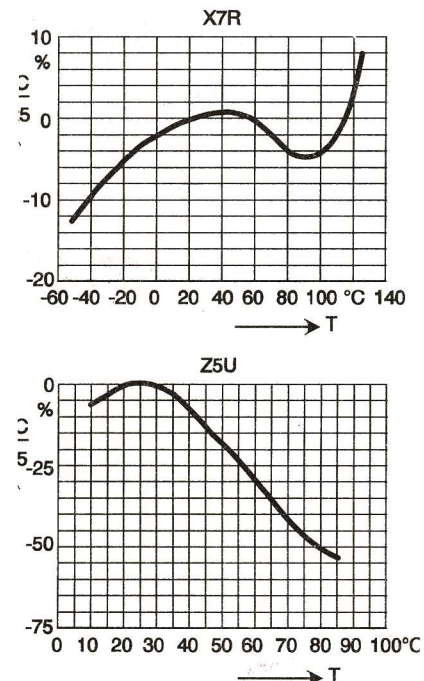


Fig 2

4 700 pF; tolérance : $\pm 10 \%$.
Pour tous les modèles : tangente angle de pertes : $\leq 35 \cdot 10^{-3}$; isolement : $\geq 4 000 \text{ M}\Omega$.

Modèles sorties axiales

Céramique X7R

Tension de service : 50 V, C de 220 pF à 220 μF (série E12); 100 V, C de 220 pF à 100 μF .
Tolérance : $\pm 15 \%$.
Plage de température : - 55 $^{\circ}\text{C}$ à + 125 $^{\circ}\text{C}$.
Tangente de l'angle de pertes : $\leq 25 \cdot 10^{-3}$.

Céramique Z5U

Tension de service : 50 V, C de 1 nF à 470 nF (série E12); 100 V, C de 1 nF à 100 nF.
Tolérance : + 22/- 56 %.
Plage de température : + 10 à + 85 $^{\circ}\text{C}$.
Tangente de l'angle de pertes : $\leq 40 \cdot 10^{-3}$.

Notes : la variation de la capacité $\Delta C/C$ par rapport à 25 $^{\circ}\text{C}$ en fonction de la température est très différente pour les céramiques X7R et Z5U (fig. 2). Il faut en tenir compte selon les applications.

Les condensateurs céramiques sous la forme de plaquettes de dimensions réduites sont très utilisés en montage de surface (CMS). Ils sortent du cadre de cette étude, car, pour réaliser vos montages, vous n'employez pas les divers composants CMS, ce qui compliquerait votre tâche.

R. BESSON

UN ANTI-OUBLI D'EXTINCTION DES VEILLEUSES

C	P	V	Sortie NOR II	Sortie NOR III	Sortie NOR I	Sortie NOR IV
0	0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	0	0	1
0	1	0	0	1	1	0
0	1	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	1	0
1	0	1	0	1	0	0
1	1	0	0	1	1	0
1	1	1	0	1	0	0

On peut observer que seul le cas où les trois conditions évoquées précédemment sont réunies a pour conséquence la présentation d'un état haut sur la sortie de la porte NOR IV. Les résistors R_1 , R_2 et R_3 forcent les entrées auxquelles elles sont reliées à l'état bas si les cathodes des diodes D_1 , D_2 et D_3 ne présentent pas de polarité positive.

II - LA SONORISATION (fig. 1)

Dès que la sortie de la porte NOR IV présente un état haut, l'oscillateur commandé et formé par les deux



la sortie de la porte NAND IV et un état bas sur la sortie de la porte NAND III. Ces états alternent lorsque le multivibrateur est en action.

980 Hz et de 1 200 Hz, c'est-à-dire des fréquences musicales qu'un buzzer piézo-électrique restitue aussitôt.

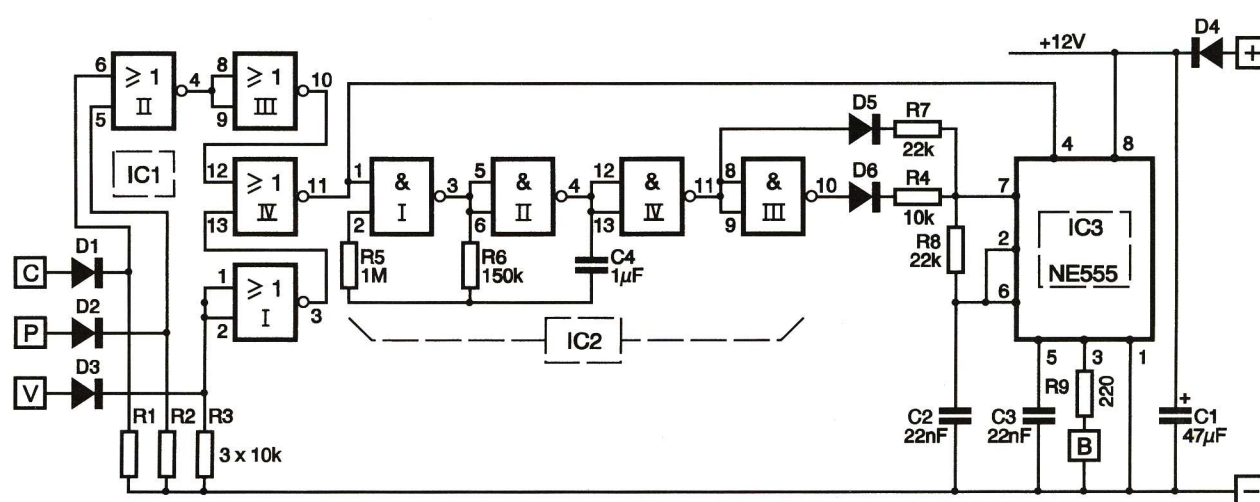


Fig 1

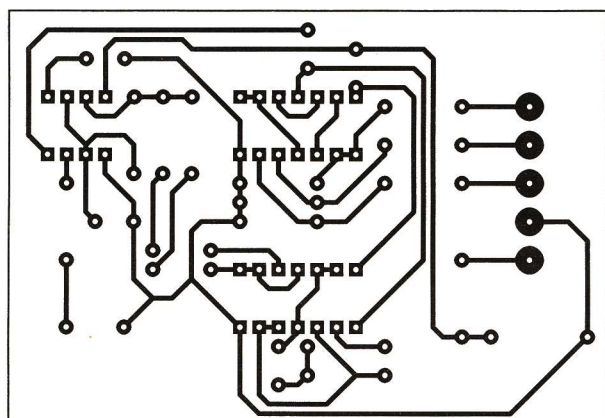


Fig 2

Sans précaution spéciale, même en situation d'arrêt du multivibrateur, le NE 555 référencé IC_3 entrerait en oscillation étant donné la présence d'un potentiel positif sur la cathode de D_5 . Il a donc fallu prendre des dispositions pour éviter cet effet indésirable. Ce dernier est en effet éliminé grâce au maintien à l'état bas de la broche RAZ (n° 4) de IC_3 , si le multivibrateur ne reçoit pas d'état haut de commande.

Le montage reste branché en permanence sur la batterie du véhicule au travers d'une alimentation ultra-simple : la diode D_4 et la capacité de filtrage C_1 . La consommation est tout à fait négligeable à l'état de veille : quelques micro-ampères seulement.

III - LA REALISATION

La figure 2 montre le tracé du circuit imprimé. Il est très simple. Le montage des composants est indiqué en figure 3. Attention surtout à l'orientation des composants polarisés.

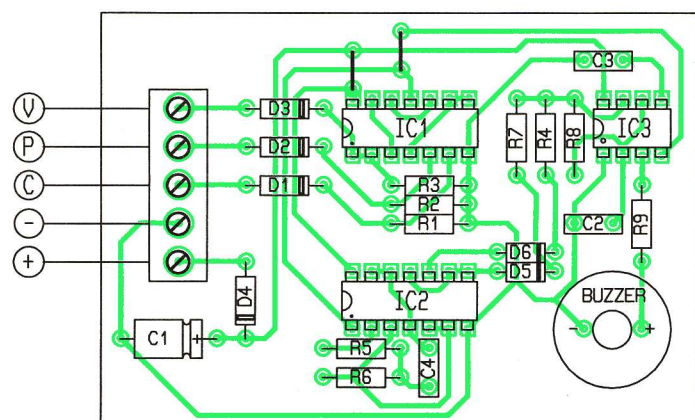


Fig 3

portes NAND I et II de IC_2 entre en oscillation. Il délivre sur sa sortie des créniaux de forme carrée dont la période est de l'ordre de 0,3 à

0,4 seconde. Les portes NAND IV et III inversent successivement ce crénneau. A l'état de repos du multivibrateur, on observe un état haut sur

NOMENCLATURE

2 straps
 R_1 à R_4 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_5 : 1 M Ω (marron, noir, vert)
 R_6 : 150 k Ω (marron, vert, jaune)
 R_7 , R_8 : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)
 R_9 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
 D_1 à D_4 : diodes 1N4004
 D_5 , D_6 : diodes-signal 1N4148
 B : buzzer piézo-électrique miniature (sans oscillateur)

C_1 : 47 μ F/16 V électrolytique
 C_2 , C_3 : 22 nF milfeuil
 C_4 : 1 μ F milfeuil
 IC_1 : CD4001 (4 portes NOR)
 IC_2 : CD4011 (4 portes NAND)
 IC_3 : NE555 (timer)
2 supports 14 broches
1 support 8 broches
Bornier soudable 5 plots



UN GENERATEUR DE FONCTIONS SIMPLE ET ECONOMIQUE

DESCRIPTION

Le générateur de fonctions fait partie intégrante du laboratoire de l'électronicien, au même titre que l'oscilloscope, ou plus modestement, le multimètre. Cet appareil, assez onéreux s'il est acheté dans le commerce, peut pourtant faire l'objet d'une réalisation d'amateur, à condition de ne pas être tenté par des fréquences trop élevées ou par une précision extrême.

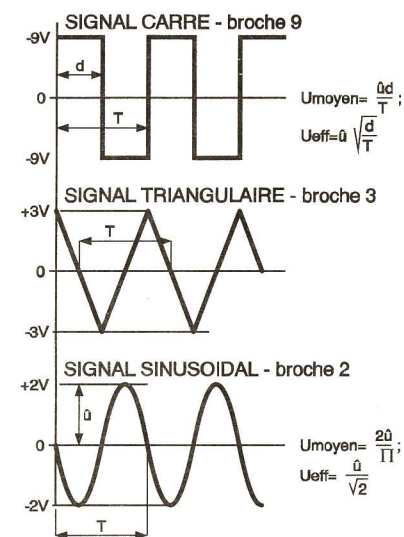


Fig 1

Il s'agit le plus généralement de produire au choix (plus rarement simultanément) un signal rectangulaire ou carré symétrique, un autre triangulaire ou encore sinusoïdal. On pourra bien entendu faire varier la fréquence dans de larges proportions, ainsi que l'amplitude, pour disposer finalement d'un signal parfaitement exploitable.

UTILISATION D'UN GENERATEUR DE FONCTIONS

Outre le fait d'avoir une tension de quelques volts à une fréquence

bande ou coupe-bande, passe-haut ou passe-bas.

Dans le domaine musical, on peut encore citer les synthétiseurs qui utilisent les formes d'ondes triangulaires ou rectangulaires en raison de leur richesse en harmoniques, alors que le signal sinusoïdal, plus doux, produira un son ressemblant plus à celui d'une flûte.

Quelques générateurs perfectionnés offrent la possibilité de faire varier la fréquence de sortie en fonction d'une tension externe variable. Un tel circuit se comporte donc comme un VCO (Voltage Controlled Oscillator). On trouvera à la figure 1 la forme caractéristique de quelques signaux produits.

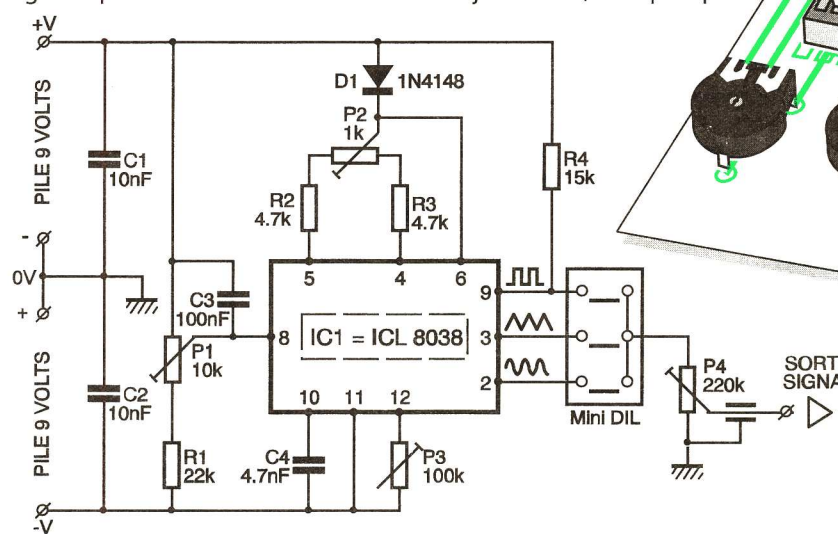


Fig 2

LE CIRCUIT ICL 8038

Ce composant déjà ancien, disponible dans un boîtier DIL 14, peut délivrer des signaux sinusoïdaux, triangulaires ou carrés, avec une grande précision et un nombre fort réduit de composants externes. La fréquence du signal produit peut aller de 1/100 de hertz à plus de 300 kHz. Il convient généralement d'utiliser une tension symétrique de +18V à -18V au maximum. Le courant de sortie sera limité, quant à lui, à quelque 25 mA.

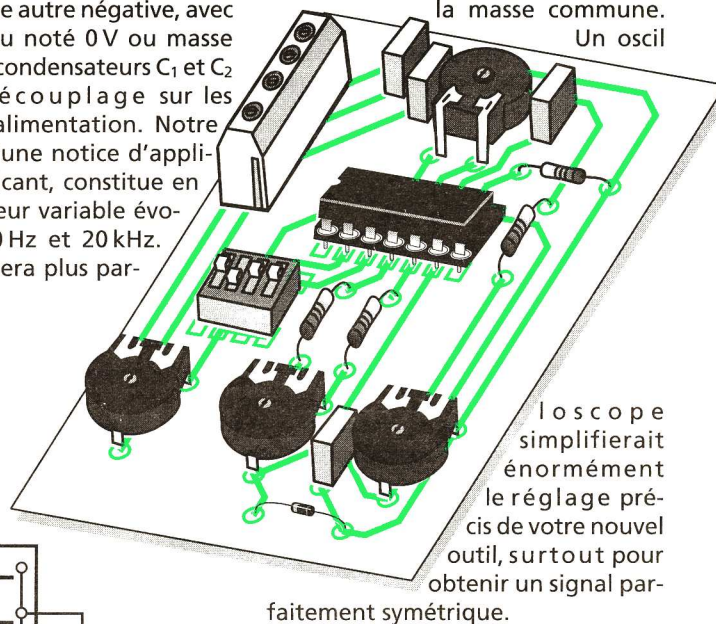
ANALYSE DU SCHEMA ELECTRONIQUE

Il se résume en fait à fort peu de choses et est proposé à la figure 2. L'alimentation sera produite par deux petites piles de 9V connectées en série, pour disposer d'une tension positive et d'une autre négative, avec un point milieu noté 0V ou masse commune. Les condensateurs C1 et C2 assurent un découplage sur les deux pôles d'alimentation. Notre schéma, tiré d'une notice d'application du fabricant, constitue en fait un oscillateur variable évoluant entre 20 Hz et 20 kHz. L'ajustable P1 sera plus par-

formes de signal au choix et une seule- ment.

Pour permettre une adaptation aisée du niveau de sortie, et plus particulièrement dans le cas du signal carré plus vigoureux, l'ajustable P4 agira en véritable réglage de niveau. On pourra noter en passant que le signal de sortie sera mesuré par rapport à la masse commune.

Un oscil



L'oscilloscope simplifierait énormément le réglage précis de votre nouvel outil, surtout pour obtenir un signal parfaitement symétrique.

REALISATION PRATIQUE

La figure 3 donne à l'échelle 1 le tracé des pistes de cuivre du minuscule circuit imprimé. Nous vous conseillons de prévoir un support à souder de 14 broches, tulipe de préférence. L'un des contacts mini-DIL ne sera pas utilisé sur la maquette (noté NC sur le schéma). Le signal de sortie sera prélevé entre la borne libre et le point milieu des piles 9V.

Guy ISABEL

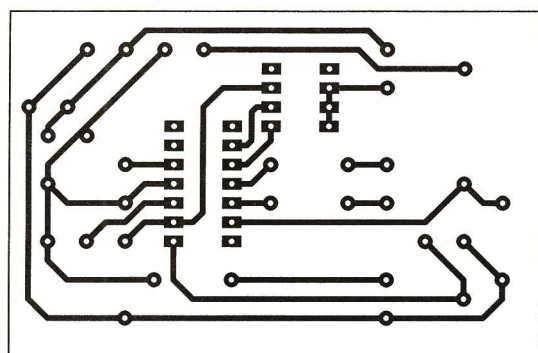


Fig 3

déterminée pouvant atteindre plus de 100 kHz, on pourra donc produire des signaux audibles divers ou utiliser le générateur pour étudier à l'aide de l'oscilloscope la courbe de réponse en fréquence d'un quelconque amplificateur électronique, ou encore pour la mise au point précise d'un égaliseur ou autre correcteur de tonalité. On pourra également tester la sensibilité exacte de tous les filtres actifs ou passifs, passe-

NOMENCLATURE

a) Semi-conducteurs
IC1 : générateur de fonctions ICL 8038, boîtier DIL 14
D1 : diode commutation 1N4148

b) Résistances (toutes valeurs 1/4 W)
R1 : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
R2, R3 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R4 : 15 kΩ (marron, vert, orange)
P1 : 10 kΩ ajustable horizontal (fréquence)
P2 : 1 kΩ ajustable horizontal (symétrie)
P3 : 100 kΩ ajustable horizontal (distorsion)
P4 : 220 kΩ ajustable

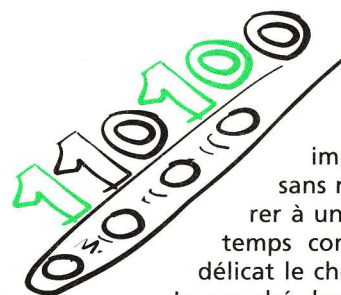
c) Condensateurs
C1, C2 : 10 nF plastique
C3 : 100 nF plastique
C4 : 4,7 nF plastique
d) Divers
Support à souder 14 broches, tulipe de préférence
Bloc de 4 bornes vissé-soudé pas de 5 mm
Bloc de 4 inters mini-DIL



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

LA SAUVEGARDE SUR BANDE MAGNETIQUE

Les bandes magnétiques ont constitué dans les origines de la technologie informatique un support de stockage très pratique de l'information. La faible capacité des disques durs ou des disquettes qui apparurent ensuite cantonna longtemps leur emploi au traitement et à la restitution d'informations par l'intermédiaire des lecteurs de bandes capables de supporter des volumes importants de données (fig. 1).



(chaque constructeur cherchant à imposer sa solution sans réel souci d'adhérer à une norme) a longtemps contribué à rendre délicat le choix d'un système. Le marché des unités de sauvegarde est actuellement dominé par deux technologies auxquelles s'attachent des supports magnétiques différents : la cartouche QIC (*Quarter Inch Cartridge*) et la bande audio-numérique.

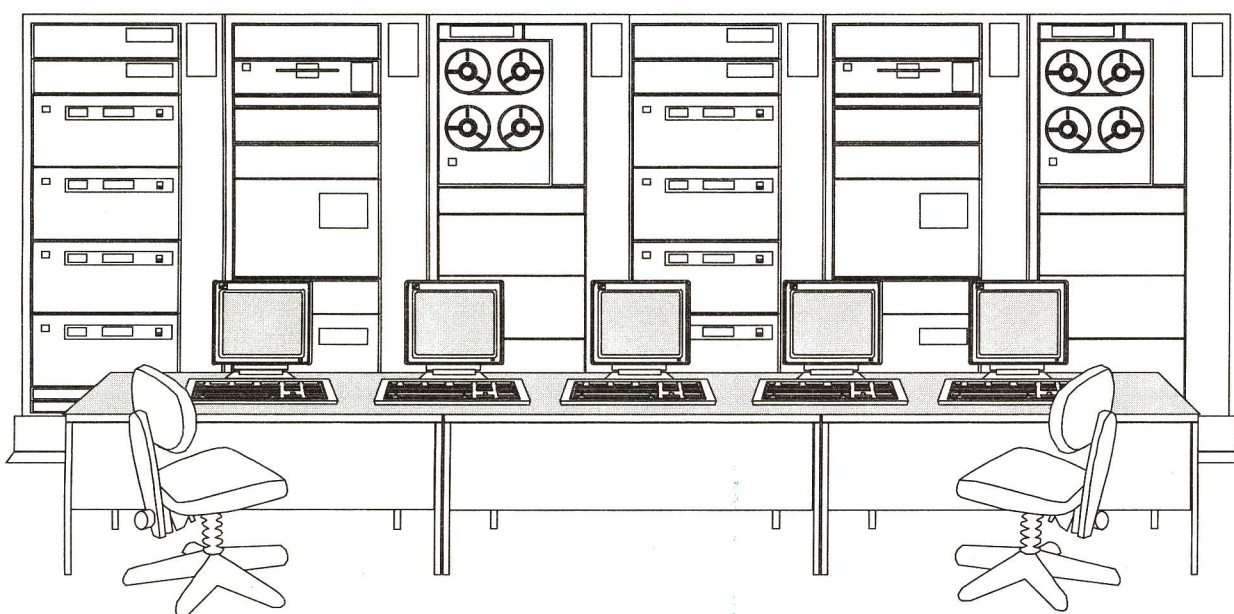
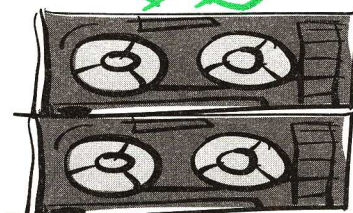


Fig 1

■ ORGANISATION DES DONNEES

Puisqu'il s'agit de sauvegarder les informations enregistrées sur le disque dur, il semble judicieux de préciser la manière dont celles-ci s'organisent.

Un disque dur (qui n'est en fait qu'un empilement de plateaux sur lesquels se déplacent les têtes de lecture) va subir un premier formatage avant d'être commercialisé.

Ce formatage, dit de bas niveau, permet de tracer les pistes et les secteurs. Les secteurs défectueux sont repérés afin d'éviter que l'on puisse inscrire des données qui, de toute façon, seraient perdues.

Le développement de la micro-informatique, pour laquelle la rapidité d'accès à l'information constitue un objectif majeur, a permis d'abandonner les magnétophones lents et peu fiables des débuts au profit des lecteurs de disquettes, disques durs puis CD-ROM, bien que le stockage sur bande n'ait pas totalement disparu puisque réservé aux fonctions somme toute vitales : la sauvegarde, la copie ou l'archivage des grands volumes de données.

Il est en effet toujours pénible et délicat d'effectuer une sauvegarde de données vitales sur un support tel que des disquettes pour des programmes brassant des dizaines, voire des centaines de méga-octets.

■ LE PRINCIPE

Une bande magnétique est constituée d'un film plastique recouvert d'une substance ferromagnétique (du type oxyde de fer). Pour inscrire les 0 et 1 sur ce support, il suffit de dérouler la bande face à un électroaimant fixe (la tête d'écriture) qui va polariser une portion de la bande. La lecture du 0 ou du 1 résulte de la variation de champ détectée par une tête de lecture (fig. 2).

Les 0 et 1 sont inscrits les uns à la suite des autres sans qu'il soit nécessaire de procéder à un préformatage. On distingue cependant les dispositifs de stockage en continu (les streamers) de ceux fonctionnant par blocs, plus sélectifs au niveau du

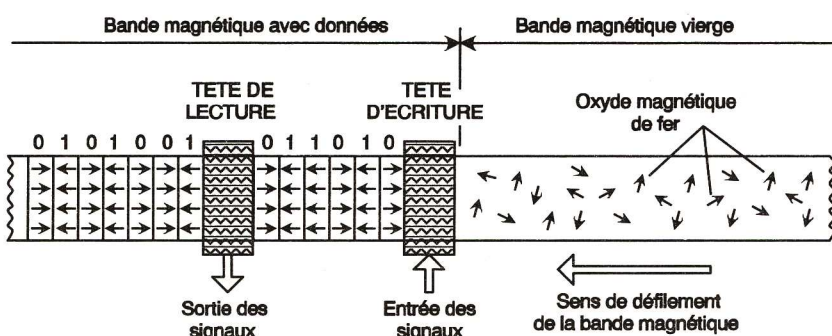


Fig 2

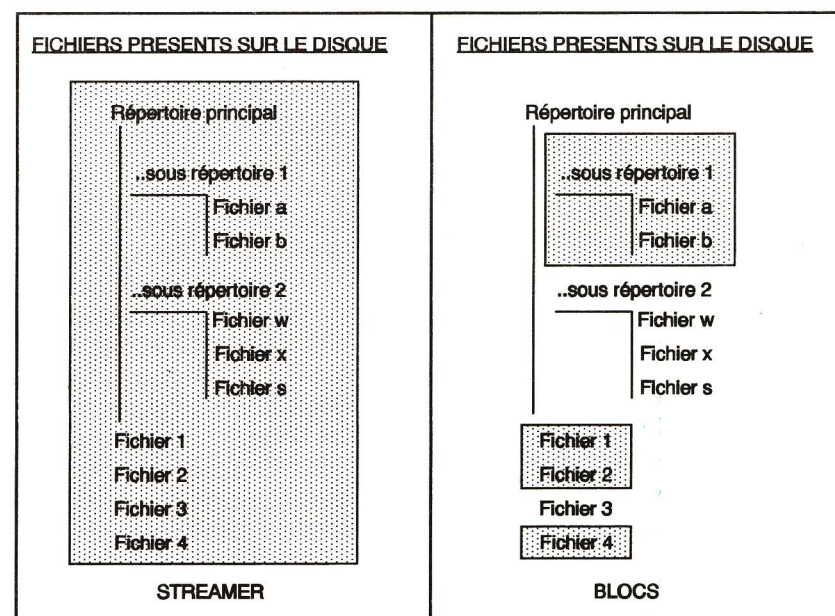


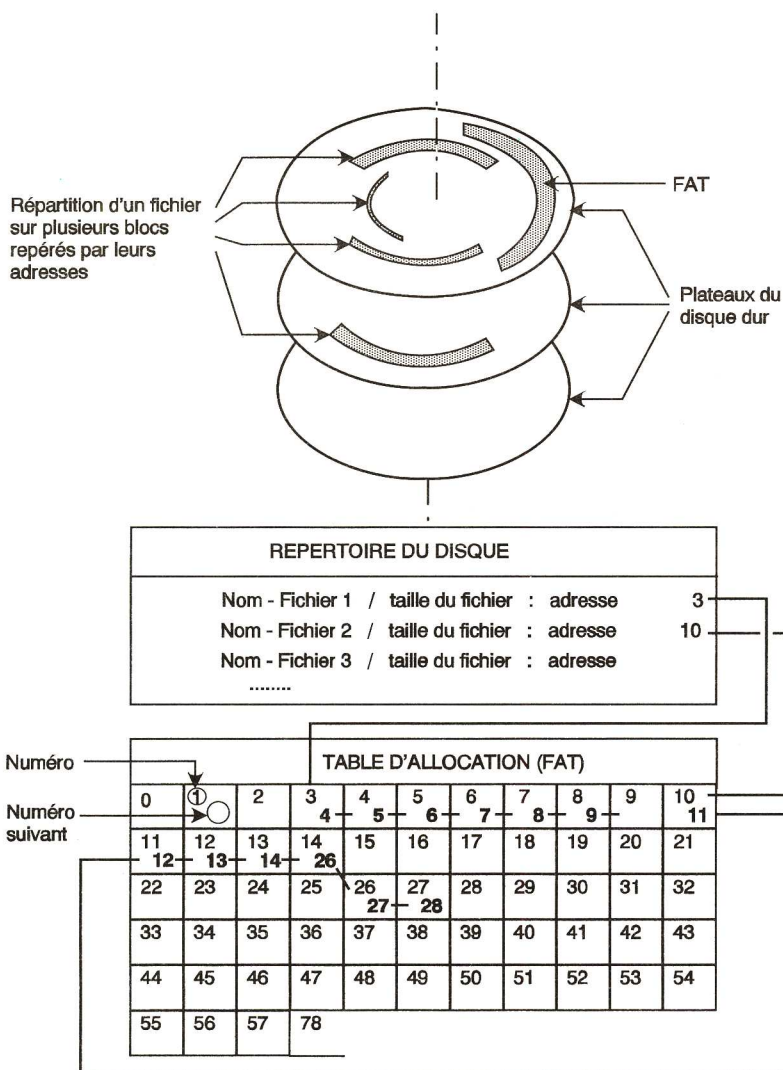
Fig 3

rangement des données, car permettant de récupérer un fichier parmi d'autres sauvegardés (fig. 3).

■ QUEL PROCEDE ?

Le développement parfois anarchique du marché de la sauvegarde

Le second formatage, qualifié de haut niveau, concerne l'utilisateur ou la société commerciale qui vend le disque dur dans un micro-ordinateur. Il consiste à organiser le disque afin que le système d'exploitation (le *Disk Operating System*, ou DOS) puisse gérer les secteurs qui, pour plus de facilité, sont regroupés sous la forme d'unités d'allocation. Afin qu'un fichier puisse être facile-



Organisation des données sur un disque dur

Fig 4

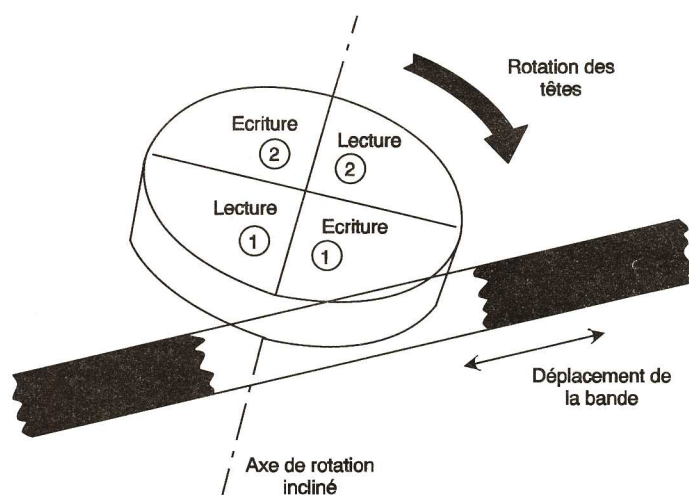
ment inscrit et retrouvé, le second formatage crée un répertoire principal sur le disque ainsi qu'une table d'allocation (la FAT) qui est le fil d'Ariane permettant de suivre un fichier dans le dédale des secteurs. Lorsque vous enregistrez un fichier, viennent s'inscrire dans le répertoire le nom du fichier ainsi que sa taille et le numéro de la première unité d'allocation (fig. 4).

La table d'allocation va ensuite enregistrer le numéro de l'unité d'allocation qui suit la première, et ainsi de suite jusqu'à la dernière.

Pour effacer un fichier, il suffit de le supprimer du répertoire. L'adresse de la première unité d'allocation se libère pour un nouveau fichier ainsi que la chaîne des unités suivantes. Le fait d'inscrire puis de supprimer des fichiers de tailles différentes sur un disque a pour effet de créer puis de briser des chaînes qui, de ce fait, ne sont plus jointives.

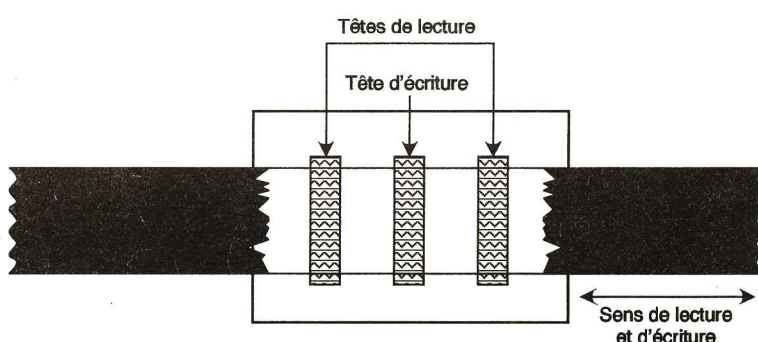
Lorsqu'une chaîne répartit ses maillons sur diverses zones de la table d'allocation, on parle d'un **fractionnement** du disque, qui a pour effet de ralentir la lecture et l'écriture (la tête doit se déplacer sur

le disque plus fréquemment pour trouver tous les morceaux qui constituent un seul fichier).



Déplacement de la tête et de la bande

A la lumière de ces quelques explications, vous comprendrez que sauvegarder un fichier volumineux dont la chaîne s'étend sur une table d'allocation fractionnée constitue un exercice délicat, surtout s'il s'agit de remettre en place (restaurer) ce fichier à la place de l'original du disque dur détruit ou supprimé accidentellement.



Déplacement de la bande face aux têtes

Fig 5

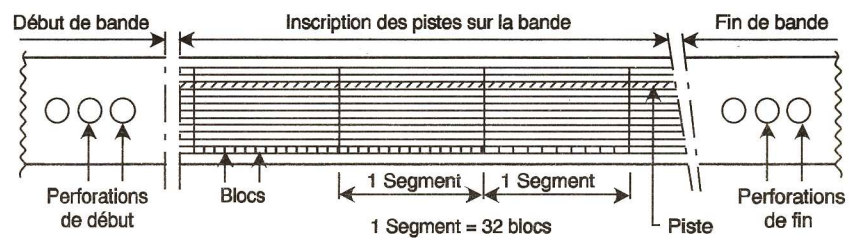


Fig 6

LE STREAMER

Pour un streamer, il n'y a pas vraiment de questions à se poser puisqu'il effectue la sauvegarde de tout ce qu'il y a sur le disque. Ce système permet de rétablir la totalité des informations en cas d'incident majeur sur un disque, comme sa destruction par écrasement des têtes ou l'effacement du répertoire principal par un virus.

1 024 octets.

Lorsque les perforations de fin de bande sont détectées, le sens de défilement s'inverse, et c'est la piste située à côté de la première piste qui s'inscrit après qu'il y ait eu un décalage de la zone active des têtes (fig. 6).

L'écriture sur la bande s'effectue donc dans les deux sens, les pistes s'étalant du centre vers la périphérie.

LE QIC

Dans une cartouche QIC, on utilise une bande magnétique comportant des perforations qui repèrent les débuts et fins de bande. En outre, le lecteur possède généralement une tête d'écriture encadrée par deux têtes de lecture (fig. 5), ce qui permet d'effectuer une lecture quel que soit le sens de défilement. Lorsqu'une écriture est en cours,

FONCTIONNEMENT DU SYSTEME QIC

Avant de lancer la sauvegarde proprement dite, il faut sélectionner les fichiers qui seront copiés sur la cartouche. Ils sont donc repérés dans le répertoire puis extraits grâce à la table d'allocation.

Le répertoire des fichiers sauvegardés est enregistré au début de la première piste.

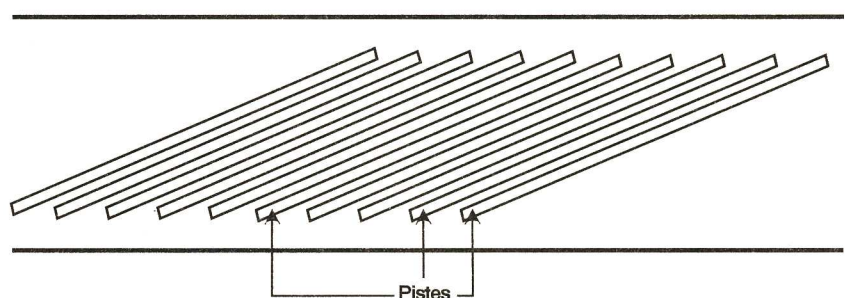
L'extraction consiste ensuite à recopier les données en mémoire vive puis à les envoyer vers le contrôleur de l'unité QIC qui se charge d'ajouter des codes de correction d'erreur. Cela fait, le contrôleur actionne le moteur d'avance de la bande magnétique en envoyant les 0 à 1 correspondant aux données vers la tête d'écriture avant la lecture de vérification.

Non seulement le système adjoint après calcul un CRC (Cyclical Redundancy Check) à la fin de chaque bloc, mais, en plus, le quart de ceux inscrits dans un segment (soit huit blocs) contiennent les codes de correction d'erreur.

S'il s'avère nécessaire de rétablir un

l'une des têtes de lecture relit les données qui seront réinscrites en cas d'erreur.

Fig 7

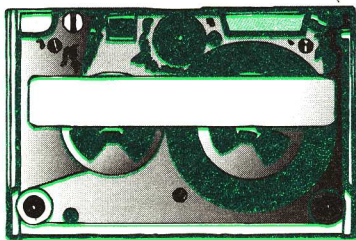


Inscription des pistes sur la bande

Fig 8

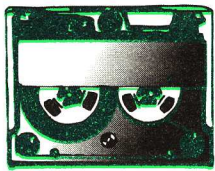
L'écriture proprement dite s'effectue sur des pistes parallèles dont le nombre varie de 20 à 32. L'écriture commence en début de bande sur la piste centrale. Chaque piste est divisée en segments de 32 blocs chacun, un bloc contenant 512 ou

fichier sauvegardé sur le disque dur, le contrôleur commence par localiser ce dernier sur le répertoire de la bande. Au cours de la lecture des données qui s'ensuit, un CRC est calculé pour chaque bloc puis comparé au CRC déjà inscrit à la fin du bloc.



■ LES BANDES AUDIONUMÉRIQUES (DAT)

La sauvegarde sur les bandes audio-numériques s'effectue avec quatre têtes: deux en lecture et deux en écriture, montées sur un axe (fig. 7). Légèrement incliné, l'ensemble des quatre têtes est monté sur un axe entraîné en rotation à la vitesse de 2 000 tours par minute.



Cartouche de sauvegarde et mini cartouche

Fig 9

En cas de différence, l'erreur de lecture ainsi détectée est rectifiée grâce aux codes de correction d'erreur correspondant aux blocs incriminés.



Fig 10 Lecteur de cartouche

■ FONCTIONNEMENT DU SYSTEME DAT

La phase de lecture des données sur le répertoire du disque dur est suivie de la génération des codes de correction d'erreur comme pour le système QIC. La phase d'écriture en diagonale des données sur la bande est suivie d'une lecture de vérification (fig. 8).

P. RYTTER

MESURER
CAPTURER
TRAITER
IMPRIMER

...ENFIN C'EST POSSIBLE...

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

Parfait pour les "NOTEBOOKS"

ECONOMISEZ
SANS
COMPROMIS

ACQUISITION DE DONNEES SUR PC

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

AUTRES MODÈLES :

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

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

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

ADC 100

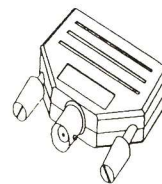
Emulation plusieurs instruments :
oscilloscope 2 voies à mémoire (storage)
Fréquencemètre
Voltmètre, Analyseur Spectre
Résolution 12 bits
Entrée BNC CC/CA
PICOSCOPE ET PICOLOG

Le modèle ADC-10
Monovoie, précision 8 bits.

495 F HT

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

ADC-10



OFFRE SPECIAL: POUR 790 F TTC franco, VOTRE PC DEVIENT UN "INSTRUMENT VIRTUEL"

DIGIMETRE - OSCILLOSCOPE - ANALYSEUR DE SPECTRE

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

Multipower

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

Generation ELECTRONIQUE

Sommaires des
anciens numéros
disponibles !

15^F
le numéro

frais de port
gratuit !

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

Cochez les cases désirées (expédition en franco de port)

☐ GENERATION ELECTRONIQUE N° 7 mars 1994

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

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

Au sommaire : Petite histoire des technologies : l'informatique - J'expérimente : le paratonnerre - Un chenillard bicolore - Jouez avec votre calculatrice - Qu'est-ce que c'est ? La souris - Technologie : les condensateurs au tantale - Un arbitre électronique - Comment calculer ses montages ? Applications des bobines - Logique 10 - Les codes à barres - Un capacemètre - Le coin de la mesure : générateurs de tension et de courant - Adaptation fréquence-mètre - Testeur de diode Zener - Un indicateur de chiffage 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 sensible - Technologie : le tube image - Une liaison infrarouge - Un antivol de tiroir - Logique 12 - Les calculatrices - Les AOP - Comment calculer ses montages ? Un testeur d'AOP.

☐ GENERATION ELECTRONIQUE N° 13 novembre 1994

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

☐ GENERATION ELECTRONIQUE N° 14 décembre 1994

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

☐ GENERATION ELECTRONIQUE N° 15 janvier 1995

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

☐ GENERATION ELECTRONIQUE N° 16 février 1995

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

☐ GENERATION ELECTRONIQUE N° 17 mars 1995

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

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

BON DE COMMANDE DES ANCIENS NUMEROS DE GENERATION ELECTRONIQUE

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

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

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

Veuillez me faire parvenir les n° suivants x 15 F
quantité x 15 F = somme totale

Nom Prénom

Adresse

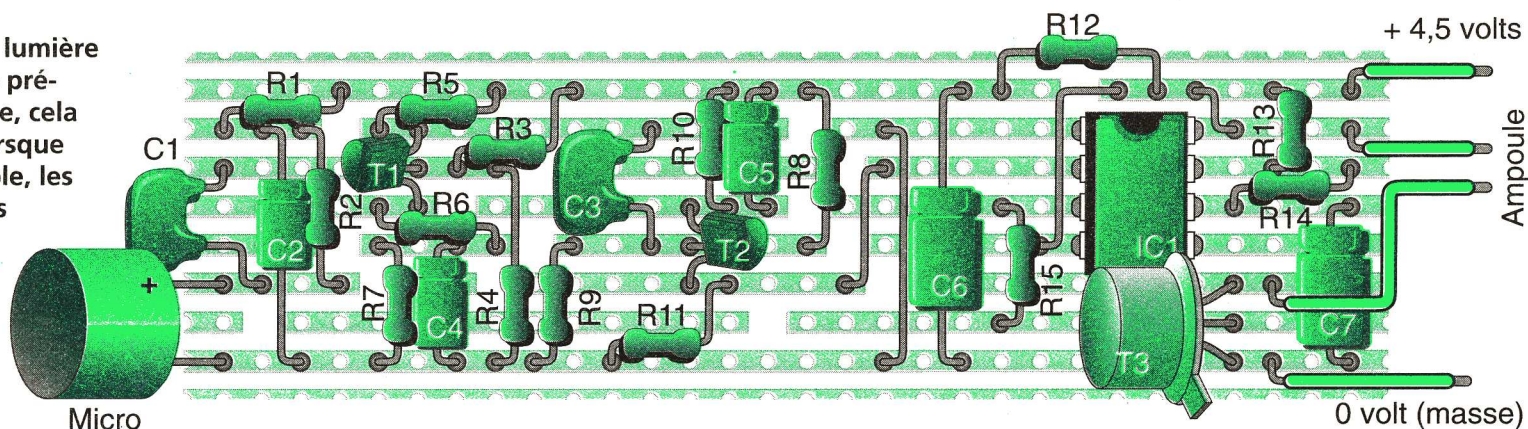
..... Ville

..... Signature :

date d'expiration

UNE LAMPE « MAGIQUE »

A llumer une lumière dès qu'une présence est détectée, cela peut être utile lorsque l'on a, par exemple, les bras chargés. Très simple, notre montage réagit au moindre bruit.



Pour détecter une présence, de nombreux moyens existent. Si ultrasons, infrarouges ou hyperfréquence font partie de ceux les plus couramment utilisés, leur mise en œuvre est néanmoins délicate et demande soit l'usage de composants difficiles à se procurer, soit un câblage complexe. Pour notre part, nous avons opté pour une filière totalement différente, mais tout aussi efficace : la détection de bruit. En effet, pour peu que le montage dispose d'une sensibilité suffisante,

présence d'un condensateur sur le circuit d'alimentation du micro. En effet, sa tension d'alimentation est directement prélevée sur la tension d'alimentation générale par l'intermédiaire d'une première résistance. C'est à la suite de celle-ci qu'est placé le condensateur chargé d'éliminer les parasites. Le micro est, enfin, alimenté par l'intermédiaire d'une seconde résistance.

Le signal qu'il délivre, correspondant au son, est prélevé au point commun

change en rien leur principe de fonctionnement. En sortie du second transistor, sur son collecteur, le signal disponible est donc très important dès l'apparition du moindre bruit. En fait, sur ce contact, la tension évolue entre 0 V et 3,5 V.

Reste à commander l'ampoule. Cependant, nous souhaitons obtenir un allumage dès qu'un bruit se présente et non un scintillement comparable à celui d'un modulateur psychédélique.

ALLUME!
MEDOR!
ALLUME!

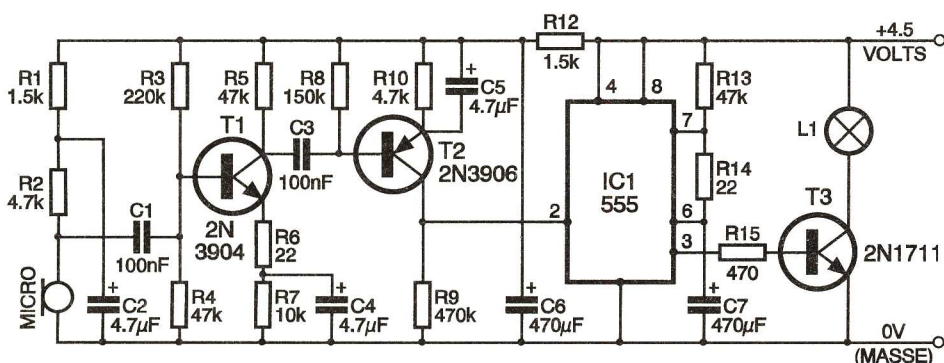


Fig 1

les résultats obtenus sont tout à fait comparables. Nous vous proposons donc, sur ce principe, de réaliser une lampe à allumage automatique. Celle-ci peut parfaitement trouver sa place dans une cave, par exemple, mais rendra également bien des services pour éviter les cauchemars des tout-petits. S'allumant au moindre cri, elle les rassure et permet aux parents de passer de meilleures nuits. Cela dit, passons à l'étude de cette réalisation.

UN MICRO POUR DETECTEUR

L'élément sensible est, comme on peut s'en douter, un micro. Nous avons porté notre choix sur une capsule micro-électret.

Celle-ci, bon marché, possède une qualité et une sensibilité largement suffisantes pour l'usage que nous lui réservons. Rappelons que ce type de micro doit être alimenté pour pouvoir fonctionner. De plus, cette tension d'alimentation, dont la valeur exacte n'a que peu d'importance, doit être, en revanche, « propre » pour éviter l'apparition de parasites et de bruit de fond. Cela explique la

de cette seconde résistance et du micro. Cependant, comme nous souhaitons obtenir une grande sensibilité sur ce montage, il est indispensable d'amplifier fortement le signal ainsi obtenu. Pour cela, il est appliqué successivement à deux étages amplificateurs quasiment identiques dans leur câblage.

Chacun d'entre eux est réalisé autour d'un transistor monté en charges réparties, c'est-à-dire dont aucune des pattes n'est directement reliée ni à la masse ni à l'alimentation. Notons que, pour des commodités de polarisation, le premier étage est équipé d'un transistor NPN (2N3904) et le second, d'un PNP (2N3906). Cependant, cela ne

Pour obtenir cette fonction, nous allons utiliser un dispositif de temporisation. On peut comparer celui-ci à une mini-minuterie.

LE NE 555 EN MONOSTABLE

Pour assurer cette fonction, nous disposons d'un composant, qui nous est maintenant familier, mais que nous avons généralement utilisé en tant qu'oscillateur : le NE 555. En le câblant d'une manière légèrement différente, il peut assurer parfaitement la fonction de temporisation que nous souhaitons.

En effet, lorsqu'une brève impulsion est appliquée sur sa patte 2, une impulsion beaucoup plus longue est obtenue sur sa sortie. La durée de celle-ci peut être fixée par la valeur du condensateur relié à sa patte 6 et celle des résistances connectées sur la 7.

Pour notre part, nous avons choisi les valeurs de ces divers éléments pour que la lampe reste allumée environ 10 secondes après le retour du silence complet. Précisons que le NE 555 ne se déclenche que si la tension appliquée sur sa patte 2 est inférieure au tiers de la tension d'alimentation.

Dans notre cas, nous avons polarisé le second transistor de manière que, en l'absence de bruit, la tension présente sur son collecteur soit égale au trois-quart de celle de l'alimentation. Dans ce cas, le NE 555 ne

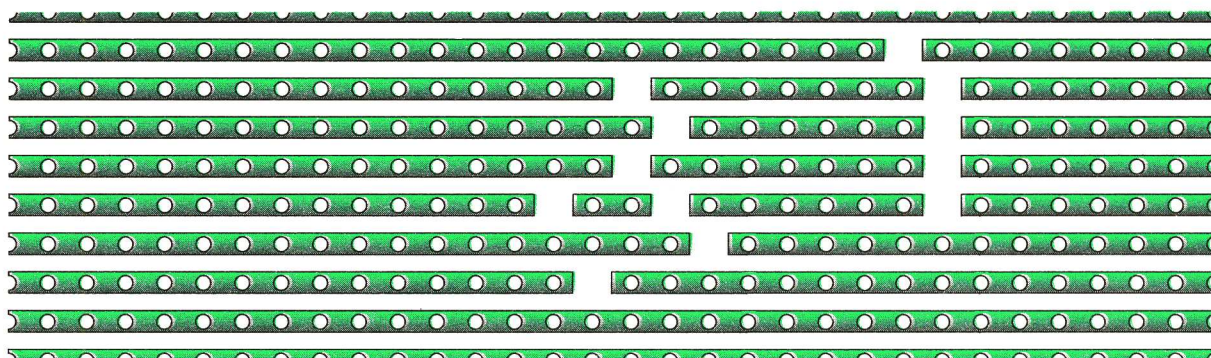


Fig 2

déclenche donc pas, ce qui est le but recherché; le bruit, en revanche, provoque, comme nous l'avons dit, une variation de cette tension jusqu'à son effondrement à une valeur proche de 0V, ce qui provoque, naturellement, le déclenchement du NE 555. Cependant, ce composant n'est pas suffisamment puissant pour fournir directement un courant capable d'allumer l'ampoule.



■ UN DERNIER TRANSISTOR EN TANT QUE RELAIS

Les ampoules pour lampe de poche, comme celle que nous utilisons ici, demandent environ 300 mA lors de leur fonctionnement.

C'est à un transistor de semi-conductance (2N1711) que nous confions la tâche de commuter ce courant. Sa base est connectée à la sortie du NE 555 (patte 3) par l'intermédiaire d'une résistance.

Celle-ci limite le courant qui traverse le transistor lors du déclenchement du NE 555. L'ampoule, quant à elle, est directement placée dans son circuit de collecteur. Notons que, lors de son allumage, l'ampoule a tendance à faire « effondrer » la tension issue de la pile. Cette brusque chute de tension provoquerait des déclenchements parasites si elle se répercutait à l'ensemble du montage et, surtout, aux étages à transistor d'amplification.

C'est pour cela qu'une résistance et un condensateur sont intégrés entre le NE 555 et ces derniers. Ce filtre permet d'atténuer suffisamment les écarts de tension entre « lampe allumée » et « lampe éteinte » pour éviter que des déclenchements parasites se produisent.



■ QUELQUES CONSEILS DE CABLAGE

Pour tailler la plaquette à bandes conductrices 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 cela, un foret (5 à 8 mm de diamètre) est utilisé. Celui-ci est appliqué sur le trou où doit s'effectuer la coupe, côté bande conductrice, puis, en tournant à la main deux ou trois tours, le cuivre est retiré. Il faut veiller à ne pas trop appuyer et, une fois l'opération terminée, contrôler qu'aucun copeau ne vient établir de contact parasite entre deux bandes adjacentes. Il faut, ainsi, reporter l'ensemble des interruptions de bande. Un dessin de la plaquette,

vue côté cuivre, est fourni à cet effet. La mise en place des composants ne doit pas poser de problème particulier. Le brochage des transistors doit être respecté.

C'est le méplat, ou l'ergot (pour le 2N1711), que comporte leur boîtier qui fait office de repère. Sur le NE 555, une encoche est présente à l'une de ses extrémités. C'est elle qui permet de lever le doute en ce qui concerne son orientation. De même, rappelons que les condensateurs chimiques sont polarisés. Il est important de respecter leur polarité pour qu'ils fonctionnent correctement.

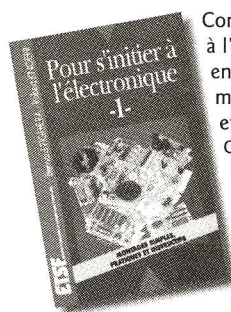
Leur boîtier porte un étranglement qui indique le contact à orienter vers les potentiels positifs. Enfin, un soin tout particulier est à apporter au câblage de la capsule micro. Toute inversion de polarité de celle-ci provoque, en effet, sa destruction immédiate. Pour repérer cette polarité, deux méthodes sont employées par les fabricants. Souvent, un petit +, assez difficile à voir, est placé à proximité de l'un des contacts. Si c'est le cas du micro que vous avez acheté, il faut orienter celui-ci comme sur le schéma de câblage. Sur d'autres capsules, l'un des contacts est relié à leur boîtier métallique. Dans ce cas, il s'agit du contact qui doit être relié à la masse.

L'alimentation de cette lampe magique est normalement assurée à l'aide d'une simple pile de 4,5V pour lampe de poche. Bien que, lorsqu'elle est en veille, sa consommation reste faible, il est possible, pour un usage en « poste fixe », d'utiliser un petit adaptateur secteur. Celui-ci devra pouvoir délivrer 350 mA, au moins, sous 4,5V.

■ NOMENCLATURE

R1, R12 : 1,5 kΩ (brun, vert, rouge)
R2, R10 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R3 : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)
R4, R5, R11, R13 : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
R6, R14 : 22 Ω (rouge, rouge, noir)
R7 : 10 kΩ (brun, noir, orange)
R8 : 150 kΩ (brun, vert, jaune)
R9 : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
R15 : 470 Ω (jaune, violet, brun)
C1 : 100 nF
C2, C4, C5 : 4,7 μF/12 V
C3 : 100 nF
C6, C7 : 470 μF/12 V
T1 : 2N3904 ou équivalent NPN
T2 : 2N3906 ou équivalent PNP
T3 : 2N1711 ou équivalent IC1 : NE 555
L1 : ampoule pour lampe de poche
Micro : capsule micro-électret

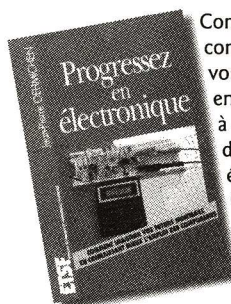
Comment bien débuter en électronique !



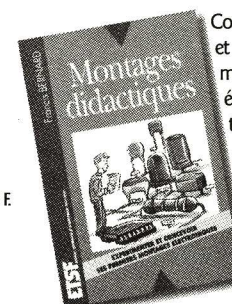
Comment s'initier à l'électronique en réalisant des montages simples et attrayants.
Code 023889 - 149 p - 110 F.



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



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



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

Rappel

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

EN VENTE CHEZ VOTRE LIBRAIRE HABITUEL

ETSF

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



70 pages

Nombreux schémas et indications techniques
Mise à jour bisannuelle

Prix : 25.00 F

Tarif quantitatif gratuit sur simple demande

MEDELOR SA
42800 TARTARAS

Tél : 77 75 80 56



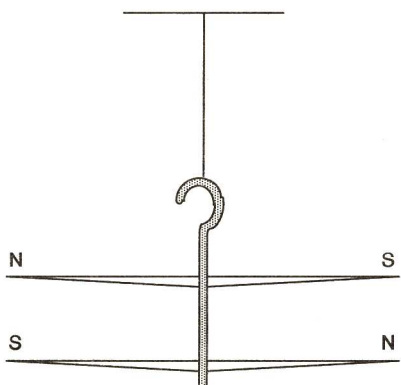
J'EXPERIMENTE

L'ELECTRICITE DYNAMIQUE (suite)

L'action des courants sur les aimants mise en évidence par les expériences de Jean-Christian Ørsted en 1820, professeur de physique à Copenhague, et dont la loi générale fut énoncée par le physicien français André-Marie Ampère peu après, suscita cette même année une foison de découvertes et d'applications.

LE GALVANOMETRE

Le premier galvanomètre (aussi qualifié de rhéomètre ou de multiplicateur) fut réalisé par le physicien allemand Schweigger peu après la découverte d'Ørsted. Exploitant le fait qu'une aiguille aimantée permet de visualiser l'existence et la direction d'un courant, l'angle de déviation dépendant de son intensité, Schweigger eut l'idée de multiplier l'action des courants afin de diminuer la résistance due au



Système astatique de Nobili

Fig 1

magnétisme terrestre tout en augmentant la sensibilité.

Il construisit pour cela un cadre rectangulaire en bois sur lequel il enroula un fil de cuivre isolé par de la soie. Les deux extrémités du bobinage reliées à deux bornes finalement montées sur le cadre, il suffisait d'y connecter le circuit faisant l'objet d'une mesure (voir le dessin). L'aiguille aimantée mobile, montée sur pivot ou suspendue au cadre par un fil, impliquait une orientation particulière de l'ensemble avant toute mesure.

En effet, le rectangle formé par le cadre devait être placé dans le plan du méridien magnétique.

Cet appareil encore trop soumis à l'action de la terre fut perfectionné par Nobili qui employa non pas une aiguille aimantée mais deux. Superposées avec leurs pôles contraires tournés du même côté, leurs magnétismes propres s'annulent récipro-

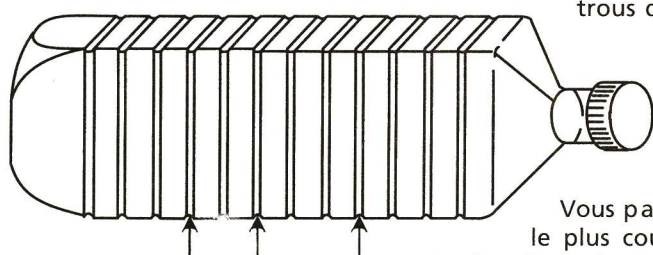
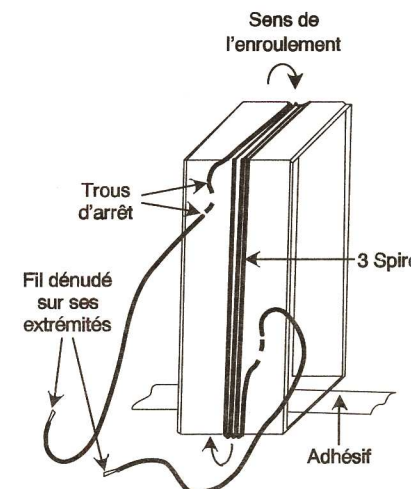


Fig 2

Préparation des cadres



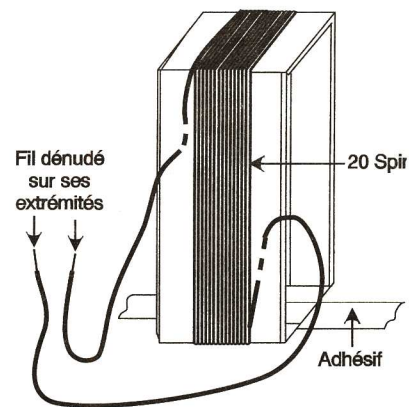
L'enroulement

Fig 3

quement. Ce système, qualifié d'astatique, entraîne une plus grande sensibilité du galvanomètre (fig. 1).

NOTRE REALISATION

Nous vous proposons de fabriquer un appareil qui s'apparente au galvanomètre de Schweigger. Afin de procéder à quelques observations, deux appareils sont à préparer. Pour cela, commencez par



Second cadre

Fig 4

repérer les découpes sur une bouteille d'eau de section carrée (fig. 2). Ces bouteilles en matière plastique se découpent facilement avec un couteau à pain, c'est-à-dire un couteau à lame dentelée.

Une fois les deux cadres découpés, préparez le fil rigide qui servira au bobinage. Quatre petits trous de passage dans le cadre doivent permettre d'arrêter le fil en l'empêchant de se détendre sur le bobinage.

Vous passerez donc le fil le plus court dans les trous d'arrêt sur le premier cadre en respectant le sens d'enroulement

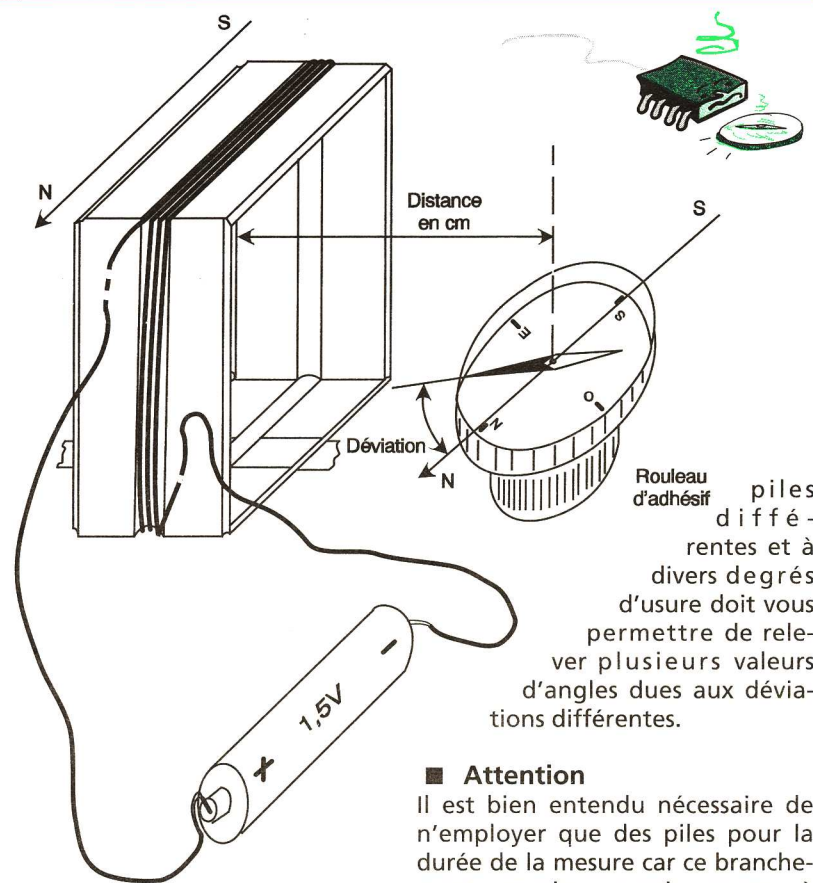


Fig 5

Orientation de boussole

comme indiqué sur la figure 3.

Dénudez les extrémités du fil puis, après avoir tendu un morceau d'adhésif à la base du cadre, fixez-le sur votre table en l'orientant comme indiqué à l'aide de votre boussole.

Pour le second cadre (plus large) sur lequel vous bobinez une vingtaine de spires, il vous suffit de procéder de la même manière.

EXPERIENCES

Réunissez les différentes piles qui serviront aux mesures ainsi que la boussole. Placez celle-ci sur le rouleau d'adhésif posé à plat sur la table à environ 2 cm face au cadre (elle sera ainsi à hauteur du centre du cadre).

Orientez la boussole afin que l'axe Nord-Sud soit parallèle à l'enroulement, la partie colorée de l'aiguille pointant sur le Nord, puis effectuez le branchement indiqué sur la figure 5.

Vous pourrez alors observer que l'aiguille pointe une nouvelle direction vers le cadre après stabilisation de son mouvement. Repérez la valeur de la déviation après lecture des graduations sur la boussole puis recommencez l'expérience avec d'autres piles. Le fait d'employer des

Attention

Il est bien entendu nécessaire de n'employer que des piles pour la durée de la mesure car ce branchement consiste pratiquement à mettre en court-circuit les pôles positifs et négatifs de la pile.

COMPARAISONS

Après avoir disposé le second cadre comme le premier ainsi que la boussole, reprenez les mesures de déviation de l'aiguille. Que constatez-vous ?

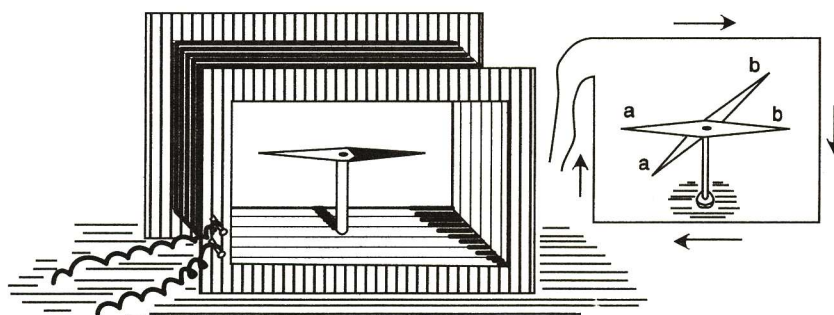
Si vous jugez vos cadres trop sensibles, éloignez la boussole en repérant chaque fois la distance qui la sépare du centre du cadre.

De plus, vous pourrez étendre vos observations en cherchant la distance maximale pour laquelle les cadres génèrent une déviation de l'aiguille pour une pile de 1,5V (votre mesure s'effectue du centre du bobinage à l'axe de la boussole), puis en changeant de type de pile.

P. RYTTER

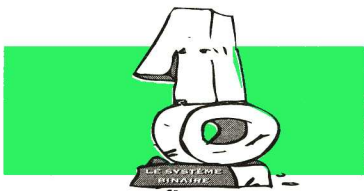
NOMENCLATURE

- 1 bouteille d'eau en plastique
- 1 boussole
- 1 rouleau d'adhésif
- 1,5 m de fil de câblage isolé (bobine 3 spires)
- 7,5 m de fil de câblage isolé (bobine 20 spires)
- Des piles à divers degrés d'usure



Galvanomètre de Schweigger

Fig 6



LOGIQUE 18

« La critique est aisée, seul l'art est difficile. » (Destouches, Le Glorieux II, 5)

Depuis quelques mois déjà, nous avons découvert ensemble quelques aspects fondamentaux de l'électronique numérique, c'est-à-dire l'électronique qui traite des variables binaires, selon les règles établies par Georges Boole voilà plus d'un siècle maintenant. Nous savons manipuler des bits à 1, d'autres à 0, ou encore produire des signaux rectangulaires réguliers; il nous est facile d'additionner des nombres dans différentes bases de numération.

Nous avons appris aussi à mettre en œuvre des afficheurs ou des mémoires électroniques. La constatation est claire: l'électronique numérique est partout présente, dans le domaine de la micro-informatique bien sûr ou dans la robotique, mais également dans bon nombre d'applications modernes ou simplement banales, et qui n'étonnent plus grand monde (montres LCD, calculatrices, jeux vidéo, afficheurs divers, etc.). Et pourtant, le monde réel qui nous entoure est bel et bien ANALOGIQUE !

rarement atteinte. N'importe quelle valeur peut, même brièvement, être atteinte à un moment donné, et se modifier continuellement vers le haut ou vers le bas. A un instant précis, on peut mesurer une tension de 4,86V entre deux points d'un circuit électronique. Cette différence de potentiel ne sera peut-être plus que de 4,75V une minute plus tard. Chaque valeur mesurée d'une grandeur analogique a une signification précise. La position de l'aiguille d'un ancien multimètre ne cesse d'osciller face au cadran gradué, et selon le calibre choisi de l'appareil, repré-

nombreux :
– un ensemble numérique est plus simple à construire, car il ne devra traiter que deux valeurs, d'ailleurs complémentaires. La valeur exacte du niveau atteint importe peu, puisque l'on ne s'intéresse qu'aux états haut et bas ;

– il est facile de stocker une valeur numérique dans des mémoires, construites par exemple dans des bascules du type bistable ou même dans des mémoires non volatiles pendant une durée indéfinie ;
– la précision elle-même sera augmentée si l'on opte pour une valeur numérique (ou binaire) comportant plus de bits ;

– à l'aide d'un programme repré-

degrés en fonction du temps écoulé. Si les points de la courbe sont peu nombreux et espacés dans le temps, on obtiendra une ligne brisée, ayant l'allure caractéristique de la feuille de température placée au bout du lit d'un malade à l'hôpital ! Cette représentation n'est que grossière, comme on peut le constater sur la figure 2.

Avec des relevés plus nombreux et très proches dans le temps, la courbe obtenue est continue et bien plus précise.

L'ECHANTILLONNAGE

Cette opération fondamentale consiste à découper temporellement le signal analogique de la courbe en fines tranches, de manière à pouvoir mesurer l'amplitude que le signal atteint dans chacune d'elles. La fréquence d'échantillonnage (ou découpages à la seconde), exprimée en hertz, doit être correcte et suffisante par rapport à la fréquence maximale que le signal analogique à convertir peut atteindre. Si elle est

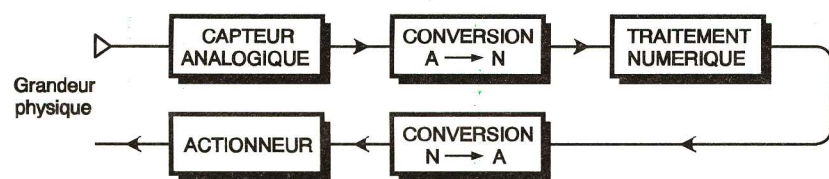


Fig 1

Les exemples ne manquent pas: citons simplement quelques grandeurs physiques comme la température, l'éclairement, le volume sonore, la mesure d'une longueur, le poids et bien d'autres encore. La technologie numérique présente bien des avantages, et c'est sans doute la raison des efforts déployés par l'homme pour traiter toutes les grandeurs analogiques et les rendre compatibles avec le traitement logique qu'exige la technologie moderne (fig. 1).

• **Définition d'une grandeur analogique:** elles sont toutes représentées (aux unités près) par des valeurs pouvant évoluer entre deux limites, souvent 0, et une valeur maximale

sentra une valeur analogique précise à un moment donné.

• **Définition d'une grandeur numérique:** nous savons depuis longtemps déjà qu'une grandeur numérique est en fait une variable ne pouvant présenter que deux valeurs ou états, notés 1 ou 0, parfois VRAI ou FAUX. Pourtant, une grandeur numérique peut correspondre à une valeur quelconque à l'intérieur d'une plage prédéfinie; on peut encore dire que toutes les valeurs dans cette plage possèdent la même valeur numérique.

En logique TTL par exemple, toute tension (analogique donc) comprise entre 0V et 0,8V correspond au niveau 0 logique ou numérique. Toute tension évoluant entre 2V et 5V sera assimilée au niveau 1 logique. Les avantages du système numérique sont connus à présent et fort

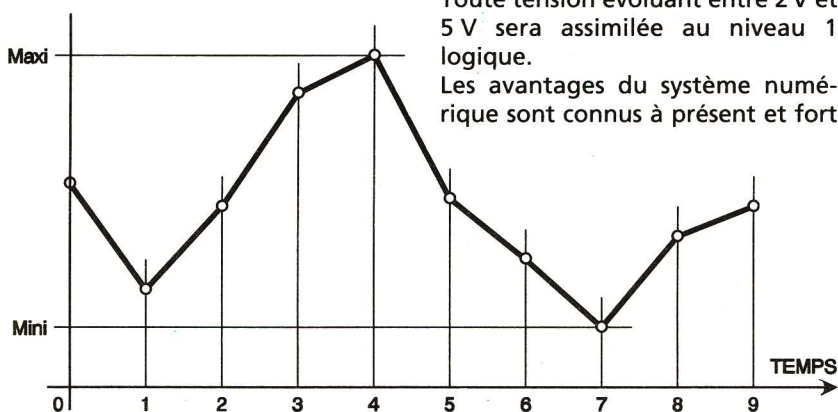


Fig 2

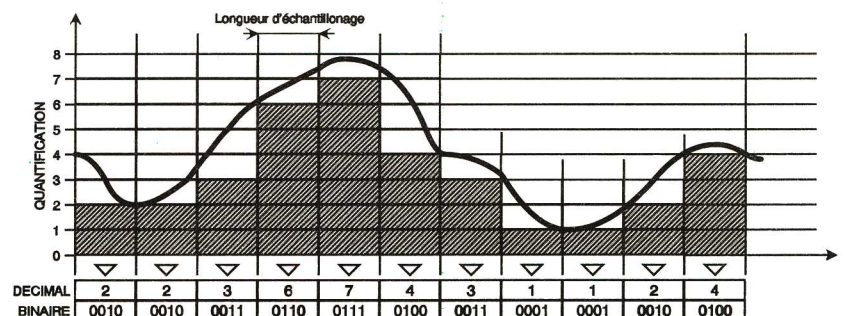


Fig 3

sentant une succession d'instructions élémentaires, on peut aisément utiliser la puissance d'un micro-ordinateur ou d'un microcontrôleur pour traiter les informations numériques collectées ;

– seuls les circuits numériques autorisent une très haute intégration dans la conception de circuits complexes, car ils ne font pas appel à des composants difficiles à intégrer, comme les condensateurs et inductances de précision.

trop faible, il est évident que les variations rapides du signal d'entrée ne seront pas prises en compte et seront perdues, avec pour conséquence de déformer le signal restitué.

On admet généralement que pour pouvoir convertir un signal donné, la fréquence d'échantillonnage doit être au moins égale au double de la fréquence maximale de ce signal (voir figure 3).

En admettant que l'oreille humaine possède une bande passante de

DE L'ANALOGIQUE AU NUMERIQUE

Un signal analogique représentatif d'une grandeur physique, comme la température ambiante par exemple, peut se représenter à l'aide d'une courbe donnant la valeur exacte en

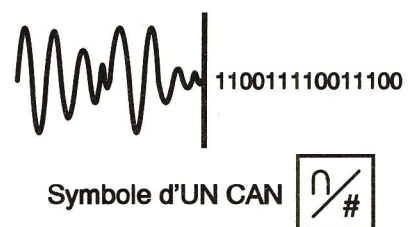


Fig 4

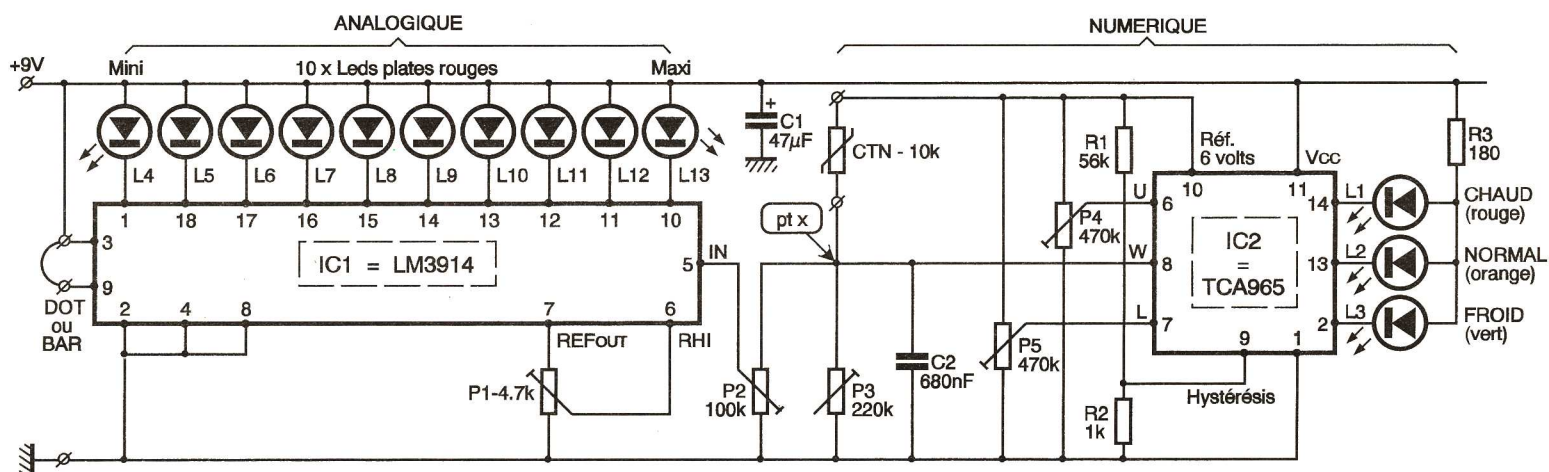


Fig 5

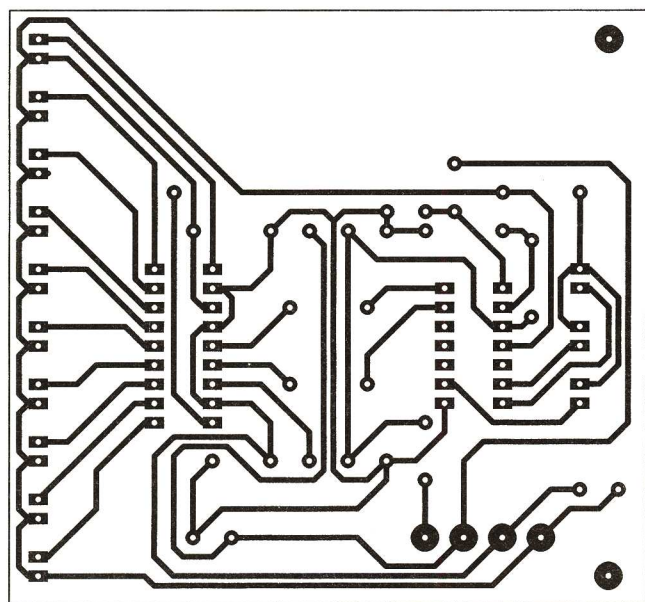


Fig 6

20 Hz à 20 kHz, il faut une fréquence de découpage d'au moins 40 kHz pour transmettre l'intégralité du spectre audible. C'est ainsi que les fréquences d'échantillonnage retenues pour le célèbre compact disc, omniprésent de nos jours, est de 44,1 kHz.

LA QUANTIFICATION

Cette opération consiste à évaluer l'amplitude de chacun des échantillons découpés lors de l'échantillonnage, puis de convertir ces valeurs sous la forme binaire. Bien entendu, il convient de définir au préalable quel sera le nombre de bits à attribuer à chaque valeur : un dispositif codé sur 8 bits offrira 256 valeurs binaires différentes, de 00000000 à 11111111, comme on le sait déjà. Plus le nombre de bits proposé est important, meilleure sera la précision de la numérisation. On peut reprendre l'exemple du compact disc codé sur 16 bits, soit 65 536 valeurs différentes ! C'est là le secret de l'extrême fiabilité de l'enregistrement numérique.

Plus modestement, nous reprenons notre exemple pour quantifier sur 4 bits seulement la courbe de température et achever la conversion analogique vers numérique (fig. 4). Le terme CAN désigne bien entendu un dispositif convertisseur analogique vers numérique. De nombreux schémas existent, et plusieurs

méthodes différentes sont habituellement exploitées. Nous détaillerons quelques circuits dans un prochain article tout entier consacré aux CAN.

RESOLUTION D'UN CAN

On désigne sous ce terme la plus petite valeur analogique nécessaire pour faire varier d'un bit seulement la sortie numérique. Ainsi, si un convertisseur accepte une plage d'entrée s'étalant de 0 à 10 V et délivre une sortie numérique sous 8 bits, on peut mener le raisonnement suivant :

analogique 0 V
= numérique 00000000
analogique 10 V
= numérique 11111111

Le pas de progression, ou résolution, est de :

$$\frac{10 \text{ V}}{(2^8 - 1)} = \frac{10}{255} = 0,0392 \text{ V.}$$

DUREE DE LA CONVERSION

Cette valeur dépend fortement du type de CAN rencontré ; si l'on opte pour un convertisseur faisant appel à une rampe numérique, la conversion voit sa durée doubler à chaque fois que l'on ajoute un bit de plus au

compteur binaire en sortie. Un signal analogique variant très rapidement n'est donc guère compatible avec ce type de circuit. Un convertisseur « Flash » ou CAN parallèle sera infiniment plus rapide, pour ne pas dire instantané (quelques nanosecondes !).

CONSTRUIRE UN THERMOMETRE ANALOGIQUE ET NUMERIQUE

Afin de bien mettre en évidence la différence fondamentale entre l'affichage analogique d'une grandeur physique ordinaire et sa représentation numérique, nous vous proposons un exercice – peu ordinaire il est vrai – qui consiste à réaliser un thermomètre présentant les deux affichages à la fois, à partir d'une seule et unique sonde de température, en l'occurrence une résistance CTN, bien connue déjà des lecteurs. Le schéma complet est donné à la figure 5.

• **Conversion température-tension :** une sonde CTN (pour Coefficient de Température Négatif) forme avec l'ajustable P₃ un simple pont diviseur. Le point médian noté X sur le schéma présente une tension continue, donc analogique, proportionnelle à la fois à la position de l'ajus-

table et à la valeur ohmique de la sonde CTN. Celle-ci voit sa résistance diminuer lorsque la température ambiante augmente. Ainsi, la tension au point X augmente si la température s'élève. Bien que cette variation ne soit pas parfaitement linéaire, elle nous permettra de mettre en œuvre les deux affichages souhaités.

• **Affichage analogique :** rien de plus simple si l'on fait appel au célèbre circuit LM3914, qui contient une chaîne de dix ampli-op, montés en comparateurs de tension à variation linéaire. Une référence de tension interne est utilisée via l'ajustable P₁ pour réaliser le seuil haut de la chaîne de mesure (RHI). Le seuil bas (RLO) sera simplement relié à la masse commune. Le signal à mesurer est dosé par l'élément P₂ qui agit ici en réglage potentiométrique et sera acheminé vers la broche 5. La suite se devine aisément : si la tension à mesurer est supérieure au seuil de l'un des AOP internes, celui-ci voit sa sortie passer à l'état bas et la diode DEL correspondante s'allume. Pour obtenir une échelle de LED, il convient de relier la broche 9 à la broche 3 (= mode BAR).

La hauteur des DEL allumées est bien fonction de la valeur de la tension analogique mesurée.

• **Affichage numérique :** la tension à convertir est la même et sera acheminée vers la broche 8 d'un circuit

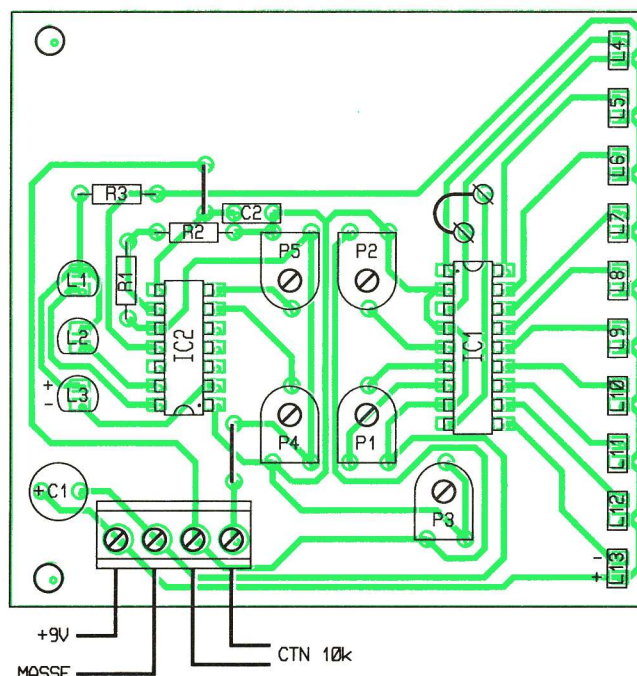


Fig 7

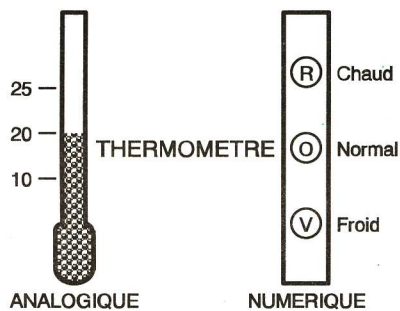


Fig 8

comparateur à fenêtre spécial de Siemens. Si cette tension d'entrée est inférieure à la tension présente sur la broche 7 (niveau bas = L), on peut voir la diode DEL L₃ verte s'allumer. Si, en revanche, elle est supérieure à la tension présente sur la broche 6 (= niveau haut = U), on pilote la diode DEL L₁ rouge. La « fenêtre » entre les deux seuils commande la diode L₂ orange. Sur la broche 9 du circuit IC₂ on peut également imposer la tension d'hystérésis nécessaire au basculement autour des deux seuils: elle sera ici de 0,2V environ.

On constate aisément que ce mode de lecture, s'il est plus simpliste, peut suffire à se faire une bonne idée de la température.

Amusez-vous à régler soigneusement ce petit montage pour obtenir l'affichage « Normal » lorsque les sept diodes analogiques du bas sont activées.

Guy ISABEL

NOMENCLATURE

Semi-conducteurs

IC₁: chaîne de dix comparateurs linéaires LM 3914

IC₂: comparateur à fenêtre TCA 965

L₁, L₂, L₃: diodes électroluminescentes Ø 5 mm

L₄ à L₁₃: diodes plates rouges

Résistances

(toutes valeurs 1/4 W)

R₁: 56 kΩ (vert, bleu, orange)

R₂: 1 kΩ (marron, noir, rouge)

R₃: 180 Ω (marron, gris, marron)

Ajustables horizontal, pas de 2,54 mm

P₁: 4,7 kΩ

P₂: 100 kΩ

P₃: 220 kΩ

P₄, P₅: 470 kΩ

Condensateurs

C₁: chimique vertical 47 µF/25V

C₂: plastique 680 nF

Divers

Support à souder 18 broches

Support à souder 14 broches

Bloc de 4 bornes vissé-soudé pas de 5 mm

Sonde CTN de 10 kΩ

TEXAS
INSTRUMENTS

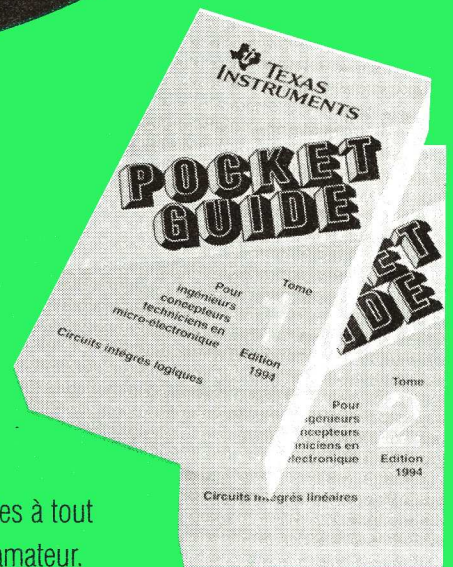
NOS PUCES S'EXPRIMENT EN FRANÇAIS

Texas Instruments propose une gamme d'ouvrages techniques en français :

Guides de poche :

- Circuits intégrés logiques.
- Circuits intégrés analogiques.

Ces 2 guides sont indispensables à tout électronicien professionnel ou amateur.



Circuits Linéaires et d'interface - Applications :

Cette collection de 3 volumes a été rédigée par les experts en la matière que sont les ingénieurs des laboratoires de recherche de Texas Instruments.

Volume 1 : Il traite des amplificateurs opérationnels, comparateurs, régulateurs de tension des alimentations à découpage, etc...

Volume 2 : Cet ouvrage décrit des applications liées aux commandes d'affichage, aux circuits de lignes et aux transmissions de données.

Volume 3 : Ce 3^{ème} volume traite, plus particulièrement, des circuits d'acquisition de données, des commandes de périphériques, et des composants à effet Hall.

Guide de conception des circuits linéaires et d'interface :

Cet ouvrage a pour objectif d'expliquer les avantages des différents composants et de leur technologie, ainsi que de mettre en évidence les précautions nécessaires à prendre pour assurer leur bon fonctionnement.

Pour plus d'informations,
merci de retourner ce coupon à :

Texas Instruments
Librairie Technique MS83
BP 5 - 06271 Villeneuve-Loubet cedex

Nom _____

Fonction _____

Société _____

Adresse _____

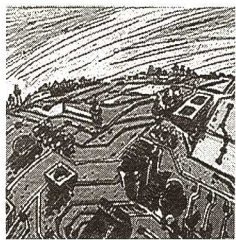
Code Postal _____ Ville _____

Generation
ELECTRONIQUE
PROJETS, INITIATION, ENSEIGNEMENT

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

(voir page 23)

EURO-COMPOSANTS



CATALOGUE 1994-95

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

EURO-COMPOSANTS

4, Route Nationale - BP 13 - 08110 BLAGNY

Tél. : 24 27 93 42 - Fax : 24 27 93 50

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

Labo Hobby : comparez !

Machine à graver

- Format utile 180 x 280 mm
- Avec THERMOMÈTRE Chauffage réglable avec voyant

Chassis à insoler U.V. (kit)

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

1^{er} CADEAU :

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

2^{er} CADEAU :

Kit de neutralisation pour perchlore de fer® "exclusivité CIF"

Comprenant : gants, lunettes, densimètre, filtres, papier PH, neutralisant pour 40 litres, seau de manipulation.

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

Prix départ chez tous les bons distributeurs CIF

Promo **865 TTC** l'ensemble

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



(11^e PARTIE)

COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?

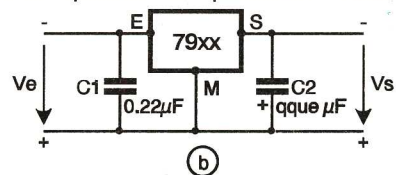
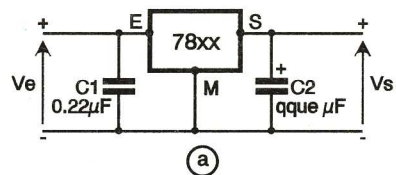
Si vous avez suivi avec assiduité nos deux précédents articles, vous avez peut-être l'impression que nous avons oublié un type très répandu de régulateur pour alimentation : le célèbre et omniprésent régulateur « trois pattes ».

Ce n'est évidemment pas le cas, mais nous avons préféré garder ce type de régulateur pour le dernier article de cette série consacrée aux alimentations. Le régulateur « trois pattes » représente en effet l'aboutissement de tout ce que nous avons pu voir jusqu'à présent ; il était donc logique de le présenter en dernier.

LE REGULATEUR « TROIS PATTES »

On peut difficilement imaginer composant plus simple, au plan de la mise en œuvre s'entend, au point que de nombreuses erreurs sont commises par des concepteurs qui finissent par ignorer ce que contient le régulateur et pourquoi il vaut mieux éviter certains mauvais réflexes. Nous y reviendrons tout au long de cet article.

La figure 1 montre le schéma de mise en œuvre classique d'un tel régulateur : en « a », pour les modèles positifs référencés 78XX et en « b », pour les modèles négatifs référencés 79XX.



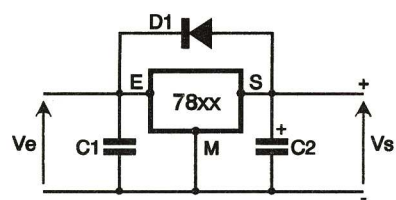
Les schémas d'utilisation type des régulateurs fixes « trois pattes ».

Fig 1

La tension de sortie délivrée par un tel montage est fixe et dépend du régulateur utilisé. Elle se lit directement dans sa référence : un 7805 délivre ainsi +5 V alors qu'un 7912 délivre -12 V.

Ces régulateurs sont protégés de deux façons différentes :

- en courant tout d'abord, car leur courant de sortie ne peut dépasser une certaine limite fixée en interne. Ce courant dépend de la référence exacte du régulateur mais aussi de son type de boîtier. Un 7805 est ainsi un modèle 1 A (boîtier TO220 ou TO3, c'est-à-dire boîtier de transistor de puissance), tandis qu'un 78L05 est un modèle 100 mA en boîtier TO 92 (boîtier de transistor petits signaux) ;



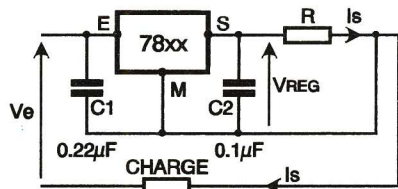
Comment protéger un régulateur « trois pattes » avec une diode...

Fig 2

- en dissipation de puissance ensuite. Cette protection, souvent appelée protection en température, car c'est en fait ce paramètre que vous ressentez en cas de dissipation excessive, interdit à la puce du régulateur de dépasser une température au-delà de laquelle elle serait détruite. En d'autres termes, si le régulateur a trop chaud, il diminue son courant et/ou sa tension de sortie afin de revenir à une température plus normale. Ce processus est réversible et la puce n'est pas détruite, mais il est évidemment assez malsain de faire fonctionner le régulateur en permanence dans ce mode.

Ce type de régulateur peut donc être qualifié de quasiment indes-

tructible, sauf si l'on oublie un paramètre fondamental qui est sa tension d'entrée maximale. Pour la majorité des modèles, elle est de 35 V, sauf pour les 78L05 où elle tombe à 30 V et pour les 7824 où elle monte à 40 V.



Du régulateur de tension au régulateur de courant.

Fig 4

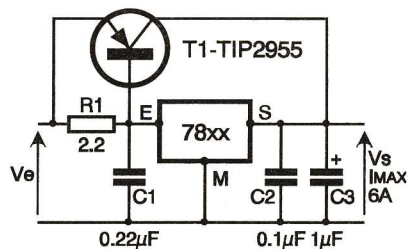
Le dépassement de cette tension de quelques volts, même s'il est relativement bref, a un effet destructeur certain !

Deux composants passifs entourent toujours ces régulateurs « trois pattes » : C1 et C2. C1 n'est *a priori* pas indispensable si le régulateur se trouve monté près des diodes de redressement et de leur chimique de filtrage. Il permet d'abaisser l'impédance dynamique de la ligne d'alimentation du régulateur et évite que celui-ci se mette à osciller. Compte tenu de sa faible valeur et

de son faible coût, il est prudent de le prévoir systématiquement. Sa valeur typique est de 0,1 à 0,22 µF, mais pas au-delà.

Le condensateur C2, quant à lui, est le condensateur de filtrage de sortie classique. Sa valeur peut aller de quelques microfarads pour les charges ne réalisant que de faibles appels de courant à plusieurs centaines de microfarads pour les charges dont le courant consommé varie de façon importante.

Si ce condensateur est de forte valeur, il est prudent de monter le régulateur comme indiqué figure 2. En effet, tous les régulateurs « trois pattes » supportent très mal qu'on leur applique une tension en sortie alors que leur tension d'entrée a disparu.



Un transistor externe et une résistance suffisent pour disposer d'un courant plus important en positif...

Fig 5

Cela peut se produire lorsque C2 est de forte valeur, comme le montre la figure 3. La charge « non régulée » décharge en effet très vite C3 lorsque le secteur est coupé, alors que C2 peut rester chargé plus longtemps et appliquer ainsi une tension sur la sortie du régulateur intégré.

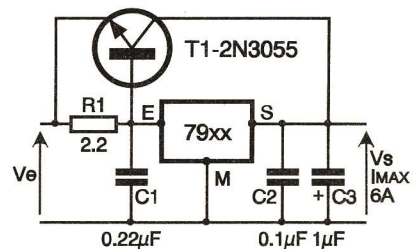
Avec le montage de la figure 2, la diode D1 interdit à la tension présente en sortie du régulateur d'être supérieure de plus de 0,6 V (le seuil de la diode) à la tension d'entrée. Le même montage est évidemment réalisable avec les régulateurs négatifs mais en inversant le sens de D1. Avant d'en finir avec ces schémas de base, précisons que tous les régulateurs des séries 78XX et 79XX ont besoin d'un minimum de différence de tension entre entrée et sortie pour fonctionner correctement. Cette différence doit être d'au moins 4 V pour un fonctionnement irréprochable. Il est possible de travailler avec moins, mais la stabilité

de la tension de sortie ne pourra alors plus être garantie dans toutes les situations.

DE LA TENSION AU COURANT...

Pour charger certains types de batteries ou pour des applications particulières (mesure de résistances avec un voltmètre, par exemple), il est nécessaire de pouvoir générer un courant constant. Nos régulateurs « trois pattes » s'y prêtent à merveille, comme le montre la figure 4.

Notre régulateur intégré présente en effet la particularité de savoir



... comme en négatif.

Fig 6

maintenir une tension constante entre sa patte « de masse » et sa patte de sortie. Avec ce type de montage, la résistance R se trouve placée entre ces deux pattes. Elle ne peut donc être traversée que par le courant I_s donné par la loi d'Ohm : $I_s = V_{reg}/R$, où V_{reg} est la tension du régulateur.

Les deux seules contraintes à respecter sont :

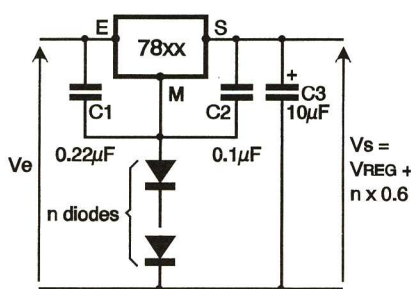
- de maintenir I_s inférieur au courant maximal que peut fournir le régulateur ;
- de ne pas dépasser la tension d'entrée maximale admise par le régulateur choisi.

TOUJOURS PLUS DE COURANT !

Les régulateurs intégrés « trois pattes » des séries normales sont limités à 1 A environ. Certains modèles existent en série « S », c'est-à-dire avec des références de la forme 78 S XX ou 79 S XX, et peuvent fournir 2 A, mais ils sont déjà plus rares que les autres. Enfin, des modèles encore plus rares comportent un « T » dans la référence qui devient 78 T XX et peuvent fournir jusqu'à 3 A. Le choix des tensions disponibles se restreint alors sérieusement.

Si vous voulez disposer d'un courant important, il est donc souvent plus simple de faire appel au montage proposé figure 5 en version positive et figure 6 en version négative.

Si vous êtes observateur, vous remar-



Quelques diodes suffisent pour augmenter un peu la tension de sortie.

Fig 7

querez que ces schémas ressemblent de très près à celui vu le mois dernier pour le L200. Ils fonctionnent de la même façon, à savoir que le transistor extérieur T_1 est rendu conducteur lorsque la chute de tension dans R_1 atteint son seuil base-émetteur, soit environ 0,6 V. Avec la valeur indiquée, le régulateur intégré est donc traversé au maximum par environ 300 mA.

Si l'on table sur un gain minimal de 20 pour T_1 (ce qui est la valeur basse de la fourchette indiquée par le fabricant), on constate que ce montage peut fournir tout de même jusqu'à 6 A.

■ DU FIXE AU VARIABLE

Même si les régulateurs « trois pattes » existent pour de nombreuses valeurs de tensions de sortie (5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18 et 24 V, tous fabricants confondus), on ne stocke bien souvent que les tensions les plus courantes, soit 5 V, 12 V et parfois 15 V. Il est donc utile de savoir comment modifier la tension de sortie de ces régulateurs.

Comme il n'est pas question de faire un trou dans le boîtier pour « charcuter » la puce, il faut employer un certain nombre d'artifices externes que voici.

Le premier, visible **figure 7**, est utilisable lorsqu'on veut augmenter la tension de sortie de quelques dixièmes de volts à quelques volts. Son principe est évident. Le régulateur maintient une tension constante entre sa patte « de masse » et sa sortie. Les diodes, quant à elles, présentent à leurs bornes leur tension de seuil, soit environ 0,6 V par diode pour le silicium.

Comme le courant qui circule dans la patte « de masse » du régulateur est quasiment constant et dépend assez peu de la charge, on peut écrire en première approximation que la tension de sortie est donnée par :

$V_s = V_{reg} + n \times 0,6$, où n est le nombre de diodes utilisées.

Le montage de la **figure 8** est le dérivé évident du précédent dès que l'on veut augmenter la tension de sortie de quelques volts. On fait alors appel à une Zener et la tension de sortie est évidemment donnée par :

$V_s = V_{reg} + V_z$.

Ces deux montages dégradent un peu l'excellente qualité des régulateurs intégrés puisque la stabilité de la tension de sortie est réduite à celle du plus mauvais élément (Zener ou diodes, selon le schéma concerné). Notez aussi, avant de passer à autre

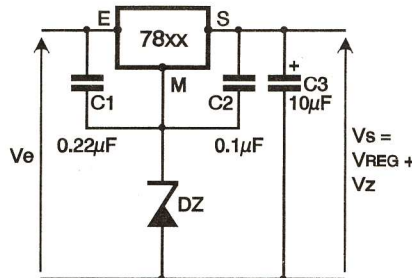
chose, que ces schémas sont transposables en négatif. Il suffit d'utiliser un 79XX et de retourner les diodes ou la Zener, mais vous l'aviez certainement déjà deviné.

On peut aller plus loin et rendre la tension de sortie ajustable au moyen d'un montage assez horrible qui vous est présenté **figure 9**. Il repose sur le principe déjà évoqué ci-avant selon lequel le courant circulant dans la patte « de masse » du régulateur est quasiment constant. Pour les modèles 1 A, ce courant est de l'ordre de 4 mA. De ce fait, en ajustant le potentiomètre de 1 k Ω , on peut faire varier la chute de tension dans celui-ci de 0 à 4 V environ et disposer d'une tension de sortie ajustable de V_{reg} à $V_{reg} + 4$ V. Sa stabilité laisse toutefois à désirer par rapport à celle permise avec...

■ LE REGULATEUR « TROIS PATTES » AJUSTABLE

Ce type de régulateur représente à nos yeux l'aboutissement en matière de régulateur intégré linéaire. Il se présente en effet en boîtier trois pattes comme les régulateurs fixes mais autorise un ajustement sur une très large plage de la tension de sortie tout en conservant ses excellentes propriétés de stabilisation. Il s'agit du LM 317, initialement produit par National Semi Conductor mais disponible aujourd'hui chez quasiment tous les fabricants. Son schéma d'utilisation type vous est proposé **figure 10**.

Notre régulateur ajustable res-



Une Zener permet une augmentation plus importante.

Fig 8

semble aux fixes, mais la patte de masse a disparu pour faire place à une patte baptisée « ADJ ». Le propre de ce régulateur est de maintenir entre sa patte de sortie et cette patte ADJ une tension rigoureusement constante de 1,25 V. En outre, le courant sortant par cette patte ADJ est constant et est garanti inférieur à 100 μ A (il est même de 50 μ A typique).

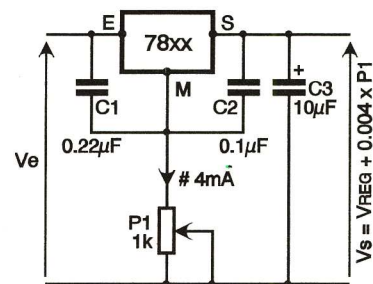
Dès lors, vous aurez certainement compris que les résistances R_1 et R_2 forment un pont diviseur classique et que la tension de sortie du montage de la **figure 10** est exprimée par la relation :

$V_s = 1,25 (1 + R_2/R_1) + I_{adj} \times R_2$.

Si R_1 et R_2 sont choisies de valeurs relativement faibles (typiquement inférieures à quelques kilo-ohms), l'influence du terme $I_{adj} \times R_2$ devient négligeable et on peut écrire :

$V_s \approx 1,25 (1 + R_2/R_1)$.

Comme ses homologues fixes, le LM 317 est protégé contre les courts-cir-



Un montage horrible, à réserver aux cas d'urgence !

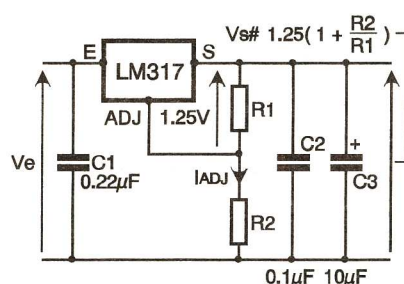
Fig 9

cuits, sa limitation de courant étant de 1,5 A typique. Il est également protégé contre les dissipations de puissance excessives.

La tension d'entrée maximale ne doit pas, ici non plus, dépasser les 40 V, sauf pour la version LM 317 HV où elle monte à 60 V. Malheureusement, ce LM 317 HV est quasiment introuvable !

Bien évidemment, un bonheur n'arrivant jamais seul, il existe un LM 337 qui est la version « négative » du LM 317. Nous ne vous ferons pas l'affront de faire le schéma d'utilisation puisque c'est le même que celui de la **figure 10**, où seules les polarités des tensions et de C_3 changent.

Vous aurez aussi deviné que, pour



Le fin du fin avec le régulateur ajustable « trois pattes ».

Fig 10

transformer notre alimentation à LM 317 en alimentation de laboratoire réglable par exemple, il suffit de remplacer R_2 par un potentiomètre.

Précisons, pour compléter ce tableau quasi idyllique, que, contrairement à notre habitude, nous n'allons pas critiquer ce schéma pour vous proposer mieux. Il fonctionne en effet très bien tel qu'il est. Qui plus est, le LM 317 est à peine plus coûteux qu'un régulateur fixe. Il est donc judicieux d'en avoir toujours quelques-uns en réserve dans ses tiroirs.

■ ET LES SURTENSIONS ALORS ?

Jusqu'à maintenant, nous nous sommes préoccupés des problèmes qui pouvaient arriver à nos diverses alimentations stabilisées avec, en particulier, les courts-circuits en sortie et les échauffements excessifs des régulateurs ou des transistors de puissance.

Si la charge alimentée par l'alimentation (bravo, Monsieur de La Palisse) est coûteuse, telle que la carte mère d'un micro-ordinateur par exemple, il est également prudent de se prémunir contre les errements de l'alimentation.

En effet, si cette dernière tombe en panne, deux cas peuvent se présen-

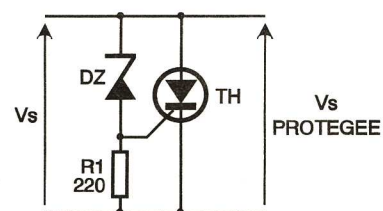
ter. Soit l'élément de puissance se met en circuit ouvert, ce qui est le cas le plus courant fort heureusement, et notre montage ne risque rien, il s'arrête tout simplement de fonctionner.

Soit l'élément de puissance se met en court-circuit, auquel cas la charge reçoit l'intégralité de la tension non régulée, généralement bien supérieure à la tension initialement prévue. L'effet dévastateur est garanti et se fait sentir en quelques microsecondes. En effet, le propre des semi-conducteurs est que le claquage par dissipation excessive est relativement lent : il faut en effet que la puce chauffe assez pour se détruire ; l'utilisateur a donc parfois le temps de réagir. En revanche, le claquage par surtension est immédiat car il met en jeu des phénomènes physiques différents. Il est donc généralement impossible de réagir à temps.

Pour éviter ce genre de catastrophe, on fait souvent appel à ce que l'on appelle du doux nom anglo-saxon de « crowbar » dont le schéma vous est présenté **figure 11**.

Il fait appel à un composant dont nous n'avons pas encore parlé : le thyristor, mais nous allons voir que ce n'est pas gênant pour ce qui nous intéresse aujourd'hui. Tant que la tension de sortie de notre alimentation est inférieure ou égale à V_z , qui est la tension de la Zener utilisée, cette dernière ne conduit pas. La gâchette du thyristor n'est donc pas alimentée et ce dernier se comporte comme un circuit ouvert.

Lorsque la tension de sortie de l'alimentation dépasse V_z et, plus précisément, lorsqu'elle devient égale à V_z augmentée du seuil de déclenchement du thyristor qui est typiquement de 1 V, ce dernier devient violemment conducteur et court-circuite la sortie de l'alimentation. La tension de sortie ne peut donc, en aucun cas, dépasser :



Un « crowbar » pour protéger vos montages des alimentations en gouquette.

Fig 11

$V_{smax} = V_z + V_{gt}$, où V_{gt} est la tension de déclenchement du thyristor. L'alimentation qui précède le crowbar est mise en court-circuit, mais ce n'est pas dangereux pour au moins trois raisons :

- la première est que lorsque ce montage se déclenche, c'est généralement parce que l'alimentation est tombée en panne !
- la seconde est que ce type de montage est généralement placé après une alimentation limitée en courant ; le court-circuit n'est donc pas destructeur ;
- la troisième est que l'on fait toujours précéder une alimentation munie d'un circuit de ce type d'un fusible ou d'un disjoncteur. ■

UN PORTE-CLE « GENERATION ELECTRONIQUE »

Gâce à la technique du multiplexage, il est possible d'obtenir les effets lumineux les plus divers avec un minimum de consommation d'énergie. C'est le cas de ce porte-clé dont l'originalité consiste à présenter en alternance les lettres G et E, initiales de votre journal préféré... par exemple.

I - LE MULTIPLEXAGE

(fig. 1)

Il s'agit d'une technique qui consiste essentiellement à... tromper l'observateur. En effet, lorsqu'on a plusieurs points lumineux à allumer, plutôt que de les alimenter simultanément, il est plus intéressant de les activer à tour de rôle mais à une vitesse de succession telle que l'œil humain, avec la persistance rétinienne qui le caractérise, ne se rende pas compte de la permutation cyclique des allumages. Il verra au contraire tous les points lumineux allumés simultanément. Il en résulte un important gain d'énergie. C'est la raison pour laquelle les segments de tout afficheur numérique ou alphanumérique sont alimentés selon ce principe.

Cette période est déterminée par la relation : $T = 2,2 \cdot R_2 \cdot C_2$. Dans le cas présent,

cette dernière est de l'ordre de 500 microsecondes, ce qui correspond à une fréquence de 2 kHz. Les sorties Q₄, Q₅ et Q₆ de IC₁ sont respectivement reliées aux entrées A, B et C de IC₂, qui est un décodeur BCD → décimal. Ce dernier ne peut occuper que huit positions (2³), étant donné que l'entrée D est

que constitue un cycle de multiplexage, on enregistre seulement l'alimentation tournante de 6 segments s'il s'agit de l'affichage de la lettre G et de 5 segments dans le cas de la lettre E.

Si I est l'intensité nécessaire pour l'alimentation d'un segment, l'intensité i moyenne n'est que de

$$\left(\frac{6I}{8} + \frac{5I}{8} \right) \div 2,$$

soit $\frac{11}{16} I \approx 0,7 I$.

On voit ici à quel point la technique du multiplexage est économique. En pratique, la consommation du montage reste inférieure à 10 mA.

II - L'ALLUMAGE ALTERNE DES AFFICHEURS

(fig. 1)

La cathode commune de l'afficheur AF₁ est reliée à l'émetteur d'un transistor PNP T₁ par l'intermédiaire du résistor de limitation de courant R₅. Quant à la cathode commune de l'afficheur AF₂, elle est reliée au collecteur du transistor NPN T₂ à travers le résistor R₆. Les bases de ces deux transistors sont en liaison, via R₃ et R₄, avec la sortie Q₁₀ de IC₁. Sur cette dernière, on relève un signal en forme de créneau carré d'une période de 0,5 milliseconde x 2¹⁰ = 512 millisecondes. En définitive, pendant une durée de 256 millisecondes, la sortie Q₁₀ présente un état haut; le transistor T₂ se sature et l'afficheur AF₂ est opérationnel. Pendant les 256 millisecondes suivantes, Q₁₀ est à l'état bas, et c'est T₁ qui est saturé; il en résulte l'allumage de l'afficheur AF₁.

Pour un observateur, les lettres G et E s'affichent alternativement à une fréquence de l'ordre de 2 Hz. En réalité, sur les huit temps élémentaires

III - LA REALISATION

La figure 2 montre le circuit imprimé. La configuration des pistes est un peu serrée parce que l'auteur désirait absolument introduire le module dans un boîtier porte-clé « Diptal » transparent, ou plutôt translucide, dans lequel un logement pour la pile de 12 V a été prévu par le constructeur.

Les pistes sont d'ailleurs caractérisées par une largeur de 0,5 mm et non de 0,8 mm comme c'est fréquemment le cas. La figure 3 illustre le plan d'implantation des composants. Attention à l'orientation correcte des composants polarisés. Le montage ne nécessite aucun réglage. Il est immédiatement opérationnel.

NOMENCLATURE

- 5 straps
- R₁: 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
- R₂: 47 kΩ (jaune, violet, orange)
- R₃ et R₄: 2 x 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R₅ et R₆: 2 x 560 Ω (vert, bleu, marron)
- AF₁ et AF₂: 2 afficheurs 7 segments à cathode commune (MAN 74 A)
- C₁: 0,1 μF milfeuil
- C₂: 4,7 nF milfeuil
- T₁: transistor PNP 2N2907
- T₂: transistor NPN BC 108
- IC₁: CD 4060 (compteur 14 étages avec oscillateur)
- IC₂: CD 4028 (décodeur BCD → décimal)
- I: inverseur monopolaire à glissière (broches coudées)
- Pile 12 V (type photo)
- Boîtier « porte-clé » Diptal

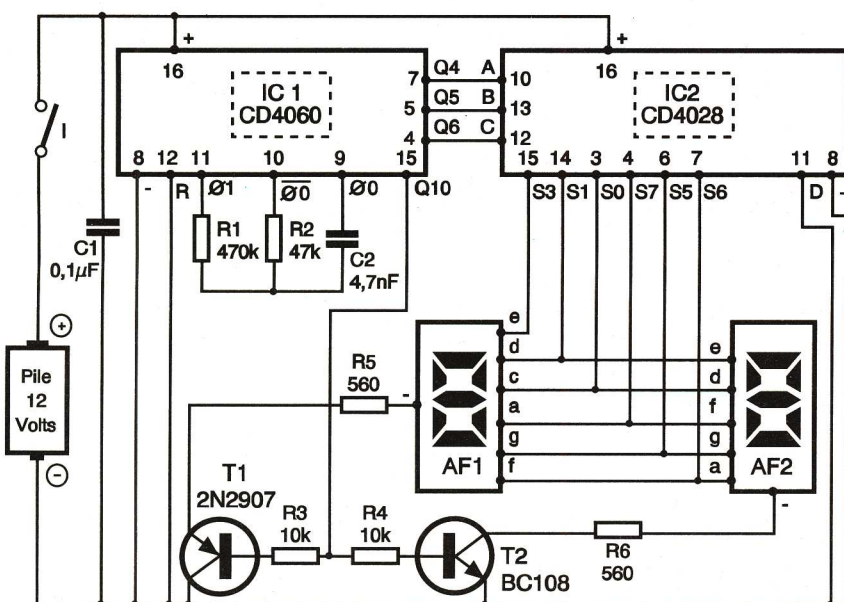


Fig 1

Notre montage comporte une base de temps qui est le circuit intégré IC₁, un CD 4060. C'est un compteur comportant 14 étages binaires montés en cascade. Il contient en outre un oscillateur interne dont la période dépend essentiellement des valeurs du résistor R₂ et de la capacité C₂.

soumise en permanence à un état bas. Dès que l'interrupteur I est fermé, le compteur IC₁ entre en action et l'on observe sur IC₂ le déplacement d'un état haut de la sortie S_i à la S_{i+1}, dans la plage S₀ à S₇. La période de la rotation des sorties binaires Q₄, Q₅ et Q₆ de IC₁ est celle du créneau que l'on observe sur la sortie Q₃ (non accessible) de IC₁, c'est-à-dire 500 μs x 2³ = 4 000 μs, soit 4 millisecondes. Cette période correspond à une fréquence de 250 Hz.

Les sorties S₀ à S₇ (exceptées les sorties S₂ et S₄) sont reliées aux segments de deux afficheurs à cathode commune. Six sorties alimentent chacune deux segments tandis que la sortie S₁ n'en alimente qu'un seul. Cela provient du fait que la lettre G nécessite 6 segments tandis que la lettre E n'en demande que 5.

En définitive, seulement 6 sorties sur les 8 qui sont activées par la struc-

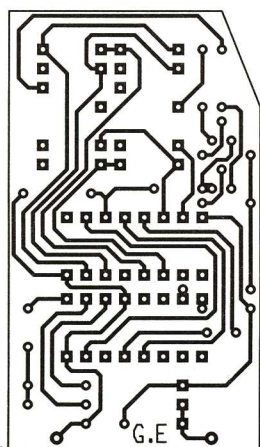


Fig 2

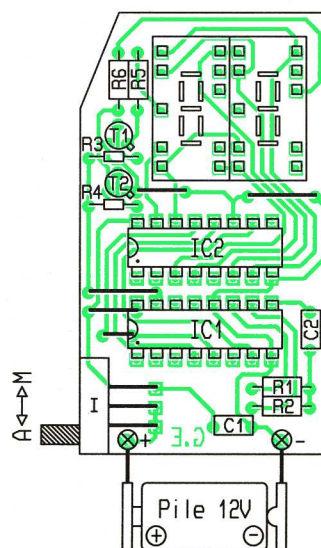
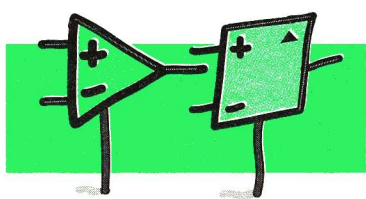


Fig 3



LES AMPLIFICATEURS OPERATIONNELS

(8^e PARTIE)

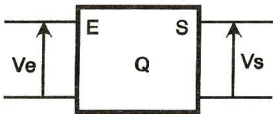
ETUDE EXPERIMENTALE DES FILTRES

Bien que cet article s'intitule les AOP (8^e partie), ceux-ci n'apparaîtront que fort peu si ce n'est en tant que suiveur dans le montage servant de support expérimental aux mesures envisagées. En effet, comme vous avez pu le constater dans les précédentes parties de cet exposé, nous n'avons absolument pas parlé d'un domaine où les AOP sont souvent utilisés : le filtrage des signaux.

Pour que les points abordés lors de cette étude soient compréhensibles par le plus grand nombre de nos lecteurs, nous commencerons par exposer certaines notions indispensables à l'étude des filtres ainsi que les techniques de mesure associées.

I - PREAMBULE

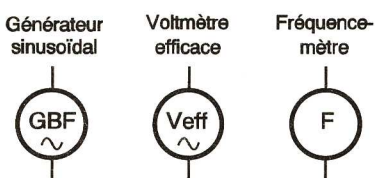
Au cours de l'étude qui va suivre, pour simplifier les représentations des filtres, le schéma du montage étudié sera remplacé par celui d'un quadripôle comme celui de la figure 1a.



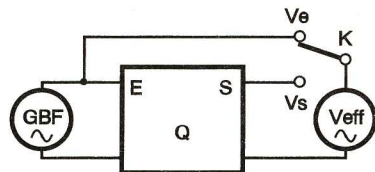
Les schémas des montages sont remplacés par un quadripôle. **Fig. 1a**

Les études envisagées concernant le régime sinusoïdal, et sachant que nous nous adressons essentiellement à des passionnés d'électronique dont les moyens financiers ne sont pas toujours très importants, le matériel de mesure que nous utiliserons pourra faire partie des différents montages qui ont été publiés dans la revue. Nous pensons en particulier au générateur sinusoïdal qui a été décrit dans le numéro 5 de *Génération Electronique* et aux adaptateurs permettant de transformer un voltmètre continu en fréquence-mètre (numéro 10) et en voltmètre pour valeurs efficaces de tensions sinusoïdales que vous trouverez dans les pages précédentes du numéro que vous tenez entre les mains. Les symboles respectivement utilisés pour ces différents appareils sont représentés à la figure 1b.

Attention, si votre contrôleur universel possède une échelle pour l'alternatif sinusoïdal, vérifiez avant de vous en servir que sa bande passante atteint au moins 10 kHz, sinon utilisez l'adaptateur préconisé.



Symboles utilisés pour les appareils. **Fig. 1b**



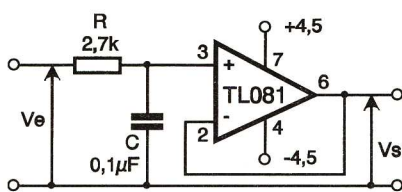
Montage permettant de relever la courbe de linéarité. **Fig. 2**

Bien entendu, ceux qui disposent d'un matériel plus sophistiqué, voire d'un oscilloscope, pourront utiliser ces appareils, leurs mesures n'en étant pas moins précises, au contraire.

II - COURBE ET DOMAINE DE LINEARITE

Lorsque les grandeurs caractéristiques étudiées sont par exemple les tensions (d'entrée et de sortie), la courbe de linéarité représente les variations de la tension de sortie Vs en fonction de celles de la tension d'entrée Ve.

Pour tracer cette courbe, on applique à l'entrée du montage une tension sinusoïdale de fréquence appartenant à la bande passante du système étudié (voir paragraphe IV) et d'amplitude croissant progressivement depuis 0 jusqu'à une valeur telle que le signal de sortie du système étudié n'augmente plus (ou jusqu'au maximum permis par votre générateur).



Le montage étudié pratiquement. **Fig. 3**

Le montage adopté pour faire ce relevé est proposé à la figure 2. Le voltmètre efficace utilisé est commuté alternativement sur l'entrée et la sortie, grâce à l'inverseur K. Si le montage introduit une amplification ou une atténuation, il faut changer de calibre à chaque fois que l'on passe de la mesure de Ve à celle de Vs. Cette opération fastidieuse

peut être évitée si l'on dispose de deux voltmètres efficaces ou d'un oscilloscope bicourbe dont l'une des voies est connectée sur l'entrée et l'autre sur la sortie.

Lorsqu'on débute dans le domaine de la mesure, il est recommandé de dresser un tableau dans lequel on reporte les résultats obtenus. C'est ce que nous ferons pour le montage proposé à la figure 3 qui sert de support à cet exposé. Ce montage correspond à un filtre passe-bas dans lequel l'AOP est utilisé en suiveur, afin que la charge connectée à la sortie du filtre (l'appareil de mesure par exemple) n'en modifie pas les performances. La tension d'alimentation de l'AOP (un TL081) est de + et - 4,5V.

Les mesures reportées dans le tableau de la figure 4 correspondent à des signaux de fréquence 100 Hz. Les valeurs qui s'y trouvent ont ensuite été utilisées pour tracer la courbe Vs = f (Ve) de la figure 5. C'est cette courbe que l'on appelle courbe de linéarité du montage.

Comme on peut le constater sur cette courbe, jusqu'à une valeur Ve voisine de 2V, les points sont alignés. Au-delà de cette valeur, la courbe s'infléchit. On vient de quitter le domaine de linéarité, qui va donc de 0 à 2V (efficaces) pour le montage proposé.

Cette information permet de connaître la valeur maximale de la tension que l'on peut imposer à l'entrée du montage sans qu'il y ait écrêtage ou déformation. Au-delà de cette valeur, ceux qui possèdent un oscilloscope peuvent voir que le signal de sortie Vs est déformé comme le montre la figure 6, sur laquelle on constate un écrêtage des alternances négatives. En utilisation normale, on devra conserver présent à l'esprit cette limite concernant l'amplitude des signaux d'entrée.

III - AMPLIFICATION ET GAIN D'UN MONTAGE

A) Amplification en tension

Pour tout montage électronique, on appelle amplification en tension, la quantité $Av = Vs/Ve$, qui est le rapport des tensions de sortie et d'entrée de celui-ci. Lorsque ce rapport est supérieur à 1, le montage

QUI PEUT NOUS PARLER DES A.O.P.?



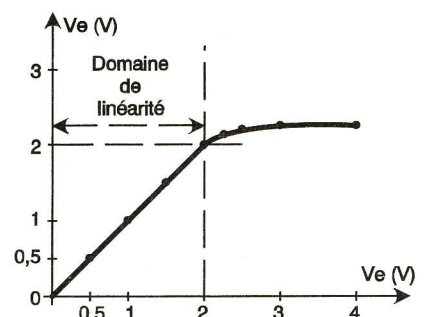
est amplificateur ; dans le cas contraire, il est atténuateur. Même dans cette situation, par commodité, on continue d'appeler ce rapport l'amplification du montage. Pour le montage précédemment étudié, l'amplification en tension est tout simplement la pente de la courbe de linéarité, dans le domaine de linéarité bien entendu. Pour ce montage, l'amplification Av est égale à 1, car les tensions d'entrée et de sortie ont la même amplitude.

En électronique, l'amplification (ou l'atténuation) des montages peut évoluer dans une fourchette quasiment illimitée. On est souvent amené à utiliser des nombres exprimés avec des puissances de 10. Il suffit pour s'en persuader de penser à l'amplification importante que doivent subir les signaux reçus par une antenne satellite avant de donner naissance à une image de bonne

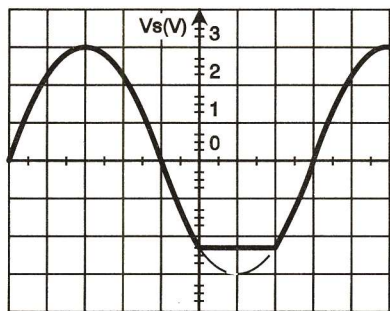
Ve	0	0,5	1	1,5	2	2,2	2,4	2,5	3	4
Vs	0	0,5	1	1,5	2	2,1	2,3	2,4	2,5	2,5

Tableau relatif à l'étude de la linéarité. **Fig. 4**

qualité. Il s'avère que le maniement de ces grands (ou petits) nombres n'étant pas commode, les physiciens ont pensé à remplacer la notion d'amplification en tension par une notion voisine que l'on nomme : GAIN.



Courbe de linéarité du montage de la figure 3. **Fig. 5**

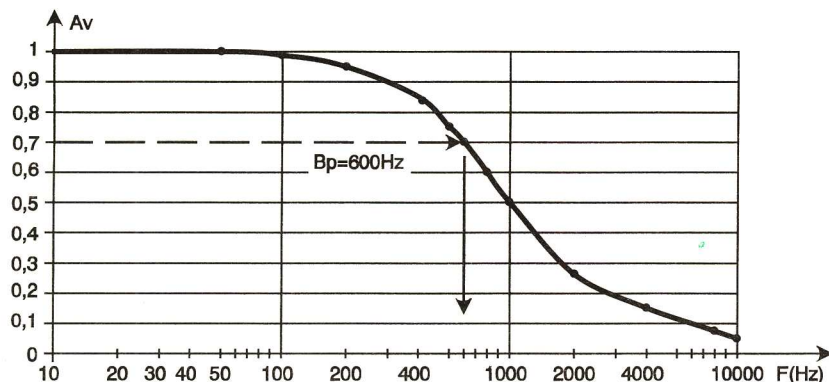


Les alternances négatives de V_s sont écrêtées. **Fig 6**

B) Gain en tension

Cette notion est basée sur l'utilisation des « logarithmes ». Le gain en tension d'un montage (noté G_v) se calcule en appliquant la formule suivante : $G_v = 20 \log (A_v)$. Le résultat obtenu s'exprime en dB (lire décibels). Pour effectuer ce calcul, on se sert de sa calculatrice scientifique. Par exemple, pour un rapport $A_v = 200$, on obtient $G_v = 20 \times \log (200) = 46 \text{ dB}$. On fera attention à utiliser la bonne fonction logarithme, c'est-à-dire la fonction « log » (dite de base 10) et non la fonction « Ln » (fonction logarithme népérien de base $e = 2,718$).

Pour une valeur $A_v = 10\,000$, on trouve $G_v = 20 \log (10\,000) = 80 \text{ dB}$, alors que pour $A_v = 200$, G_v valait 46 dB. On constate sur cet exemple que la valeur du gain augmente beaucoup moins vite que celle de l'amplification. Pour $A_v = 1$, G_v vaut 0 dB et pour des valeurs A_v inférieures à 1, le gain devient négatif.



Courbe de réponse en fréquence de l'amplification **Fig 7**

Calculez par exemple G_v pour $A_v = 0,01$ et vous trouverez $G_v = -40 \text{ dB}$. En résumé, toute amplification ($A_v > 1$) est mesurée par un gain positif alors que toute atténuation ($A_v < 1$) est associée à un gain négatif.

C) Extension de la notion de gain

Cette notion de gain peut être étendue à des amplifications en courant ($A_i = I_s/I_e$) de la même façon en appliquant la formule $G_i = 20 \times \log A_i$. En revanche, pour les puissances, on passe de l'amplification en puissance $A_p = P_s/P_e$ au gain en puissance $G_p = 10 \times \log (A_p)$ qui fait intervenir un facteur 10 au lieu de 20. Dans tous les cas, le résultat s'exprime en décibels. La différence entre les coefficients 10 et 20 est liée au fait qu'une puissance s'exprime comme le carré d'une tension ou d'un courant ainsi qu'aux propriétés des fonctions logarithmes. Retenez seulement les formules pour le

moment, leur démonstration n'étant pas d'un intérêt capital pour la suite.

D) Passage du gain à l'amplification

Pour connaître l'amplification associée à un gain G en tension ou en courant donné, on utilise la formule $A = 10^{(G/20)}$ (lire 10 puissance $G/20$) et pour un gain en puissance $A = 10^{(G/10)}$. Ces formules sont en fait les formules inverses des précédentes. Rassurez-vous, c'est la calculatrice qui fait les calculs, mais ne vous trompez pas de touche et mettez bien les parenthèses là où il faut, sous peine d'avoir un résultat aberrant. Pour vous entraîner, vérifiez que pour $G_v = 112 \text{ dB}$, on a $A_v = 400\,000$.

IV - COURBES DE REPONSE EN FREQUENCE

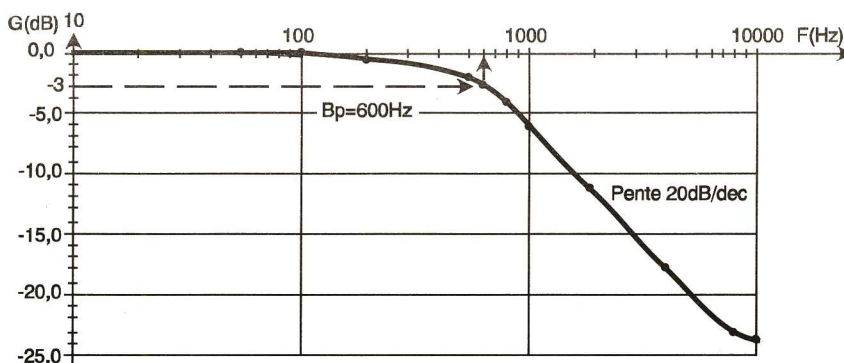
Pour aborder ces notions, nous partons des résultats concernant le montage de la figure 3 expliquant progressivement la façon de procéder et les raisons de certains choix.

A) Définitions

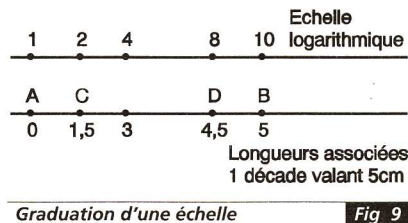
Il existe deux façons de représenter le comportement d'un système en

fonction de la fréquence. La première consiste à représenter les variations de l'amplification en tension A_v et la seconde, celles du gain G_v . La forme des courbes obtenues renseigne sur le comportement du filtre.

Les figures 7 et 8 sont relatives au montage de la figure 3. Toutes deux prouvent que le montage étudié est un filtre passe-bas puisque les signaux de basses fréquences tra-



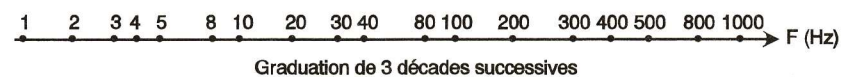
Courbe de réponse en fréquence du gain. **Fig 8**



Graduation d'une échelle **Fig 9**

versent le filtre sans modification ($A_v = 1$) alors que ceux de hautes fréquences sont de plus en plus atténués.

Dans la pratique, on s'intéresse soit au gain, soit à l'amplification en tension car l'une se déduit de l'autre. Nous avons conduit les deux études



Graduation de trois décades successives. **Fig 10**

afin de vous montrer les similitudes, mais aussi les avantages ou inconvénients respectifs de chacune.

Comme on peut le constater sur cet exemple, le domaine de fréquences analysées est très important puisqu'il va de 10 Hz à 10 kHz et, de plus, l'échelle des fréquences n'est pas linéaire. Cette échelle est dite logarithmique.

B) Echelle logarithmique

L'intérêt des échelles logarithmiques est évident car elle permettent d'analyser avec la même précision les variations de A_v (ou de G_v), aussi bien dans les basses que dans les hautes fréquences, ce que ne permet pas une échelle linéaire.

La grandeur caractéristique d'une échelle logarithmique correspond à ce que l'on appelle une décade, qui est l'intervalle séparant toute fréquence F de la fréquence $10F$ (par exemple, 1 Hz et 10 Hz, ou encore 100 Hz et 1 000 Hz ou - pourquoi pas - 34 Hz et 340 Hz). L'important est que le rapport des fréquences extrêmes soit égal à 10. Dans la pratique, on fait toujours coïncider le début des décades avec des multiples (ou des sous-multiples) de 10 comme la décade allant de 1 à 10 Hz par exemple.

Sur le papier, la décade est représentée par une longueur, par exemple 5 cm (fig. 9). L'origine du segment (point A) correspond à la fréquence 1 Hz et l'extrémité (point B) à la fréquence 10 Hz. Pour placer les valeurs intermédiaires, on procède de la façon suivante. Pour placer le nombre 2, on mesure à partir de A une longueur $AC = 5 \times$

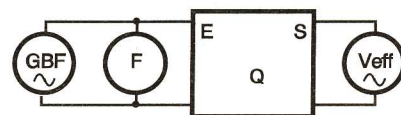
$\log (2) = 5 \times 0,3 = 1,5 \text{ cm}$. Ici encore, la calculatrice est nécessaire. Vérifiez que le nombre 8 se situe à une distance de 4,5 cm de A [formule : $AD = 5 \times \log (8)$]. Si nous avions pris pour la décade une longueur de 10 cm, le nombre 5 aurait été remplacé par 10.

La graduation des autres décades est absolument identique à celle que nous venons d'établir comme vous pouvez le constater sur la figure 10 qui propose les trois décades allant de 1 à 1 000 Hz. Seules les valeurs en regard des graduations évoluent. Les échelles logarithmiques ne s'appliquent pas uniquement aux

fréquences, mais à toutes les grandeurs qui varient de façon importante, comme l'amplification d'un montage par exemple.

On trouve dans le commerce du papier possédant ce type de graduation que l'on qualifie de papier semi-log (lorsque seule l'échelle des abscisses est logarithmique) et de log-log lorsque les deux échelles (abscisse et ordonnée) sont logarithmiques. Si vous n'en avez pas sous la main pour effectuer vos relevés, vous pouvez en réaliser comme nous venons de vous l'expliquer.

Pour les courbes de réponse en fréquence du gain, on prend généralement du papier semi-log alors que pour l'amplification A_v , il est recommandé de prendre du papier log-log mais uniquement si ce sont les



Relevé des courbes de réponse si $V_e = 1 \text{ V}$. **Fig 11**

valeurs de A_v qui sont intéressantes et non la forme de la courbe, car, dans ce cas, on peut se contenter de papier semi-log.

C) Relevé des courbes de réponse en fréquence

Pour tracer les courbes précédentes, nous avons réalisé le montage de la figure 11 (le quadripôle représente toujours le montage étudié) et noter pour des fréquences comprises ici, entre 50 Hz et 10 kHz, les différentes valeurs de V_s en maintenant V_e constante et égale à 1 V.

Les résultats des différentes mesures ont ensuite été portés dans un tableau comme celui de la figure 12. Pour chaque fréquence, on calcule l'amplification A_v ainsi que le gain $G_v = 20 \log (A_v)$.

Afin de réduire le travail au strict minimum, l'amplitude du signal délivrée par le GBF a été maintenue à 1 V (valeur appartenant au domaine de linéarité), ce qui fait que la valeur de V_s donne directement A_v , ce qui évite un calcul inutile. On doit s'assurer que cette

F (Hz)	V _e (V)	V _s (V)	Av=Vs/V _e	G=20logAv
50	1	1	1	0,0
100	1	0,99	0,99	-0,1
200	1	0,95	0,95	-0,4
400	1	0,83	0,83	-1,6
500	1	0,75	0,75	-2,5
600	1	0,7	0,7	-3,1
800	1	0,6	0,6	-4,4
1000	1	0,5	0,5	-6,0
2000	1	0,26	0,26	-11,7
4000	1	0,14	0,14	-17,1
8000	1	0,07	0,07	-23,1
10000	1	0,06	0,06	-24,4

Valeurs relatives aux courbes de réponse.

Fig 12

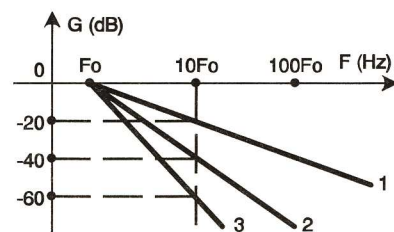
valeur « 1 V » reste constante pour toutes les fréquences balayées sous peine d'erreur de relevé. Pour effectuer ce contrôle, connecter le voltmètre à l'entrée du quadripôle, lui-même relié au GBF. En agissant sur le réglage de la fréquence, le voltmètre doit toujours indiquer la même valeur de 1 V. Si nous vous demandons de connecter le quadripôle étudié aux bornes du GBF pour faire cette vérification, c'est parce que l'impédance d'entrée du quadripôle change avec la fréquence et que cette modification peut, dans certains cas, entraîner des modifications du niveau de sortie du GBF. Si c'est le cas pour votre générateur, pour chaque fréquence, vous devrez mesurer V_e et V_s et calculer Av = V_s/V_e.

Vous noterez que nous avons pris

des fréquences qui globalement sont réparties sur tout le domaine d'étude. Néanmoins, les points de mesure sont plus rapprochés lorsque la grandeur étudiée varie de façon importante (zone allant de 400 Hz à 1 000 Hz). En dehors de ces zones, on peut relever les points correspondant à un doublement de la fréquence pour chaque nouvelle mesure, comme par exemple 1 000 Hz, 2 000 Hz, 4 000 Hz, etc.

Le calcul du gain peut n'intervenir qu'une fois toutes les mesures faites. On place ensuite les points relevés sur les feuilles de papier semi-log après avoir défini une échelle verticale donnant une bonne précision pour les tracés. On peut ajouter des points de mesure dans les zones où l'on remarque des variations importantes afin de bien préciser les courbes.

Quand vous aurez l'habitude de faire ce travail, vous pourrez commencer par balayer la plage de fréquences en notant les valeurs extrêmes de la variable étudiée pour choisir l'échelle verticale du gra-



Pentes des filtres d'ordre 1, 2, 3.

Fig 13

phique. Les valeurs effectivement mesurées seront ensuite portées directement sur le graphique sans l'aide d'aucun tableau. Néanmoins, au début, n'hésitez pas à dresser un tableau qui vous aidera pour faire vos premiers pas.

D) Analyse des résultats

En dehors du fait que le montage étudié est un filtre passe-bas, les courbes des figures 7 et 8 permettent de définir sa bande passante, le gain ou l'amplification dans celle-ci (Av = 1 et Gv = 0 dB).

Les débutants peuvent se demander ce que nous appelons « bande passante ». En électronique, on définit couramment la bande passante à - 3 dB. Il faut comprendre par là - 3 dB par rapport à la valeur maximale du gain. Dans notre exemple, le maximum étant situé à 0 dB, la limite de la bande passante correspond à la fréquence pour laquelle le gain ne vaut que - 3 dB, soit ici f = 600 Hz. Cette notion correspond, pour l'amplification en tension Av, à une valeur qui passe de 1 à environ 0,7, comme la comparaison des deux courbes relevées le montre (la valeur théorique exacte est de 0,707).

Pour comprendre ce choix apparemment arbitraire, il faut savoir que si l'amplification du montage est passée de la valeur 1 à 0,7, dans le même temps la puissance récupérée en sortie est passée de 100 % à 50 %. C'est cette réduction de puis-

sance de 50 % qui est à la base de la notion de bande passante de tout système électronique. Les valeurs - 3 dB pour le gain, et 0,7 Avmax (70 % de la valeur maximale) pour l'amplification en sont des conséquences immédiates que l'on exploite systématiquement. La (ou les) fréquence(s) pour laquelle le gain est réduit de 3 dB est souvent appelée fréquence de coupure (à - 3 dB).

Entre 1 000 et 10 000 Hz, c'est-à-dire dans la zone atténuée, la pente de la courbe de gain est de - 20 dB/décade. Cette valeur particulière est caractéristique des filtres qualifiés d'ordre 1. Pour un filtre d'ordre 2, la pente serait de - 40 dB/décade et de - 60 dB/décade pour un ordre 3 (figure 13). L'intérêt de cette notion est important car il traduit la façon dont les signaux sont atténués (donc éliminés) au-delà de la fréquence de coupure.

Comme vous avez pu le constater, nos remarques ont surtout porté sur la courbe de réponse du gain plutôt que sur celle d'amplification. C'est ce que nous ferons lors de nos prochaines études qui vous proposeront d'étudier quelques filtres typiques puisque maintenant les notions fondamentales ont été présentées.



INGENIEURS 2000 DEFEND LES COULEURS D'«ELECTRONIQUE RADIO-PLANS» A LA COURSE CROISIERE DE L'EDHEC

La 27^e Course Croisière de l'EDHEC qui se déroule du 22 au 30 avril 1995 à Lorient. Grâce au partenariat d'«Electronique Radio-Plans», un équipage d'apprentis-ingénieurs de l'ESCP - Ingénieurs 2000 participe à cette grande manifestation nautique.

INGENIEURS 2000

Ingénieurs 2000 est une école d'ingénieurs par apprentissage accessible aux bacheliers S ou STI (1^{re} année) et aux titulaires d'un BTS ou d'un DUT (3^e année). Chaque apprenti-ingénieur est sous contrat d'apprentissage avec une entreprise où il travaille en alternance 5 à 6 mois par an. Il est suivi en permanence par deux tuteurs : un tuteur ingénieur de son entreprise et un tuteur enseignant.

La formation, dispensée à l'ESCP, est sanctionnée par un diplôme délivré par le CNAM et reconnu par la Commission des titres. Le recrutement s'effectue d'abord sur dossier et par des tests, puis par un entretien de recrutement dans l'entreprise.

Trois filières sont proposées : génie mécanique, électronique/informatique et génie électrique.

La Course Croisière de l'EDHEC est un des plus grands rassemblements nautiques européens. Elle réunit depuis 27 ans 250 voiliers de 8 à 11 mètres, plus de 3000 étudiants et 300 entreprises. Chaque bateau défend les couleurs de son partenaire. Les équipages sont constitués d'étudiants des Grandes Ecoles et d'Ecoles ou d'Universités Européennes.

ESCP-INGENIEURS 2000 : Bâtiment BULL 5, bd Descartes,
77420 Champs-sur-Marne - ☎ 64 80 66 02

26

Composants

TERAL

FOURNISSEUR DE L'ENSEIGNEMENT DEPUIS 1950 !

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

Toute la gamme de fer à souder JBC

LES NEWS DU MOIS

- Lot de 10 cordons croco-test	23 F
- Pompe à dessouder métal	25 F
- Compresseur 12V : gonfler	198 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
- Multitesteur digital 3,5 digit LCD, AC/DC etc.	60 F
- Multitesteur digital 20A - AC/DC - HFE - etc.	99 F
	195 F

PROMO ! Pochette de 1000 résistances

1/2 W panachées 4,85 F

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

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

APRES INVENTAIRE DES AFFAIRES A FAIRE !

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

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

3614

LAYOFRANCE

code

395 F

LAYO1E

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^{ème} pouce) + autorouteur multi-mais aussi simple face. 100% OPÉRATIONNEL (sorties & sauvegarde) et en français, 700 composants dont 100 CMS, 16 couches + manuel. Importation schémas ou NETs et placement des composants automatique.

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

sur 3617 code LAYO

Téléchargements : la mise à jour version 4,92 (déc 93 : 500 fois plus rapide ; lisez rubrique 'LAYO1', des utilitaires pour Layo, SCHEMA III limitée (opérationnel), la passerelle de Schéma III vers Layo, idem entre OrCad SDT* (*tm), Tango*, Protel* 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.



LES CALCULATRICES

Les Casio fx graphiques prennent des couleurs !

Un déluge de nouveautés chez Casio ! Il y a un an, les Casio fx 7900 et fx 9900 introduisaient une nouvelle interface révolutionnaire dans le petit monde des calculatrices graphiques. Aujourd'hui, la Casio GFX 9900GC est la première calculatrice graphique disposant d'un écran en couleurs. Du jamais vu ! Plus classiques et d'une utilité que nous allons démontrer, la nouvelle gamme des organisateurs Casio SF évolue vers toujours plus de simplicité et d'efficacité.

■ Un organisateur ?

Appelés « agendas électroniques » ou « organizers », les organisateurs électroniques réunissent l'agenda traditionnel et le répertoire téléphonique classique en un seul produit électronique intelligent. Nous avons eu l'occasion d'introduire le concept d'organisateur électronique lorsque nous avons présenté le Casio C-300. Comme ses petits frères C-100 et C-200, le C-300 est destiné aux lycéens et offre des fonctionnalités originales telles que la transmission par infrarouge de messages entre deux C-300. La portée du faisceau est de l'ordre de 10 mètres, c'est-à-dire suffisante pour des messages qui doivent transiter d'un bout à l'autre d'une classe à des instants où le silence est requis... Le C-300 est donc l'ange gardien du lycéen puisqu'il le préserve du conseil de discipline pour bavardage intempestif !

En ce printemps 1995, Casio introduit une nouvelle gamme d'organiseurs électroniques à vocation professionnelle perpétuant la déjà grande famille des SF. Ce mois-ci, nous avons choisi de vous présenter les SF 4400 et 4600 qui ne se distinguent l'un de l'autre que par la mémoire offerte à l'utilisateur pour le stockage de ses informations.

Un organisateur électronique, c'est aussi un petit concentré d'informatique ultra léger... Capable quand il le faut de remplacer votre micro-ordinateur au format notebook ! En effet, cet article a été intégralement rédigé dans un train sur un Casio SF 4400 (en mode bloc-notes), le texte a ensuite été récupéré sur un Macintosh !

■ Le Casio SF 4400

Un organisateur électronique se doit d'être simple, son utilisation ne doit pas nécessiter l'ouverture d'un manuel ! Toutefois, remarquons que le manuel accompagnant les SF 4400/4600 est remarquablement concis et clair.

Avec les SF 4400/4600, il est possible

de choisir la langue qu'utilisera la machine (choisissez le français !). Outre menu à icônes, les SF 4400/4600 proposent une « aide en ligne » vous assistant à tous moments. On active certaines fonctions à l'aide de menus déroulants... Bref, ces machines sont utilisables par une personne réfractaire à l'informatique et aux manuels de 500 pages !

Ces nouveaux organisateurs électroniques constituent donc excellente idée de cadeau pour toutes les personnes ayant une activité professionnelle ou étudiante. 14 cm x 8 cm, voilà un véritable format de poche ! Pesant moins de 100 grammes, les SF 4400/4600 sont d'une étonnante légèreté compte tenu de la qualité de leur fabrication. Le design, loin d'être tapageur, se contente d'être élégant. Le clavier est particulièrement lisible et reste confortable compte tenu de ses dimensions.

L'écran affiche simultanément 4 lignes de 16 caractères. Des indicateurs de dépassement signalent le sens dans lequel il faut faire défiler les données pour les visualiser dans leur intégralité. Notez que certains modèles plus évolués de la gamme Casio SF proposent des écrans plus grands.

La mémoire utilisable permet de stocker 28 579 caractères ce qui amplement suffisant pour la majorité des utilisateurs à condition de ne pas conserver des données devenues inutiles. Une combinaison de touches permet de savoir quel pourcentage de la mémoire est occupé.

L'alimentation est confiée à deux piles CR 2032 qui assurent environ 400 heures d'utilisation intensive.

■ Le Casio SF 4600

Prenez un Casio SF 4400, donnez à sa mémoire utilisable une capacité de 61 347 caractères et vous obtiendrez un SF 4600 !

■ Le répertoire téléphonique

Comme tous les autres modes de fonctionnement des Casio SF 4400/4600, le répertoire téléphonique est accessible en sélectionnant une icône du menu principal auquel il est toujours possible de revenir instantanément en appuyant sur la touche [MENU]. Capable de recevoir 2920 noms avec les numéros de téléphone qui leur sont associés, le répertoire téléphonique du SF 4600 est adapté aux utilisateurs professionnels devant disposer des coordonnées de nombreux contacts.

Outre les numéros de téléphone, le répertoire peut bien entendu accueillir les adresses de vos correspondants. Mettez un terme aux ratures sur votre calepin ! Un organisateur électronique vous permet de disposer d'informations dont la consultation et la mise à jour sont faciles.

Sur SF 4400, on devra se contenter d'une mémoire capable d'accueillir 1360 personnes.

■ Le bloc-notes

Une idée géniale ? Un oubli ? Vite ! Dégagez votre organisateur électronique, passez en mode bloc-notes et saisissez « au kilomètre » votre texte. Vous pourrez ensuite l'exporter vers un micro-ordinateur si cela vous semble nécessaire. Quelques caractères spéciaux sont disponibles et parfois bien utiles.

■ L'aide-mémoire

Vous n'êtes pas encore prêt à troquer votre calepin et votre agenda « Quo Vadis » contre un organisateur électronique ? Si la légèreté et la souplesse d'utilisation des nouveaux SF ne sont pas pour vous des arguments suffisants, découvrez la fonction la plus indispensable d'un orga-

nisateur électronique : son aide-mémoire !

Un rendez-vous ? Un travail important à finir pour une date précise ? Un coup de fil à ne pas oublier ? Un anniversaire à souhaiter ? Aucun problème ! L'aide-mémoire vous permettra de faire tout cela dans l'ordre ! Il vous suffit d'introduire l'activité à ne pas oublier ainsi que la date et l'heure auxquelles ladite activité devra vous être rappelée. Le moment venu, votre organisateur électronique sonnera et un message sur son écran vous rappellera qu'il est temps de boucler cet article si je veux qu'il soit incorporé au numéro 18 de GE ! (exemple vécu !).

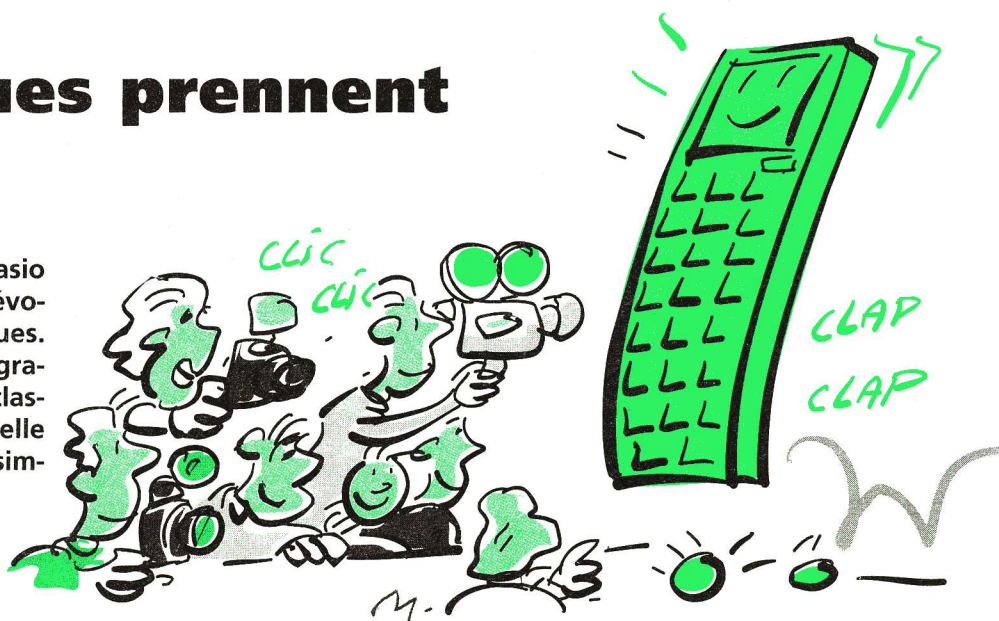
Plus de soucis, le SF devient votre mémoire de poche !

■ L'agenda

Organisez vos journées, modifiez votre emploi du temps puis laissez votre SF vous rappeler le déroulement de votre journée. Plus de rature, plus d'oubli, plus d'agenda à acheter... Le rêve ! L'agenda électronique (l'une des fonctions d'un organisateur électronique) s'avère être une aide précieuse pour les individus désordonnés car la machine se charge de faire régner un ordre qualifiable de « numérique » parmi vos différents rendez-vous ou activités... Bien entendu, l'agenda donne accès à un calendrier fort pratique. Une horloge doublée d'un réveil complète cet ensemble de gestion du temps. Les voyageurs apprécieront la facilité avec laquelle il est possible de changer de fuseau horaire en déplaçant un pointeur sur une carte du monde.

■ La calculatrice

On appréciera les grands chiffres affichés à l'écran dont la lisibilité est excellente. Les fonctions proposées sont extrêmement classiques : les



quatre opérations de base, la racine carrée, les pourcentages et une mémoire numérique. Si vous avez besoin de fonctions scientifiques, voyez plutôt du côté de la GFX 9900GC !

■ Jeu de poker

Flambeur dans l'âme ? Déroulez-vous avec le jeu de poker des SF 4400/4600. Ce poker est vraiment jouable et est à notre avis plus distrayant que le jeu livré avec les C-300. C'est là le (seul) côté « gadget » des SF 4400/4600.

■ La protection des données par mot de passe

Vos informations ne regardent peut-être que vous ! Les SF l'ont bien compris et ne parleront qu'en présence du bon mot de passe !

■ Connexion et sécurité

Les SF 4400 et 4600 effectuent une vérification automatique de l'intégrité des informations. Il faut admettre que le risque de perte de données n'est pas nul. En effet, une chute trop brutale ou un écrasement de l'organisateur électronique peut entraîner une perte de données. Les utilisateurs professionnels pratiquent donc régulièrement une sauvegarde des données contenues dans leur SF. Il suffit pour cela de connecter votre SF à votre micro-ordinateur de bureau à l'aide d'un simple câble série (RS 232).

Notez qu'il est possible d'échanger des données entre deux SF connectés à l'aide du câble Casio SB-62 qui est aussi utilisé entre deux calculatrices graphiques de la série GC.

■ Choisir...

Alliant simplicité et efficacité, les SF 4400 et 4600 répondent aux besoins de la majorité des utilisateurs potentiels d'organiseurs électroniques. En tant que modèles de milieu de gamme, les SF 4400 et 4600 offrent l'indispensable et l'utile mais nous épargnent le superflu. Les utilisateurs ayant de très gros besoins de stockage se tourneront vers des modèles dotés d'une plus grande capacité de stockage, par exemple, les nouveaux Casio SF de haut de gamme que nous ne man-

querons pas de vous présenter dès qu'ils seront disponibles !

■ La GFX 9900GC

Autant avec les SF 4400/4600 qu'avec les fx 7900/9900 et GFX 9900, Casio se distingue de la concurrence en proposant des produits extrêmement simples d'emploi et dont l'interface-utilisateur a été particulièrement soignée. Avec son design délirant, la GFX 9900 semble tout droit sortie d'un film de science fiction (la dernière version de Star Trek est-elle chargée de promouvoir la GFX 9900 ? La question reste posée !).

Les calculatrices graphiques Casio fx 7900/9900 proposent depuis un an une interface très conviviale. Celle-ci a été améliorée sur la GFX 9900GC. Par exemple, lors des calculs qui précèdent l'affichage d'une courbe animée, la GFX 9900GC fait état de l'avancement des calculs en affichant un « thermomètre » qui monte, qui monte... Un petit peu comme la p'tite bête bien connue...

Présentée ici en avant-première, la GFX 9900GC remplacera bientôt la fx 9900GC. La fx 9900GC est-elle démodée ? Pas vraiment, puisqu'elle demeure la seule graphique Casio offrant un écran avec 8192 pixels. En effet, la GFX 9900GC retrouve un écran aux dimensions désormais classiques de 95 pixels utiles sur 63 (Les écrans de la plupart des graphiques Casio, des TI-81/82 ainsi que des Sharp EL 9200/9300 offrent le même nombre de pixels). En conclusion, si un grand écran vous est indispensable, jetez-vous sur les dernières fx 9900GC ! Notez que les fx 9900GC et GFX 9900GC proposent exactement les mêmes fonctions mathématiques. Détail intéressant, la GFX 9900 sera probablement moins chère que ne l'était la fx 9900... Affaire à suivre !

Casio, après avoir imposé les graphiques dans les lycées voici près de 10 ans, accroît le confort de travail en introduisant une nouvelle famille d'écrans. Au lycée, la fx 9900 prenait l'avantage face à la TI-82 en comblant de nombreuses lacunes de celle-ci qui n'offre ni solveurs faciles d'emploi, ni fonctions de traitement des nombres complexes. Avec sa rapidité d'exécution et son écran dernier cri, la GFX 9900 démode un peu plus la concurrence !

■ Compatibilité de la GFX 9900GC avec les autres Casio fx

La GFX 9900GC peut utiliser tous les programmes écrits en langage Casio pour les fx 3900, 4000, 6000, 7000, 7500, 7800, 7900, etc. Autant dire qu'elle profite par avance de la plus grande bibliothèque de programmes pour calculatrice gra-

phique. La collection « Calculatrices efficaces » (DUNOD) propose une dizaine d'ouvrages vous permettant de tirer le meilleur parti de votre GFX 9900.

Si vous souhaitez exploiter rapidement et au mieux votre GFX 9900, nous vous conseillons la lecture du livre « Casio fx 7900/9900 : permis de conduire » (DUNOD).

■ Le menu COLOR

L'écran de la GFX 9900GC permet l'affichage de 3 couleurs : l'orange, le bleu et le vert. Les cristaux liquides qui le constituent changent de couleur en fonction de la différence de potentiels qui leur est appliquée. Pour bien distinguer les couleurs sur l'écran de votre GFX 9900, il est conseillé de pousser le contraste au maximum. Notez que les conservateurs pourront faire fonctionner la GFX 9900 en mode monochrome.



On retrouve alors un affichage proche de celui offert par la fx 7900. Désormais, vous trouverez régulièrement dans cette rubrique des programmes et des astuces pour votre nouvelle GFX 9900, qui, n'en doutons pas, vous en fera voir de toutes les couleurs dès la rentrée prochaine

■ Un club pour les accros !

Vous êtes passionné par les calculatrices graphiques ? Alors recevez gratuitement la « lettre du club calculatrices ». Il s'agit d'un bulletin entièrement gratuit (il est sponsorisé) regroupant des travaux envoyés par des lecteurs. Pour vous inscrire, il vous suffit de vous connecter au service 3615 CALCULATOR. Créez sur ce service une boîte aux lettres (B.A.L.) puis demandez votre exemplaire de la lettre du Club en laissant un message dans la B.A.L. CLUB. La « lettre du club calculatrices » n°23 doit paraître vers le 20 avril... Dépêchez-vous !

Bibliographie et sondage

Exploitez au mieux votre calculatrice graphique à l'aide des livres « Casio fx : 300 + 150 programmes », « Casio fx : permis de conduire », « Casio fx : jeux et graphisme », « Casio fx : faites vos jeux », « Casio fx pour le bac »... Tous ces livres sont édités par DUNOD.

Votre avis nous intéresse ! Donnez-nous votre avis à propos de cette rubrique en laissant un message dans la BAL G.E. sur le service 3615 CALCULATOR. Par ailleurs, ce service est le lieu de rendez-vous des passionnés de calculatrice ! A très bientôt !

Loïc Fieux.

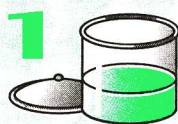
CIF ET LA NEUTRALISATION DU PERCHLORURE DE FER

Le perchlorure de fer, également appelé trichlorure de fer, nous sert à graver les circuits imprimés. En effet, ce produit chimique, utilisé en solution aqueuse, réagit comme un oxydant. Il attaque la plupart des métaux.

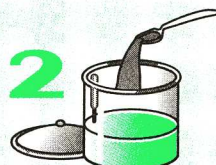


Seulement après plusieurs gravures, le bain de perchlorure de fer devient saturé et il convient de le remplacer. Cette solu-

tion polluante ne doit en aucun cas être rejetée dans un évier ou dans la nature telle quelle. Saluons l'initiative d'un fabricant bien connu, CIF (Circuit Imprimé Français), qui propose un kit de neutralisation du perchlorure de fer.



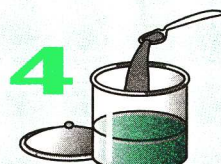
1 PREPAREZ



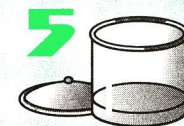
2 NEUTRALISEZ



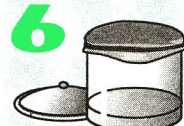
3 MESUREZ



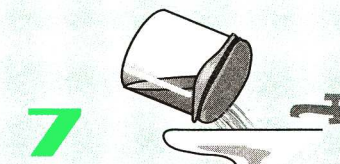
4 AJUSTEZ



5 DECANTEZ



6 FILTREZ



7 JETEZ

Ce dernier comprend : 500 g de neutralisant, dix gants jetables, trois filtres tissés, un pHmètre en verre, une paire de lunettes, un masque, une notice explicative.

L'ensemble est utilisable pour 40 litres de perchlorure usagé environ. CIF, 11, rue Charles-Michels, 92220 Bagneux. Tél. : (1) 45.47.48.00. Fax : (1) 45.47.16.14.

Les cambriolages sont de plus en plus fréquents et la protection de ses biens devient une nécessité. Pour ce faire, il n'est pas toujours nécessaire d'investir dans des alarmes coûteuses et sophistiquées. Le montage proposé détecte la rupture ou l'établissement d'un contact. Cette détection est, au choix, directe ou retardée.

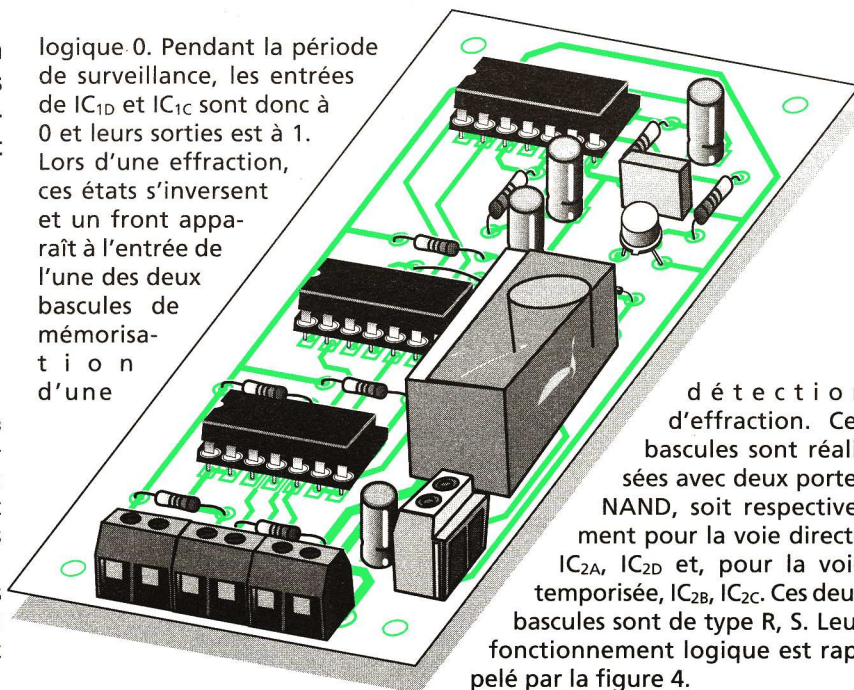
■ PRINCIPE DE L'ALARME

A la mise sous tension, l'alarme est inhibée pendant environ 30 secondes. Aucune détection n'est donc prise en compte pendant cette période. Une fois active, l'alarme est capable de détecter des ruptures de contacts tel ceux d'un ILS (contact sous vide placé en vis-à-vis d'un aimant au-dessus des portes ou fenêtres) ou de détecter l'établissement d'un contact (contact travail

■ LE SCHEMA

Il est présenté en figure 1. R_1 , R_2 , R_3 et R_4 sont quatre résistances de rappel. Sans effraction, R_1 et R_3 fixent à 1 les entrées des portes qui leur sont associées. Cet état est inversé par ces portes. En revanche, R_2 et R_4 sont portées à la masse par les contacts (R). Les entrées des portes NOR qui leur sont associées sont alors à l'état

logique 0. Pendant la période de surveillance, les entrées de IC_{1D} et IC_{1C} sont donc à 0 et leurs sorties est à 1. Lors d'une effraction, ces états s'inversent et un front apparaît à l'entrée de l'une des deux bascules de mémorisation d'une



détection d'effraction. Ces bascules sont réalisées avec deux portes NAND, soit respectivement pour la voie directe IC_{2A} , IC_{2D} et, pour la voie temporisée, IC_{2B} , IC_{2C} . Ces deux bascules sont de type R, S. Leur fonctionnement logique est rappelé par la figure 4.

A la mise sous tension, le condensateur C_1 se charge au travers de R_6 . Tant que la tension à ses bornes n'a pas atteint 6 V, soit la moitié de la tension d'alimentation, l'entrée RESET des bascules est à 0 et la sortie des bascules est forcée à 1. Pendant cette durée T_s , d'environ 30 secondes, l'alarme est inhibée et aucune détection n'est prise en compte.

Une fois Ts écoulée, si la voie directe détecte une effraction, la sortie 11 de IC₂ (sortie de la bascule) passe à 0 et le restera jusqu'à ce que l'alarme soit désactivée (suppression de l'alimentation). Cet état 0 permanent est la mémorisation d'une détection.

Le fonctionnement est analogue pour la voie indirecte, la sortie 10 de IC₂ passe à 0 après une détection. Mais cette information arrivera à l'entrée 12 de IC₃ avec un retard d'environ 20 secondes, durée de la temporisation et laps de temps accordé pour désactiver l'alarme. Ce retard est mise en œuvre grâce au réseau IC_{3A}, R₆, C₂, IC_{3B} qui exploite la charge de C₂, forçant à 1 la sortie 4 de IC_{3B} pendant T_e = 20 secondes. Un état bas sur une entrée de IC_{3D} porte à 1 sa sortie. C₃ se charge alors au travers de R₇. Au bout d'une durée T_c d'environ 30 secondes, la charge de C₃ a atteint 6 V et le relais est désactivé. L'état haut en entrée de IC_{3C} résultant de la charge de C₃ est inversé

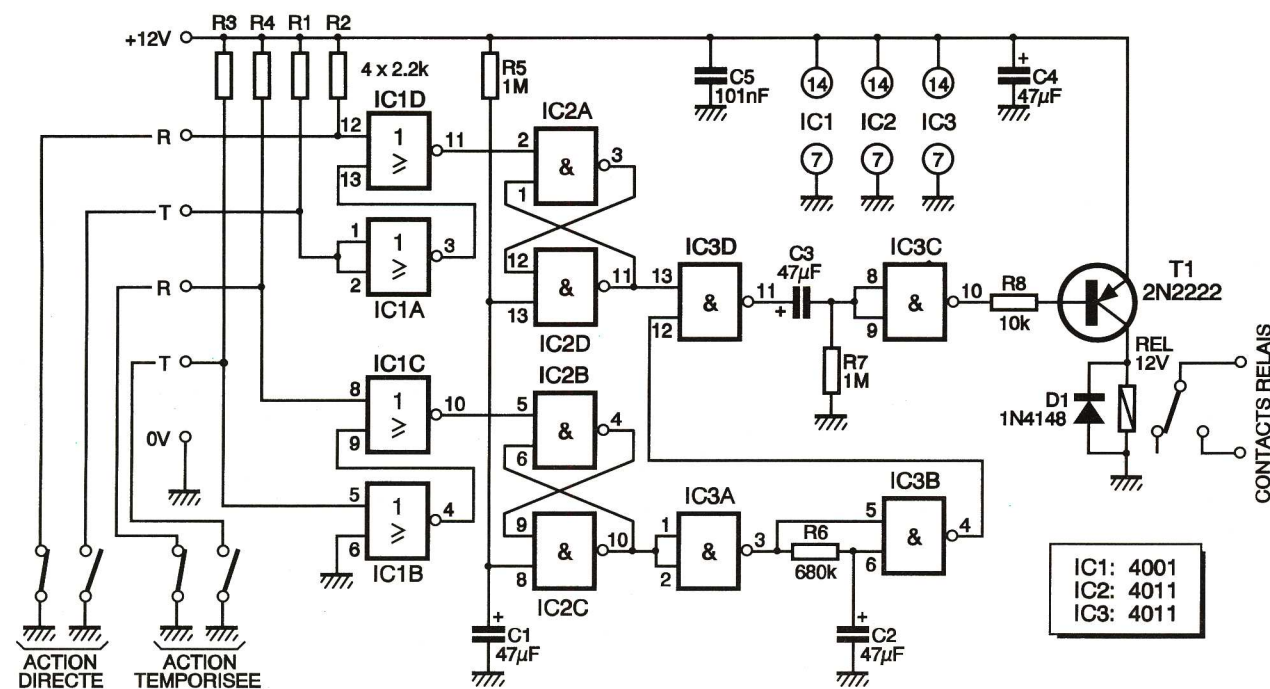


Fig 1

d'un relais d'un détecteur quelconque comme les détecteurs infrarouges, hyperfréquences ou autres). La détection d'une rupture de contacts peut être également un câble traversant des objets à protéger contre le vol (utile, entre autres, pour des magasins).

Ces deux formes de détection, contact travail (T) ou repos (R), déclenchera l'alarme immédiatement ou après un temps d'attente. Ce temps d'attente peut être utilisé pour protéger le chemin d'accès à l'alarme. Durant ce laps de temps, l'alarme pourra être désactivée.

Le déclenchement de l'alarme active un relais dont les contacts seront utilisés comme marche/arrêt d'une sirène, Klaxon ou tout autre système d'avertissement d'effraction. Le relais est excité pendant environ 30 secondes. Une fois l'alerte donnée, l'alarme ne pourra pas être redéclenchée, ce qui évite, en cas d'absence prolongée, d'assourdir vos voisins continuellement si la détection est demeurée active.

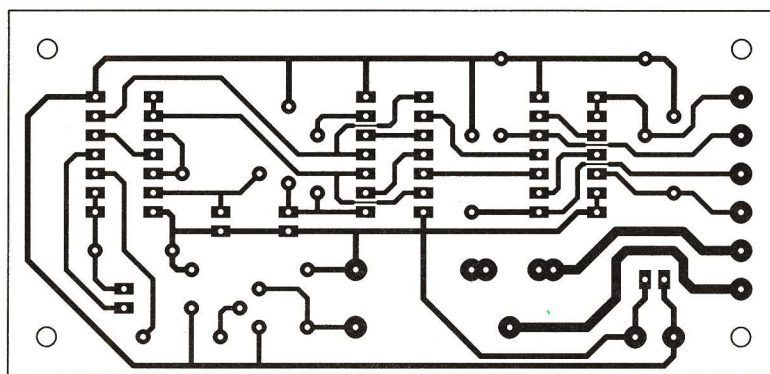


Fig 2

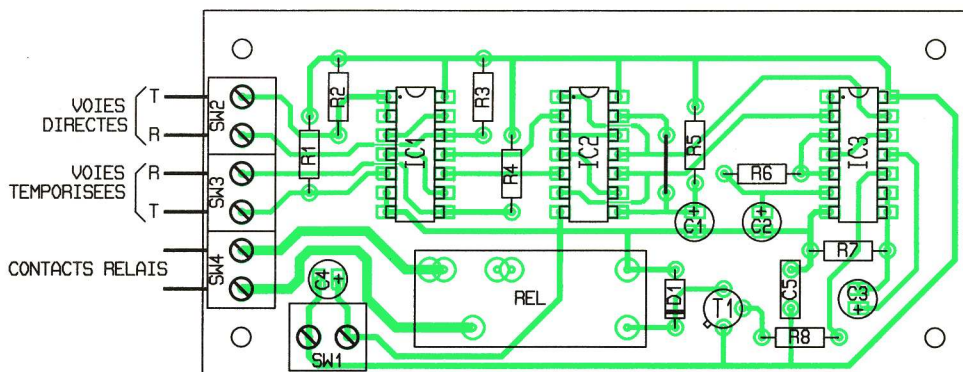
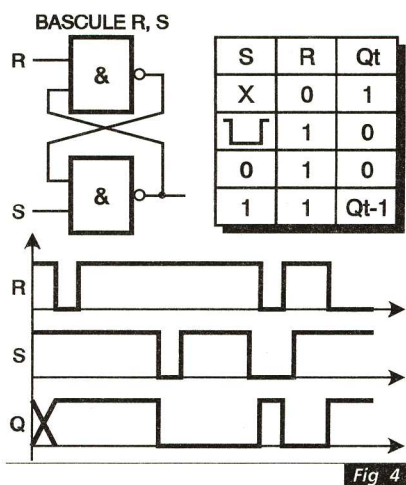


Fig 3



pour provoquer la conduction de T₁. Alors saturé, T₁ commande le relais et le contact est établi, pendant 30 secondes.

L'expression des différentes temporisations est donné dans le tableau de la figure 5.

REALISATION

La figure 3 présente le tracé des pistes que vous pourrez reproduire sous la forme d'un film, si vous uti-

TEMPORISATIONS	RELATIONS
Sortie	Ts=0.7.R5.C1
Entrée	Te=0.7.R6.C2
Contact	Tc=0.7.R7.C3

Fig 5

lisez l'insolation aux UV, ou directement sur une plaque d'époxy nue. L'implantation de la figure 2 ne présente aucune difficulté. Seul un strap a été nécessaire. Lors des essais, prenez garde de bien porter à zéro les entrées (R) des voies directe et temporisée, pour ne pas déclencher l'alarme dès le temps de sortie écoulé.

Hervé CADINOT

NOMENCLATURE

R₁ à R₄ : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)

R₅, R₇ : 1 MΩ (marron, noir, vert)

R₆ : 680 kΩ (bleu, gris, jaune)

R₈ : 10 kΩ (marron, noir, orange)

C₁ à C₄ : 47 μF/25 V

C₅ : 100 nF

D₁ : 1N4148

T₁ : 2N2222

IC₁ : 4001

IC₂, IC₃ : 4011

Rel : relais 12 V/1RT/10 A

SW₁ à SW₄ : bornier 2 plots à souder



Generation ELECTRONIQUE

PROJETS, INITIATION, ENSEIGNEMENT

NOUVEAU SERVICE LECTEURS !

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

N'hésitez pas à nous contacter aux coordonnées suivantes :

GENERATION ELECTRONIQUE

Pascal DECLERCK

70, rue Compans - 75019 PARIS

Tél. Ligne directe : (1) 44 84 84 92

Fax : (1) 42 41 89 40

L'ABONNEMENT c'est SIMPLE, PRATIQUE et surtout... moins cher !

en cadeau !

Pour tout abonnement d'1 an ou 2 ans (France métropolitaine ou étranger) à

Génération Electronique, vous

recevrez en cadeau ce très utile plieur de résistance de 7,5 à 17,5 mm.

Pour recevoir Génération

Electronique dès sa

parution le 15 de

chaque mois,

retournez ce bul-

letin d'abonne-

ment rempli et

accompagné de votre règle-

ment à l'adresse suivante :



Génération
Electronique
Service Abonnements
2 à 12, rue de Bellevue
75019 Paris

ABONNEMENT DÉCOUVERTE
• 6 MOIS (5 N°) 48 F AU LIEU DE 75 F
SOIT 36% DE REDUCTION

• 1 AN (10 N°) 90 F AU LIEU DE 150 F
SOIT 36% DE REDUCTION

NOUVEAU !

• 2 ANS (20 N°) 168 F AU LIEU DE 300 F
SOIT 44% DE REDUCTION



Petites annonces

Tarifs Petites Annonces

(TVA et composition incluses)

La ligne de 30 lettres, signes ou espaces :

Annonces particuliers 20 F TTC

Annonces commerciales 50 F TTC

Domiciliation à la revue 50 F TTC

Encadrement de l'annonce 100 F TTC

Le règlement des petites annonces doit être obligatoirement joint au texte.

Vds cause santé, fonds composants électron. et C.B. Très rentable. Exploité 26 ans. 1 salar. Mag.ultra moderne. TL + EPINAL Tél : 29 34 17 17.

UTILISATEURS LAYOIE & SCHEMA LIMITE. La mise à jour LAYOIE v.5.00 est disponible ! En plus, si vous cherchez des objets théoriques pour schémas autres que ceux qui sont livrés et que vous n'avez pas envie de les créer, ... désormais plus de 1500 autres objets seront disponibles par 3617 code LAYO rubrique TELE. Vous trouverez là 15 bibliothèques téléchargeables et ce nombre croîtra constamment. Pour connaître les objets qui sont déjà disponibles téléchargez la liste qui se trouve dans le fichier : OBJETS.EXE

Vos circuits imprimés sur VE, percés étamés SF 32 F - DF 42 F /DM2 Métal. En + port 17 F franco > 250 F. Chèque à la cde. Délai rapide. CIMELEC - 12, avenue Victoria 03200 VICHY. Tél/Fax : 70 96 01 71

Répertoire des annonceurs

• ABONNEMENT	23
• CIRCUIT IMPRIME FRANCAIS (CIF)	13
• ETSF	9
• ESCPI	19
• EUROCOMPOSANTS	13
• LAYO FRANCE	19
• MEDELOR	9
• MULTIPOWER	7
• TERAL	19
• TEXAS INSTRUMENTS	13

✂ Découper ici

BULLETIN D'ABONNEMENT

FRANCE METROPOLITAINE :

Oui, je souhaite :

☐ m'abonner pour 6 mois (5 N°) À GENERATION ELECTRONIQUE au prix de 48 F au lieu de 75 F

☐ m'abonner pour 1 an (10 N°) À GENERATION ELECTRONIQUE au prix de 90 F au lieu de 150 F

☐ m'abonner pour 2 ans (20 N°) À GENERATION ELECTRONIQUE au prix de 168 F au lieu de 300 F

Nom : Prénom :

Etablissement :

Adresse :

Code postal : Tél. :

Ville :

ETRANGER :

☐ 6 mois (5 N°) 62 F

☐ 1 an (10 N°) 120 F

☐ 2 ans (20 N°) 228 F

Ci-joint mon règlement par :

☐ Chèque bancaire ☐ Chèque postal

☐ Mandat-lettre

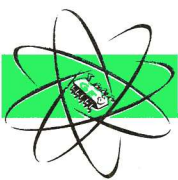
☐ Bon de commande de l'administration à l'ordre de GENERATION ELECTRONIQUE

☐ Carte bleue N°

.....

Date d'expiration :

Signature :



PETITE HISTOIRE DE L'ATOME



Préparation de la bombe pour les essais "Trinity"

Le secret le plus absolu entourant le Manhattan Project, Nichols, qui rendit visite à E. Sengier dans un costume civil le 18 septembre, fut surpris devant l'insistance de ce dernier à ne fournir du minerai que s'il servait à des fins militaires. En effet, c'est au cours de sa rencontre avec le physicien français Frédéric Joliot, le 8 mai 1939, qu'Edgar Sengier apprit l'usage possible du minerai. L'invasion allemande, qui mit fin à sa collaboration avec le physicien français, l'amena à mettre à l'abri sa production aux Etats-Unis en 1940.

A son grand étonnement, Nichols put ainsi apprendre que ce n'était pas moins de douze cents tonnes de minerai qui étaient ainsi entreposées dans la petite île de Staten Island, face à New York.

Posséder le minerai n'était toutefois pas suffisant car il fallait le raffiner, afin qu'il présente la pureté requise pour son utilisation.

Seule l'équipe de la fabrication des lampes des laboratoires de Westinghouse à Bloomfield, dans le New Jersey, avait produit de l'uranium pur, afin de déterminer si ce matériau pourrait être utilisé pour fabriquer des filaments d'ampoules électriques.

Lorsque John Marden et Harvey Rentschler furent contactés, ils n'avaient réussi qu'à produire des échantillons à peine plus gros qu'une noix, d'où leur effarement lorsqu'on vint leur demander d'en obtenir plusieurs kilogrammes, tout en précisant qu'il ne s'agissait là que d'un début. Ils se mirent cependant immédiatement à la tâche et durent, dans un premier temps, réunir le matériel nécessaire.

Pour faire face à l'urgence, ils commencèrent par acheter toutes les poubelles dans les quincailleries environnantes ainsi que des cuves provenant d'une brasserie du voisinage. Ils installèrent le tout sur le toit du bâtiment n°6 de Westinghouse où ils commencèrent le raffinage de l'uranium en utilisant la lumière du soleil pour activer la réduction de la solution en métal

■ LA PILE DE CHICAGO

La construction de la première pile atomique débuta le 7 novembre 1942, au centre de la ville de Chicago, sous les tribunes du stade universitaire de Stagg Fiels, pour la simple raison que l'installation prévue initialement dans la forêt d'Argonne, à 30 km de là, n'avait pu être terminée à temps.

Puisqu'ils s'engageaient dans l'inconnu, les chercheurs ainsi que les autorités militaires ne purent que s'en remettre à Enrico Fermi et à ses calculs pour qui il ne faisait aucun doute qu'une réaction nucléaire pourrait être déclenchée et contrôlée.

Le réacteur, baptisé CP-1, fut dessiné par Enrico Fermi, Walter Zinn et Herb Anderson. Il était constitué d'un assemblage de blocs d'uranium séparés par du graphite, le tout rassemblé suivant une forme sphérique d'environ 7,3 m de diamètre. Pour activer la réaction, il suffisait de sortir les barres de contrôle mobiles en cadmium plongeant au cœur de la pile, ce matériau ayant la propriété d'absorber les neutrons.

L'échafaudage chargé de supporter la base en s'approchant d'un contour demi-sphérique fut construit sur une toile caoutchoutée puis furent disposés les quarante mille blocs de graphite pur ainsi que l'uranium. Afin d'évacuer l'air contenu dans le graphite qui s'avérerait nuisible à la réaction, le tout fut emballé dans un ballon censé être fermé hermétiquement avant de faire le vide lors du fonctionnement.

C'est finalement le 2 décembre 1942 que l'équipe de scientifiques fit fonctionner la pile pour la première fois. A 9 h 45, E. Fermi donna l'ordre de retirer le premier jeu de barres actionnées électriquement, puis, à 10 heures, ce

fut la barre d'urgence qui fut mise sur le côté. Finalement, la barre graduée actionnée par George Weil fut retirée par étapes successives selon les indications de Fermi qui effectuait calmement ses calculs alors que les cliquetis des compteurs geiger devenaient plus frénétiques. A chacune d'entre elles, ils constatèrent que les prédictions de Fermi correspondaient exactement aux relevés et que, par conséquent, la théorie selon laquelle étaient basés ses calculs s'avérait parfaitement exacte.

C'est au cours de l'après-midi que la réaction en chaîne s'alimenta d'elle-même durant 28 minutes avant que ne soient replongées les barres de contrôle.

■ LE PLUTONIUM

C'est en mai 1940, alors qu'ils bombardaient de l'uranium dans un cyclotron, que le jeune physicien Edwin M. McMillan et son associé Philip H. Abelson firent la découverte d'un élément encore inconnu et instable, le quatre-vingt-troisième, qu'ils baptisèrent neptunium. A la fin de cette même année, Glenn Seaborg, assisté d'Arthur C. Wall et de Joseph W. Kennedy, découvrit l'élément 94, toujours avec le fameux cyclotron.

Enregistré mais conservé secrètement, le produit de cette découverte fut appelé « cuivre » durant l'année 1941, ce qui posa quelques problèmes lorsqu'il fallut que du véritable cuivre entre dans les expériences. Afin d'effectuer une distinction, le véritable cuivre était appelé « cuivre honnête », sans que cela mette un terme aux confusions. Finalement, il fut décidé que l'élément 94 serait baptisé « plutonium » puis finalement « plutonium », parce que cela sonnait mieux à l'oreille.

Le plutonium pouvant s'obtenir en exposant de l'uranium à la réaction d'une pile atomique, la principale difficulté consistait à séparer le plutonium de l'uranium, tâche qui incombait à l'équipe de Seaborg.

■ L'AUBE DE L'ATOME INDUSTRIEL

La réalisation de bombes au plutonium et à l'uranium 235 impliqua la mise en place d'une structure industrielle lourde.

Les usines qu'il fallut construire, qui nécessitaient des investissements tout à fait colossaux, ne purent pas toutes

bénéficier de l'expérience d'une usine pilote sur laquelle pouvaient être expérimentés les divers procédés. C'est bien souvent sur la base d'hypothèses que, faute de

temps, furent construites les installations. Celles concernant la production de plutonium basées sur la séparation n'échappèrent pas à cette urgence car, avant de démarrer la construction du site à Hanford (Etat de Washington) le 1^{er} juin 1943, C. Greenwalt, de la société Du Pont, dut se contenter de l'affirmation de Seaborg selon laquelle le procédé retenu aurait le rendement escompté, la preuve ne pouvant en être donnée qu'à partir du moment où l'usine produirait.

La production d'uranium 235 par séparation de l'uranium naturel 238 en suivant les deux voies retenues (la séparation magnétique et la diffusion gazeuse) paraissait elle aussi terriblement hasardeuse.

La construction à Oak Ridge de l'usine Y-12 de séparation électromagnétique reposait sur les expériences effectuées en 1942 sur le calutron de Lawrence. Ce n'est pas moins de 500 millions de dollars qui furent investis dans ses installations couvrant une vaste superficie au sein de laquelle s'affairaient jusqu'à 24 000 employés.

C'est cependant l'usine K-25 utilisant le procédé de diffusion gazeuse qui constitua le plus gros pari sur l'avenir car, lorsque sa construction à Oak Ridge fut décidée, personne n'avait encore trouvé de solutions concernant les problèmes d'étanchéité, la fabrication des pompes ni même celle des filtres (le composé gazeux d'uranium est aspiré au travers d'une succession de filtres; les molécules d'uranium 235, plus légères que celles d'uranium, 238 sont plus facilement entraînées et récupérées). Ce projet nécessita la bagatelle de 275 millions de dollars, sans compter la construction d'une nouvelle usine à proximité, la S-50, basée sur le principe de la diffusion thermique, permettant de « raffiner » le composé d'uranium au travers de colonnes successives avant de l'envoyer vers la Y-12 et la K-25.

■ TRINITY

Le centre de Los Alamos, situé au Nouveau-Mexique et dirigé par Oppenheimer, avait en charge la construction des bombes au plutonium et à uranium.

Outre les problèmes de mise en place de ces matières radioactives, les chercheurs du centre durent mettre au point les procédés permettant de réunir en une fraction de seconde deux masses de matière fissile afin qu'elles constituent une seule masse critique déclenchant la réaction en chaîne.

La totalité de la production des usines d'Oak Ridge, qui fut envoyée à Los Alamos le 24 juillet 1945, permettant la construction d'une seule bombe à uranium, il fut décidé d'effectuer le premier essai avec l'une des deux bombes au plutonium.

La première explosion constituant le test final (baptisé Trinity) eut lieu à 5 h 30 du matin le 16 juillet 1945 dans le désert d'Alamogordo, au Nouveau-Mexique.

P. RYTTER



Enrico FERMI