



(7<sup>ème</sup> partie)

## PETITE HISTOIRE DE LA RADIO

La lampe radio à trois électrodes de Lee de Forest (U.S.A.) est à l'origine de la fameuse lampe TM qui équipe les services des transmissions de l'armée française entre 1915 et 1918. Loin d'être une simple imitation, elle constitue un bond technologique pour l'industrie française de la radio.

### Les premières lampes.

Le rôle que joua Edison pour la fabrication des lampes d'éclairage électrique est prépondérant. En expérimentateur infatigable, il étudia divers dispositifs dont la lampe à deux électrodes en 1883. Elle est constituée d'une ampoule de lampe à incandescence à l'intérieur de laquelle il ajoute une plaque métallique. L'électrode "chaude" est le filament, alors que l'électrode "froide" est constituée par la plaque. En plaçant un galvanomètre entre la plaque et la borne positive de l'alimentation de la lampe, il observe qu'un courant circule entre le filament et la plaque. Edison ne peut cependant pas pousser au-delà ses expériences, et encore moins en déduire les futures implications, puisque l'idée de la radio émerge à peine.

```
<P ALIGN="CENTER"><CENTER><TABLE CELLSPACING=0 BORDER=0 CELLPADDING=4
<TR><TD WIDTH="22%" VALIGN="TOP">
<P ALIGN="CENTER"><IMG SRC="puce04.gif" WIDTH=65 HEIGHT=59></TD>
<TD WIDTH="56%" VALIGN="MIDDLE">
<B><FONT SIZE=4><P ALIGN="CENTER">Soudure les composants</B></FONT></TD>
<TD WIDTH="23%" VALIGN="TOP">
<P ALIGN="CENTER"><IMG SRC="puce04.gif" WIDTH=65 HEIGHT=59></TD>
</TR>
</TABLE>
</CENTER></P>
<P>Ici le texte et les images de la page ->

<P ALIGN="CENTER">Observer une soudure :</P>
<P ALIGN="CENTER">
<IMG DYNSSRC="soudure.avi" CONTROLS WIDTH="32" HEIGHT="32">
</P>
<P>&nbsp;</P>
<P>&nbsp;</P>
</BODY>
</HTML>
```



suite p 24

## Un niveau électronique

PAGE 3

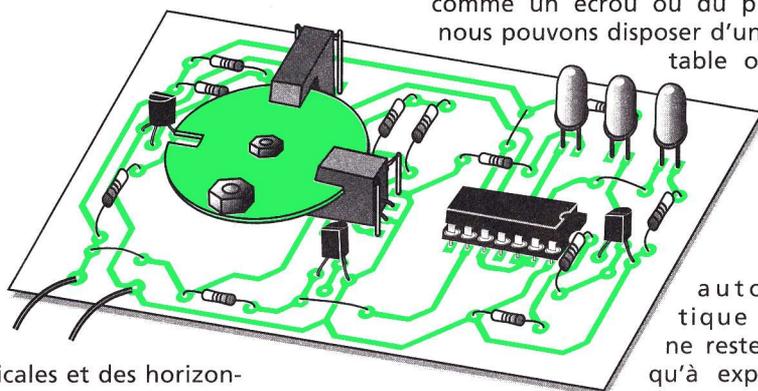
L'homme a remarqué, très vite, que le niveau de l'eau dans un récipient reste totalement horizontal quelle que soit l'inclinaison de ce récipient (sans toutefois aller jusqu'à le renverser !). De même, un poids tendra toujours une ficelle selon une ligne parfaitement verticale : le fil à plomb du maçon en est une application fort courante déjà connue dans l'Antiquité. Et le niveau d'eau, déjà connu par Héron d'Alexandrie, fonctionne selon le principe des vases communicants : une quantité de liquide coloré arrive à mi-hauteur dans deux tubes reliés par un tuyau et offrant des surfaces à un même niveau et, par voie de conséquence, une ligne de visée horizontale.

Le niveau à bulle d'air moderne permet, à lui seul, de reconnaître précisément le plan horizontal et le plan vertical ; dans certains cas, on peut trouver une bulle calée à 45°. De nos jours, sur les chantiers d'importance, on fait souvent appel à la précision extraordinaire du faisceau laser permettant d'aligner deux points très éloignés l'un de l'autre.

### Un niveau sans bulle

Plus modestement, notre réalisation propose une solution totalement électronique pour la mesure des ver-

tiangles et des horizontales. Nous ne ferons pas appel aux minuscules ampoules de mercure, même judicieusement disposées, en raison de la mauvaise régularité de déplacement du mercure, métal conducteur lourd et liquide à la température ambiante. Une autre solution est envisagée : on remarque qu'un mobile déséquilibré en rotation, comme la roue d'un véhicule automobile par exemple, s'arrête toujours à une position telle que la surcharge pondérale (= contre-poids) soit placée en position basse. Donc, à l'aide d'un petit disque comportant trois fentes fines disposées à 90° et une masse lourde comme un écrou ou du plomb, nous pouvons disposer d'un véritable obturateur



automatique qu'il ne reste plus qu'à exploiter électronique-

ment puisque le disque est entraîné infailliblement vers son centre de gravité placé très bas. Une lecture optique sera la solution développée ici.

suite p 3

## SOMMAIRE

- 1 - PETITE HISTOIRE DE LA RADIO
- 2 - BOOSTER POUR AUTORADIO
- 3 - NIVEAU ÉLECTRONIQUE
- 4 - QU'EST-CE QUE C'EST ? COMMENT ÇA MARCHE ?  
METTRE DU SON SUR VOS PAGES WEB
- 6 - DÉCOUVREZ L'ANGLAIS TECHNIQUE :  
FILTRE ACTIF PASSE-BAS
- 8 - TECHNOLOGIE :  
DISPOSITIF À UNE JONCTION :  
LES DIODES
- 10 - LE COIN DE LA MESURE :  
TRAÇEUR DE CARACTÉRISTIQUES
- 13 - COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?
- 16 - INITIATION AUX µC  
LE BASIC STAMP (9<sup>ème</sup> PARTIE)
- 18 - CONTRÔLE POUR SERVOMÉCANISME
- 20 - GÉNÉRATEUR DE SIGNAUX  
EXPÉRIMENTAL
- 22 - J'EXPÉRIMENTE  
RÉCEPTEUR À DIODE

## Generation ELECTRONIQUE

PROJETS, INITIATION, ENSEIGNEMENT

PUBLICATIONS GEORGES VENTILLARD  
S.A au capital de 5 160 000 F  
2 à 12 rue de Bellevue, 75019 PARIS  
Tél. : 01.44.84.84.84 - Fax : 01.44.84.85.45  
Télex : 220 409 F

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

Membres du comité de direction :  
Madame Paule RAFINI épouse VENTILLARD  
Président Directeur Général  
Monsieur Jean-Pierre VENTILLARD  
Vice-président  
Madame Jacqueline LEFEBVRE  
Administrateur

Directeur de la rédaction  
Bernard FIGHERA (84.65)

Comité pédagogique :  
G. Isabel, P. Rytter, F. Jongbloet,  
E. Félice, B. Andriot

Maquette et illustrations :  
R. MARAI

Ventes :  
Sylvain BERNARD (84.54)

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

Abonnement  
(85.16)

Voir tarifs et conditions dans la revue  
Prix de vente au numéro : 20 F  
Commission paritaire N° 0699174699  
Membre inscrit à Diffusion Contrôlée (OJD)

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

RETRONIK.FR 2023

# Un booster pour autoradio

Notre réalisation a pour objet de conférer à votre autoradio une puissance de 4 x 25W. Son réglage d'équilibrage permet également de répartir à sa guise le son entre l'avant et l'arrière de la voiture. Notre booster se connecte directement en parallèle sur les sorties haut-parleur des autoradios conventionnels. Ainsi son utilisation ne nécessite aucune modification de l'installation existante. Il offre, en revanche, la possibilité d'ajouter à l'équipement d'origine 4 nouveaux haut-parleurs et délivre, sous 4 W, une puissance de 4 x 25W efficaces.

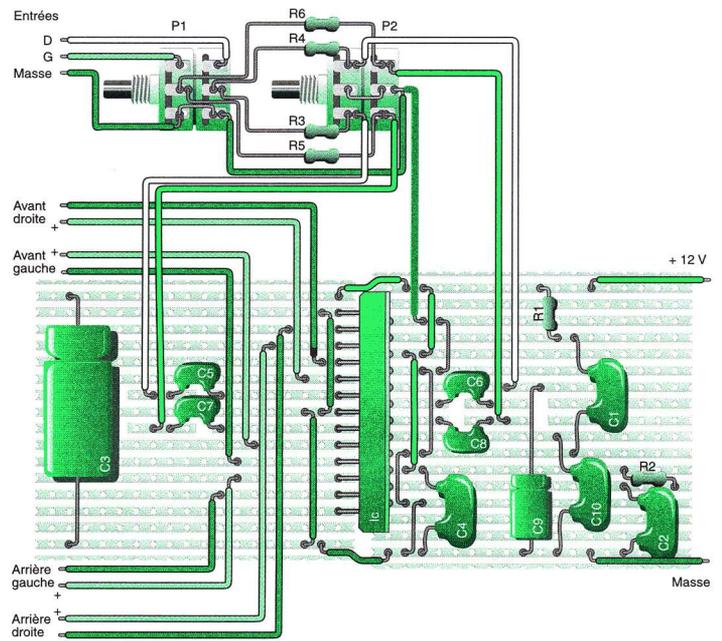
## Le principe

Le cœur de cette réalisation est un circuit intégré TDA7384A de SGS-Thomson. Pour nous, ce composant est quasiment magique puisque sa mise en oeuvre ne nécessite qu'un nombre extrêmement réduit de composants annexes. Il renferme quatre amplificateurs de puissance dans un même boîtier. Notons que pour atteindre la puissance de 25W chaque amplificateur fonctionne en mode ponté. C'est à dire que chaque amplificateur de base se compose, en fait, de deux amplificateurs de puissance attaquant chacun une borne du haut-parleur. Ils travaillent en opposition de phase, ce qui double virtuellement la tension d'alimentation d'origine (de 12 à 15V). Si ce type de fonctionnement possède l'avantage de délivrer une puissance élevée, il entraîne pourtant quelques contraintes pour le câblage définitif de l'installation. En effet, les haut-parleurs ne sont pas référencés par rapport à la masse. On ne peut donc utiliser celle-ci comme "retour". Chaque haut-parleur doit être raccordé individuelle-

ment à l'amplificateur par deux fils de forte section. Hors mis cette particularité, ce circuit est comparable à tout autre amplificateur de puissance.

Nous l'avons muni de deux réglages accessibles par l'intermédiaire des potentiomètres P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub>. P<sub>1</sub> est câblé en potentiomètre de volume. Cependant, il s'agit plutôt d'un réglage de sensibilité. En effet, comme le montage se connecte sur les sorties haut-parleur existantes de l'autoradio, son réglage de volume reste actif. La fonction de P<sub>1</sub> est donc d'ajuster le gain du booster afin qu'il délivre sa puissance maximale lorsque le volume de l'autoradio approche le niveau de saturation. Cet ajustage se fait très simplement à l'oreille lors de la mise en place définitive du montage. Notons qu'il n'est pas indispensable d'équiper le potentiomètre P<sub>1</sub> d'un bouton puisque, en théorie, une fois cet ajustage effectué, il est définitif. Le potentiomètre P<sub>2</sub>, pour sa part, permet d'équilibrer le volume sonore entre les haut-parleurs avant et

Fig 2



Mise en place des éléments

arrière de la voiture. Cette fonction est souvent baptisée "fader" sur les autoradios équipés de quatre sorties. Lorsqu'il est à mi-course, le volume sonore est identique sur l'avant et l'arrière. Lorsqu'on le tourne, dans un sens ou dans l'autre, il "court-circuite" vers la masse le signal appliqué, soit à l'entrée des amplificateurs "avant", soit à celle des amplificateurs "arrière". Toute position intermédiaire correspond à un passage progressif entre ces deux extrêmes et assure donc l'équilibrage du son.

de temps que fixent les couples R<sub>1</sub>-C<sub>1</sub> et R<sub>2</sub>-C<sub>2</sub>.

Reste le jeu de potentiomètres et de résistances destinés aux divers ajustages. On notera le câblage très classique de P<sub>1</sub> conforme à celui de tout réglage de volume. Le signal issu de son curseur est appliqué aux bornes extrêmes de P<sub>2</sub> par l'intermédiaire de résistances (respectivement R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> pour le canal droit et R<sub>5</sub> et R<sub>6</sub> pour le gauche). Le câblage de P<sub>2</sub> est, en revanche, assez particulier puisque son curseur est directement connecté à la masse. Le signal appliqué aux amplificateurs est, ici, récupéré sur ses broches extrêmes. On voit bien donc le rôle de mise en court-circuit des entrées qu'il assure.

## Comment ça marche ?

Comme nous l'avons dit, le TDA7384A n'est que peu gourmand en composants externes pour mener à bien sa tâche. Il requiert cependant un filtrage complémentaire de la tension d'alimentation afin d'éliminer totalement les parasites que peuvent engendrer l'alternateur et l'allumage de la voiture. Ce sont les condensateurs C<sub>3</sub> et C<sub>4</sub> qui assurent cette fonction antiparasitage. De même, certains de ses étages internes du circuit intégré nécessitent un découplage particulier. Typiquement, C<sub>9</sub> et C<sub>10</sub> correspondent à

## Le câblage

Comme toujours, ce montage est réalisé sur une petite plaquette d'essai pré-perforée munie de bandes conductrices. Le travail commencera donc par la préparation de la plaquette. Il faut reporter les interruptions de bandes conformément au schéma proposé.

Notons que la configuration des broches du TDA7384A, plus destiné à un assemblage industriel qu'à un câblage sur plaquettes, pose ici

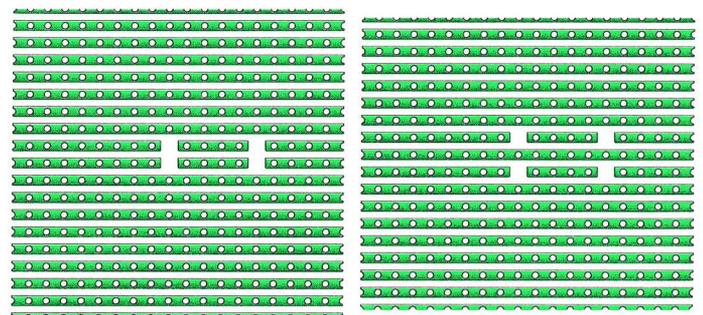


Fig 3

Préparation de la plaquette

ce type de besoin et leur présence est imposée par le constructeur. De même, C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub> et C<sub>8</sub> éliminent la composante continue indispensable à la polarisation des entrées du circuit. Enfin, le TDA7384A dispose d'un dispositif de mise en route progressive dont la fonction est d'éliminer tout claquement dans les haut-parleurs lors de sa mise sous tension. Ce démarrage en douceur est commandé par deux constantes

quelques problèmes. En premier lieu, ses contacts sont disposés en quinconce. Il n'est donc pas possible de le câbler directement sur une plaquette d'un seul tenant. Nous utiliserons donc deux "demi-plaquettes" décalées l'une par rapport à l'autre d'une demi-bande. De même les broches du TDA7384A sont au pas millimétrique alors que nos plaquettes sont perforées sur un pas au dixième de pouce (2,54 mm).

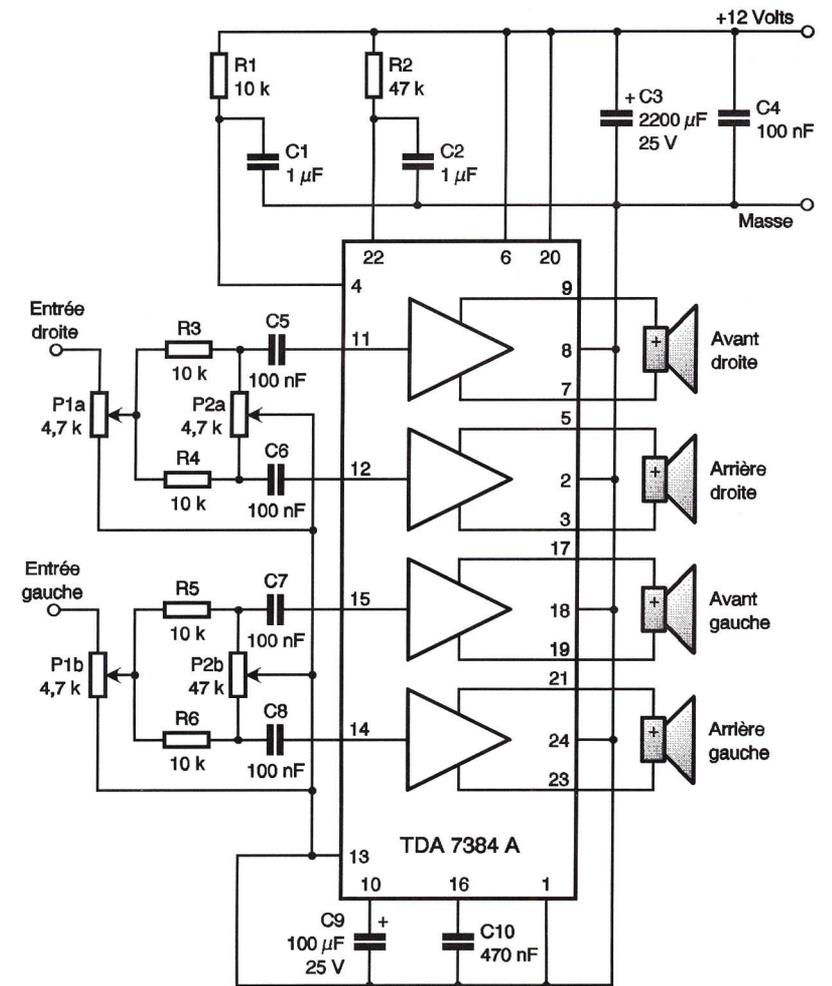
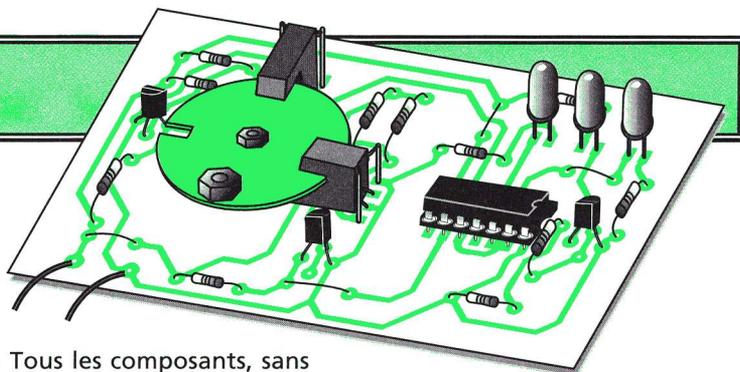


Fig 1

Schéma de principe

# Un niveau électronique



## Mesurer avec la lumière

Le petit schéma proposé à la figure 1 est vraiment très simple et nous permettra de raisonner presque exclusivement en langage binaire. Deux capteurs OPTO fourche seront utilisés pour mesurer la présence simultanée de deux fentes du disque obturateur rotatif. Que ce soit dans

position du mobile est correcte, donc celle du niveau également. A noter que la même LED verte servira à la fois pour la position verticale et pour celle horizontale.

Si l'un des points A ou B ou les deux ne sont pas au niveau 1, on pourra signaler à l'utilisateur qu'il n'a pas encore atteint la position idéale ; le signal produit est inversé par une

de soin. Tous les composants, sans exception, sont montés sur le petit circuit imprimé proposé à l'échelle 1 sur la figure 2. Un grand emplacement est réservé au montage du disque de codage rotatif. La mise en place des deux capteurs OPTO fourche nécessite quelques préparations : il faudra, au préalable, couper les pattes de fixation inutiles ici puisque le composant est plaqué sur le circuit imprimé. Avant soudure des pattes, on procédera au pliage de celles-ci en veillant particulièrement à l'orientation des broches E et D sous peine d'un non-fonctionnement. Pour mémoire, le méplat

sera muni d'un revêtement opaque afin d'empêcher tout passage d'I.R. entre émetteur et récepteur, hormis par les trois fentes fines qu'il faudra découper proprement. Le réglage précis en hauteur sera obtenu en disposant écrou et contre-écrou sur une vis fixée par le dessous de la plaque. Le contrepoids sur le disque sera un écrou collé ou une masselotte de plomb à l'opposé de la fente centrale. La rotation du disque doit être libre et facile. Aucun réglage n'est nécessaire et, si la partie mécanique est bien réali-

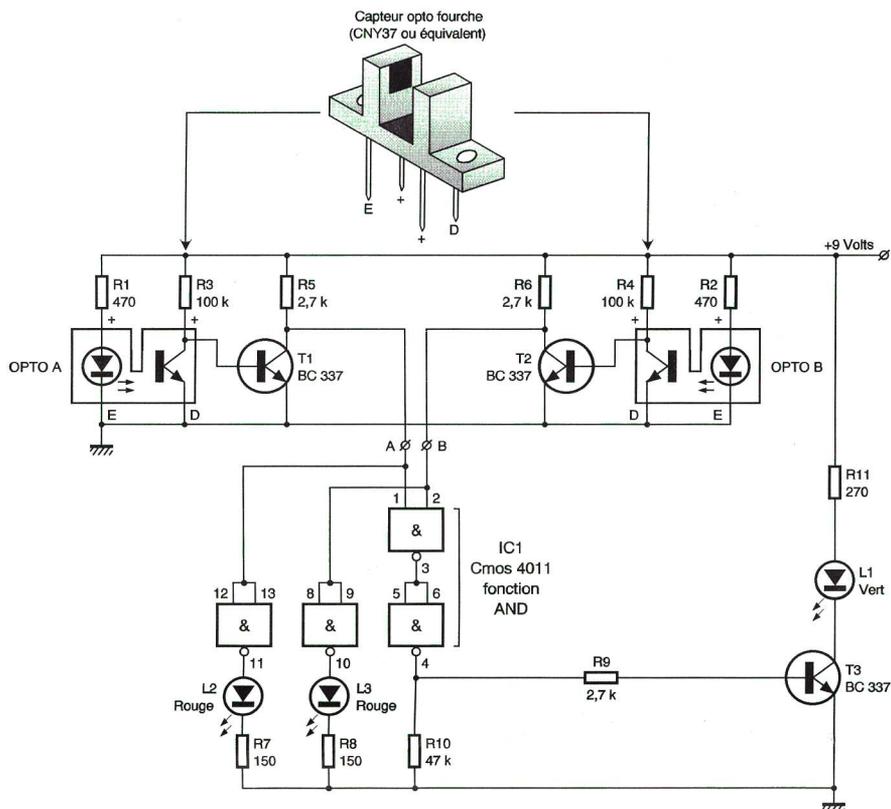


Fig 1

Schéma de principe

un sens horizontal ou vertical, les deux capteurs optiques parviennent à distinguer l'orientation réelle du circuit imprimé.

En l'absence d'un obstacle entre l'émetteur OPTO A (broches + et E de la LED d'émission) et le récepteur OPTO A (broches + et D du phototransistor), la base du transistor NPN T<sub>1</sub> se retrouve à la masse ou niveau logique 0 ; T<sub>1</sub> n'étant pas passant, son collecteur est au niveau haut à travers la résistance R<sub>5</sub>. Le point test A du schéma est bien au niveau 1. Le même raisonnement s'applique sur le capteur OPTO B, avec le point test B.

porte NAND montée en inverseur pour commander, cette fois, les LED rouges L<sub>2</sub> & L<sub>3</sub>. Bien entendu, la LED verte ne peut s'illuminer dans cette position.

## Réalisation pratique

Cette maquette a plutôt été conçue pour mettre en évidence "la solution électronique" sur une application traditionnelle. Il n'empêche que sa mise au point est aisée si on lui consacre un minimum d'attention et

## Valider la mesure

Si le niveau logique des points A & B est simultanément à l'état haut, c'est à dire lorsque le disque est bien positionné en horizontal ou vertical, les entrées 1 et 2 d'une fonction AND formées par deux portes NAND, sont au niveau 1 et la sortie 4 est haute, elle aussi. Elle ira commander la base du transistor T<sub>3</sub> à travers la résistance R<sub>9</sub>. Ainsi, la diode électroluminescente L<sub>3</sub> s'illuminera pour indiquer à l'utilisateur que la

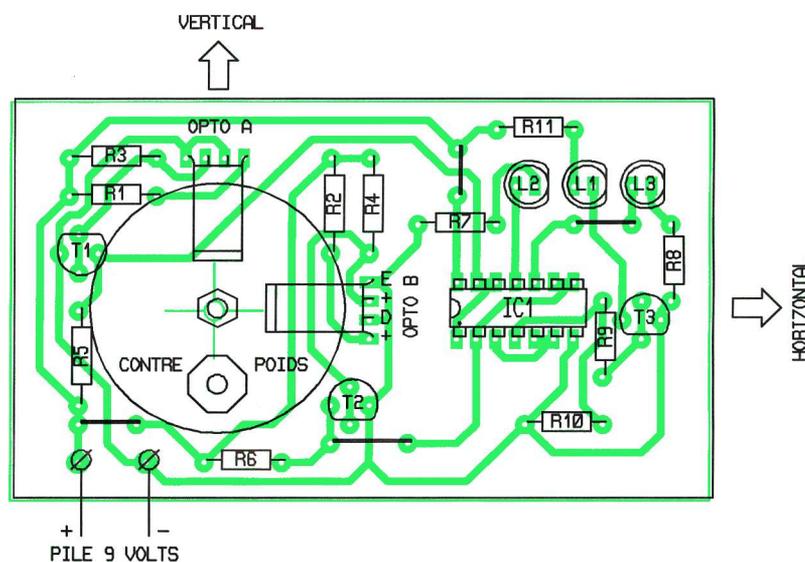


Fig 3

Implantation des éléments

du capteur doit se retrouver en position supérieure. Si les broches sont trop courtes, on pourra les rallonger par un brin de fil rigide. Le disque

sée, le fonctionnement est immédiat dès la mise en place de la petite pile de 9V. De nombreuses expérimentations vous sont offertes à présent avec votre niveau new-look !

G. ISABEL

## NOMENCLATURE

- T<sub>1</sub> à T<sub>3</sub> : transistors NPN BC337
- IC<sub>1</sub> : C/MOS 4011 (quadruple NAND)
- OPTO A & B : capteur opto fourche CNY37 ou H21B1
- L<sub>1</sub> : diode électroluminescente verte Ø 5mm
- L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> : LED rouges Ø 5mm
- R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> : 470 Ω 1/4W
- R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> : 100 kΩ 1/4W
- R<sub>5</sub>, R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub> : 2,7 kΩ 1/4W
- R<sub>8</sub>, R<sub>9</sub> : 150 Ω 1/4W
- R<sub>10</sub> : 47 kΩ 1/4W
- R<sub>11</sub> : 270 Ω 1/4W
- 1 support à souder 14 broches
- 1 coupleur pression pile 9V
- Visserie pour articulation du codeur rotatif

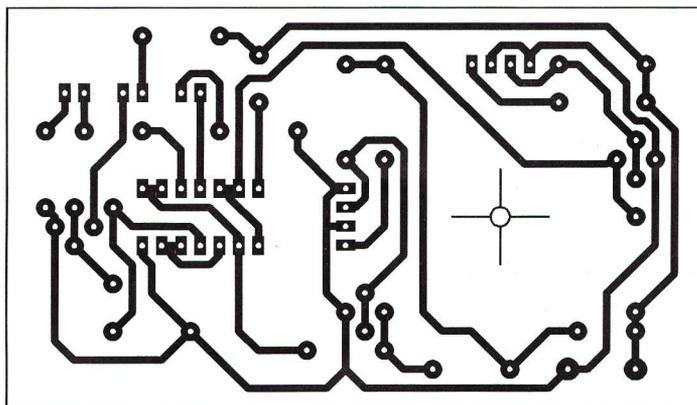


Fig 2

Tracé du circuit imprimé et détails de disque



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

## Mettre du son sur vos pages Web.

Comme pour la vidéo, inclure du son aux pages web doit être motivé par le fait qu'il apporte une valeur ajoutée au site que vous présentez. Si vous développez un site de formation au Technical English dans le cadre d'un projet transversal avec un professeur de langues, permettre une écoute de mots ou de phrases s'avère tout à fait indispensable.

### Quels sons ?

Il faut que les sons à inclure dans vos pages fassent l'objet d'une production particulière. S'il s'agit de séquences parlées sous la forme de mots, de phrases ou d'entretiens, il suffit d'avoir une bonne diction et les périphériques audio pour obtenir un résultat acceptable. Par contre, les incrustations de virgules sonores ou d'extraits musicaux s'avèrent toujours des plus délicates en raison des droits d'auteurs qu'il ne faut en aucun cas négliger.

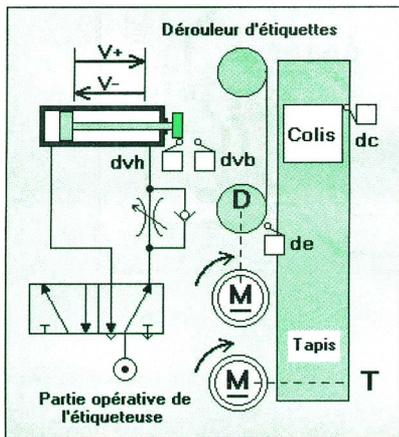


Fig 1 Schéma d'une étiqueteuse.

On distingue généralement deux types de créations sonores et musicales sur un ordinateur. Le premier consiste à transformer le signal audio analogique en un fichier numérique. Il suffit d'utiliser une carte son munie d'un convertisseur analogique/numérique qui va transformer l'enveloppe du signal sonore en une suite de valeurs numériques. La restitution d'un tel signal s'effectue par l'envoi des suites de valeurs via le convertisseur

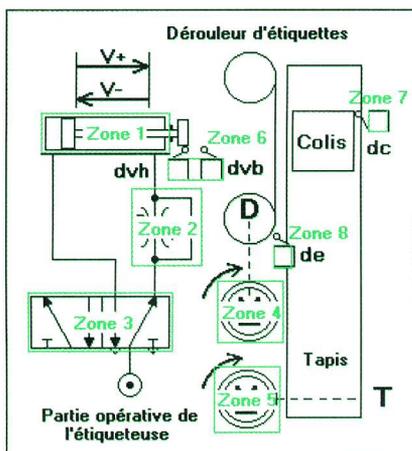


Fig 2

### Zones sensibles

- Zone 1 : Vérin (24,72/113,102)
- Zone 2 : Réglage de vitesse (86,125/134,79)
- Zone 3 : Distributeur (15,198/114,239)
- Zone 4 : Moteur Tapis (145,190/190,233)
- Zone 5 : Moteur Dérouleur (143,250/188,295)
- Zone 6 : Détection position vérin (111,105/149,119)
- Zone 7 : Détection colis (249,70/263,85)
- Zone 8 : Détection étiquette (184,165/198,181)

Figure au format «bmp».



(nom\_fichier.au ou nom\_fichier.snd) ou Apple AIFF de type (nom\_fichier.aif ou nom\_fichier.snd) qui utilisent divers modes de données dont le codage PCM.

■ Les fichiers Dialogic ADPCM (nom\_fichier.vox). Leur codage sur 4 bits pour de faibles fréquences d'échantillonnages les rend particulièrement adaptés à l'enregistrement de textes lus, ou d'entretiens.

En dehors de ces standards, il existe une grande variété de formats spécifiques aux éditeurs qu'on rencontre sur le Web:

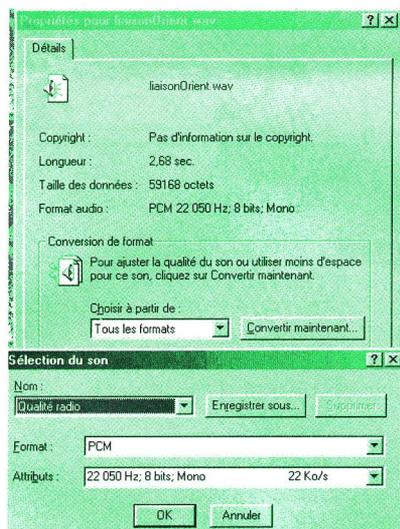
### Le projet.

Il consiste à réaliser un site web ayant pour thème l'automatisme en général et l'étude du Grafset en particulier. Dans l'introduction au cahier des charges qui figure sur la

numérique/analogique. Le second type, MIDI (Musical International Digital Interface), consiste non pas à envoyer des enveloppes sonores transformées numériquement mais des séquences de commandes dont la fonction est le pilotage de générateurs de sons, comme les synthétiseurs.

### Les formats.

On assiste à une grande variété de formats en raison de la diversité des plates-formes logicielles de développement.



Écran 2

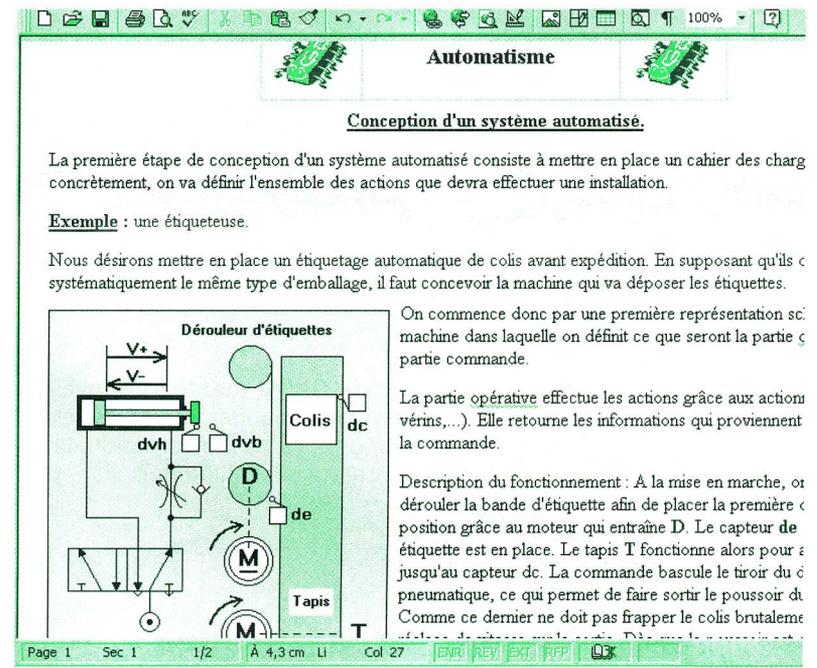
En voici quelques-uns parmi les plus courants.

■ Les fichiers WAV (nom\_fichier.WAV). Le Windows PCM (Pulse Code Modulation) suit les spécifications du RIFF (Resource Information File Format).



Écran 1

Les fichiers qui en résultent comportent en outre des données attachées comme la fréquence d'échantillonnage, laquelle déter-



Écran 3

mine la qualité du son (au plus la fréquence de prélèvement des échantillons est élevée, et meilleure est la qualité).

Viennent ensuite les Microsoft ADPCM ou l'IMA/DVI ADPCM qui utilisent des procédés de compression des valeurs des échantillons de 16 bits en 8 ou 4 bits. D'autres encore, comme le CCITT mu-Law and A-Law, utilisent des systèmes de compression qui améliorent sensiblement le rapport signal/bruit.

■ Les fichiers VOC (nom\_fichier.VOC). Ce sont des fichiers Sound Blaster qui gèrent des résolutions de 8 bits à 44,1 KHz en mono et jusqu'à 22,05 kHz en stéréo.

■ Les fichiers ASCII (nom\_fichier.txt). Leur originalité réside dans le fait que les valeurs des échantillons sont placées ligne à ligne dans un fichier texte.

première page de ce site, on propose une lecture à deux niveaux des éléments présents sur le schéma d'une étiqueteuse (figure 1).

Ne sont donc représentés sur le graphique que les étiquettes reprises dans le grafset (V pour le vérin, dc pour la détection du tapis, etc...). Par contre, pour obtenir le nom véritable des éléments du schéma fonctionnel, il suffit de cliquer sur leur surface. Cette action entraîne la lecture d'un enregistrement sonore du type "le vérin" ou "détecteur de proximité".

Cette présentation est avantageuse dans la mesure où la description technique ne surcharge pas la description fonctionnelle. En outre, les lecteurs du site déjà familiarisés avec les automatismes pneumatiques connaissent déjà le nom et la fonction des éléments présents sur la première moitié du schéma.

## ■ Préparation du schéma.

Sauvegardez la figure au format bitmap (.bmp) sous un autre nom afin de travailler directement avec le Paint de Windows. Ajoutez de la surface sur le côté afin de noter la position de chaque zone que vous désirez rendre sensible. Celles-ci, représentées en gris, sont repérées par les coordonnées x et y des coins supérieur gauche et inférieur droit (figure 2).

Afin de simplifier au maximum la lecture de ce document de travail, le texte du fichier sonore est indiqué à côté du nom de la zone sensible associée.

ment dans le micro. Ecoutez et recommencez autant de fois que nécessaire pour obtenir un résultat parfait (écran 1). Enregistrez ensuite le fichier son avec Fichier et Enregistrer sous un nom (son01), format PCM à 22050 Hz, 8 bits en mono.

Afin que ce fichier wav n'occupe pas un volume trop important (et ainsi diminuer les temps de chargement), effectuez une compression au format PCM en qualité radio, soit 22 k octets par seconde, ce qui est un compromis de bonne qualité (écran 2).

| Qualités  | Poids    |
|-----------|----------|
| CD        | 172 Ko/s |
| radio     | 22 Ko/s  |
| téléphone | 11 Ko/s  |

## ■ Préparation des enregistrements.

Commencez par vous assurer que vous disposez d'une carte son sur une des machines de l'établissement. Connectez ensuite un microphone sur l'entrée Mic, puis démarrez Windows. Afin que tout un

## ■ Construction de la page.

Sous Word 97, commencez par écrire le texte, puis placez la figure. Pour définir les zones qui seront actives dans la figure, choisissez Affichage

lu directement par Windows Internet Explorer grâce à l'instruction href = "nom\_du\_fichier\_son.wav". Cela nous donne les lignes suivantes:

```
<map name="schema" >
<area name="zone1" shape="rect" coords="24,72,113,102"
href="son01.wav">
<area name="zone2" shape="rect" coords="86,125,134,79"
href="son02.wav">
<area name="zone3" shape="rect" coords="15,198,114,239"
href="son03.wav">
<area name="zone4" shape="rect" coords="145,190,190,233"
href="son04.wav">
<area name="zone5" shape="rect" coords="143,250,188,295"
href="son05.wav">
<area name="zone6" shape="rect" coords="111,105,149,119"
href="son06.wav">
<area name="zone7" shape="rect" coords="249,70,263,85"
href="son07.wav">
<area name="zone8" shape="rect" coords="184,165,198,181"
href="son08.wav">
</map></HEAD>
```

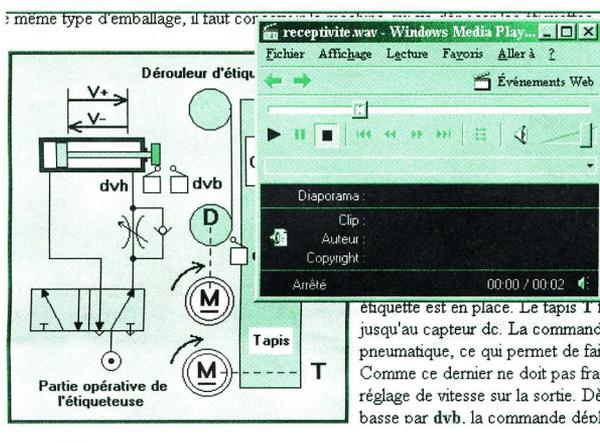
A l'exécution, l'affichage correspond à l'écran 4 si un lecteur clique sur une zone sensible.

## ■ Utilisation de RealProducer.

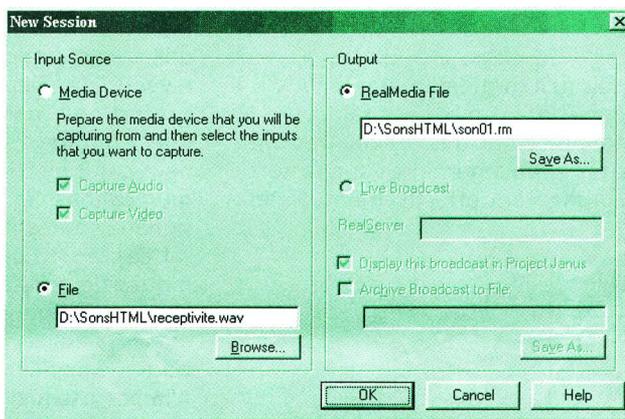
Les fichiers qui utilisent le RealPlayer, que nous avons déjà abordé dans la partie relative au traitement des vidéos, sont au format rm (RealMedia File). Il faut donc effectuer une conversion de format après le chargement du RealProducer (que vous trouverez en version de démonstration sur des CD

livrés avec les magazines d'information, ou directement sur le site de RealMedia).

S'affiche alors une fenêtre dans laquelle vous définissez le chemin du fichier à convertir ainsi que le nom du fichier de destination (écran 5). La conversion terminée, ajoutez les informations qui décrivent votre fichier son en précisant qu'il est de type "Voice only" (écran 6). Cliquez ensuite sur le bouton "Create Web Page" afin de tester la qualité du fichier après compression. L'écran 7 donne un aperçu des flux de données à acheminer en fonction des fréquences.



Écran 4



Écran 5

chacun puisse reproduire cette capture sonore, nous ne décrivons que l'utilisation du magnétophone livré en standard avec la version de Windows 98.

puis Source HTML afin d'entrer le code directement en HTML.

## ■ Lecture directe.

En suivant le contenu des annexes, ajoutez la référence de la carte de définition des zones ainsi que son nom (USEMAP="#schema") dans :

```
<IMG SRC="Figure01.gif"
ALIGN="LEFT" HSPACE=9
USEMAP="#schema" WIDTH=283
HEIGHT=315>
```

Décrivez ensuite les différentes zones sensibles. Le fichier son qui correspond à chaque zone peut être

## ■ Compléter le code HTML.

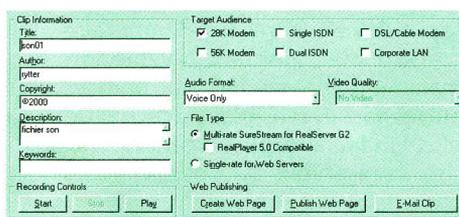
Si vous utilisez le RealPlayer, commencez par compléter la zone qui se trouve entre les deux marqueurs <HEAD> et </HEAD>, ce qui donne :

```
<HEAD><TITLE>Automatisme3</TITLE><META NAME="rnpagelayout"
CONTENT="pop-up">
<META NAME="rnserverpath" CONTENT="D:\SonsHTML\">
<META NAME="rnmediafile" CONTENT="son01.rm">
<META NAME="rnmetafile" CONTENT="son01.ram">
.....
<META NAME="rnmediafile" CONTENT="son08.rm">
<META NAME="rnmetafile" CONTENT="son08.ram">
<META NAME="description" CONTENT="fichier son">
<map name="schema" ><area name="zone1" shape="rect"
coords="24,72,113,102" href="son01.ram">
<area name="zone2" shape="rect" coords="86,125,134,79"
href="son02.ram">
.....
<area name="zone8" shape="rect" coords="184,165,198,181"
href="son08.ram">
</map></HEAD>
```

Le résultat à l'exécution est donné par l'écran 8. N'oubliez pas de donner les coordonnées du site où le lecteur de votre page pourra télécharger le RealPlayer si c'est la première fois qu'il rencontre des fichiers ram et rm. Vous placerez donc en fin de page les instructions suivantes :

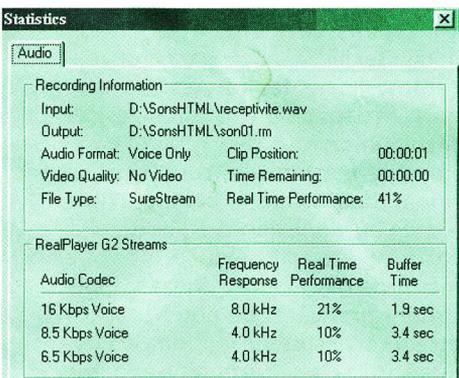
```
<P ALIGN="CENTER"><A
HREF="http://www.real.com/products/player"><IMG
SRC="file:///C:/Program Files/Real/RealProducer/getfree.jpg"
BORDER=0 WIDTH=88 HEIGHT=32></A></P>
```

P. Rytter

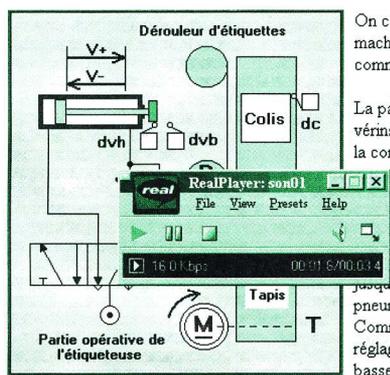


Écran 6

Choisissez donc Démarrer, puis Programmes, Accessoires Divertissements et enfin Magnétophone. Pour commencer un enregistrement, cliquez sur la touche correspondante (un rond rouge) puis parlez directe-



Écran 7



Écran 8

(Les 2 annexes à suivre)



# DÉCOUVREZ L'ANGLAIS TECHNIQUE

## Filtre actif passe-bas avec l'amplificateur opérationnel LM6361

Le LM6361 est un amplificateur opérationnel (AO) en technologie monolithique possédant une **large** bande-passante qui offre une vitesse **améliorée** et une stabilité **par rapport à beaucoup d'autres AO de faible prix de revient** avec, en plus, une **faible, voire même, aucune pénalité** en ce qui **concerne la consommation de puissance**. Ces avantages sont dus à un **nouveau procédé, développé par le constructeur** de ce circuit intégré "National Semiconductor" qui utilise des **transistors de type PNP latéraux** avec **sensiblement les mêmes** caractéristiques en gain et en vitesse des transistors NPN, **tandis que** ces derniers maintiennent leurs performances **habituelles très élevées**.

Ceci permet l'emploi de transistors, à la fois NPN et PNP, sur le passage du signal où précédemment les transistors PNP limitaient sévèrement la vitesse du dispositif (les transistors standards PNP possèdent 1/10 du gain et 1/200 de la bande-passante des transistors standards NPN). Les AO **traditionnels** utilisent souvent, soit un montage tout en NPN (qui

compensation est une capacité parasite (d'environ 0,5 pF) qui est vue d'un seul bloc devant l'étage de sortie. Cet étage des sorties est un montage de **classe AB** classique, mais puisqu'il contient un transistor VIP, il possède la vitesse nécessaire pour un amplificateur très rapide. Des capacités supplémentaires sur la sortie augmentent effectivement la capa-

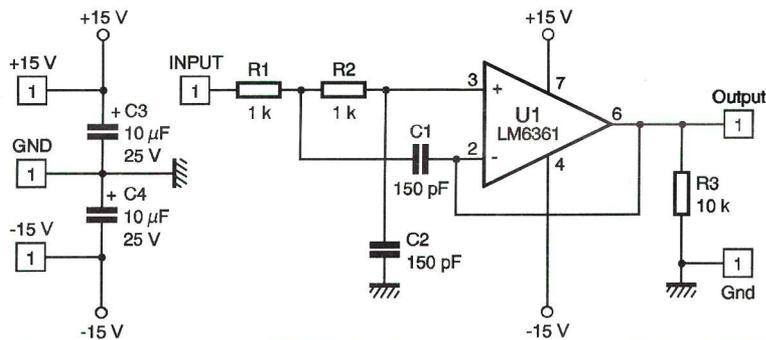


Fig 1 Schéma de principe

limite habituellement de façon importante les plages d'entrée, de sortie et des tensions d'alimentation), des techniques de contre-réaction (ce qui réduit la stabilité) où ressortent leur conception **hybride coûteuse**. Les AO **fabriqués à partir** de ce nouveau procédé (**double VIP** pour "PNP intégré verticalement") **opèrent à partir** d'une tension d'alimentation **totale** pouvant **s'étendre** entre +5 et +30V et possèdent des plages de tension d'entrée et de sortie standards. **De plus**, ils **requièrent comparativement** peu de courant d'alimentation et sont disponibles dans des boîtiers standards de 8 broches. Le LM6361 a une forme simple mais efficace. Les transistors VIP peuvent être maintenant utilisés dans des passages pour petit signal, ainsi un étage d'entrée différentiel NPN traditionnel peut être **honnêtement** suivi par un étage en **cascade** à large bande-passante. L'étage d'entrée utilise des résistances d'émetteur de **dégénération** pour réduire sa transconductance (Gm). La bande-passante des AO est alors établie par le rapport entre Gm et la valeur de la capacité de compensation; ceci **détermine** la stabilité de l'amplificateur. La capacité de

compensation totale, augmentant la stabilité de l'amplificateur mais aussi en réduisant la bande-passante. Cependant, cette compensation n'est pas l'idéal, aussi la **réponse transitoire** peut s'en trouver **dégradée**. La réponse à un échelon de tension **démontre** parfaitement la stabilité du LM6361. Pour cette **expérience**, il faut **câbler** l'AO dans un montage suiveur avec gain unité et générer vers l'entrée de ce dernier un échelon de tension de +6V. La sortie **montre** une faible **surmodulation** qui **s'établit rapidement** vers sa valeur finale. Ce **bon** comportement en réponse est dû à la **simplicité** de la compensation, qui peut être vue en **regardant la courbe** de sa réponse en fréquence; elle présente en effet une courbe de modulation lissée au-delà de 50 MHz, à l'endroit où le gain est **surbaissé** à l'unité, avec une marge de phase de 45 **degrés**; le **pôle** suivant est introduit après 100 MHz. Le taux de balayage du LM6361 est **garanti** (et testé à 100%) pour être **au-dessus** de la **barre** des 200V/µs (le taux de balayage est typiquement de 300V/µs). Puisque la résistance de **dégénération** placée dans l'émetteur contribue à la ten-

sion de décalage et la tension de bruit en entrée, le composant possède aussi des **spécifications** en régime continu. Le gain élevé des transistors utilisant une conception **ordinaire, combinée** avec la configuration utilisée, cela donne au LM6361 sa vitesse élevée sans **consommer** beaucoup de puissance. Le courant d'alimentation est garanti pour être **inférieur** à 6,8 mA (avec des tensions d'alimentation de +/-15V) et pour la gamme des températures commerciales (-55 à +125 °C) avec les mêmes spécifications améliorées en régime continu que celles des **versions** militaires. Ces amplificateurs VIP sont optimisés pour de hautes performances en régime alternatif à faible puissance de consommation, tout en offrant une **facilité** d'utilisation que l'on trouvait précédemment seulement dans les composants peu rapides. Ces nouveaux AO sont **attendus** pour **apporter** un nouveau niveau de performances et de **confort** pour des applications telles que le filtrage, l'**acquisition** des **données** sur 8 bits, la vidéo et les **communications**, et le traitement des signaux **hautes** fréquences en général. Le LM6361 peut **tolérer** des techniques de constructions de circuits **appropriées** pour des AO de bande-passante plus basse. Cependant, pour de meilleures performances, **n'importe lequel** des circuits à vitesse rapide (et beaucoup de circuits de précision en régime continu) doit être construit en utilisant ce qui est souvent appelé "la bonne conception en radiofréquence". Le filtrage des tensions d'alimentation est très important: la **plupart** des AO nécessite des capacités en **céramique** de valeurs **situées** entre 0,01 et 0,1 µF sur chacune des broches de l'alimentation et une **autre** en **tantale** de 2,2 à 10 µF **approximativement** pour la

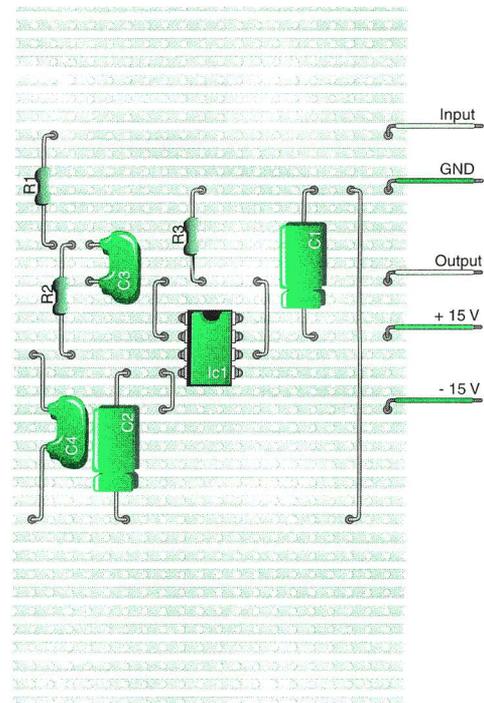


Fig 3 Implantation des éléments

réduction des bruits supplémentaires. Ces amplificateurs VIP n'exigent pas **autant** de filtrage que les autres AO dans cette même **catégorie** de vitesse rapide; pour la plupart des applications, une capacité de 0,01 µF est suffisante. Cependant, leur stabilité (**spécialement** nécessaire pour les produits gain bande-passante importants) est améliorée quand un filtrage **correct** est **mis en place**. Le filtrage des alimentations est ajouté aux autres **phénomènes** pour **annuler** les effets de l'**inductance** de ligne provenant des **pistes** des alimentations; cette inductance **cause** des phases transitoires sur les lignes des tensions d'alimentation **chaque fois** que l'AO doit délivrer de la puissance à une charge **temporaire**; cette phase transitoire **travaille normalement** de la même façon dans les autres parties **sensibles** du circuit. De plus, l'inductance peut **créer** de petits circuits **réservoirs** avec des capacités parasites, qui ont souvent pour **conséquence** de faire osciller un circuit **légèrement** stable. Pour ces **raisons**, il faut **garder** toutes les pistes du circuit imprimé les plus **courtes** possibles (**spécialement** pour les entrées du composant) et être sûr que les chemins de la masse sont à basse impédance, tout particulièrement aux **endroits** où des courants importants **circulent**. Il faut aussi minimiser les capacités parasites (**rencontrées** dans les formes des **supports** et dans les traces **parallèles** des circuits imprimés). Les capacités parasites permettent le **couplage** du signal à partir d'une broche, d'une entrée ou d'une ligne vers une autre, ce qui peut causer du bruit voire même de l'oscillation. Une des applications premières de notre LM6361 est un convertisseur tension vers fréquence. La classique pompe à charge est limitée en fréquence maximale

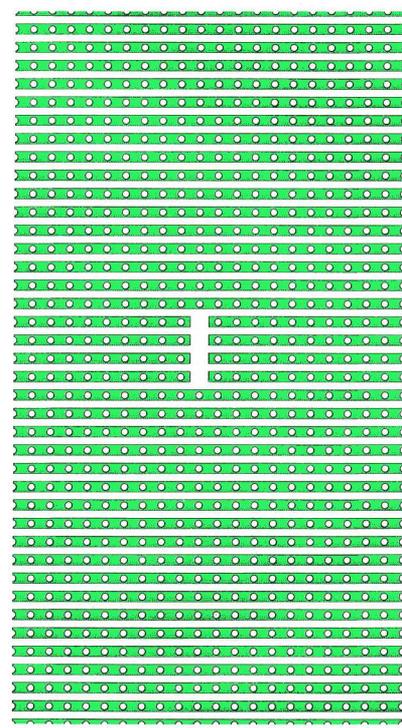


Fig 2 Préparation de la plaque

## NOMENCLATURE

**U<sub>1</sub> : LM6361**  
**C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> : 150 pF**  
**C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> : 10 µF/25V**  
**R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)**  
**R<sub>3</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)**  
**1 support DIL 8 broches**  
**6 connecteurs 1 points**

par l'amplificateur intégrateur; par exemple, un AO avec un produit gain bande-passante égal à 1 MHz produit des limites pour la conversion à une fréquence maximale d'environ 10 kHz (pour une précision de 0,1% ou mieux). Des convertisseurs plus rapides (500 kHz et au-dessus) doivent soit incorporer l'AO de très haute rapidité (souvent un hybride), ou se tourner vers une autre, et plus complexe, conception. Le LM6361 peut être utilisé dans un convertisseur tension vers fréquence avec une pompe à charge pour produire un signal de sortie de 1 MHz (ayant pour amplitude 10V). On peut aussi ajouter un réglage de la tension de décalage et de la pleine échelle afin de permettre une opération sur plus de deux décades avec une linéarité de

0,1%. Il faut prendre soin au découplage et au tracé du circuit imprimé pour ne pas dégrader les performances du montage. La large bande-passante naturelle du LM6361 fournit la commutation rapide nécessaire pour une opération à 1 MHz, avec peu de dégradation en ce qui concerne la précision pour les entrées jusqu'à 11V (10% au-dessus de la plage).

De même, la linéarité est maintenue à 0,1% pour des amplitudes en entrée inférieures à 50mV. Un autre type d'application pour le LM6361 est son utilisation possible dans des systèmes de vidéo et de communication tels que les réseaux locaux, dans lesquels un signal est modulé sur une porteuse pour la transmission et est démodulé pour son utilisation à la réception; ainsi, un AO doit devoir faire passer ce signal multiplexé. La fréquence porteuse dépend de l'environnement dans lequel il est utilisé (certains réseaux possèdent des bandes de base 10 MHz), tandis que la radio et autres émetteurs de radiodiffusion utilisent souvent des porteuses de 10 MHz ou moins, ou peut-être des informations analogiques en provenance d'un transducteur ou d'un senseur. Des circuits

spéciaux pour la vidéo sont souvent utilisés dans ce genre de système, tels que des modulateurs/démodulateurs et des AO différentiels avec des tensions de mode commun de plusieurs Volts en-dessous de la masse. Ce signal différentiel doit être d'excellente qualité pour pouvoir ensuite être transmis sur un câble torsadé, mais pour être transmis à travers un câble coaxial pour une observation ou un contrôle, il est préférable que ce signal soit en une simple terminaison. Pour convertir ce signal différentiel en un signal simple terminaison référencé à la masse, le LM6361 convient parfaitement car il possède une bonne stabilité au gain unité ce qui est utile dans ce genre d'application si aucun gain supplémentaire est requis. Le schéma de notre application, représenté à la figure 1, montre l'utilisation du LM6361 dans un filtre actif à des fréquences qui, souvent, demandent des études de conception particulières pour atteindre les performances adéquates.

Par exemple, même si un filtre passe-bas à 1 MHz peut être construit en prenant l'avantage de la bande-passante naturelle d'un AO tel que le 741, l'ingénieur électronicien s'aper-

çoit que le seuil de fréquence d'un échantillon à un autre n'est pas le même pour un 741 et le filtre réalisé doit posséder un seul pôle de fréquence. Un filtre actif à deux pôles de fréquence avec de bonnes performances est difficile à réaliser avec la plupart des AO standards. Soit la bande-passante propre à l'amplificateur est trop basse ou, dans le cas de beaucoup d'AO rapides décompensés, le faible gain nécessaire pour la large bande-passante peut rendre l'amplificateur instable. Cependant, le LM6361 peut aisément être utilisé pour fournir une fréquence de coupure à 1 MHz avec une courbe de pondération à deux pôles. Et, puisque la fréquence de coupure n'est pas établie par la bande-passante de l'amplificateur mais par le réseau RC, il peut être ajusté avec précision. La courbe de réponse en fréquence de notre circuit indique que la courbe du gain possède une pente régulière de 12 décibels par octave jusqu'à 6 MHz, endroit où le gain chute de 35 décibels. La formule qui donne la fréquence de coupure de notre montage est la suivante:

$$F_c = 1 / (R_1 \times R_2 \times C_1 \times C_2)^{1/2}$$

M. LAURY

# Découvrez l'anglais technique

## Glossaire

### Français- Anglais

A partir de : **from**  
 Acquisition : **acquisition**  
 Adéquat : **adequate, appropriate**  
 Aisément : **easily**  
 Amélioré : **improved**  
 Analogique : **analogical**  
 Annuler : **to cancel, to annul**  
 Apporter : **to bring**  
 Approprié : **appropriate, adapted**  
 Approximativement : **approximately, roughly**  
 Atteindre : **to reach**  
 Attendre : **to wait**  
 Au-dessous : **below, above**  
 Augmenter : **to increase**  
 Autant : **as much, so much**  
 Autre : **other**  
 Barre : **bar, rod, rail**  
 Bas : **low**  
 Beaucoup d'autres : **many others**  
 Bloc : **block**  
 Bon : **good**  
 Broche : **pin**  
 Bruit : **noise**  
 Câbler : **to cable**  
 Cascade : **cascode**  
 Catégorie : **category**  
 Cause : **cause**  
 Céramique : **ceramic**  
 Chaque fois : **every time**  
 Chute : **fall**  
 Circuler : **to flow**  
 Classe : **class**  
 Coaxial : **coax**  
 Combiner : **to combine, to group**  
 Communication : **communication**  
 Comparativement : **comparatively**  
 Complexe : **complex, complicated**  
 Concerner : **to concern, to affect**  
 Confort : **comfort**  
 Conséquence : **consequence, result**  
 Consommation de puissance : **power consumption**  
 Consommer : **to consume**  
 Constructeur : **constructor, manufacturer**  
 Construire : **to construct**  
 Correct : **correct**  
 Couplage : **coupling**

Courbe : **curve**  
 Court : **short**  
 Coûteux : **costly, expensive**  
 Créer : **to create**  
 Dans lequel : **in which**  
 De même : **as, like**  
 De plus : **in addition**  
 Décade : **decade**  
 Décibel : **decibel**  
 Décompensé : **decompensated**  
 Dégénération : **degeneration**  
 Dégradée : **degraded**  
 Dégrader : **to damage**  
 Degré : **degree**  
 Démoduler : **to demodulate**  
 Démontrer : **to demonstrate**  
 Déterminer : **to determine, to establish**  
 Deux : **two**  
 Devant : **in front of**  
 Développer : **to develop**  
 Différentiel : **differential**  
 Donnée : **data**  
 Double : **double**  
 Échantillon : **sample, pattern**  
 Échelon : **step**  
 Élevé : **high**  
 Émetteur : **emitter**  
 Endroit : **place**  
 Environnement : **environment**  
 Étude : **study**  
 Exemple : **example**  
 Expérience : **experience**  
 Fabriquer : **to manufacture, to make**  
 Facilité : **facility**  
 Faible prix de revient : **low cost**  
 Faible voire même aucune pénalité : **little-to-no penalty**  
 Formule : **formula**  
 Garantir : **to guarantee, to warrant**  
 Garder : **to keep**  
 Genre : **kind, sort, type**  
 Habituel : **usual**  
 Haut : **high**  
 Honnêtement : **honestly, honourably**  
 Hybride : **hybrid**  
 Incorporer : **to incorporate, to insert**  
 Indiquer : **to indicate**  
 Inductance : **inductance**

Information : **informations**  
 Ingénieur électronicien : **electronics engineer**  
 Instable : **unstable**  
 Large : **wide**  
 Latéral : **lateral**  
 Légèrement : **lightly, slightly**  
 Limite : **limit**  
 Limiter : **to limit**  
 Linéarité : **linearity**  
 Local : **local**  
 Mais : **but**  
 Même : **same**  
 Mettre en place : **to put in place**  
 Mode commun : **common mode**  
 Moins : **less**  
 Montrer : **to show**  
 Multiplexer : **to multiplex**  
 N'importe lequel : **any**  
 Naturel : **natural**  
 Normalement : **normally**  
 Nouveau : **new**  
 Observation : **observation**  
 Octave : **octave**  
 Opérer : **to bring about, to work, to effect**  
 Ordinaire : **ordinary**  
 Par rapport : **over**  
 Parallèle : **parallel**  
 Parasite : **stray**  
 Particulier : **particular**  
 Passage : **path**  
 Pente : **slope**  
 Peu : **few**  
 Peut-être : **perhaps, may be, possibly**  
 Phénomène : **phenomenon**  
 Piste : **track**  
 Plein : **full**  
 Plupart : **most, the majority**  
 Pôle : **pole**  
 Pondération : **weighting**  
 Porteuse : **carrier**  
 Précédemment : **previously**  
 Préférable : **preferable**  
 Prendre soin : **to take care**  
 Procédé : **process**  
 Propre : **proper**  
 Raison : **reason**  
 Rapidement : **rapidly**  
 Réception : **reception**  
 Référencer : **to reference**



Regarder : **to look at**  
 Régulier : **regular**  
 Rencontrer : **to meet**  
 Réponse transistor : **transient response**  
 Requérir : **to request**  
 Réservoir : **reservoir**  
 Ressortir : **to come out again, to go out again**  
 S'apercevoir : **to perceive, to see**  
 S'établir : **to establish**  
 S'étendre : **to apply**  
 Senseur : **sensor**  
 Sensible : **sensitive**  
 Sensiblement : **nearly**  
 Seul : **only, single, sole**  
 Sévèrement : **severely**  
 Simple terminaison : **single-ended**  
 Simplicité : **simplicity**  
 Situer : **to situate, to locate**  
 Soit : **either**  
 Sortie : **output**  
 Souvent : **often**  
 Spécial : **special**  
 Spécialement : **specially, particularly**  
 Spécification : **specification**  
 Support : **support, mount**  
 Surbaissé : **dropped**  
 Surmodulation : **overshoot**  
 Tandis que : **while**  
 Tantale : **tantalum**  
 Temporaire : **temporary**  
 Tolérer : **to tolerate**  
 Torsadé : **twisted**  
 Total : **total**  
 Tourner : **to turn**  
 Tracé : **layout**  
 Traditionnel : **traditional**  
 Transistor : **transistor**  
 Transmission : **transmission**  
 Travailler : **to work**  
 Type : **type**  
 Version : **version**  
 Verticalement : **vertically**  
 Voir : **to see**



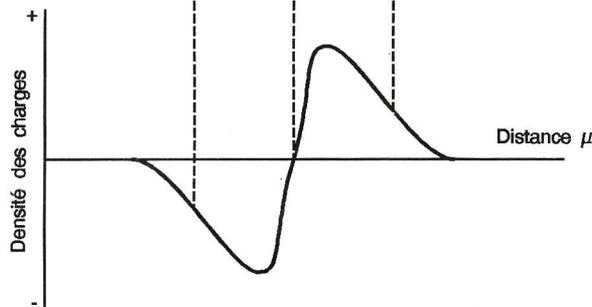
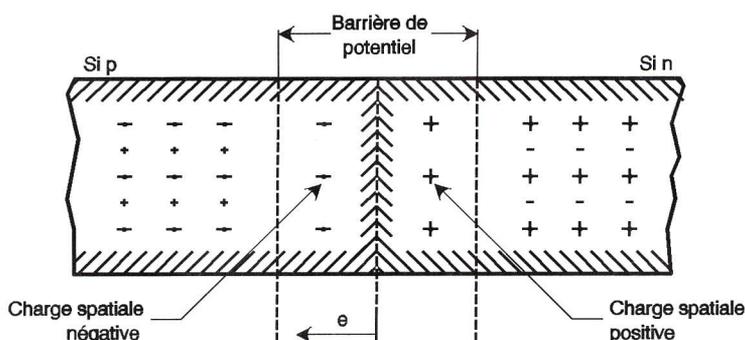
## Les dispositifs à une jonction : Les diodes

### Jonction p-n non reliée à un circuit extérieur

Une pastille de silicium "n" est dopée "p" superficiellement. On constate des électrons libres dans la zone "n" et des lacunes dans la zone "p". Entre les deux, se trouve la jonction. Les électrons libres de la région "n" vont diffuser vers la région "p". Ils vont se recombiner. Il en est de même pour les lacunes dans la région "n". Dans le cristal "n", il reste des atomes ionisés positivement formant une charge spatiale près de la jonction. Une charge spatiale négative se forme dans le cristal "p" près de la jonction. Ces charges sont liées au réseau cristallin et ne peuvent se déplacer.

Cette double charge d'espace fait apparaître un champ électrique à cause interne "e" (figure 1) dans le sens charge positive vers charge négative. Ce champ s'oppose à la diffusion des lacunes vers la région "n" et des électrons vers la région "p", il s'établit une *barrière de potentiel*.

Ainsi, une jonction au repos est électriquement neutre. La figure donne la densité des charges de part et d'autre de la jonction. La zone de transition est un bon isolant. Elle est en équilibre pour une température donnée.



Légende (Pour les figures 1, 2, 3 et 4)

- Atomes négativement ionisés de la région p (fixes)
- + Atomes positivement ionisés de la région n (fixes)
- + Lacune (libre)
- Electron (libre)
- ▨ Si n
- ▩ Si p

Fig 1 Comportement d'une jonction p-n non reliée à un circuit extérieur

### Jonction p-n reliée à un circuit extérieur

**Polarisation dans le sens passant**  
On relie le pôle positif de l'alimentation à la zone "p" et le pôle négatif à la zone "n" (figure 2). La ten-

barrière de potentiel s'élargit, la jonction est bloquée (figure 3).

#### Courant inverse

Les impuretés dans le semi-conducteur permettent à l'énergie thermique de libérer quelques électrons créant le courant inverse dans la jonction. Le courant inverse est fonc-

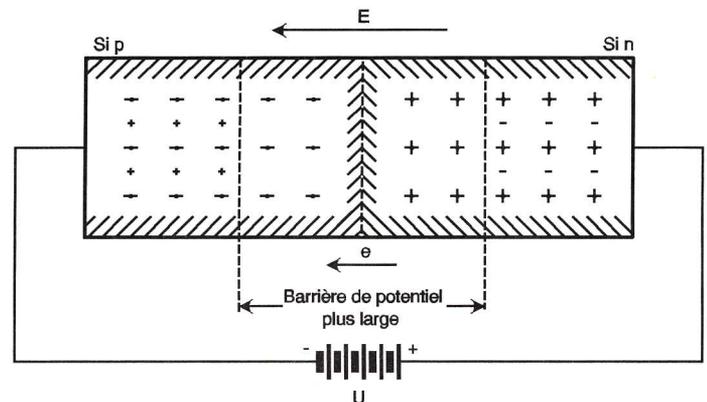


Fig 3

Jonction polarisée dans le sens bloqué

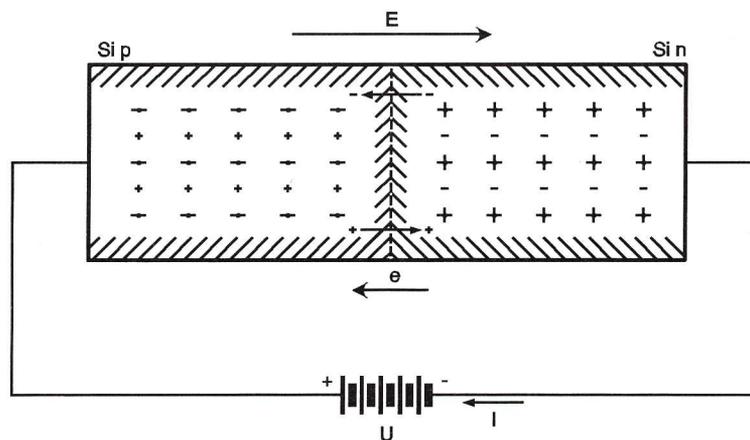


Fig 2

Jonction polarisée dans le sens passant

sion "U" de la pile crée un champ électrique "E" dans le sens du courant, il s'oppose à l'action du champ interne "e". Comme "E" est plus grand que "e", il permet à nouveau la diffusion des électrons et des lacunes ; la barrière de potentiel est surmontée. Un courant prend naissance. La jonction est polarisée dans le sens passant. Le courant dépend de la largeur de la bande interdite, de la tension "U" et de la température.

#### Polarisation dans le sens bloqué

Si on inverse la tension d'alimentation aux bornes de la jonction, le champ électrique "E" est dans le même sens que le champ interne "e" ; il vient renforcer son action. La

tion de la largeur de la bande interdite et de la température.

#### Claquage de la jonction

Lorsque le champ électrique "E" dépasse une certaine limite, en fonction de la tension "U" de la température et du dopage du semi-conducteur, le courant inverse devient très important ; c'est le claquage de la jonction (figure 4).

Ce claquage peut ne pas être destructif si la température de la jonction ne dépasse pas 175°C pour le silicium. C'est le cas pour les diodes zéner.

## Diodes

Une diode est constituée par un cristal semi-conducteur comportant une jonction p-n. Si on la relie successivement dans le sens direct, puis dans le sens inverse aux bornes d'une alimentation variable, on obtient la caractéristique de la figure 5.

#### Caractéristique directe

Avec une tension directe variable aux bornes de la diode, on relève l'intensité dans le circuit. On note d'abord une zone exponentielle,

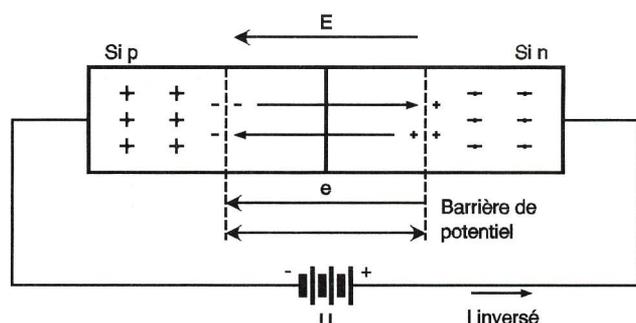


Fig 4

Origine du courant inverse

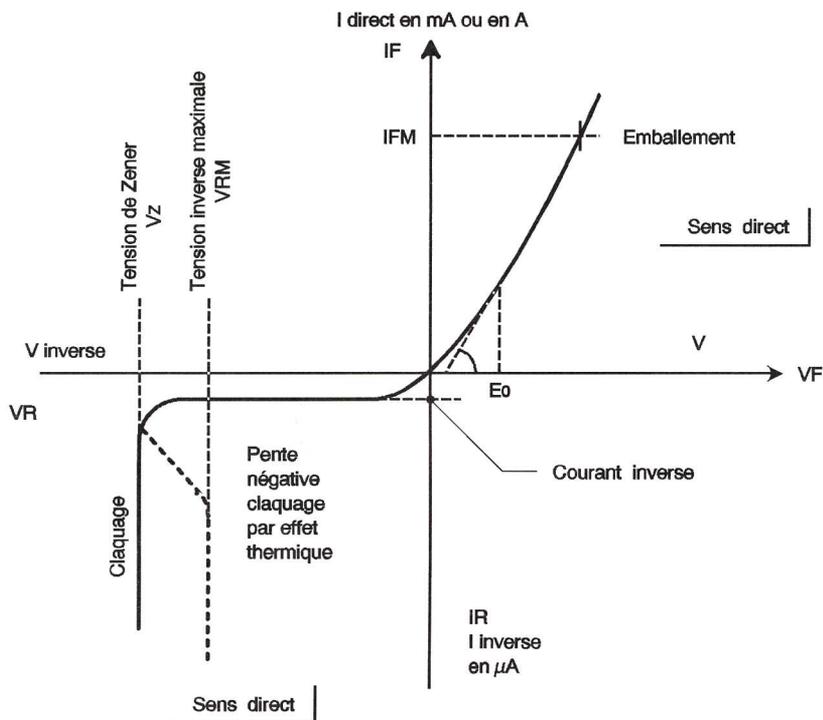


Fig 5 Caractéristiques, directe et inverse, d'une diode

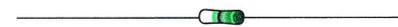
puis une zone parabolique, enfin une grande zone linéaire d'utilisation de la caractéristique. La tension de coude pour le silicium est de 1V. Le circuit doit avoir une résistance en série de façon à ne pas dépasser l'intensité maximale supportée par la diode. Si la température de la jonction dépasse 175°C, on observe sa destruction par emballement.

#### Caractéristique inverse

Le courant inverse de la diode est proportionnel à la surface de la jonction et de la température. Cette courbe de la figure 5 est utilisée pour le redressement du courant alternatif. Au-delà se trouve le coude de la caractéristique par zéner ou par avalanche.

Cette courbe est utilisable jusqu'à une température de la jonction de

175°C pour le silicium, sans dépasser l'intensité inverse maximale.



### ■ Applications des diodes

#### Redressement du courant alternatif

Le redressement d'une alternance sur charge résistive est donné sur la figure 6. L'amplitude de la tension alternative est limitée par la tension inverse maximale de la diode. L'alternance positive ne doit pas déterminer une intensité supérieure à  $I_{FM}$ , pour la température d'utilisation.

Les diodes peuvent être spécialisées pour redresser des courants forts en

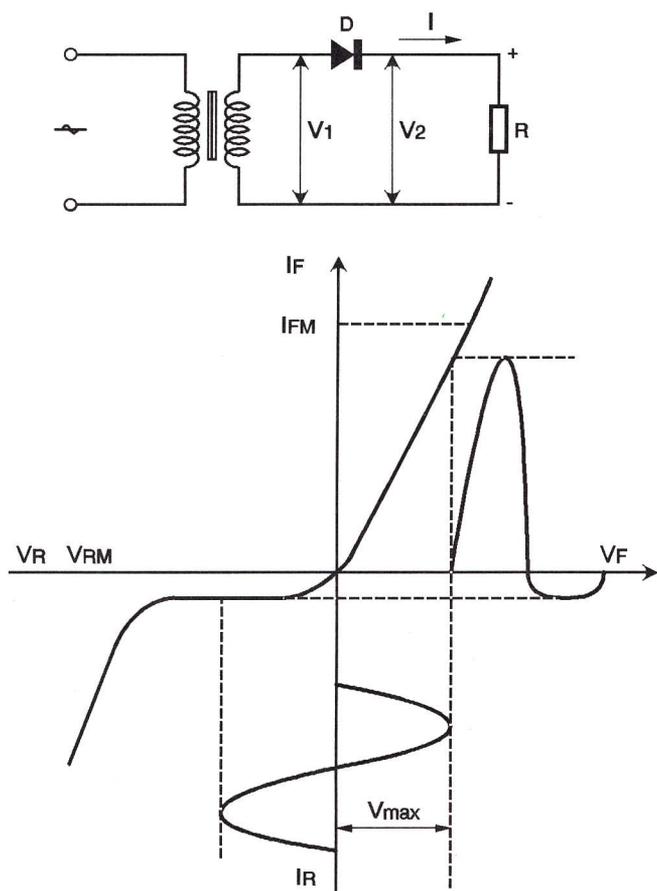


Fig 6 Redressement du courant alternatif

basse fréquence ou des courants faibles en haute fréquence.

#### Commutation

Lorsqu'une diode conduit un courant dans le sens direct, il y a formation d'un excès de porteurs minoritaires de part et d'autre de la jonction. Si on inverse la tension, la diode ne se bloque pas immédiatement. Elle présente une impédance faible jusqu'à recombinaison des porteurs minoritaires et reconstitution de la barrière de potentiel. Le temps de commutation est le

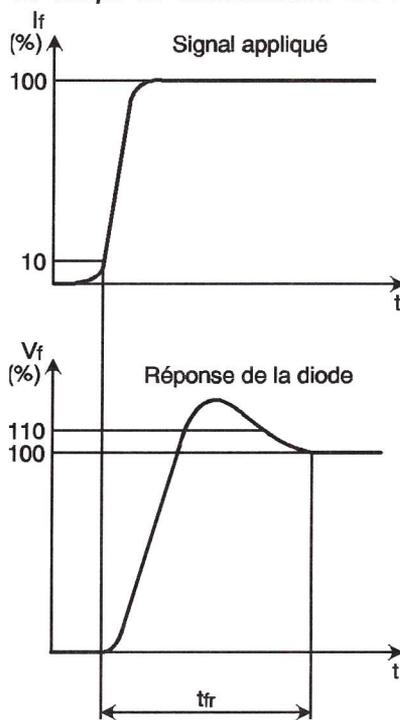


Fig 8 Définition du temps de recouvrement direct

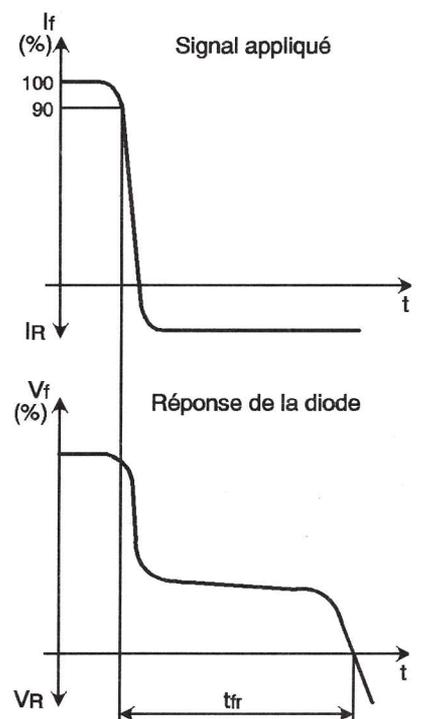


Fig 7 Définition du temps de recouvrement inverse

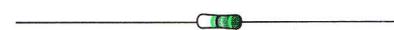
temps de *recouvrement inverse*, de l'ordre de la ns (figure 7). Si on inverse à nouveau la tension dans le circuit, la réponse de la diode n'est pas immédiate. Il faut le temps aux porteurs minoritaires d'annuler la barrière de potentiel de la jonction (figure 8). C'est le temps de *recouvrement direct* ou *temps de montée*. Il est également de l'ordre de la ns. Ces temps limitent la fréquence de commutation.

R. BESSON

Suite de la page 2 (Un booster pour autoradio)

Il faut donc écarter avec soin les pattes du circuit intégré avant de le souder. Si cette pratique vous rebute, une solution particulièrement propre, mais un peu contraignante, consiste à souder sur chaque patte du circuit un fil de câblage souple. Cette solution a aussi pour avantage de simplifier la fixation du TDA sur le radiateur qu'il est indispensable de lui adjoindre pour un fonctionnement sans surchauffe. Nous vous conseillons de câbler le circuit intégré en premier. Ensuite, on passera à l'assemblage des autres composants. Les condensateurs chimiques possèdent, pour leur part, une polarité qui doit être prise en compte. Suivant les modèles, soit un étranglement indique leur pôle positif soit une sérigraphie mentionne clairement leur pôle négatif. Les résistances, quant à elles, ne possèdent pas de polarité particulière. Leur câblage peut donc s'effectuer dans un sens ou dans l'autre.

Nous n'avons pas mentionné sur nos schémas d'interrupteur arrêt/marche ni de fusible mais il est conseillé d'en insérer un directement en série avec l'alimentation.



#### ■ L'utilisation

Une fois le câblage intégralement terminé, il est possible de pratiquer un essai en "volant" du booster. On reliera les quatre nouveaux haut-parleurs et ses entrées seront connectées directement sur les haut-

parleurs présents dans le véhicule. Pour son alimentation, la tension peut être soit prélevée au même point que celle de l'autoradio, voire sur la fiche allume-cigares. On en profitera alors pour ajuster P<sub>1</sub> et la mise en place définitive de l'appareil pourra être réalisée. Notons que, sur la plupart des voitures, l'alimentation de l'autoradio est en aval du coupe-circuit. Ceci permet d'éliminer l'interrupteur de mise en route. Celle-ci se fait automatiquement dès que le contact est mis. Comme l'autoradio reste "maître" de toutes les commandes, notre booster peut trouver sa place en un point quelconque de la voiture. Seule le potentiomètre d'équilibrage avant-arrière devra éventuellement rester accessible.

H.P. PENEL

#### ■ NOMENCLATURE

- R<sub>1</sub>, R<sub>3</sub> à R<sub>6</sub> : 10 kΩ (brun, noir, orange, or)
- R<sub>2</sub> : 47 kΩ (jaune, violet, orange, or)
- P<sub>1</sub> : potentiomètre 4,7 kΩ
- P<sub>2</sub> : potentiomètre linéaire (A) 47 kΩ
- C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> : 1 μF
- C<sub>3</sub> : 2 200 μF/25V
- C<sub>4</sub> à C<sub>8</sub> : 100 nF
- C<sub>9</sub> : 100 μF/25V
- C<sub>10</sub> : 470 nF
- Ic : TDA7384A
- 1 fusible 15 A
- 1 radiateur

## Traceur de caractéristique $I_c=f(I_b)$ pour transistor bipolaire

Dans notre précédent volet du coin de la mesure, nous vous avons montré l'intérêt que présente le relevé des caractéristiques des composants. Pour les exemples que nous avons choisis, aucun matériel spécifique n'était nécessaire, hormis un générateur de signaux classique et un oscilloscope. Pour étudier les variations du courant collecteur d'un transistor en fonction de celles de son courant base [caractéristique  $I_c=f(I_b)$ ], on préfère généralement faire varier la grandeur de commande  $I_b$  par bonds successifs d'amplitude constante plutôt que linéairement, afin de pouvoir faire des mesures précises. Cette façon de faire nécessite un générateur de courant  $I_b$  évoluant en marches d'escalier que nous allons vous proposer de réaliser et d'utiliser.

### Rappels

La figure 1a représente le réseau de caractéristiques d'un transistor bipolaire de type NPN tel qu'on peut le trouver dans les fiches techniques. Pour relever ces caractéristiques point par point, on peut utiliser le montage de la figure 1b et procéder comme nous l'avons expliqué dans un numéro précédent de GE. Parmi

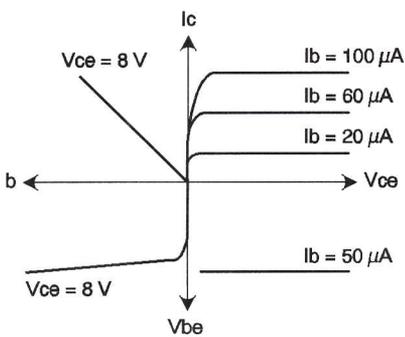


Fig 1a Caractéristique d'un transistor NPN

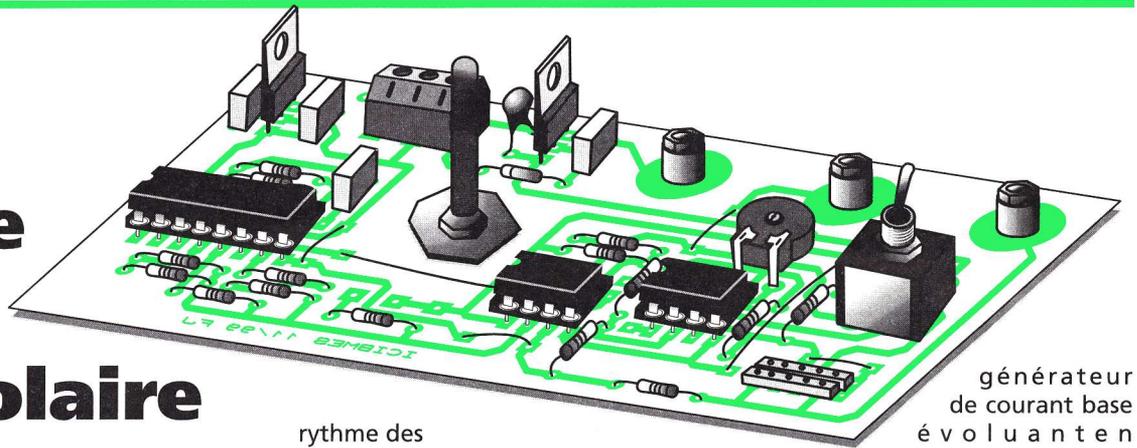
ces caractéristiques, celle qui nous intéresse aujourd'hui se situe dans le second quadrant. Il s'agit des variations du courant collecteur  $I_c$  en fonction de celles du courant de base  $I_b$ . Grâce à celle-ci, on peut connaître la valeur de l'amplification statique  $\beta_s = I_c/I_b$  (lire bêta indice s) et celle de l'amplification dynamique  $\beta_d = \Delta I_c/\Delta I_b$  du transistor. Pour les débutants, le triangle "Δ" (lire

delta) doit se traduire par "variation de". Ainsi  $\Delta I_c$  doit être compris comme la "variation de  $I_c$ " autour d'un point pris comme référence. Les deux valeurs  $\beta_s$  et  $\beta_d$  sont parfois très différentes et leur confusion peut entraîner des erreurs de calculs et surtout des déboires quand on réalise un amplificateur dont on attend une amplification théorique de 100 et que celle-ci vaut 50 en pratique.

Pour comprendre la différence qui existe entre ces 2 amplifications (statique et dynamique), nous allons nous référer à la figure 2a. Au point M, l'amplification statique  $\beta_s = I_c/I_b$  est le rapport entre l'ordonnée et l'abscisse du point considéré. Dans notre cas, elle vaut 80 ( $=80\text{mA}/1\text{mA}$ ). Cette valeur représente aussi la pente de la droite OM. Au même point de fonctionnement (M), l'amplification dynamique  $\beta_d = \Delta I_c/\Delta I_b$  est égale aux rapports des variations de  $I_c$  et  $I_b$ , c'est à dire aussi à la pente de la tangente (T) à la courbe  $I_c=f(I_b)$  au point M. Avec les valeurs relevées sur la courbe on obtient  $\beta_d = 30$  ( $=30\text{mA}/1\text{mA}$ ). On notera au passage que la différence entre  $\beta_s$  et  $\beta_d$  vient de la courbure de la caractéristique  $I_c=f(I_b)$ . Pour le transistor de la figure 2b, la caractéristique  $I_c=f(I_b)$  est une droite qui passe par l'origine des coordonnées. Dans ce cas  $\beta_s = \beta_d$ .

On peut se demander dans quelle situation il faut faire intervenir l'une ou l'autre de ces 2 amplifications au niveau des calculs prévisionnels. Pour y voir plus clair examinons les deux cas suivant.

Quand on réalise un amplificateur à transistors pour signaux audio par exemple, il est évident que le courant base  $I_b$  des transistors varie au



générateur de courant base évolutif en marches d'escalier.

rythme des signaux à amplifier. C'est donc l'amplification dynamique  $\beta_d$  qu'il faut prendre en compte. Si l'un des transistors de l'amplificateur possède une caractéristique analogue à celle de la figure 2a et que l'on a pris la valeur de  $\beta_s$  (relevée par exemple à l'aide du transistormètre incorporé à certains multimètres) pour les calculs prévisionnels, il est évident que l'amplificateur réalisé amplifiera beaucoup moins que ce que l'on attendait (à tort).

Supposons maintenant que le transistor (toujours celui dont la caractéristique est celle de la figure 2a) soit destiné au pilotage d'un relais (figure 2c) nécessitant un courant de bobine supérieur à 50mA. Pour commander le relais à partir d'un cou-

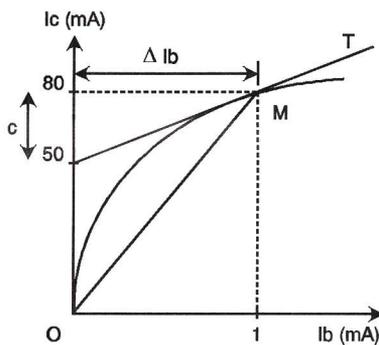


Fig 2a Détermination de  $\beta_s = I_c/I_b$  et  $\beta_d = \Delta I_c/\Delta I_b$

rant de faible valeur, 1mA par exemple, il faut que l'amplification en courant du transistor soit au moins égale à 50mA/1mA=50. Comme le courant de commande est constant pendant toute la durée de travail du relais, c'est l'amplification statique  $\beta_s$  du transistor qu'il faut prendre en compte et non le  $\beta_d$ . Le transistor envisagé possédant un  $\beta_s$  valant 80, celui-ci convient. Nous voyons au travers de ces exemples l'intérêt que présente la connaissance des caractéristiques  $I_c=f(I_b)$  des transistors.

### Traceur de caractéristiques

**Principe de fonctionnement**  
Bien qu'il soit possible de faire varier le courant base des transistors à l'essai de façon linéaire, nous avons préféré faire évoluer celui-ci par bonds étalonnés afin de faciliter l'exploitation des mesures. Ce mode de fonctionnement requiert un

Comme on le constate sur le synoptique de la figure 3, on commence par générer une tension  $u_1$  en marche d'escalier que l'on transforme en courant, grâce à un convertisseur tension/courant. C'est à ce niveau que l'on effectue le changement de polarité nécessaire à l'étude des deux types de transistors NPN et PNP. Une 2ème inversion de polarité est nécessaire pour alimenter l'espace émetteur/collecteur comme on le voit au niveau du bloc alimentation. Ce bloc dispose d'une sortie tension qui est l'image du courant  $I_c$ . C'est cette tension que l'on applique à la voie de déviation verticale Y de l'oscilloscope. L'image du courant base  $I_b$  est prélevée à la sortie du générateur de marches d'escalier et envoyée vers la voie de déviation horizontale X de l'oscilloscope. En plaçant celui-ci en mode XY, on peut observer la caractéristique recherchée.

### Schéma structurel (figure 4)

Le générateur de marches d'escalier est réalisé à partir d'un compteur binaire 3 bits (ce qui donne au total 8 paliers) associé à un convertisseur numérique/analogique à résistances pondérées. La base de temps et le compteur binaire sont intégrés dans le même boîtier qui porte la référence  $I_{C1}$ . Il s'agit d'un circuit CMOS de type 4060 bien connu des habitués, car très souvent utilisé dans les montages électroniques. Seules les 3 sorties Q4, Q5 et Q6 sont utilisées, les 7 autres sont laissées en l'air. La fréquence de l'horloge intégrée (mesurable pin 9 ou 10) dépend de  $R_2$  et  $C_5$ . Celle-ci est voisine de 4 kHz [ $=1/(2,3R_2C_5)$ ]. Le signal présent sur la sortie Q4 possède une fréquence 16 fois plus faible, soit environ 250

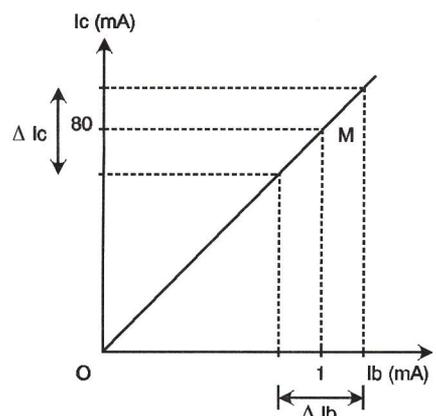


Fig 2b Pour ce transistor  $\beta_s = 80 = \beta_d$

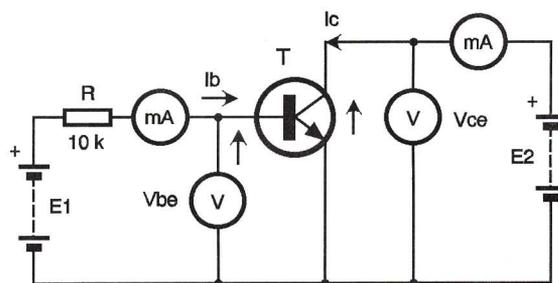


Fig 1b Montage pour le relevé point par point

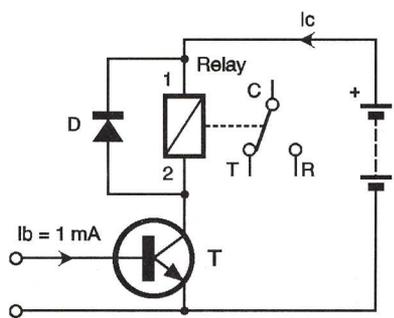


Fig 2c Commande d'un relais  $I_c = B_s \cdot I_b$

Hz. Pour Q5 et Q6, on a respectivement des valeurs de 125 et 62,5 Hz. La figure 5 montre l'évolution simultanée de ces 3 sorties. Si l'on s'intéresse maintenant aux résistances qui sont connectées à ces 3 sorties, on constate que leurs valeurs sont respectivement :  $R = 20 \text{ k}\Omega$  ( $R_3 + R_4$  en série),  $R/2 = 10 \text{ k}\Omega$  et  $R/4 = 5 \text{ k}\Omega$  ( $R_6$  et  $R_7$  en parallèle). En appelant  $I_o = \text{Valim}/R$  la valeur du courant qui sort de Q4 quand cette sortie est à l'état haut, on en déduit que les courants de sortie de Q5 et Q6 (à l'état haut) valent respectivement  $2I_o$  et  $4I_o$ . L'impédance d'entrée (pin 2) de l'AOP IC<sub>2a</sub> étant très élevée (AOP considéré comme parfait), le courant qui traverse le tandem série  $R_8 + P_1$  est donc la somme des courants issus des 3 sorties Q4, Q5, Q6. La tension présente à la sortie de IC<sub>2a</sub> a pour expression :

$$V = -\text{Valim} \cdot (Q_4 + 2Q_5 + 2Q_6) \cdot (R_8 + P_1) / R.$$

Dans cette expression, Q4, Q5 et Q6 doivent être remplacée par "1" ou "0" suivant qu'à l'instant considéré ces sorties sont à l'état haut ou à l'état bas. La hauteur de chaque

échelon dépend du réglage de P<sub>1</sub>. Pour  $R_8 + P_1 = 1000 \Omega$ , on a environ 0,4V soit un escalier de hauteur totale  $7 \cdot 0,4 = 2,8V$ . En réalité la présence du signe "-" de la formule ci-dessus donne un escalier descendant depuis 0V jusqu'à -2,8V. C'est à la sortie de l'étage inverseur à AOP IC<sub>2b</sub>

la tension V<sub>g</sub>), joue le rôle de courant de base pour le transistor à l'essai. La seconde moitié de l'inverseur Kb assure le changement de polarité pour l'espace collecteur/émetteur du transistor. Ce dernier doit être disposé dans un support prévu pour

( $I_e \approx I_c$ ) c'est aussi l'image de I<sub>c</sub>. La valeur de R<sub>15</sub> (=10 Ω) donne une tension de 10mV par milliampère que l'on applique à la voie verticale de l'oscilloscope via la borne de connexion J<sub>3</sub>. L'image du courant base I<sub>b</sub> est systématiquement prélevée à la sortie

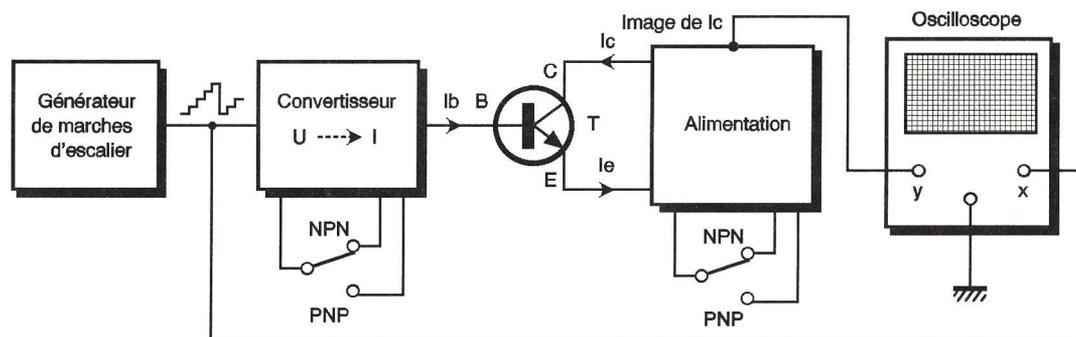


Fig 3

Synoptique du traceur

que l'on trouve effectivement un escalier montant avec un maximum de +2,8V. La figure 5 montre l'aspect de la tension observable à la sortie de IC<sub>2b</sub>, escalier à 8 marches de fréquence égale à celle de Q6 soit 62,5 Hz.

Suivant le type de transistor, NPN ou PNP, on applique la tension V<sub>g</sub> issue des sorties de IC<sub>2b</sub> ou IC<sub>2a</sub> au générateur de courant de valeur I<sub>b</sub> (=V<sub>g</sub>/R<sub>13</sub>) commandé par la tension V<sub>g</sub> et réalisé autour de IC<sub>3</sub>. La borne de sortie de ce générateur se situe au point commun à R<sub>13</sub> et R<sub>14</sub>. Ce courant, qui évolue par bonds (comme

recevoir tous les types de brochage que l'on peut rencontrer, tout au moins pour les transistors de petite et moyenne puissance auquel ce traceur est destiné. Pour observer l'image du courant I<sub>c</sub> avec un oscilloscope, on convertit celui-ci en une tension. Un moyen simple consiste à faire passer le courant I<sub>c</sub> dans une résistance de valeur connue et d'appliquer la tension existant aux bornes de celle-ci à la voie verticale de l'oscilloscope. L'inconvénient d'un tel procédé vient de ce que la tension ainsi fabriquée n'est pas référencée par rapport à la masse. En trichant un peu,

de IC<sub>2b</sub> (marches d'escalier montantes) et appliquée à la voie horizontale de l'oscilloscope (X) via la borne J<sub>2</sub>. Ce choix permet d'associer une augmentation de I<sub>b</sub> en valeur absolue à un déplacement du spot vers la droite de l'écran, quelle que soit la nature du transistor à l'essai (NPN ou PNP). Dans ce mode de fonctionnement, la tension V<sub>ce</sub> entre collecteur et émetteur n'est pas tout à fait constante. Celle-ci vaut en fait  $V_{ce} = \text{Valim} - R_{15} \cdot I_e$ . Compte tenu du fait que R<sub>15</sub> a une valeur assez faible, pour des courants  $I_e = I_c$  ne dépassant pas 100mA, la chute de tension dans

## NOMENCLATURE

- R<sub>1</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R<sub>2</sub> à R<sub>7</sub>, R<sub>9</sub> à R<sub>11</sub>, R<sub>13</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R<sub>8</sub> : 100 Ω (marron, noir, marron)
- R<sub>12</sub>, R<sub>14</sub> : 1,2 kΩ (marron, rouge, rouge)
- R<sub>15</sub> : 10 Ω (marron, noir, noir)
- RV<sub>1</sub> : ajustable horizontal 10 kΩ pas 5,08 PIHER
- P<sub>1</sub> : potentiomètre linéaire 2,2 kΩ axe 6mm
- C<sub>1</sub> à C<sub>4</sub> : 100 nF/63V milfeuill
- C<sub>5</sub> : 10 nF/63V milfeuill
- REG<sub>1</sub> : régulateur (7808) 8V POSITIF
- REG<sub>2</sub> : régulateur (7908) 8V NEGATIF
- IC<sub>1</sub> : MC14060BCP
- IC<sub>2</sub> : TL082
- IC<sub>3</sub> : TL081
- D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> : 1N4001
- K : inverseur 2 circuits 2 positions Ø 6,35mm
- B<sub>1</sub> : bornier 3 plots à souder sur CI
- J<sub>1</sub>, J<sub>2</sub>, J<sub>3</sub> : bornes femelle 4mm pour châssis
- 2 supports pour circuit intégré 8 pattes
- 1 support pour circuit intégré 16 pattes
- 2 fois 5 plots de support tulipe femelle au pas de 2,54mm

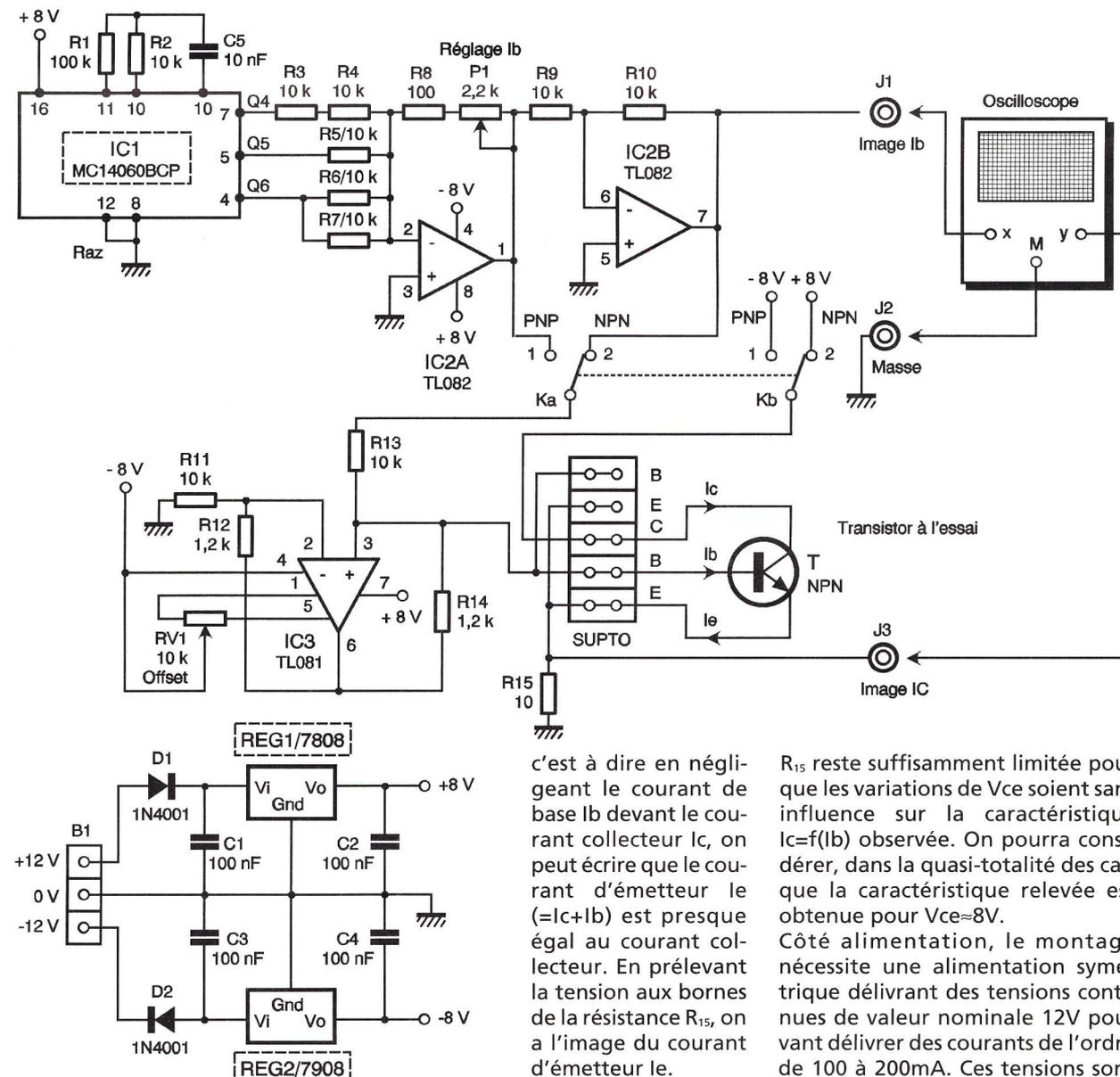


Fig 4

Schéma de principe

c'est à dire en négligeant le courant de base I<sub>b</sub> devant le courant collecteur I<sub>c</sub>, on peut écrire que le courant d'émetteur I<sub>e</sub> (=I<sub>c</sub>+I<sub>b</sub>) est presque égal au courant collecteur. En prélevant la tension aux bornes de la résistance R<sub>15</sub>, on a l'image du courant d'émetteur I<sub>e</sub>. Compte tenu de la remarque précédente

R<sub>15</sub> reste suffisamment limitée pour que les variations de V<sub>ce</sub> soient sans influence sur la caractéristique I<sub>c</sub>=f(I<sub>b</sub>) observée. On pourra considérer, dans la quasi-totalité des cas, que la caractéristique relevée est obtenue pour V<sub>ce</sub>≈8V. Côté alimentation, le montage nécessite une alimentation symétrique délivrant des tensions continues de valeur nominale 12V pouvant délivrer des courants de l'ordre de 100 à 200mA. Ces tensions sont stabilisées à 8V par les régulateurs intégrés REG<sub>1</sub> et <sub>2</sub>. Les condensateurs

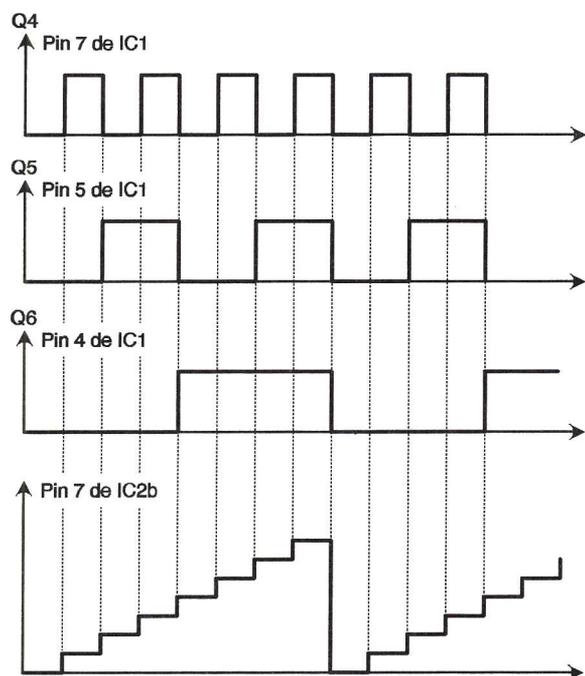


Fig 5

Obtention de marches d'escalier

C<sub>1</sub> à C<sub>4</sub> en assurent le découplage, alors que les diodes D<sub>1</sub> et D<sub>2</sub> sont là pour éviter les effets néfastes d'une éventuelle inversion de polarité. Si l'on destine ce traceur à des transistors uniquement de petite puissance (<200mW) soit un courant I<sub>c</sub> maximum de 25mA, on pourra remplacer le modèle 1N4001 préconisé par des 1N4148.

## Réalisation pratique

L'ensemble des composants prend place sur le typon de la figure 6. L'insertion des composants débutera par les straps que l'on confectionnera avec du fil rigide de 0,6mm de diamètre (fil téléphonique par exemple). Pour les plus courts, on pourra se servir de queues de composants. Tous les straps sont placés en même temps côté composants, les pattes étant légèrement repliées côté cuivre pour éviter que ceux-ci ne tombent quand on retourne le circuit imprimé pour effectuer les soudures. Pour les circuits intégrés, on aura intérêt à prévoir des supports, surtout si l'on débute dans les opérations de soudure. La figure 7 donne la disposition et surtout l'orientation des composants polarisés. Seul le potentiomètre P<sub>1</sub> a son corps situé côté cuivre. C'est d'ailleurs pour cette raison qu'il est préférable de placer ce composant en tout dernier lieu, en même temps

que l'inverseur K. Le diamètre de perçage des trous de fixation de ce dernier sera adapté à la taille des picots de liaison. Pour le support destiné aux transistors à l'essai, on peut utiliser 2 longueurs de 5 picots de barrette tulipe femelle au pas 2,54mm que l'on juxtapose. Une fois les composants soudés, il convient de vérifier la qualité des soudures qui doivent toutes être parfaites et ne pas déborder sur les pistes voisines. Il ne reste plus alors qu'à placer les circuits intégrés IC<sub>1</sub> et IC<sub>3</sub>. IC<sub>2</sub> ne sera installé qu'après réglage de l'offset de IC<sub>3</sub>.

Après avoir alimenté le montage par une tension continue symétrique, on peut contrôler le fonctionnement de IC<sub>1</sub> en plaçant la voie verticale d'un oscilloscope entre la patte 7 et la

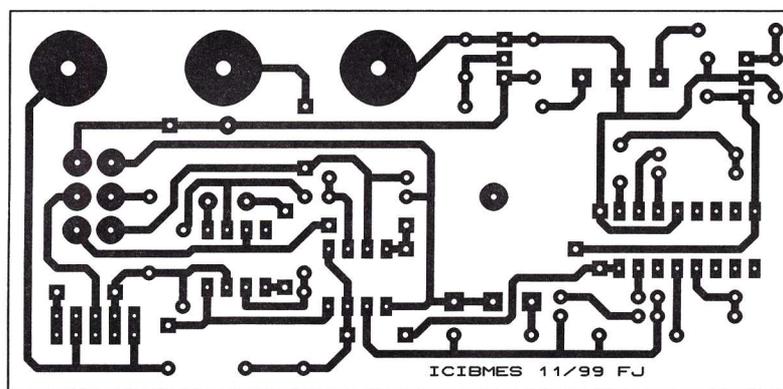


Fig 6

Tracé du circuit imprimé

masse. La base de temps doit être en service pour cette mesure. On doit y observer une tension carrée de fréquence voisine de 250 Hz. Pour

annuler l'éventuelle tension d'offset de IC<sub>3</sub>, on place momentanément un fil de diamètre 0,6mm entre les pattes 5 et 7 de IC<sub>2b</sub> en mettant l'inverseur K en position NPN. Un micro ampèremètre placé entre la masse et le point commun à R<sub>13</sub> et R<sub>14</sub> ne doit indiquer aucune circulation de courant. Si ce n'est pas le cas, agir sur RV<sub>1</sub>.

Après avoir coupé l'alimentation du montage, on insère IC<sub>2</sub>, on rétablit l'alimentation, on contrôle à l'oscilloscope que la tension entre les bornes J<sub>1</sub> et J<sub>2</sub> présente bien la forme en escalier attendue et que l'action sur P<sub>1</sub> modifie la hauteur de chaque marche.

## Utilisation

Pour tester un transistor, on commence par sélectionner son type NPN ou PNP avec l'inverseur K, puis on place celui-ci dans le support en respectant son brochage.

Pour observer les caractéristiques

et J<sub>2</sub>. Le mode XY doit être en service. Un réglage préalable du "zéro", obtenu en mettant les entrées X et Y à la masse doit précéder le relevé proprement dit. Pour un NPN on place le "0" en bas de l'écran à gauche (car I<sub>c</sub> est positif) et pour un PNP tout en haut à gauche (car I<sub>c</sub> est négatif). Si l'on peut inverser la voie Y de l'oscilloscope, on met à profit cette option qui permet au repère "0" de se situer en bas à gauche de l'écran pour les 2 types de transistor.

Lorsque ces différents points sont acquis, la caractéristique attendue apparaît sur l'écran de l'oscilloscope avec une forme semblable à celle des figures 8a et 8b. Ces caractéristiques sont formées de 8 points régulièrement espacés, tout au moins horizontalement, puisque le pas de variation du courant base est constant. Sur ces courbes, on doit se souvenir que chaque milliampère de courant collecteur se traduit par une tension verticale de 10mV. Côté courant base, comme R<sub>13</sub>=10 kΩ, une marche de hauteur 10mV correspond à un courant base de 1μA. Avec le potentiomètre P<sub>1</sub>, on peut faire varier la hauteur des marches d'environ 4 à 40μA. Si l'on souhaite tracer la caractéristique I<sub>c</sub>=f(I<sub>b</sub>) d'un transistor avec un pas de variation I<sub>b</sub> de 10μA, on devra par conséquent travailler avec une sensibilité horizontale de 0,1V/div (10μA\*R<sub>13</sub>). Verticalement, la sensibilité dépend bien entendu du courant I<sub>c</sub> donc des valeurs de β<sub>s</sub> et β<sub>d</sub>. En tablant sur une valeur moyenne de 100 pour ces paramètres, cela conduit à une variation du courant I<sub>c</sub> de 1mA par pas de courant base, soit une sensibilité verticale de 10mV/div (R<sub>15</sub>\*ΔI<sub>c</sub>=10mV).

L'exemple de la figure 8a correspond à un transistor pour lequel le pas de variation de I<sub>b</sub> a été fixé à 20μA (0,2V/div sur X). Pour le point M (I<sub>b</sub>=80μA, I<sub>c</sub>=9,6mA), on trouve que β<sub>s</sub>=9,6mA/80μA=120. Tous les points de la caractéristique sont alignés donc β<sub>d</sub>=β<sub>s</sub>=120.

A la figure 8b, on est en présence d'une caractéristique courbée avec un pas I<sub>b</sub> de 40μA. Pour le point M (I<sub>b</sub>=240μA, I<sub>c</sub>=24mA) l'amplification statique β<sub>s</sub> est égale à 100 (24mA/240μA) alors que l'amplification dynamique β<sub>d</sub> ne dépasse pas 50 (=4mA/80μA) comme nous pouvons le constater sur la caractéristique relevée.

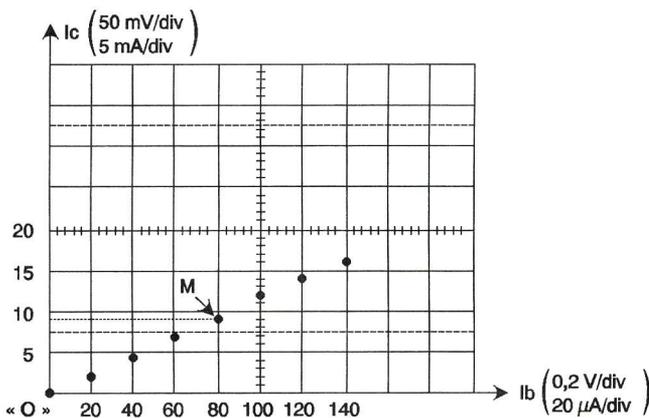


Fig 8a

β<sub>s</sub>=β<sub>d</sub>=120

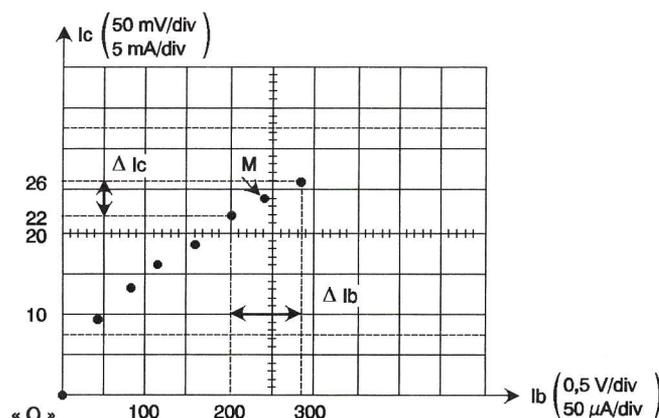


Fig 8b

β<sub>s</sub>=100 > β<sub>d</sub>=50



# COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?

## 22° partie

L'utilisation de diodes varicap nous a permis de réaliser des condensateurs variables véritablement sur mesure, simplifiant ainsi la fabrication de récepteurs comportant de nombreux circuits accordés. Une autre simplification découle de l'utilisation de ces diodes et a connu un grand succès sur les téléviseurs d'il y a quelques années pour la réalisation des...

### ■ Stations pré-réglées

Nous avons dit, dans le courant de cette étude sur les récepteurs super-hétérodynes, que la réalisation de stations pré-réglées était très difficile, voire même, quasiment impossible avec des circuits oscillants L-C classiques. Ce n'est plus le cas avec des diodes varicap comme le montre le schéma de la figure 1.

Nous y voyons en effet trois circuits accordés par des diodes varicap : celui de l'ampli HF, du changeur de fréquence et de l'oscillateur local

fournies le mois dernier, pour ce qui est des valeurs des résistances et capacités associées aux diodes varicap. Les potentiomètres ajustables, quant à eux, ont une valeur de l'ordre de 10 à 50 kΩ et doivent être des modèles multitours afin de faciliter le réglage d'accord, surtout si la plage de fréquences couverte par le récepteur est importante. La tension qui les alimente doit aussi être très stable car toute dérive, même minime, de celle-ci se traduit par une

(SUIVEZ LE GUIDE.)



soit à accord par condensateur variable ou par diodes varicap ; s'il utilise pour cela un circuit oscillant L-C, il dérive nécessairement au cours du temps. Cette dérive peut être sans importance sur certains appareils, comme les récepteurs grand public destinés aux bandes de

dont les différentes fréquences de réception sont très proches les unes des autres. Deux autres systèmes d'accord peuvent alors être mis en œuvre.

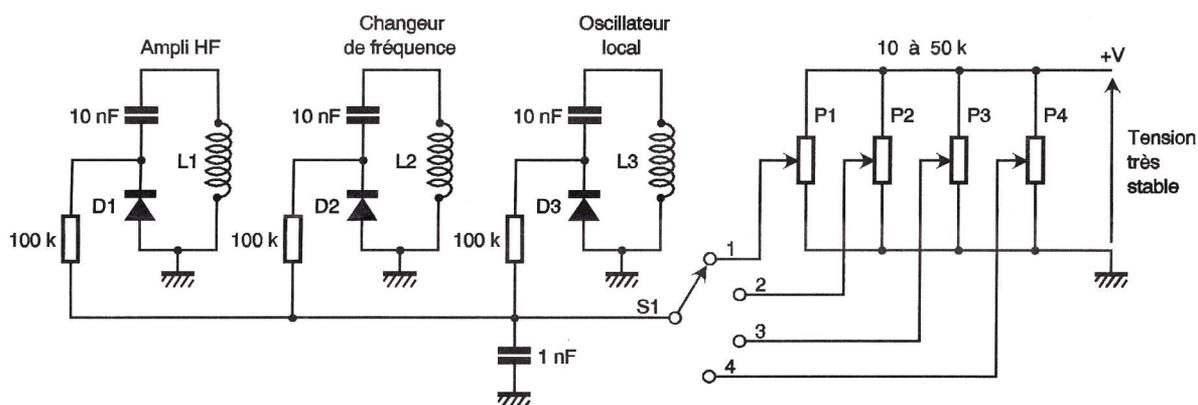


Fig 1

Des stations pré-réglées à diodes Varicap

par exemple. Ces diodes reçoivent leur tension de commande via le commutateur S<sub>1</sub>, qui la prélève à son tour sur quatre potentiomètres différents.

Il suffit donc de placer chacun de ces potentiomètres sur une position déterminée, pour disposer d'autant de stations pré-réglées que le commutateur S<sub>1</sub> comporte de positions. Comme il ne commute que les tensions continues de polarisation des diodes, il n'y a plus à craindre la moindre interférence HF et ce système ne dégrade donc pas les caractéristiques de réception de l'appareil.

Si vous avez un peu manipulé les téléviseurs d'il y a une dizaine d'années ou un peu plus, vous avez certainement vu un tel système qui se présentait sous forme d'un tiroir contenant autant de molettes que le téléviseur pouvait recevoir de chaînes différentes. Chaque molette actionnait en fait un potentiomètre ajustable multitours (un de ceux de notre figure 1) et le commutateur de sélection de chaîne n'était autre que S<sub>1</sub>.

Le calcul des composants de la figure 1 est inexistant et repose sur les indications que nous vous avons

dérivé de l'accord du récepteur. Cette dérive, inévitable hélas, nous amène d'ailleurs à parler à nouveau du problème de la...

### ■ Stabilité de la fréquence de réception

Quels que soient les moyens employés et que notre récepteur

radiodiffusion classiques et, ce, d'autant que la réception en modulation de fréquence par exemple permet de mettre en œuvre un procédé appelé CAF (AFC dans les publications en langue anglaise) ou contrôle automatique de fréquence, qui peut corriger automatiquement ces dérives dans une certaine mesure.

Malheureusement, d'une part ce procédé ne peut être utilisé qu'en FM, d'autre part il n'est pas suffisant dans les récepteurs professionnels

### ■ Le quartz : solide comme un roc !

Dans les récepteurs limités à quelques canaux de réception bien définis, il est possible de remplacer le circuit oscillant L-C de l'oscillateur local par des quartz commutables dont la fréquence de fonctionnement est, comme chacun sait, d'une stabilité et d'une précision remarquables.

De ce fait, le récepteur ne peut ainsi plus dériver et ne peut recevoir que les fréquences correspondant aux quartz mis en œuvre. Si cette solution est bien adaptée à des récepteurs fonctionnant sur un nombre de canaux limités, elle ne peut évidemment plus être mise en œuvre dès que l'on veut couvrir une certaine plage de fréquences, même de taille réduite.

De plus, les quartz utilisés doivent généralement être taillés sur mesure pour le récepteur considéré puisque leur fréquence dépend des canaux à recevoir. Ceci augmente donc le coût du récepteur dans des propor-

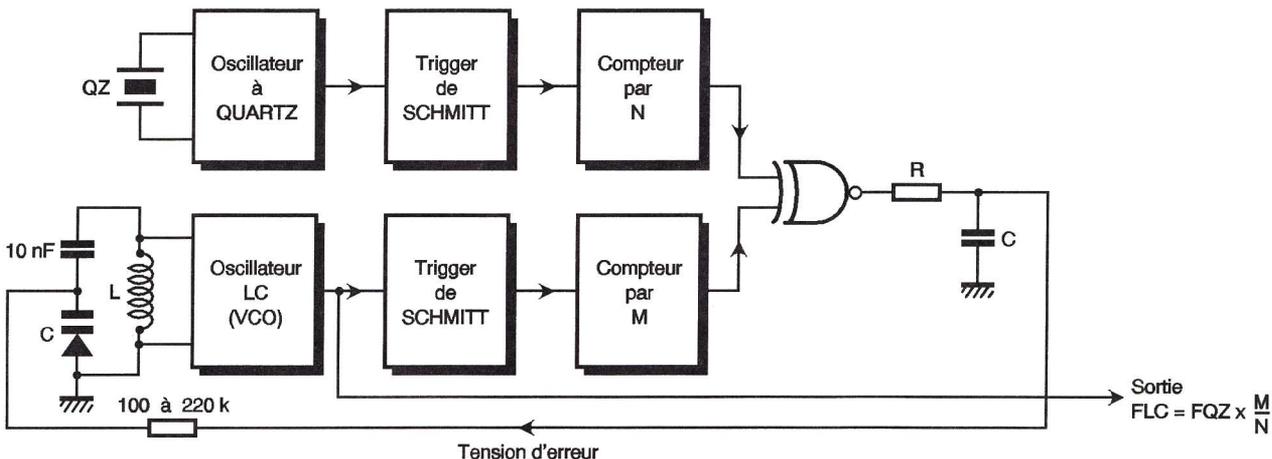


Fig 2

Utilisation d'une boucle à verrouillage de phase dans un récepteur radio

tions non négligeables. Fort heureusement, une solution à ce problème existe depuis déjà quelques années grâce à un montage que vous connaissez déjà puisque nous vous l'avons présenté dans GE n°18 : il s'agit du synthétiseur de fréquence à boucle à verrouillage de phase ou PLL.

## ■ La boucle à verrouillage de phase en réception

Comme nous l'avons vu dans le n°18 de GE, pour pouvoir utiliser une boucle à verrouillage de phase dans

## ■ Une première étape avec les roues codeuses

Pendant les années qui ont précédé la démocratisation des microcontrôleurs, les récepteurs à synthèse de fréquence ont été commandés par des roues codeuses sur lesquelles on affichait la fréquence à recevoir. Une roue codeuse n'est rien d'autre qu'un commutateur spécialisé dont le bouton de commande est gradué de 0 à 9 et dont les sorties, au nombre de quatre, délivrent directement le code binaire du chiffre sur lequel elles sont réglées. La majorité des compteurs prépositionnables ayant des entrées directement compatibles de ces sorties, notre récep-

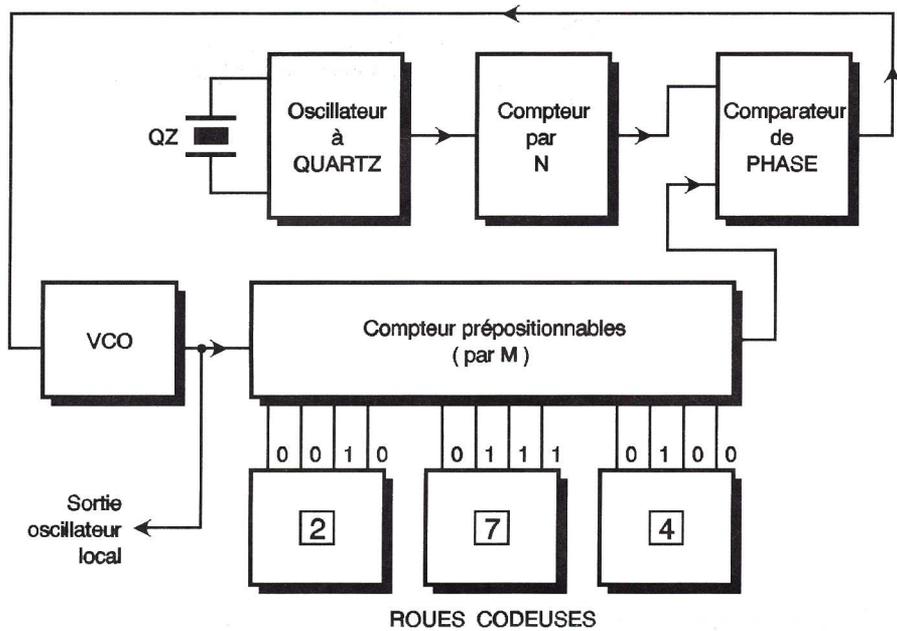


Fig 3 Des roues codeuses apportent un premier élément de confort...

un récepteur, il faut qu'elle dispose d'un pas de boucle faible et, en tout cas, égal au pas des canaux de la bande de fréquences considérée, qui peut être aussi réduit que 5 kHz dans certains cas. Il faut donc faire appel à une boucle qui se présente comme indiqué figure 2, dans laquelle le VCO de la boucle n'est autre que l'oscillateur local du récepteur ainsi équipé.

Nous ne reprendrons pas ici ce que nous avons écrit dans le n°18 de GE et vous renvoyons à l'article correspondant si nécessaire. Remarquons seulement que, pour faire varier la fréquence de réception, il faut faire varier le taux de division du compteur par M puisque la fréquence de fonctionnement du VCO et, donc, de l'oscillateur local du récepteur, est donnée par :

$$F_{VCO} = F_{LOC} = F_{REC} \pm FI = F_{OZ} \times M/N$$

Ce compteur appelé compteur prépositionnable, qu'il soit autonome ou intégré dans un circuit spécialisé tel le MC 145152 présenté en exemple dans ce même n°18 de GE, se programme avec des niveaux logiques appliqués sur des pattes adéquates de son boîtier. Une telle programmation se prête donc assez mal à un réglage continu direct avec les composants dont on a l'habitude, surtout si l'on veut que l'utilisateur du récepteur dispose d'un minimum de confort.

teur à synthèse de fréquence adoptait donc le synoptique visible figure 3. Son cadran d'accord se trouvait remplacé par une batterie de roues codeuses sur lesquelles l'utilisateur affichait directement la fréquence à recevoir.

Il va de soi que cette utilisation, parfaitement acceptable en milieu professionnel, ne pouvait être envisagée dans des récepteurs grand public. Fort heureusement, l'avènement des microcontrôleurs a permis de simplifier tout cela, non pas en modifiant le principe du récepteur à synthèse de fréquence qui reste parfaitement conforme à ce que nous venons de voir, mais en simplifiant le dialogue homme - machine.

## ■ Plus de confort avec un microcontrôleur

Un récepteur récent à synthèse de fréquence, c'est à dire quasiment tous les récepteurs à affichage numérique de la fréquence reçue, respecte donc à peu de choses près le synoptique présenté figure 4 pour ce qui est de la partie réglage d'accord. On y retrouve, bien évidemment, la boucle à verrouillage de phase et ses

compteurs puisque, comme nous venons de le dire, le principe est toujours le même. Par contre, les compteurs ne sont plus commandés directement par l'utilisateur mais sont reliés au port parallèle d'un microcontrôleur. Un tel port leur fournit des niveaux logiques analogues à ceux des roues codeuses de la figure 3 en fonction des ordres que lui envoie l'unité centrale du microcontrôleur et c'est là que se situe la simplification d'emploi majeure pour l'utilisateur du récepteur. Pour choisir la fréquence d'accord, on ne dispose plus en général que de deux touches, une permettant d'aller "vers le haut" et l'autre "vers le bas". Ces touches sont reliées à des entrées du microcontrôleur et déclenchent un programme approprié qui, pour chaque pression sur l'une d'elles, fait progresser vers le haut ou vers le bas le nombre appliqué aux compteurs prépositionnables et fait donc évoluer la fréquence d'accord dans le sens correspondant.

Une circuiterie adéquate, reliée par exemple aux amplificateurs de fréquence intermédiaire ou aux étages de démodulation, se charge de signaler au microcontrôleur si un signal est reçu ou non et arrête alors cette progression lorsque tel est le cas.

Afin que l'utilisateur puisse manipuler son récepteur avec un maximum de confort, le microcontrôleur se charge aussi de commander un afficheur qui indique, en clair, la fré-

parfois complété par une LED signalant le bon verrouillage de la boucle, ce qui permet d'être certain que la fréquence reçue est bien celle affichée.

L'intelligence locale fournie par ce microcontrôleur autorise toutes les fantaisies, qui ne sont plus limitées que par l'habileté du programmeur écrivant le programme exploité par ce dernier. Ainsi, le balayage vers le haut ou vers le bas de la gamme de fréquence à recevoir au moyen de simples touches est-il remplacé sur certains récepteurs par un bouton de réglage d'accord, imitant en cela les bons vieux condensateurs variables, si ce n'est qu'ici ce bouton tourne sans fin et n'entraîne rien d'autre qu'un disque percé de trous.

## ■ Un peu d'optoélectronique

Ce réglage d'accord "continu" fait appel, le plus souvent, à un codeur optique qui se borne juste à remplacer les touches, en indiquant ainsi au microcontrôleur dans quel sens il doit continuer à faire évoluer la fréquence d'accord. La figure 5 présente le schéma de principe d'un tel composant.

Il utilise ce que l'on appelle des fourches optoélectroniques qui ne sont rien d'autre qu'une LED et une photodiode se faisant face dans le même boîtier. Ce boîtier est muni

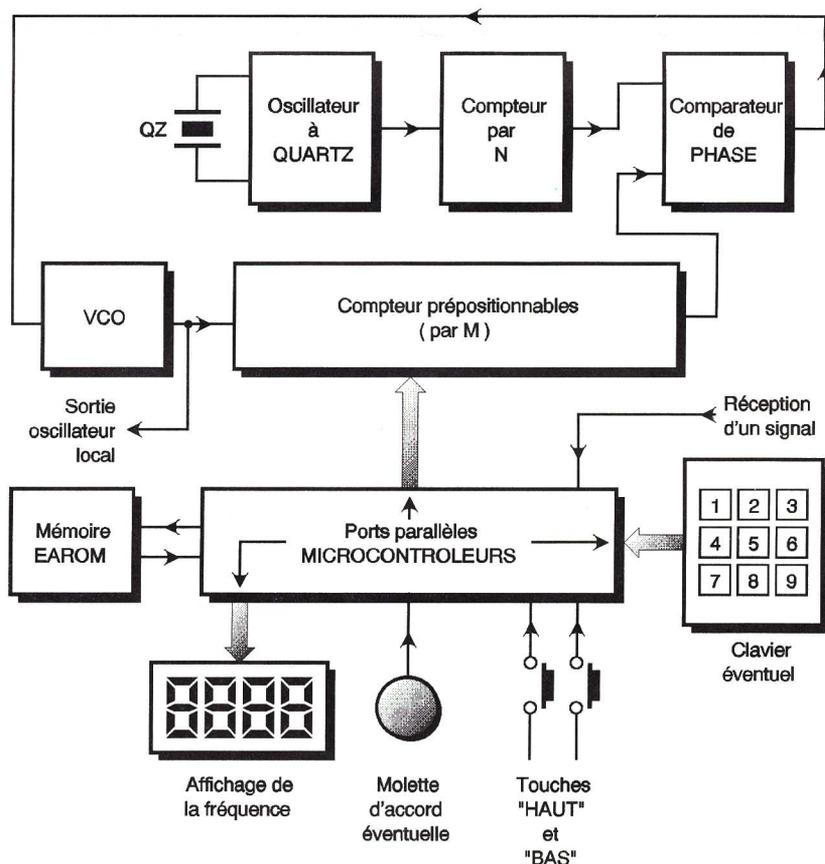


Fig 4 ... mais c'est le microcontrôleur qui rend le récepteur agréable à utiliser

quence reçue. Remarquez que cet afficheur est le plus souvent relié directement à un port parallèle du microcontrôleur. Il ne mesure donc pas la fréquence réellement produite par la boucle à verrouillage de phase, mais utilise simplement les données fournies par le microcontrôleur aux compteurs pour afficher celle-ci. De ce fait, cet afficheur est

d'une découpe en forme de fente dans laquelle passe notre roue à trous. Il est évident que, lorsqu'un trou se trouve entre la LED et la photodiode, cette dernière est fortement conductrice car elle est éclairée par la LED. Par contre, elle est bloquée lorsque la partie opaque du disque se trouve entre les deux. Lorsque le disque solidaire du bou-

ton de commande d'accord tourne, notre photodiode délivre donc une suite d'impulsions envoyées au microcontrôleur. Pour lui, ces impulsions sont identiques à celles qu'il recevrait si on utilisait les poussoirs. Le programme peut donc prendre les décisions correspondantes.

Afin de pouvoir détecter le sens de rotation du bouton et, donc, le sens d'évolution de l'accord, deux fourches optoélectroniques sont en général utilisées. L'une joue alors le rôle du poussoir ordonnant d'aller "vers le haut" et l'autre fait aller "vers le bas".

Sur les récepteurs professionnels, ce système est parfois complété d'un clavier numérique permettant de frapper directement la fréquence d'accord désirée. Ce clavier est, ici encore, relié à un port adéquat du microcontrôleur qui commande, en conséquence, les compteurs prépositionnables.

nables pour la recevoir. Il suffit donc de mémoriser ce code pour mémoriser la fréquence de la station correspondante.

Pour cela, le microcontrôleur est associé à une mémoire, qui peut être de très petite taille, mais qui doit être impérativement de type EAROM, c'est à dire de type programmable et effaçable électriquement. En effet, si l'on veut pouvoir disposer de toutes les fonctions habituellement associées à la notion de station pré-réglée, c'est à dire programmation et modification quand bon vous semble et mémorisation de ces stations même lorsque

aussi EEPROM, sont les seules qui conviennent car elles se programment électriquement en respectant des chronogrammes particuliers, s'effacent de la même façon et, surtout, ne perdent pas leur contenu lorsqu'elles ne sont plus alimentées. Précisons, pour être complet, que l'on trouve encore en circulation aujourd'hui des récepteurs qui ont été conçus à l'époque où ces EAROM n'existaient pas ou étaient d'un prix excessif. Ils font alors appel à une RAM, c'est à dire une mémoire vive, mais comme une telle mémoire perd son contenu lorsqu'elle n'est plus alimentée, une batterie est utilisée pour maintenir son alimenta-

il y a seulement quelques années. La présence de ce microcontrôleur permet également de doter le récepteur de fonctions encore inimaginables il y a seulement une décennie, telles que l'indication directe du nom de la station reçue ou bien encore le suivi d'une même station lorsque l'on se déplace (en voiture par exemple). Toutes ces fonctions font appel à ce que l'on appelle le système RDS ou Radio Data System qui est capable de décoder des informations numériques envoyées par l'émetteur en même temps que le signal utile.

En ce qui nous concerne, nous en resterons là de cette étude afin de ne pas sortir du cadre de cette série d'articles, consacrés, rappelons-le, aux calculs de vos montages. Et puisque nous parlons microprocesseur et, donc, circuits logiques, ceci nous fournit une transition toute trouvée pour abandonner un peu l'électronique analogique haute fréquence et nous consacrer à l'électronique digitale.

## ■ Des stations pré-réglées sans aucune mécanique

Un tel récepteur se prête évidemment fort bien à la réalisation de stations pré-réglées. En effet, une station, quelle que soit sa fréquence réelle, correspond pour le microcontrôleur à un simple code binaire qui n'est autre que celui qu'il a dû envoyer aux compteurs préposition-

le récepteur reste éteint pendant de longues périodes, il faut choisir judicieusement la mémoire utilisée. Les mémoires EAROM, appelées

tion le plus longtemps possible. C'est évidemment moins souple que la solution à base d'EAROM mais c'était tout ce que l'on pouvait faire

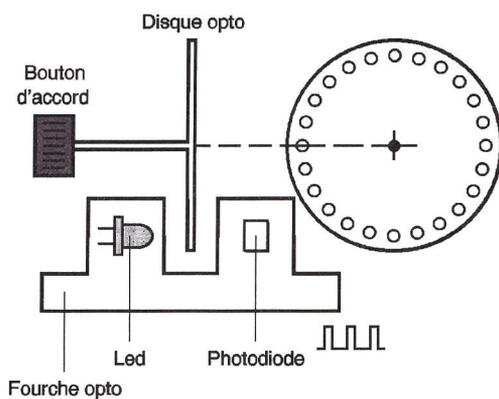


Fig 5 Aspect d'un système d'accord à fourchette optoélectronique

## ■ Le mois prochain

Nous nous intéresserons donc, dès notre prochain numéro, aux circuits logiques TTL et surtout CMOS, et nous verrons qu'ils ne mettent en œuvre, le plus souvent, que des calculs fort simples.

C. TAVERNIER

# La "Techno" CMS, simple et économique avec la nouvelle gamme VEGA

## Kit consommables CMS en valisette PVC

- 1 seringue de pâte à braser
- 1 seringue de flux en gel
- 1 aérosol de nettoyant de flux de soudure
- 1 bobine de soudure en fil diam. 5/10 mm
- 1 sachet de 50 aiguilles polyéthylène diam. 0,40 mm

## Four de refusion FT 01

- 100 % convection
- Format utile 160 x 200 mm
- Programmation automatique
- Visualisation du process

## Kit testeur piles contenant

- 15 circuits avec vernis épargne
- Les composants CMS

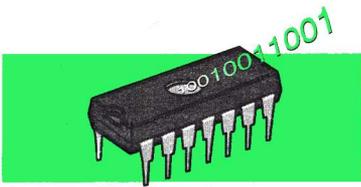
## Station de placement VEGA

- Table de placement • Pipette de préhension avec pompe à vide • Boîte de rangement pour composants • Porte outils

## ARC 900 station de soudage dessoudage air chaud pour CMS

11 rue Charles Michels 92220 BAGNEUX  
Tél : 01 45 47 48 00 Fax : 01 45 47 16 14  
WEB <http://www.cif.fr> - Email - [cif@cif.fr](mailto:cif@cif.fr)





## Apprenez les microcontrôleurs avec le Basic Stamp

### 9<sup>e</sup> partie



**N**ous avons vu le mois dernier comment coder les différents états possibles de nos feux de carrefour et vous avons annoncé un programme ne comportant qu'une seule instruction active pour les faire fonctionner. Avant d'en arriver là, il nous faut tout de même avancer étape par étape et, pour commencer, réaliser le montage qui nous servira à tester l'évolution de notre programme.

### ■ Un montage fort simple

La figure 1 vous propose un montage de test simple pour visualiser le comportement des feux. On fait appel à 6 ports d'entrées/sorties du Basic Stamp pour commander directement des LED au travers de résistances de limitation de courant. Dans un premier temps, nous ne commandons qu'un des feux de la route nord/sud et qu'un des feux de la route est/ouest car c'est suffisant pour vérifier le bon fonctionnement du programme.

Rappelons, à ce propos, que les sorties du Stamp peuvent fournir un courant maximum de 20 mA par sortie avec un total maximum de 40 mA par groupe de 8 lignes (P0 à P7 ou P8 à P15). Comme nous n'avons, à chaque instant, qu'une LED allumée par feu (sauf grossière erreur de programmation !), cela nous donne deux LED par port et nous laisse une marge importante. Si l'on prend comme valeur moyenne de la chute de tension dans une LED 1,7V et que l'on considère que les sorties du Stamp délivrent 5V lorsqu'elles sont au niveau haut, nos LED travaillent sous un courant approximatif de :  $(5 - 1,7) / 330$  soit 10 mA ce qui leur confère une bonne visibilité tout en ne surchargeant pas le Stamp.

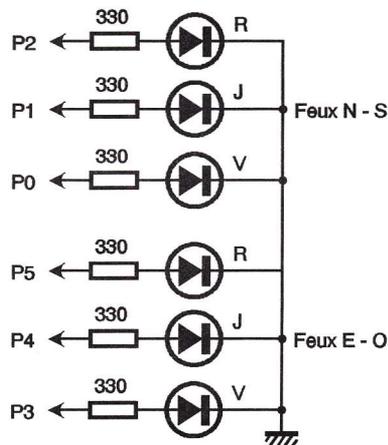


Fig. 1 Le montage de test de nos feux de carrefour est on ne peut plus simple

constantes. Notez l'utilisation du symbole "pour cent" pour définir les mots d'états puisque ceux-ci sont en binaires. Afin de réaliser un programme facilement lisible, remarquez aussi que nous avons utilisé des noms de constantes très parlants.

```
' Gestion de feux de carrefour
' Version peu élégante !!!
```

```
' Définition des constantes
```

```
NSvert      CON %100001
NSorange    CON %100010
Toutrouge  CON %100100
EOvert      CON %001100
EOorange    CON %010100
```

```
' Programme principal
```

```
DIRL = %00111111
debut:
  OUTL = NSvert
  PAUSE 8000
  OUTL = NSorange
  PAUSE 2000
  OUTL = Toutrouge
  PAUSE 1000
  OUTL = EOvert
  PAUSE 8000
  OUTL = EOorange
  PAUSE 2000
  OUTL = Toutrouge
  PAUSE 1000
GOTO debut
```

Listing 1 Un programme peu élégant mais qui fonctionne !

### ■ Un programme laid mais qui fonctionne !

Si l'on se réfère au mode de codage de l'état des feux mis au point le mois dernier, on peut immédiatement écrire un premier programme qui ne fait appel qu'à ce que vous avez appris depuis le début de cette série. Il est présenté listing 1 et nous allons l'analyser rapidement. Il commence par définir les mots de 6 bits correspondants au codage des différents états des feux avec des directives CON destinées aux

Puisque le Basic du Stamp nous y autorise, il ne faut pas s'en priver. La première "instruction" du programme à savoir :

```
DIRL = % 00111111
```

a pour effet de placer en sortie les 6 lignes de poids faibles du port P0 à P7 du Stamp, c'est à dire celles qui commandent les LED des feux. En effet, suite à un reset ou à une mise sous tension, les entrées/sorties du Stamp sont placées par défaut en entrées.

La suite du programme se comprend alors d'elle-même puisque l'on affecte tour à tour la valeur des différentes constantes aux sorties à destination des LED au moyen d'une simple égalité :

```
OUTL = constante
```

comme nous l'avons vu dans le n°20 de GE.

Afin que chaque état dure "un certain temps", des instructions PAUSE séparent ces affectations successives. Rappelons que le nombre qui suit l'instruction PAUSE définit la durée de cette dernière en ms. Nous avons donc ici un état nord/sud vert qui dure 8 secondes, un état nord/sud orange qui dure 2 secondes et ainsi de suite. Il vous suffit, bien évidemment, de modifier les valeurs qui suivent les différentes instructions PAUSE pour faire fonctionner vos feux à la vitesse de votre choix.

Enfin, lorsque tous les états différents ont été explorés, le programme revient au début au moyen d'un simple GOTO et continue donc à s'exécuter sans fin.

Si vous avez pris la peine de saisir ce listing, vous pouvez en lancer l'exécution sur votre platine d'essai et constater que cela fonctionne à merveille. De quoi nous plaignons-nous alors ? Tout simplement du fait que ce programme est fort peu élégant et surtout, qu'il est de ce fait anormalement long. Nous allons donc voir comment lui faire subir une sérieuse cure d'amaigrissement au moyen d'une nouvelle instruction très performante.

### ■ L'instruction LOOKUP

Dans le cas de notre gestion de feux de carrefour, cette instruction peut à elle seule, réaliser l'essentiel de la logique du programme. Elle s'utilise de la façon suivante :

**LOOKUP index, [valeur1, valeur2, ... valeurN], resultat**

Son principe est fort simple puisque l'instruction place dans la variable "resultat", la valeur comprise entre crochets correspondant à la position indiquée par le contenu de la variable "index". Voici quelques exemples concrets pour bien comprendre :

```
LOOKUP index, [a, b, c, d, e, f], resultat
```

Si le contenu de "index" vaut 0, la valeur a se retrouvera dans "resultat". En effet, comme c'est souvent le cas en informatique, l'index de LOOKUP ne démarre pas à 1 mais à 0.

Si le contenu de "index" vaut 1, c'est b que l'on trouvera dans "resultat" et ainsi de suite jusqu'à un contenu de "index" de 5 qui ferait alors placer f dans "resultat".

Si le contenu de "index" est supérieur au nombre total de valeurs comprises entre crochets, le contenu de "resultat" n'est pas affecté et il garde donc sa valeur précédente. Enfin, précisons que le nombre maximum de valeurs comprises

```
' Gestion de feux de carrefour
' Première version utilisant LOOKUP
```

```
' Définition des constantes
```

```
NSvert      CON %100001
NSorange    CON %100010
Toutrouge  CON %100100
EOvert      CON %001100
EOorange    CON %010100
```

```
' Définition des variables
```

```
index VAR byte
etat   VAR byte
```

```
' Programme principal
```

```
DIRL = %00111111
debut:
  FOR index = 0 TO 5
    L O O K U P
    index, [NSvert, NSorange,
    Toutrouge, EOvert, EOorange, Toutrouge], etat
    OUTL = etat &
    %00111111
    PAUSE 8000
  NEXT
GOTO debut
```

Listing 2 Un programme très élégant mais qui ne fonctionne pas très bien !

entre crochets est de 255, ce qui n'est généralement pas vraiment limitatif.

Utilisée seule, l'instruction LOOKUP ne nous permet pas encore de réaliser notre gestion de feux mais, avec un zeste de boucle, elle devient presque parfaite comme nous allons le constater sans plus tarder.

## ■ Un beau programme, mais qui ne marche pas bien !

Nous vous proposons de prendre connaissance du listing 2 dans lequel nous avons mis en œuvre l'instruction LOOKUP fraîchement découverte, associée à une boucle. Nous voyons les éléments suivants :

- en début de programme se trou-

tion grâce au GOTO qui se trouve en fin de programme, exactement comme dans le listing précédent.

Quelle que soit la valeur de la variable "index", la valeur placée dans "etat" par l'instruction LOOKUP est ensuite traitée de la même façon, c'est à dire envoyée directement en sortie au moyen d'un simple :

**OUTL = etat & 00111111**

Le ET logique utilisé est facultatif dans le cas de notre exemple mais, pour la rigueur du programme, nous l'avons mis en place puisque la variable "etat" ne contient que 6 bits significatifs.

Enfin, une instruction PAUSE permet de faire durer chaque état "un certain temps", qui est ici de 8 secondes mais que vous pouvez modifier librement si vous êtes pressé de voir si ça marche.

Et ça marche d'ailleurs, comme vous pouvez le constater en lançant le programme sur la platine d'expéri-

valeurs des constantes de temps sont supérieures à 255.

Le corps du programme reste identique à celui du listing 2 pour ce qui est de la gestion de l'état des feux, mais nous avons ajouté une nouvelle ligne avec une instruction LOOKUP qui se charge de gérer la durée de chaque état.

En effet, cette instruction exploite aussi l'évolution de la variable "index" de la boucle. Elle sélectionne donc les valeurs contenues entre crochets qui se trouvent à la même position que l'instruction LOOKUP de définition de l'état des feux. Elle place ensuite le résultat de cette sélection dans la variable "temps". Ainsi, par exemple, lorsque "index" vaut 1, le premier LOOKUP place NSorange dans "etat" et le second LOOKUP place Tempsorange dans "temps".

```
' Gestion de feux de carrefour
' Version avec temps
différent pour chaque cycle

' Définition des constantes

NSvert      CON %100001
NSorange   CON %100010
Toutrouge  CON %100100
EOvert     CON %001100
EOorange   CON %010100
Tempsvert  CON 8000
Tempsorange CON 2000
Tempsrouge CON 1000

' Définition des variables

index      VAR byte
etat       VAR byte
temps     VAR word
```

' Programme principal

```
DIRL = %00111111
debut:
    FOR index = 0 TO 5
        LOOKUP index, [NSvert,
NSorange, Toutrouge,
EOvert, EOorange, Tou-
trouge], etat
        LOOKUP index, [Temps-
vert, Tempsorange, Temps-
rouge, Tempsvert, Tempso-
range, Tempsrouge], temps
        OUTL = etat &
%00111111
        PAUSE temps
    NEXT
GOTO debut
```

**Listing 3** *Un programme élégant et qui fonctionne, comme quoi avec GE tout est possible !*

La ligne suivante fait sortir l'état des feux au moyen d'un simple OUTL comme nous l'avons déjà vu dans les listings 1 et 2, tandis que le PAUSE qui suit exploite la variable "temps" pour définir la durée de l'état des feux correspondant. La suite du programme est identique à ce que nous avons déjà vu et se passe de commentaire.

Si vous essayez ce programme, vous pourrez constater son parfait fonctionnement et vous pourrez très facilement faire évoluer la durée des différents états des feux en modifiant simplement les constantes dont le nom commence par "Temps".

## ■ Un pas de plus vers la perfection

Ce programme fonctionne très bien et son écriture est d'une élégance que l'on peut qualifier de correcte ; cependant, la présence de ces deux LOOKUP successifs, qui exploitent de surcroît la même variable "index", est un peu dommage et l'on aimerait bien pouvoir modifier tout cela afin de rendre le programme encore plus compact. Une fois n'est pas coutume, ce n'est pas une nouvelle instruction qui va venir à notre secours pour résoudre ce problème mais seulement un peu d'astuce. En effet, que font nos deux LOOKUP successifs ? Ils associent tout simplement les constantes d'état des feux aux constantes de définition des durées correspondantes.

Rien ne nous interdit alors de procéder à cette association nous-mêmes, puisque c'est déjà ce que nous avons fait en écrivant les deux LOOKUP en disposant correctement les différentes constantes respectives. Nous allons donc utiliser, pour définir l'état des feux, de nouvelles constantes qui coderont tout à la fois la position de la LED allumée et la durée de cet allumage pour chaque état du feu.

Nous vous proposons donc, en figure 2, la liste de ces nouvelles constantes qui, comme vous pouvez le constater, sont maintenant codées sur 16 bits. Les 6 bits de poids faibles correspondent toujours à l'état des LED, comme ce que nous avons exploité dans les listings 1, 2 et 3. Par contre, les 10 bits de poids forts codent la durée de chaque état en binaire, ce qui permet une grande souplesse de fonctionnement puisque l'on peut maintenant programmer indépendamment la durée de tous les états avec un pas très fin.

## ■ Au travail

Comme vous nous avez regardé faire tout le travail jusqu'à présent, c'est un peu à votre tour de vous triturer les méninges. Nous vous proposons donc, en partant du listing 2 par exemple, de tenter d'utiliser ces nouvelles constantes pour parvenir à nos fins.

Vous disposez de toutes les informations nécessaires pour cela, d'une sérieuse base de départ avec ce listing et vous n'avez besoin de faire appel à aucune instruction nouvelle. Comme nous avons décidé d'être particulièrement exigeants, nous souhaitons en outre que la programmation des durées des états, permise par les 10 bits de poids forts des constantes, se fasse par pas d'un quart de seconde (250 ms pour les intimes !).

Nous vous laissons le soin de réfléchir à tout cela mais surtout d'expérimenter vos créations, puisque n'oubliez pas qu'avec le platine que nous vous avons faite réaliser et le logiciel Stampw que vous utilisez sur votre PC, tout cela se fait quasiment en temps réel et avec la plus grande facilité.

C. TAVERNIER

| Constantes sur 16 bits |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |           | Nom |
|------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----------|-----|
| 15                     | 14 | 12 | 11 | 10 | 09 | 08 | 07 | 06 | 05 | 04 | 03 | 02 | 01 | 00 |           |     |
| X                      | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | NSvert    |     |
| X                      | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | NSorange  |     |
| X                      | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | Toutrouge |     |
| X                      | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | EOvert    |     |
| X                      | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | EOorange  |     |

Durée de chaque état

État des feux

**Fig 2** *Avec des constantes codées sur 16 bits on peut intégrer la durée au sein de chaque état des feux*

vent les définitions des constantes d'état exactement comme dans le listing 1,

- vient ensuite la définition de deux variables qui vont nous être utiles : la variable "index" et la variable "etat" que nous allons utiliser dans l'instruction LOOKUP,

- nous retrouvons ensuite la configuration des entrées/sorties avec une simple égalité au niveau d'un DIRL comme dans le listing 1.

Le programme proprement dit peut alors commencer avec une boucle FOR dont la variable d'index, appelée justement "index", peut évoluer de 0 à 5. Rappelons que le principe de fonctionnement de ces boucles a été vu dans GE n°19. Pourquoi faire varier l'index de 0 à 5 ? Tout simplement parce que nos feux de carrefour connaissent six états successifs comme nous l'avons vu le mois dernier.

On trouve ensuite dans cette boucle une instruction LOOKUP qui fait tout le travail. En effet, elle utilise comme valeurs entre crochets les 6 états successifs des feux définis au moyen des directives CON de début de listing. Lors de la première exécution de la boucle, la variable "index" vaut 0 et fait donc sélectionner "NSvert" qui est placé dans "etat". Lors de l'exécution suivante, "index" vaut 1 et fait donc placer "NSorange" dans "etat" et ainsi de suite jusqu'à ce que "index" vaille 5 pour faire placer le dernier état, à savoir "Toutrouge", dans "etat". La boucle est alors terminée mais on recommencera sans fin son exécu-

mentation mais, hélas, pas de façon très réaliste. En effet, compte tenu du principe même du programme, chaque état des feux dure le même temps à savoir celui imposé par le PAUSE 8000 (ou toute autre valeur). Or, on n'a jamais vu des feux de carrefour fonctionner de la sorte puisque les états orange ou rouge durent alors le même temps que les états pendant lesquels une des routes circule normalement. Il nous faut donc à nouveau nous remettre à l'ouvrage.

## ■ Deux LOOKUP valent mieux qu'un

Si l'on ne modifie pas la structure du programme précédent, il est impossible de corriger le défaut que vous avez pu constater, sauf en faisant appel à une nouvelle instruction LOOKUP comme nous vous le proposons dans le listing 3.

Il adopte la même organisation que le listing 2 mais vous y voyez apparaître trois nouvelles constantes que sont : Tempsvert, Tempsorange et Tempsrouge dont vous aurez compris à la lecture de leurs noms que ce sont elles qui définissent les durées des trois états des feux. Vous pouvez remarquer aussi la présence d'une nouvelle variable, appelée "temps" qui va servir à contenir la durée de la constante de temps qui sera sélectionnée. Cette variable est de type mot (directive WORD) puisque les

# Contrôle pour servomécanisme

## ■ A quoi ça sert ?

Les applications les plus spectaculaires de l'électronique sont celles qui permettent d'animer des objets à distance par le biais de télécommandes diverses et de servomécanismes. Pour parfaire ce fonctionnement, il est parfois utile de connaître la position exacte de l'objet commandé. C'est précisément ce que permet notre réalisation qui, d'une part, génère la commande proportionnelle d'un petit servomécanisme habituellement destiné aux maquettes radiocommandées et, d'autre part, visualise sur une échelle de LED la position atteinte par l'objet commandé. Une commande électronique au doigt et à l'œil en somme !

Il vous sera facile, ainsi, de piloter la rotation d'une antenne, celle d'une caméra de surveillance ou encore de balayer l'espace avec un projecteur mobile. On peut encore citer une application d'ouverture de toit com-

mandée dans une serre professionnelle en fonction de la force et de la direction du vent.

## ■ Comment ça marche ?

Précisons, tout d'abord, qu'il s'agit d'animer un servomécanisme acheté dans le commerce en état de marche

et d'une puissance adaptée à la masse de l'objet à animer. Un tel dispositif déplace son axe de sortie d'un angle variable en fonction de la largeur des impulsions rectangulaires successives parvenant sur son unique entrée de commande. La position initiale, ou neutre, exige des impulsions séparées d'une période précise de 1,5 millisecondes. Pour atteindre les deux positions extrêmes, il faudra, dans un cas envoyer des impulsions de 1 ms et dans l'autre des impulsions de 2 ms exactement. La première partie du schéma proposé à la figure 1 comporte, tout d'abord, un oscillateur stable construit autour de 2 portes NOR ; sa fréquence de sortie est de l'ordre de 50 Hz grâce aux composants P<sub>1</sub> et C<sub>5</sub>.

Chaque front positif déclenche, ensuite, une bascule monostable réalisée avec les deux dernières portes NOR du circuit IC<sub>1</sub>, un classique 4001 C/MOS. On peut noter que la période de cette bascule monostable est déterminée par la valeur des composants C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> associés à l'ajustable P<sub>2</sub> en série avec la moitié du potentiomètre double P<sub>5</sub>, d'une valeur de 100 kΩ. Un réglage précis devrait permettre d'obtenir des valeurs compatibles avec les exigences du servo monté en aval. A noter encore, l'interrupteur ON/OFF disposé sur la broche 7 d'alimentation négative du circuit IC<sub>1</sub> : on pourra ainsi interrompre à volonté ou valider le flot des impulsions de commande. On pourra donc éviter de laisser le servo sous tension et, en l'absence d'impulsions, il restera totalement figé ainsi que l'objet qu'il commande d'ailleurs.

L'autre moitié du schéma met en œuvre un circuit LM3914, comportant 10 comparateurs selon une échelle linéaire. L'autre moitié du potentiomètre P<sub>5</sub>, solidaire avec le même axe de commande, génère une tension variable qu'il est facile d'appliquer sur le circuit IC<sub>2</sub>, aux fins d'une visualisation. On pourra jouer sur les seuils haut et bas en manœuvrant les ajustables P<sub>3</sub> et P<sub>4</sub> qui déterminent également le courant dans les LED, donc leur luminosité. La broche 9 n'est pas utilisée, permettant un affichage en mode point, c'est à dire une LED à la fois. Selon la position de P<sub>5</sub>, on pourra lire sur l'une des LED L<sub>1</sub> à L<sub>10</sub> la position

atteinte par le servo.

La tension d'alimentation fait appel, une fois n'est pas coutume, à un transistor ballast associé à une diode zéner. On devra veiller à ne pas dépasser la tension maximale tolérée par le servomécanisme. Pour ce faire, on peut jouer sur les diodes D<sub>1</sub> ou D<sub>2</sub>, qu'il est possible de remplacer par un strap pour augmenter de 0,6V à chaque fois la tension de sortie. Le comparateur de

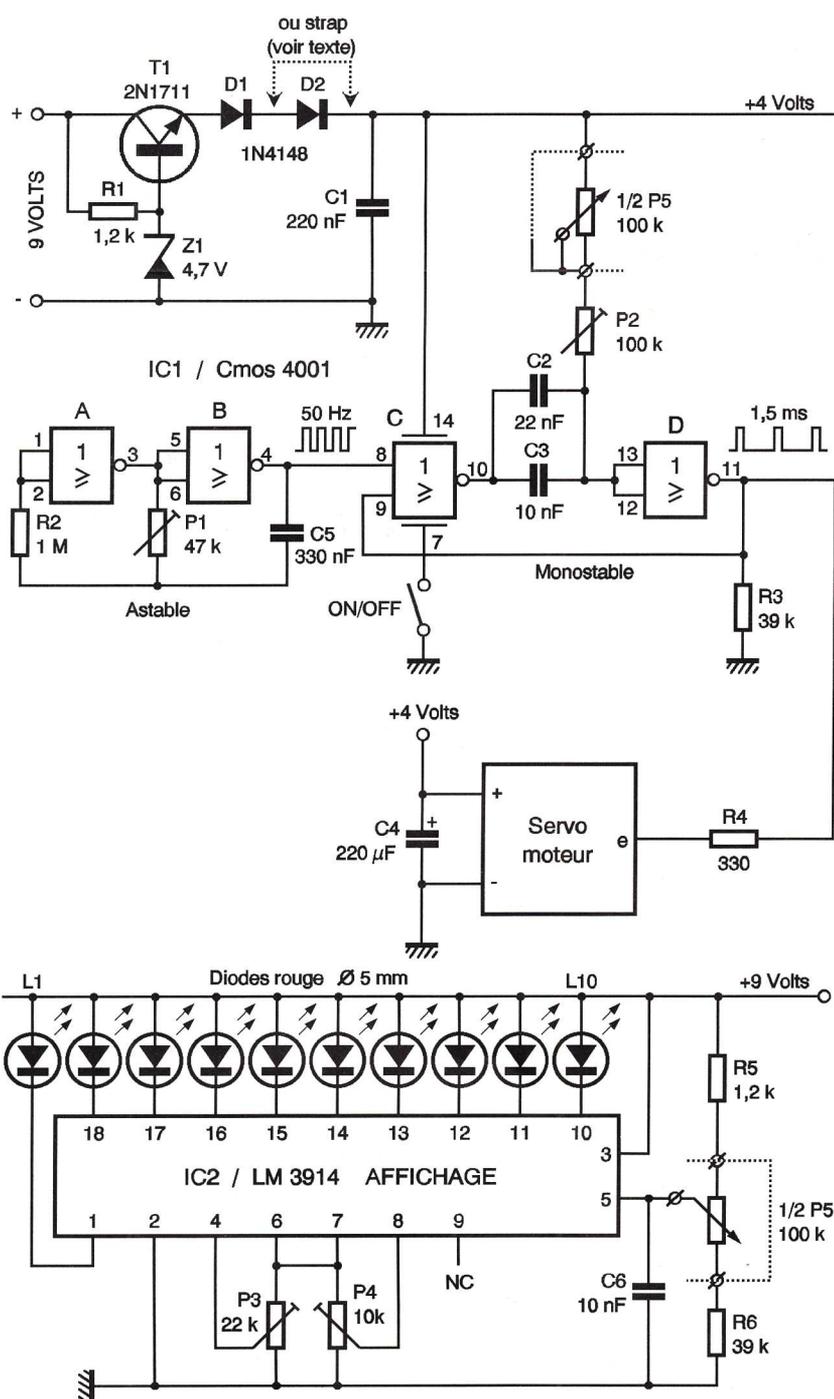


Fig 1

Schéma de principe

## ■ NOMENCLATURE

- IC<sub>1</sub> : C/MOS 4001 (quadruple portes NOR)
- IC<sub>2</sub> : LM 3914 (chaîne de 10 comparateurs, variation linéaire)
- T<sub>1</sub> : transistor NPN 2N1711 + dissipateur
- Z<sub>1</sub> : diode zéner 3,3 à 4,7V (voir texte)
- D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> : diodes commutation 1N4148
- L<sub>1</sub> à L<sub>10</sub> : diodes électroluminescentes 5mm (couleurs à définir)
- R<sub>1</sub>, R<sub>5</sub> : 1,2 kΩ 1/4W
- R<sub>2</sub> : 1 MΩ 1/4W
- R<sub>3</sub>, R<sub>6</sub> : 39 kΩ 1/4W
- R<sub>4</sub> : 330 Ω 1/4W
- P<sub>1</sub> : ajustable horizontal 47 kΩ pas de 2,54mm
- P<sub>2</sub> : ajustable horizontal 100 kΩ pas de 2,54mm
- P<sub>3</sub> : ajustable horizontal 22 kΩ pas de 2,54mm
- P<sub>4</sub> : ajustable horizontal 10 kΩ pas de 2,54mm
- P<sub>5</sub> : potentiomètre double à variation linéaire (courbe A) 2x100 kΩ
- C<sub>1</sub> : 220 nF plastique
- C<sub>2</sub> : 22 nF plastique
- C<sub>3</sub>, C<sub>6</sub> : 10 nF plastique
- C<sub>4</sub> : 220 µF/25V chimique vertical
- C<sub>5</sub> : 330 nF plastique
- 1 support à souder 14 broches
- 1 support à souder 18 broches tulipe
- Blocs de 2 et 3 bornes vissé-soudé, pas de 5 mm
- Servomoteur adapté et connecteur
- Bouton pour potentiomètre

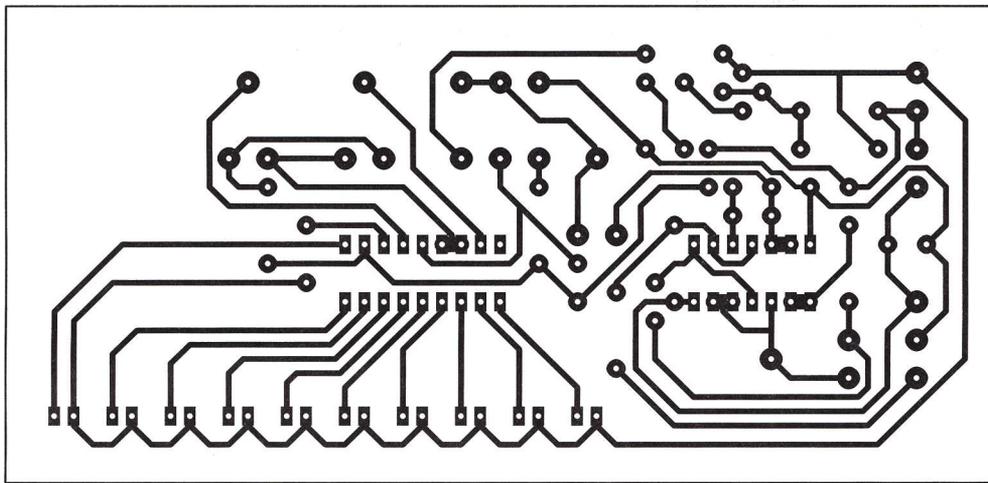


Fig 2

Tracé du circuit imprimé

tension IC<sub>2</sub> est, lui, alimenté sous une tension de 9V, car il dispose de son propre régulateur interne.

la dernière position atteinte dès la fin des impulsions. Après avoir adapté la tension d'alimentation à celle du servo et contrôlé sa valeur effective, on pourra procéder aux essais. Informez-vous également du brochage exact des 3 fils du servo, deux fils d'alimentation et le fil de commande noté "e". Laissez P<sub>1</sub> en position médiane ; mettez P<sub>5</sub> à mi-course et cherchez avec l'ajustable P<sub>2</sub> la position neutre du servo. La manœuvre de P<sub>5</sub> doit envoyer calmement le mobile vers la droite ou vers la gauche. Au besoin, retouchez P<sub>1</sub>. Les réglages de P<sub>3</sub> et P<sub>4</sub> doivent permettre d'obtenir l'allumage de tous les points d'un bout à l'autre de l'échelle. Avec un peu de patience, vous parviendrez à adapter cette réalisation à vos besoins.

G. ISABEL

### ■ Comment fait-on ?

Tous les composants, à l'exception du servomoteur, sont disposés sur une petite plaquette cuivrée dont le tracé des pistes est donné à l'échelle 1 sur la figure 2. On pourra souhaiter disposer autrement les 10 LED de signalisation, selon un arc de cercle par exemple, en employant des couleurs ou des formes différentes. L'inter ON/OFF pourra être remplacé par un simple poussoir et ne sera actionné que pendant la manœuvre du servo, celui-ci s'immobilisant dans

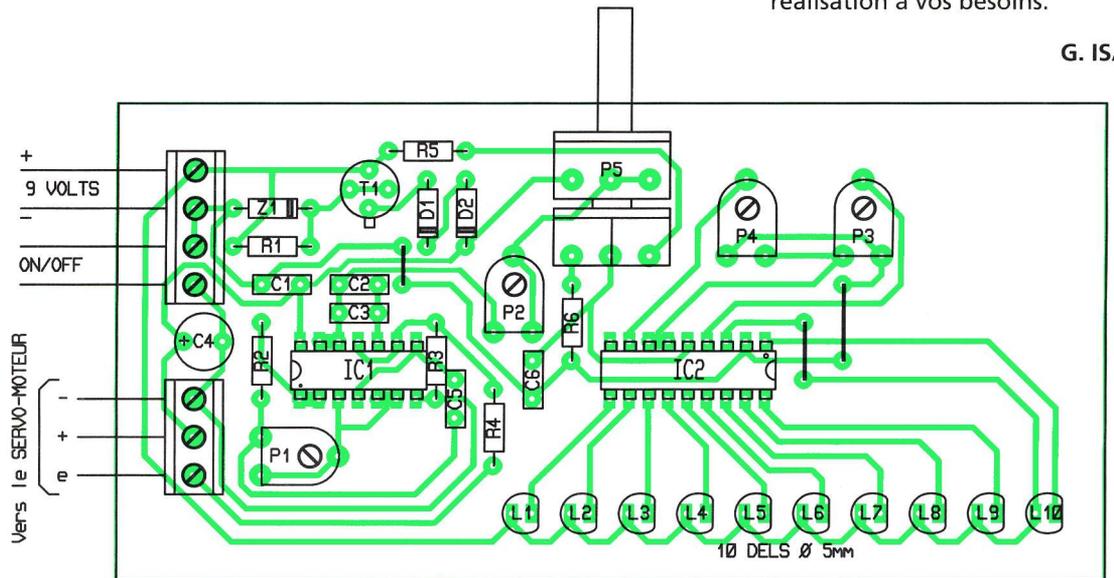


Fig 3

Implantation des éléments

**Si vous aimez l'électronique \* ...**  
Ce catalogue est fait pour vous !



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

Envoi contre 30F (chèque ou timbres-poste)

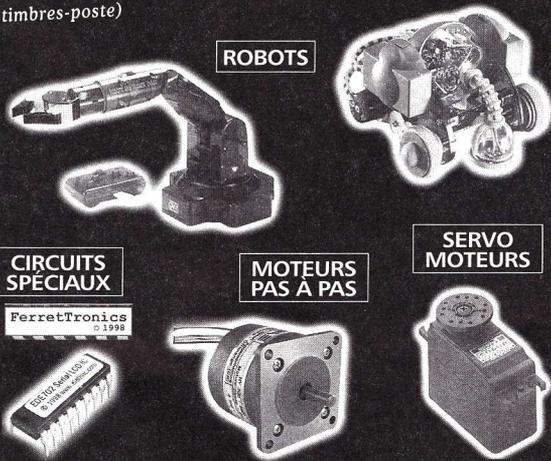
**Selectronic**  
L'UNIVERS ELECTRONIQUE

B.P 513  
59022 LILLE Cedex  
Tél. : 0 328 550 328  
Fax : 0 328 550 329

**NOS MAGASINS :**

**PARIS :**  
11, Place de la Nation - 75011  
Tél. : 01 55 25 88 00

**LILLE :**  
86, rue de Cambrai  
(près du CROUS)



Oui, je désire recevoir votre **Catalogue Général 2000** à l'adresse suivante :  
(Ci-joint 30F en timbres-poste ou chèque) **GE**

Nom : ..... Prénom : .....

Tél : ..... Adresse : .....

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

**EURO-COMPOSANTS**

devient

**GO TRONIC**  
à partir du 15 avril  
**catalogue général 2000**

4 route Nationale - BP 13  
08110 BLAGNY  
TEL. : 03 24 27 93 42  
FAX : 03 24 27 93 50  
WEB : www.gotronic.fr  
Ouvert du lundi au vendredi (9h-12h/14h-18h)  
et le samedi matin (9h-12h)

Le catalogue incontournable pour toutes vos réalisations électroniques

Plus de 300 pages de composants, kits, livres, logiciels, programmeurs, outillage, appareils de mesure, alarmes...

Recevez le catalogue 2000 contre 29FF (60FF pour les DOM-TOM et l'étranger). *Gratuit pour les écoles et les administrations*



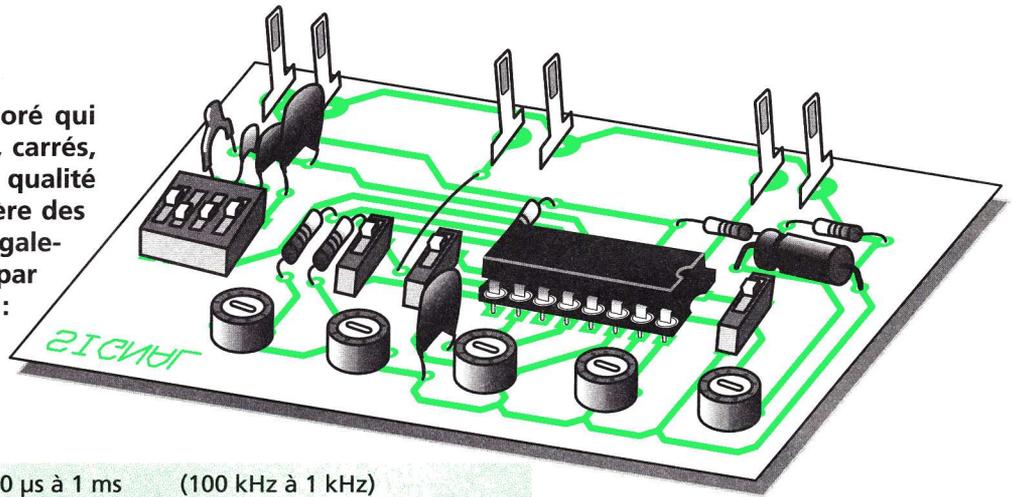
Veillez me faire parvenir le nouveau catalogue général Go Tronic (anc. Eurocomposants). Je joins mon règlement de 29 FF (60 FF pour les DOM-TOM et l'étranger) en chèques, timbres ou mandat.

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

ADRESSE : .....

CODE POSTAL : ..... VILLE : .....

# Générateur de signaux expérimental



Le XR 2206 est un circuit intégré extrêmement élaboré qui délivre des signaux périodiques de formes diverses, carrés, sinusoïdaux, triangulaires, dents de scie, etc. avec toute la qualité requise au niveau de la fidélité et de la précision. Il génère des signaux dans une large plage : 0,01 Hz à 1 MHz. Il peut également fonctionner en amplitude et fréquence modulables par commande extérieure. Sa consommation reste modeste : environ 6 mA sous un potentiel d'alimentation de 10 à 26V.

## Le brochage (figure 1)

Le circuit comporte 16 broches. Le + correspond à la broche 4 tandis que la broche 12 est à relier au -. Les broches 7 et 8 sont reliées aux résistances entrant dans la détermination de la période oscillatoire. La capacité, second paramètre entrant dans le calcul de la période, est à monter entre les broches 5 et 6. Les signaux sinusoïdaux et triangulaires sont disponibles sur la broche 2. Le niveau d'amplitude est réglable grâce à la broche 3. La broche 1 peut être utilisée comme entrée en cas de recours à la modulation d'amplitude (AM). L'entrée de sélection des résistances reliées aux broches 7 et 8 se détermine par le biais de la broche 9. La broche 10 correspond à la sortie d'un by-pass interne. Le signal carré est toujours disponible sur la

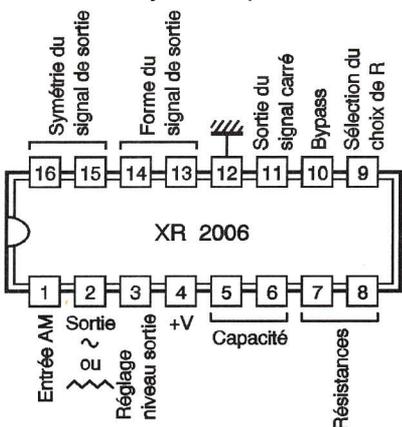


Fig 1 Brochage du XR 2206

broche 11. Les broches 13 et 14 sont réservées au réglage des distorsions. Quant au réglage de la symétrie des signaux, ce dernier se réalise par l'intermédiaire des broches 15 et 16.

## La fréquence de base (figure 2)

Elle dépend essentiellement de la résistance montée sur la broche 7 ou 8 et la capacité branchée sur les broches 5 et 6. La période est définie par la relation  $T = R \cdot C$  avec des valeurs R et C devant respecter la double condition

$4 \text{ k}\Omega < R < 1 \text{ M}\Omega$   
 $1 \text{ nF} < C < 100 \text{ }\mu\text{F}$   
 Dans le cas présent, grâce au jeu des 4 capacités C3 à C6 mises en service par les interrupteurs 1 à 4 d'un groupe microswitch, les plages des périodes obtenues sont les suivantes :

- Interrupteur 1 fermé : 10  $\mu\text{s}$  à 1 ms (100 kHz à 1 kHz)
- Interrupteur 2 fermé : 0,1 ms à 10 ms (10 kHz à 100 Hz)
- Interrupteur 3 fermé : 1 ms à 100 ms (1 kHz à 10 Hz)
- Interrupteur 4 fermé : 10 ms à 1 sec. (100 Hz à 1 Hz)

## Modulation de cette fréquence

Le signal d'entrée est à présenter sur la broche 7 par l'intermédiaire d'une résistance  $R_c$ . La broche 7 est à relier au - par une résistance R. Si  $V_c$  est le potentiel pilote variable, la fréquence obtenue se détermine par la relation :

$$F_{Hz} = 1/RC + R/R_c (1 - V_c/3)$$

Le rapport de variation K de cette fréquence sur la variation de  $V_c$  s'exprime par la relation :

$$K = \Delta f / \Delta V_c = -0,32 / R_c \cdot C \text{ Hz/V}$$

## Amplitude du signal de sortie

L'amplitude maximale du signal de sortie dépend de la position du curseur de  $A_5$ . Dans le cas du signal triangulaire, cette amplitude varie linéairement de 0 à 6V lorsque  $A_5$  varie de 0 à 45 k $\Omega$ . Pour un signal

sinusoïdal, on obtient la même variation lorsque  $A_5$  varie de 0 à 100 k $\Omega$ .

A noter qu'il est également possible de réaliser de la modulation d'amplitude en présentant un signal à moduler sur l'entrée correspondant à la broche 1. Cette entrée est généralement soumise à un état bas par la fermeture de  $I_2$ . Pour la rendre opérationnelle, il convient d'ouvrir  $I_2$ . Elle se caractérise par une impédance interne de l'ordre de 100 k $\Omega$ . En plaçant, par exemple, cette entrée sur une moyenne de repos correspondant à la demi-tension d'alimentation, on obtient, pour une variation de l'entrée de +/- 4V, une variation de l'amplitude du signal de sortie de 0 à 1V.

## Sélection des résistances (broches + et 8)

Lorsque la broche 9 est laissée en l'air (ouverture de  $I_3$ ), c'est la résistance reliée à la broche 7 qui est opérationnelle. Inversement, si on relie cette entrée à un état bas, c'est

la résistance broche 8 qui devient active. On obtient ainsi deux périodes au choix :

$$T1 = (R_3 + A_3) C_3 \text{ à } 6$$

$$T2 = (R_4 + A_4) C_3 \text{ à } 6$$

## Réglage de la composante continue du signal de sortie

La valeur de cette composante, disponible sur la broche 2 est approximativement celle qui est appliquée sur la broche 3.

## Signal sinusoïdal

Il convient de fermer l'interrupteur  $I_1$ . Grâce au curseur de  $A_1$ , il est possible de régler la configuration du signal de manière à obtenir un signal proche de la définition mathématique de la fonction "sinus". Quant au curseur de  $A_2$ , il permet d'obtenir une parfaite symétrie du signal.

Dans le cas de l'utilisation d'une alimentation symétrique  $V_+$ ,  $V_-$ , on

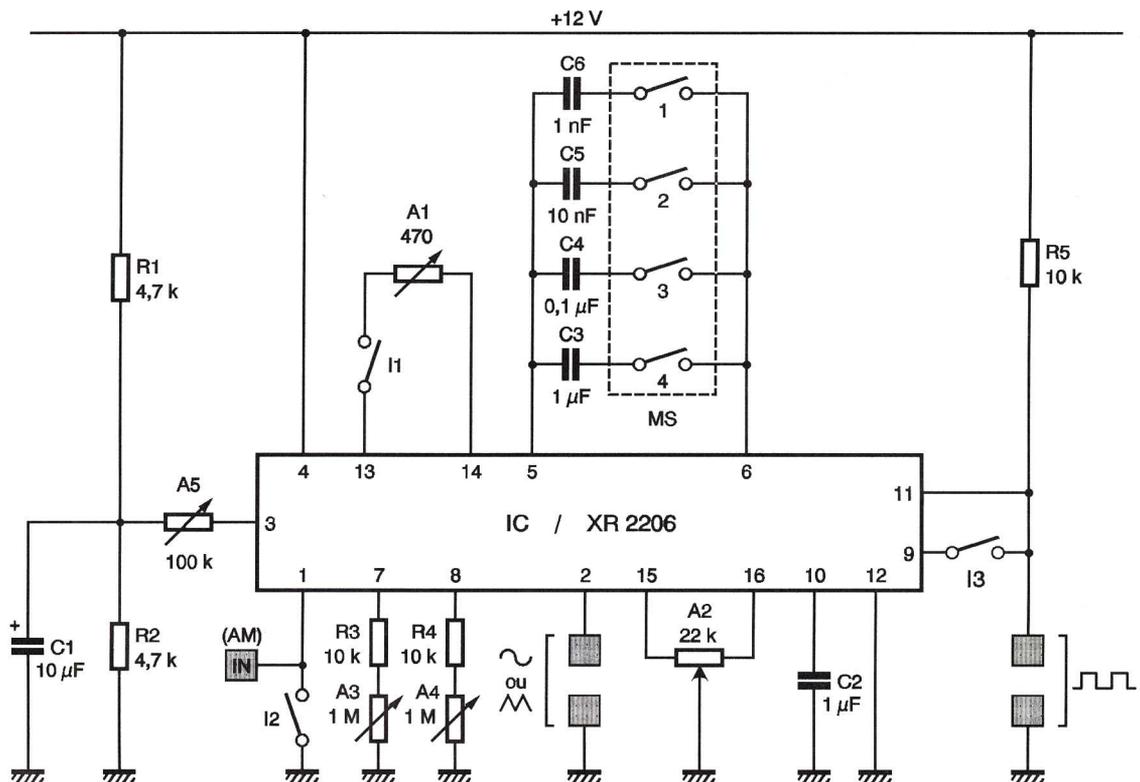


Fig 2

Schéma du générateur

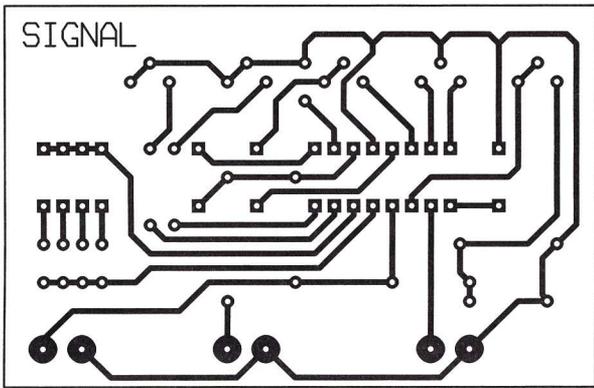


Fig 3

Circuit imprimé

reliera tous les - du schéma à V-. Ainsi le signal de sortie sera centré sur la composante continue zéro,

étant entendu que la broche 3 aura été reliée auparavant au zéro de cette alimentation symétrique.

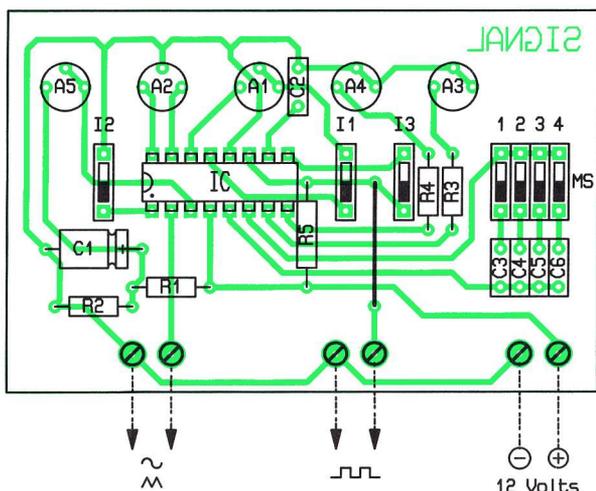


Fig 4

Implantation des composants

### Signal triangulaire

On ouvrira I<sub>1</sub>. L'amplitude du signal triangulaire sera environ le double de celle du signal sinusoïdal.

### Signal "dents de scie"

En reliant les broches 9 et 11 entre elles (fermeture de I<sub>3</sub>), on rend alternativement opérationnelles les résistances reliées respectivement aux broches 7 et 8. En choisissant les valeurs de A<sub>3</sub> et de A<sub>4</sub>, il est possible d'obtenir des dents de scie de formes diverses avec un rapport cyclique allant de 1 à 99%.

## NOMENCLATURE

- 1 strap
- R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
- R<sub>3</sub> à R<sub>5</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- A<sub>1</sub> : ajustable 470 Ω
- A<sub>2</sub> : ajustable 22 kΩ
- A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub> : ajustables 1 MΩ
- A<sub>5</sub> : ajustable 100 kΩ
- C<sub>1</sub> : 10 μF électrolytique
- C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> : 1 μF céramique multicouches
- C<sub>4</sub> : 0,1 μF céramique multicouches
- C<sub>5</sub> : 10 nF céramique multicouches
- C<sub>6</sub> : 1 nF céramique multicouches
- I<sub>1</sub>, I<sub>3</sub> : microswoiches (1 interrupteur)
- MS : microswitch (4 interrupteurs)
- 6 picots
- IC : XR 2206 (générateur de signaux)
- 1 support 16 broches

## La réalisation

Le circuit imprimé de ce générateur très simple est représenté en figure 3. Quant à la figure 4, elle indique comment les composants sont à monter.

Vous disposez à présent d'un générateur de signaux très performant pour un coût modeste. Il apportera un concours précieux aux expérimentations que vous aurez à réaliser sur vos différents montages.

R. KNOERR



## ANCIENS NUMEROS DISPONIBLES DE GE

N°1-2-3-11 épuisés (cochez les cases désirées)

- N° 4 nouvelle série juin/juillet/août 1998  
Petite histoire du téléphone - Initiation à la robotique : le port parallèle - Sablier sensitif - Qu'est-ce que c'est comment ça marche : effectuer une recherche sur le web - Aide mémoire logique - Découvrez l'anglais technique : générateur d'impulsions BF - Technologie : établissement d'une liaison à fibre optique - Comment calculer ses montages ? - J'expérimente : un récepteur téléphonique - Un afficheur magique - Le coin de la mesure - Testeur de fusibles - Truqueur - Interface PC pour port/8 sorties - Génération Internet - Module de commande d'un servomoteur - Construisez un mini-labo : voltmetre digital.
- N° 5 nouvelle série septembre 1998  
Petite histoire du téléphone - Le coin de la mesure : les transistors à effet de champ - Qu'est-ce que c'est comment ça marche : le courrier électronique - Construisez un mini-labo : générateur de fonctions - Un détecteur de chocs - Découvrez l'anglais technique : le filtre passe-bas - Comment calculer ses montages ? - Sirène à effet spatial - Technologie : les dissipateurs - Génération Internet - Flash auxiliaire - Testeur de continuité - Initiation à la robotique : feux de signalisation - J'expérimente : un microphone à charbon.
- N° 6 nouvelle série octobre 1998  
Petite histoire du téléphone - Interphone filaire - Anémomètre à dynamo - Qu'est-ce que c'est comment ça marche : concevoir et réaliser son site internet - Construisez un mini-labo : compteur/décompteur - Le coin de la mesure - Départeur - Comment calculer ses montages ? - Découvrez l'anglais technique : filtre éliminateur - Technologie : les filtres - Génération internet - Simulateur d'alarme - J'expérimente : le photophone de Bell.
- N° 7 nouvelle série novembre 1998  
Petite histoire du téléphone - Eclairage de secours - Podomètre avec calculatrice - Qu'est-ce que c'est comment ça marche : concevoir et réaliser son site internet - Doubleur de tension et inverseur de polarité - Comment calculer ses montages ? - Le coin de la mesure : un compresseur de dynamique - Technologie : filtres pour enceintes acoustiques - Construisez un mini-labo : un mini ampli BF - Génération internet - Découvrez l'anglais technique : régulateur de tension ajustable avec LM317 - Inverseur cyclique - J'expérimente : le télégraphe autographique.
- N° 8 nouvelle série décembre 1998  
Petite histoire du téléphone - Technologie : les thermistances à CTP - Chenillard étoilé - Qu'est-ce que c'est comment ça marche : illustrer ses pages web - Comment calculer ses montages ? - Filtre pour saison de basses - Initiation à l'électronique de puissance - Le coin de la mesure : générateurs de signaux carrés - Attente téléphonique - Découvrez l'anglais technique : convertisseur d'alimentation positive en négative - J'expérimente : le praxinoscope - Génération internet.
- N° 9 nouvelle série janvier 1999  
Petite histoire du téléphone - Qu'est-ce que c'est comment ça marche : illustrer ses pages web - Commande bimanuelle - Comment calculer ses montages ? Initiation à l'électronique de puissance - Un régulateur de son - Technologie : laser à semi-conducteur - Testeur d'AOP - Découvrez l'anglais technique : un capteur de température - Le coin de la mesure : adaptateur fréquence/mètre - J'expérimente : annonceur de tableau téléphonique - 555 didactique.
- N° 10 nouvelle série février 1999  
Petite histoire du téléphone - Compteur numérique sophistiqué - Qu'est-ce que c'est comment ça marche : les animations graphiques sur une page web - Technologie : fils et câbles en électronique - Comment calculer ses montages ? - Le coin de l'initiation : l'électronique de puissance - Protection pour détecteur - Découvrez l'anglais technique : le NE 555 - J'expérimente : construire un téléphone rétro - Temporalisation longue durée - Le coin de la mesure : générateur pseudo-sinusoïdal - Fader.
- N° 11 nouvelle série avril 1999  
Petite histoire du téléphone - Technologie : filtres pour fréquence - Jouons avec les ultrasons - Qu'est-ce que c'est comment ça marche : effectuer une recherche sur le web - Découvrez l'anglais technique : le LM10 - Initiation à l'électronique de puissance : le hacheur - Le coin de la mesure : adaptateur de mesure de tensions efficaces vraies pour multimètre - Comment calculer ses montages - Variateur à découpage pour mini perceuse - Génération internet : utilisation de l'oscilloscope au collage - Simulateur de pannes pour voiture - Gravimètre expérimental - J'expérimente : le télégraphe morse.
- N° 12 nouvelle série mai 1999  
Petite histoire du téléphone - Génération Internet - Construisez un servo-mécanisme - Qu'est-ce que c'est comment ça marche : les formulaires sur vos pages web -
- N° 13 nouvelle série septembre 1998  
Petite histoire du téléphone - Technologie : la prise péritelvision - Comment calculer ses montages - Simulateur d'alarme voiture - Electronique de puissance - Le coin de la mesure : module adaptateur pour la mesure du taux de distorsion - Economiseur de piles - J'expérimente : construire un télégraphe.
- N° 14 nouvelle série juin/juillet/août 1999  
Petite histoire du téléphone - Génération Internet - Thermomètre de bain - Qu'est-ce que c'est comment ça marche : les formulaires sur vos pages web - Déphaseur - Détecteur de clôture électrique - Afficheur à cristaux liquides - Le coin de la mesure : analyseur de spectre - Calendrier hebdomadaire - Barrière infrarouge - Découvrez l'anglais technique : photodiodes pilotées par ampli-OP - Chargeur de batterie intelligent - Comment calculer ses montages - Technologie : les diodes électroluminescentes - Initiation aux MC avec le Basic Stamp - Sirène américaine avec 2 LM3909 - Préampli audio linéaire - J'expérimente : le télégraphe Chappe - Mise en œuvre de structure minuterie : monostable.
- N° 15 nouvelle série septembre 1999  
Petite histoire du téléphone - Variateur de trains - Alarme tiroir - Détecteur universel - Qu'est-ce que c'est ? Comment ça marche : traitements avec Javascript - Commutateur à touches sensibles - Le coin de la mesure : bargraph à LED - Comment calculer ses montages ? - Initiation aux µC avec le Basic Stamp - Chargeur CD-Nil automatique - Technologie : les afficheurs à DEL - Génération Internet - Découvrez l'anglais technique : détecteur de fumée par transistors à effet de champ - J'expérimente : un télécopieur.
- N° 16 nouvelle série octobre 1999  
Petite histoire de la radio - Technologie : les enceintes acoustiques - Kaléidoscope - Qu'est-ce que c'est ? Comment ça marche ? Les formulaires (4) - génération internet - Découvrez l'anglais technique : générateur à dents de scie - J'expérimente : les expériences de Faraday - Un aquarium à la bonne température - Initiation aux µC : le Basic Stamp (3) - Comment calculer ses montages ? - Un peu d'électrostatique - Le coin de la mesure : un déphaseur.
- N° 17 nouvelle série novembre 1999  
Petite histoire de la radio - Alimentation de voiture pour téléphone GSM - Espion pour magnétophone - Qu'est-ce que c'est ? Comment ça marche ? Les cookies et Java Script - Jeu de billes - Le coin de la mesure : adaptateur de mesure pour le déphasage des signaux - Comment calculer ses montages ? Transformez un pointeur laser en « laser-show » - Découvrez l'anglais technique : le LM 195 : transistor de puissance avec protection thermique - Initiation aux microcontrôleurs : la Basic Stamp (4) - J'expérimente : le générateur d'ondes de Hertz.
- N° 18 nouvelle série décembre 1999  
Petite histoire de la radio - Servo-modulateur - Qu'est-ce que c'est ? Comment ça marche ? Les cookies et Java Script - Comment calculer ses montages ? - Découvrez l'anglais technique : bouton-poussoir - Le coin de la mesure : volt-mètre à affichage LCD - Technologie : parasites et antiparasites - Vibreur pour GSM - Initiation aux microcontrôleurs : la Basic Stamp (5) - Loto électronique - J'expérimente : le récepteur de Branyl.
- N° 19 nouvelle série janvier 2000  
Petite histoire de la radio - Génération internet - Répondeur économique - Qu'est-ce que c'est ? Comment ça marche ? De l'interactivité dans vos pages web - Comment calculer ses montages ? - Découvrez l'anglais technique : 1 AOP - Technologie : connecteurs et connexions - Cross fader - Le coin de la mesure : sonde différentielle - Comptage en chiffres romains - Initiation aux microcontrôleurs : la Basic Stamp (6) - J'expérimente : un récepteur à galène.
- N° 20 nouvelle série février 2000  
Petite histoire de la radio - Adaptateur RIAA inversé - Eclairage automatique temporisé - Qu'est-ce que c'est ? Comment ça marche ? Baliser un parcours de formation - génération Internet - Convertisseur hexadécimal/binaire - Le coin de la mesure : boîte à décades - Comment calculer ses montages ? - Découvrez l'anglais technique : mixeur à deux entrées - Initiation aux microcontrôleurs : la Basic Stamp (7) - J'expérimente : un récepteur à diode.
- N° 21 nouvelle série mars 2000  
Petite histoire de la radio - Génération internet - Commande optique reflex - Qu'est-ce que c'est ? Comment ça marche ? Intégrer la vidéo sur une page web - Plafonnier automatique - Découvrez l'anglais technique : AD711 - Jeu de mains électronique - Technologie : principes physiques et technologies - Simulateur de présence téléphonique - Le coin de la mesure : caractéristiques des composants électroniques à l'oscilloscope - Comment calculer ses montages ? Initiation aux microcontrôleurs : le Basic Stamp (8) - Testeur de piles 1,5 V.

20<sup>F</sup> franco de port le numéro (France métropolitaine) par chèque à l'ordre de Génération Electronique

## ABONNEMENT PARRAINAGE

Abonnés, parrainez vos relations à **Génération Electronique**

En remerciement, vous recevrez le CD-ROM dictionnaire anglais français des termes de l'électronique (d'une valeur de 149 F) dès l'enregistrement du client parrainé

Bulletins à retourner à : **Génération Electronique**, Service Abonnements 2 à 12, rue de Bellevue, 75940 PARIS Cedex 19 - Tél. : 01 44 84 85 16

### BULLETIN DE PARRAINAGE

Nom du parrain : .....  
 Adresse : .....  
 Code postal : ..... Ville : .....  
 N° d'abonné à Génération Electronique : .....

### BULLETIN D'ABONNEMENT

Nom : .....  
 Adresse : .....  
 Code postal : ..... Ville : .....  
 Jé désire m'abonner à partir du N° : ..... (N°1-2-3-11 épuisés)

### Oui, je souhaite m'abonner à Génération Electronique pour :

1 an (10 numéros) France + DOM-TOM au prix de 148 F  
 + en cadeau mon CD-ROM le dictionnaire anglais français des termes de l'électronique (d'une valeur de 149 F)

1 an (10 numéros) étranger (par voie de surface) au prix de 192 F

Ci-joint mon règlement à l'ordre de Génération Electronique par :

chèque bancaire  mandat-lettre  carte bleue signature :

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

Nous acceptons les bons de commande de l'administration



disponible par correspondance

**Génération Electronique** (service abonnements)  
 2 à 12, rue de Bellevue 75940 Paris Cedex 19 - Tél. : 01 44 84 85 16

Veillez me faire parvenir :  n°4  n°5  n°6  n°7  n°8  n°9  n°10  n°12  n°13  
 n°14  n°15  n°16  n°17  n°18  n°19  n°20  n°21  n°22 nouvelle série (port compris)

Nom : .....  
 Prénom : .....  
 Adresse : .....  
 Code postal : [ ][ ][ ][ ] Ville : .....



## Un récepteur à diode (2)

**C**e nouveau récepteur à diode se présente dans une configuration plus performante sur le plan de la réception que celle du n°20 de Génération Electronique. De fait, il n'est plus nécessaire de disposer d'un émetteur puissant situé à proximité car il possède une sensibilité suffisante pour capter les émissions les plus lointaines.

### Le principe du récepteur

Ce nouveau récepteur à diode est constitué d'une bobine accordée par

possible de réaliser différentes bobines qui s'adapteront simplement sur un même récepteur.

Vous pourrez donc choisir les longueurs d'onde L en fonction des

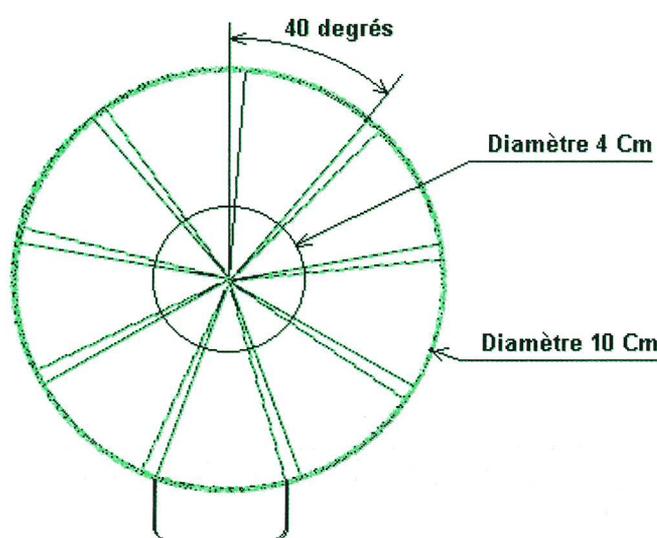


Fig 1

Tracé du panier antenne

un condensateur variable monté directement en parallèle. Pour faire varier la sélectivité, il est toujours possible d'augmenter le nombre des points de sortie de la bobine ou, ce qui est encore mieux, de construire des bobinages multiples comme nous le verrons dans le prochain numéro.

En observant le schéma, vous constatez que la diode suivie de l'écouteur cristal sont placés directement sur les points d'entrée et de sortie du circuit de sélection des fréquences (la bobine et le condensateur ajustable). La diode ne laisse passer que les composantes positives du signal capté par l'antenne, sélectionné dans une tranche de fréquences, puis écoulé vers la terre ce qui permet de le rendre audible via l'écouteur cristal.

### Sa construction

La bobine est l'élément essentiel de ce montage. Afin d'aborder différents types de constructions, nous avons choisi de présenter la bobine dite en "fond de panier". Son avantage réside dans la grande simplicité de sa construction car il est toujours

possible de réaliser différentes bobines qui s'adapteront simplement sur un même récepteur.

Vous pourrez donc choisir les longueurs d'onde L en fonction des

valeurs des diamètres et angles que vous reporterez aisément à l'aide d'un compas et d'un rapporteur d'angles. Une languette est nécessaire sur l'un des pétales du fond de panier afin de fixer plus facilement la bobine sur le récepteur.

Repérez le centre que vous percez pour le passage du fil émaillé, puis découpez les contours afin d'obtenir un fond identique à celui qui est représenté sur la figure 2.

Commencez ensuite le bobinage en passant le fil successivement sur le dessus, puis le dessous des pétales, comme indiqué sur la figure 3. Tournez toujours dans le même sens en serrant les spires tout en veillant à ce qu'elles ne se chevauchent pas. Comptez 120 tours puis nouez le fil autour d'un pétale. Laissez dépasser 10 cm de conducteur puis coupez. Le résultat final doit correspondre à la figure 4.

### Le récepteur

Comme pour les montages précédents, choisissez un matériau que vous avez l'habitude de travailler pour réaliser la planche et le support. Afin de conserver un petit air "rétro" au récepteur, nous avons choisi de découper les éléments dans du contreplaqué, mais rien ne vous empêche d'utiliser un P.V.C. noir qui rappelle l'ébonite. Reportez les tra-

| LONGUEUR D'ONDE | NOMBRE DE TOURS | CONDUCTEUR |
|-----------------|-----------------|------------|
| De 250 à 300 m  | 25 à 35 tours   | 8/10 de mm |
| De 300 à 500 m  | 40 à 50 tours   | 5/10 de mm |
| Plus de 500 m   | 120 tours       | 3/10 de mm |

Tableau 1

bobinages suivants :

Nous avons réalisé un bobinage de 120 tours avec un fil de cuivre émaillé d'une section de 0,28 mm<sup>2</sup>, ce qui correspond à la troisième ligne du tableau. Le support est tracé et découpé dans une feuille de carton léger (un fond gris récupéré sur un ancien calendrier dans notre cas) car il ne faut pas ajouter des capacités parasites.

La figure 1 vous donne les diverses

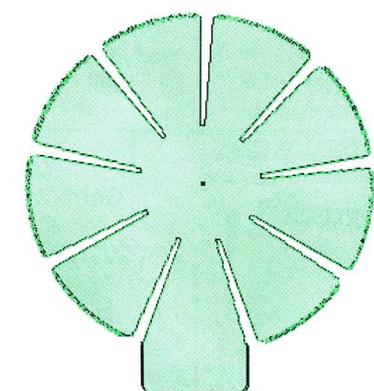


Fig 2

Le fond de panier découpé

cés puis découpez et enfin collez en respectant les indications de la figure 5. Le support de la bobine est constitué d'un morceau de section carrée d'une hauteur identique à celle de la languette de la bobine. Percez ensuite la planchette afin de fixer les deux douilles châssis non isolées (antenne et terre) ainsi que le connecteur jack de 3,5 mm pour l'écouteur cristal. N'oubliez pas de mettre une cosse à souder avant l'écrou sur les douilles afin d'effectuer le câblage sous la planchette.

### Le support de la diode

Ce support s'obtient en effectuant deux perçages de 3 mm dans la planchette dans lesquels on insère une vis munie au préalable d'un écrou et d'une cosse à souder. Fixez-les avec un écrou, puis une cosse et un contre-écrou. Il suffit ensuite de plier à 90°

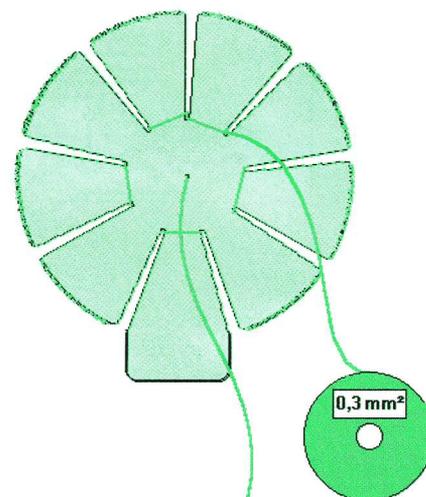


Fig 3

Commencer le bobinage

les languettes des cosses pour souder la diode (figure 6).

### Le condensateur ajustable

En fonction du condensateur ajustable dont vous disposez, percez le passage de l'axe puis les trous de fixation (figure 7). Vous pourrez ensuite fixer un bouton sur l'axe en choisissant un modèle adapté. Si vous disposez de plusieurs jeux de lames, effectuez les connexions qui

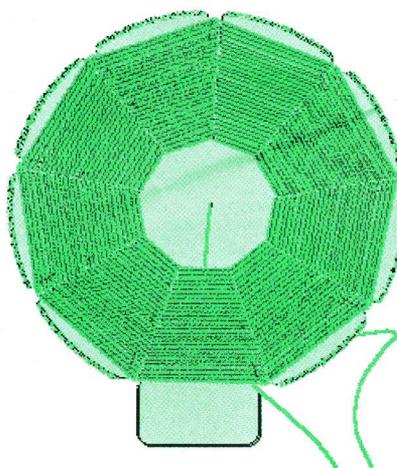


Fig 4

La bobine en fond de panier

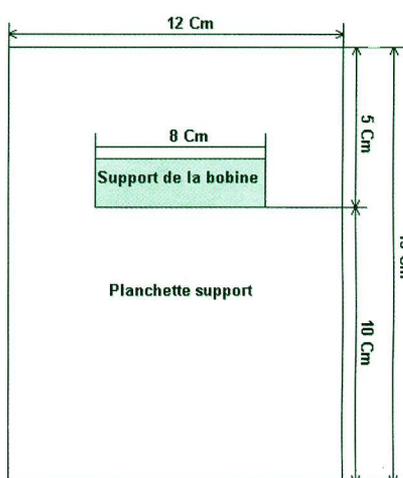


Fig 5

Découpage et assemblage du support

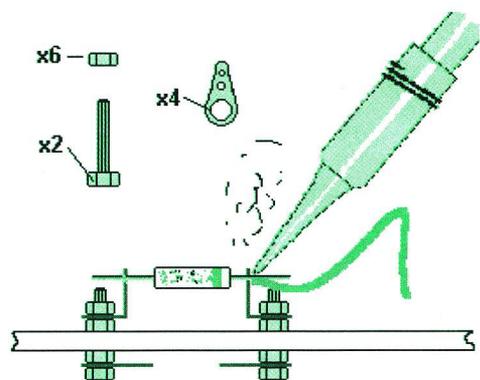


Fig 6

Souder la diode sur les cosses

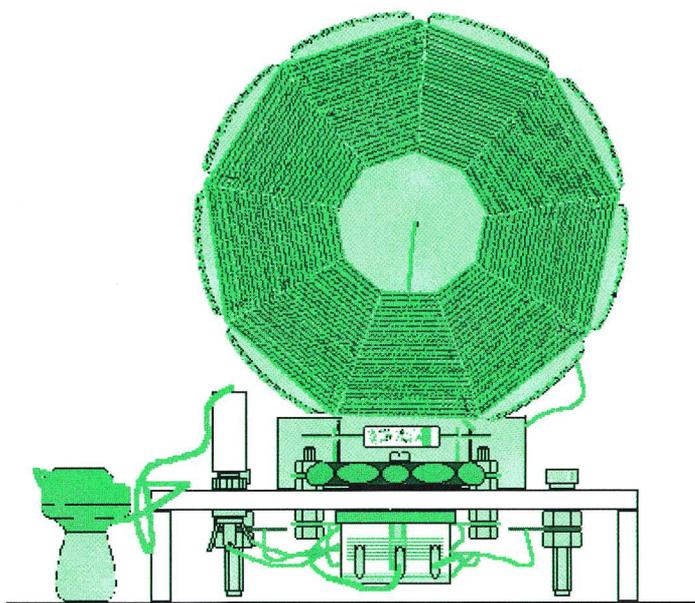


Fig 8

Implantation vue de face

permettent d'obtenir les variations maximales.

sur laquelle vous vous branchez ne comporte pas d'éléments en PVC, comme c'est le cas avec les écouteurs. L'idéal est encore de dénuder le conducteur sur 10 cm et de l'entortiller autour d'un robinet.

### Terminer l'assemblage

Percez deux trous sur la planchette afin de faire passer les fils de la bobine par-dessous, puis fixez cette dernière sur son support avec une petite vis à bois. Soudez ensuite les différents éléments en reliant les cosses tout en respectant le schéma. Les figures 8 et 9 donnent une idée générale du récepteur achevé.

Pour effectuer les essais, connectez un fil d'antenne de plusieurs mètres ainsi qu'un fil de terre. Attention, car ce dernier doit absolument être relié à la terre pour que le récepteur fonctionne correctement, donc assurez-vous que la canalisation d'eau

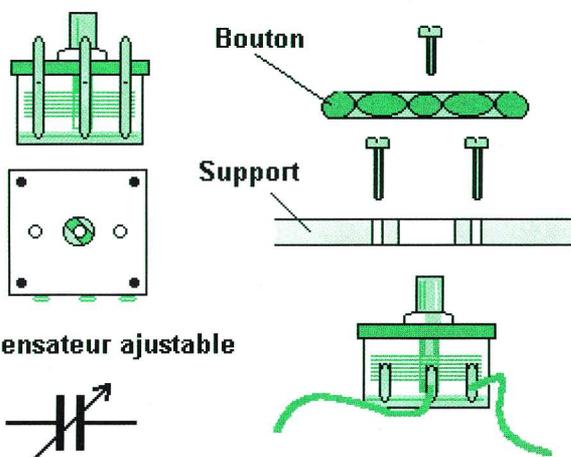
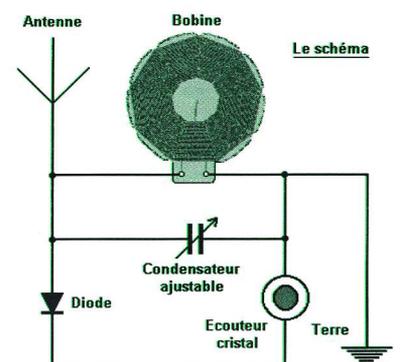
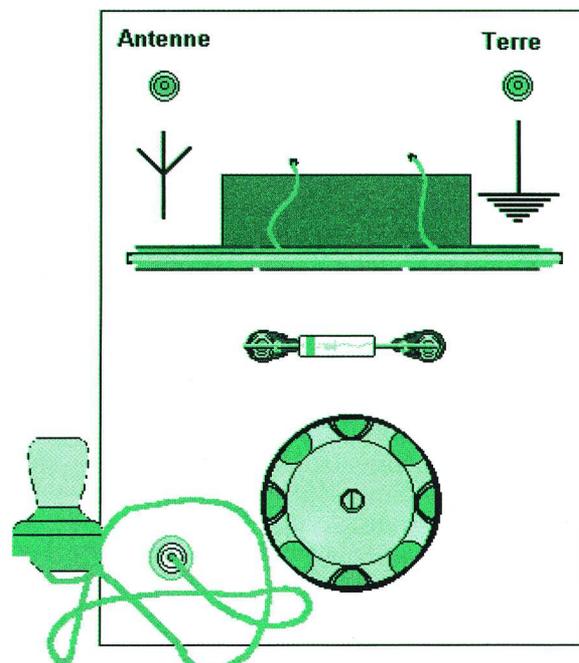


Fig 7

Le condensateur ajustable (montage)

Fig 9

Implantation vue de dessus



Schéma

Choisissez ensuite des heures d'écoute raisonnables pour augmenter les chances de capter les

émetteurs qui opèrent dans ces longueurs d'ondes. Si vous choisissez d'effectuer les essais avec d'autres bobinages (sur le tableau), vous pourrez dresser une liste des stations. Dans certains cas il faut placer en parallèle sur l'écouteur une résistance de 470 kΩ.

P. RYTTER

**LE MATÉRIEL**

- Bobines de fil de cuivre émaillé, section 0,28mm<sup>2</sup>, 0,5mm<sup>2</sup> ou 0,75mm<sup>2</sup> (100g)
- Vis et écrous 2mm, 12 et 20mm de longueur
- (condensateur)
- Vis et écrous 3mm, 30mm de longueur
- Cosses à souder Ø 3,1mm
- 2 douilles châssis non isolées 2mm
- 2 fiches banane mâles 2mm
- 1 condensateur ajustable de 280 à 500 pF et son bouton
- 1 diode de détection au Germanium, AA119 ou OA95
- Fil de câblage et fil souple (30m)
- Contre-plaqué de 8mm ou PVC rigide 3mm
- 1 écouteur E-10P cristal
- 1 connecteur Jack à visser sur châssis

|                  |                 |                 |               |
|------------------|-----------------|-----------------|---------------|
| ☒ ACCESSOIRES DJ | ☒ CONNECTEURS   | ☒ JEUX LUMIERES | ☒ OUTILLAGE   |
| ☒ ALIMENTATIONS  | ☒ COMPOSANTS    | ☒ LAMPES-TUBES  | ☒ PILES-ACCUS |
| ☒ AMPLIFICATEURS | ☒ ENCEINTES     | ☒ MIXAGES       | ☒ PLATINES CD |
| ☒ CABLE-CORDONS  | ☒ HAUT-PARLEURS | ☒ MULTIMETRES   | ☒ etc ...     |

**E44 ELECTRONIQUE**  
www.e44.com

Plus de 800 pages WEB  
Plus de 80Mo de données  
Documents fabricants  
Catalogue E44 intégral classé par catégories  
Les sélections de E44



Des promos chaque semaine  
Les liens vers les marques  
Des conseils pratiques  
Le téléchargement tarif  
Des fiches "contact"  
... à visiter absolument !



## PETITE HISTOIRE DE LA RADIO

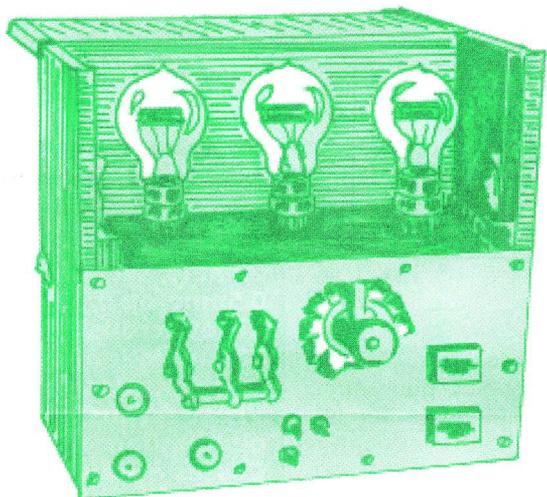
(7<sup>ème</sup> partie)

Entre 1901 et 1912, Richardson et Langmuir proposent d'expliquer l'effet Edison comme suit. Le chauffage du filament permet de créer une agitation des électrons qui circulent. Leur vitesse et l'énergie développée sont telles que certains s'échappent et se retrouvent libres dans le vide de l'espace situé entre le filament et la plaque. Le potentiel positif de la plaque attire ces électrons, ce qui donne naissance à la circulation d'un courant entre la plaque et le pôle positif de la batterie.

L'Anglais John Amboise Fleming construit une valve à deux électrodes, l'anode et la cathode, qui porte aussi le nom de diode (1905). L'apport de Lee de Forest dans cette suite de recherches consiste donc à ajouter la grille. La lampe à trois

électrodes, Paul Pichon, va contribuer à renverser la situation.

Paul Pichon est, à l'origine, un déserteur. Réfugié en Allemagne, il devient le précepteur des enfants du comte Arco, lequel a fondé la Telefunken. Passionné par le développement de la TSF, Pichon finit par accéder au poste de chef des brevets au sein de la Telefunken. Mais à la déclaration de la guerre, ce dernier décide de quitter l'Allemagne et s'embarque pour l'Angleterre où il rencontre le directeur de la Marconi. Ce dernier lui suggère de retourner en France afin de négocier ses connaissances techniques contre une grâce. Arrêté à Calais, Pichon demande à rencontrer le colonel Ferrié afin de lui communiquer des informations sur la triode. Aussitôt conduit auprès de



Amplificateur 3 lampes de l'Armée (1915)

électrodes, ou audion comme l'a baptisée son concepteur, ne porte pas encore le nom de triode lorsque se déclare la première guerre mondiale.

### ■ Course technologique.

L'importance des liaisons radio n'est plus à démontrer, tant pour le renseignement que pour la coordination des actions offensives. En ce début de conflit, l'armée allemande possède une avance technologique par rapport aux alliés puisque Telefunken a développé avec succès des lampes à trois électrodes qui sont intégrées à ses appareils. Le colonel Ferrié, sur qui repose le développement de la radio pour l'armée française, en est tout à fait conscient. Il a rencontré entre autres Fessenden et Lee de Forest (dont les travaux sont enfin reconnus) au cours d'un déplacement aux U.S.A., quelques mois avant le conflit. A peine rentré, Ferrié charge la SFR de lui fournir un exemplaire de l'amplificateur Fessenden. Pour des raisons tout à fait obscures, celui-ci ne parvient jamais à Ferrié. Un homme cepen-

Ferrié, il lui remet un exemplaire de cette lampe qu'il a emporté dans ses bagages.

L'étude de l'audion peut alors commencer, l'objectif étant bien entendu de déterminer l'ensemble de ses caractéristiques afin de produire de nouvelles lampes.

### ■ Les premiers essais.

Ferrié confie cette recherche au professeur Henri Abraham avec lequel il a déjà travaillé sur le détecteur électrolytique. Installé dans les locaux annexes de la Tour Eiffel, Abraham en vient rapidement à la conclusion qu'il est tout à fait possible d'améliorer les caractéristiques de l'audion. Il est alors envoyé à La Doua, qui est le centre de la TSF militaire sous le commandement du capitaine Péri. Le lieu n'est pas choisi au hasard puisque des entreprises locales sont en mesure de fabriquer les lampes, comme la société Grammont qui possède à la Croix Rousse un atelier en mesure de produire des ampoules de verre sous vide pour ses lampes à incandescence. La fabrication des grilles et des fila-

ments revient aux établissements Bocuze, spécialisés dans la tréfilerie des lamés.

En cette fin novembre 1914, deux prototypes sont soumis à l'examen de Ferrié. L'un est une reproduction fidèle de l'audion, alors que l'autre, plus original, privilégie un montage vertical des éléments à l'intérieur de l'ampoule. La consommation est plus importante que celle de l'audion, mais il gagne en robustesse. Ferrié privilégie ce dernier aspect dans la mesure où le matériel de campagne doit résister au transport dans les pires conditions. Les essais sur les prototypes d'émetteurs de la Tour Eiffel commencent peu après la réception des 6 lampes de présérie, fin décembre. Une *notice provisoire sur les récepteurs radiotélégraphiques modèle de la télégraphie militaire*, est éditée dans la foulée, au sein de laquelle on trouve le premier schéma d'une détection par grille.



Lampe TM

position : " *Votre différend résulte des questions de revendication de priorité vis-à-vis d'Abraham, au sujet de certains dispositifs de tubes à vide. J'en prends bonne note. Au fond, cela a bien peu d'importance, car j'ai la conviction absolue que les expérimentateurs étrangers ont déjà réalisé tous ces dispositifs...* ". Abraham est rappelé à Paris en mai 1915 et Péri continue avec Biguet, le chef de fabrication.

### ■ Fabrication en série.

La fabrication en série des lampes débute au mois de février 1915. Mais la collaboration entre Péri et Abraham est loin d'être fructueuse car les deux hommes ne s'apprécient guère. S'ils rendent compte de l'état de leurs recherches à Ferrié, il en va tout autrement entre eux, au point que Ferrié se voit contraint d'envoyer ce commentaire à Péri : " *... Il me paraît déplorable que des personnes différentes fassent les mêmes études indépendamment les unes des autres. Cela surtout en se servant du même fabricant...* ". Ce courrier est sans effet car leurs rapports ne cessent de se dégrader. L'origine de ce conflit larvé réside dans la volonté de chacun de prendre les brevets relatifs aux améliorations portées sur la lampe. Le 17 mars 1915, Péri propose que la lampe soit utilisée en oscillateur comme en amplificateur. D'autres travaux suivent, mais Ferrié reste sourd aux demandes répétées de dépôts de brevets de Péri. Agacé, il transmet ce courrier à Péri le 2 mai dans lequel il définit clairement sa

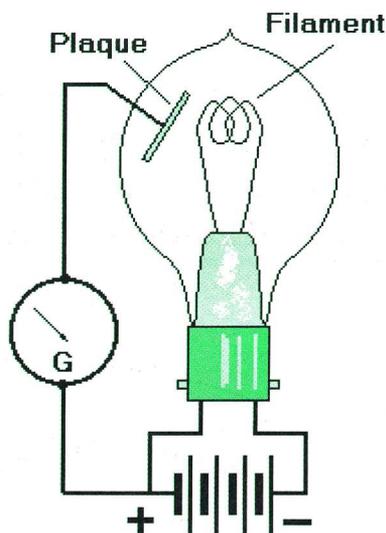
### ■ La lampe TM.

Mais les problèmes sont encore loin d'être résolus car les lampes expérimentées arrivent rarement en bon état. Suite à une remarque de Ferrié sur la grande fragilité de la plaque, Péri et Biguet décident d'adopter un montage horizontal des éléments inclus dans l'ampoule. A la mi-octobre 1915, une nouvelle série de 6 lampes de ce type est envoyée pour subir une série de tests. Elles s'avèrent à l'usage d'une robustesse sans équivalent, et d'un fonctionnement tout à fait satisfaisant. Péri et Biguet déposent finalement un brevet pour la lampe à structure horizontale. Plus connue sous l'appellation de lampe TM (Transmission Militaire), sa fabrication en série commence immédiatement. Les ateliers sortent plus d'un million de ces lampes au cours de la guerre afin d'alimenter l'armée française, comme les armées alliées.

Une part de son succès réside dans sa grande facilité d'utilisation, car la lampe TM possède un culot à 4 broches qui permet un changement rapide en cas de problème.

Mais les ateliers Grammont ne suffisent pas à la tâche, il faut trouver d'autres fabricants, d'autant plus que Ferrié voit d'un mauvais œil le fait de laisser le monopole des lampes à Péri. La Compagnie générale d'électricité est sollicitée car elle possède des ateliers de fabrication de lampes d'éclairage dans sa filiale d'Ivry.

Mais les lampes seules ne sont rien si on ne développe pas les matériels qui sauront en tirer le meilleur parti. C'est dans cette direction que Ferrié porte désormais ses efforts.



L'expérience d'EDISON

P. Rytter