



(8^e partie)

PETITE HISTOIRE DE LA RADIO

La fabrication en grande série des lampes TM (Transmission Militaire) permet aux équipes de techniciens et chercheurs réunis sous l'autorité de Ferrié de développer toute une gamme de nouveaux équipements à usage militaire qu'on retrouvera plus tard dans l'industrie civile.

La télégraphie par le sol.

La guerre est une guerre de position, où chacun essaie de tenir la ligne de tranchées qu'il occupe. Les communications sont cependant difficiles à établir entre les états majors et les divers boyaux que les soldats essaient péniblement d'entretenir entre les assauts et les bombardements de l'artillerie adverse. Lorsque les câbles téléphoniques sont sectionnés ou impossibles à poser, les liaisons sont maintenues par des pigeons ou des *coureurs*, les fantassins chargés de porter les messages. Il n'est pas rare qu'ils soient blessés ou tués au cours de ces missions périlleuses, ce qui a pour effet de mettre en cause la sécurité des hommes auxquels les informations sont destinées.

Ferrié a déjà travaillé en 1910 sur un procédé de transmission par le sol, sans obtenir les résultats escomptés. C'est une équipe menée par Perot, professeur de Polytechnique, qui reprend le projet en 1915 à l'observatoire de Meudon. Assisté par les officiers Jouaust et Labrouste, il obtient des résultats satisfaisants sur des distances de l'ordre de 2 km. Elle est rapidement multipliée par



suite p 24

INITIATION A LA ROBOTIQUE

Petits robots mobiles (1^{re} partie)

Un robot : auto-tampon

Voici un petit robot qui amusera les enfants et nous rappellera nos premiers jouets. Ce robot avance en ligne droite jusqu'à ce qu'il rencontre un obstacle, alors il recule, puis tourne un peu, et reprend son chemin en ayant évité l'obstacle. Cette première approche de la robotique mobile fait appel au sens du toucher par le biais d'un contact à l'avant du robot.

Principe du montage

La robotique mobile est autant un art qu'une science. Cette constatation indique la nécessité de faire

cohabiter diverses matières. L'une d'elles est la mécanique qui rebute les électroniciens que nous sommes devenus. Mais lorsque nous étions enfants, n'avions-nous pas réalisé des mobiles en LEGO qui ne deman-

daient qu'à être motorisés. Les grandes universités américaines utilisent les boîtes de construction LEGO pour apprendre à réaliser des robots. Nous les suivons avec un peu de retard, comme d'habitude ! Notre petit robot est équipé d'un pare-chocs qui commande l'inversion de

rotation de deux moteurs. En l'absence d'obstacle, notre robot avance en ligne droite. Lors d'un choc, deux temporisateurs sont activés mais ils n'ont pas les mêmes durées de temporisations. Conséquence de cette différence, un moteur reprendra sa rotation initiale avant l'autre.

On observe une rotation sur place du robot, avant qu'il ne reparte en marche avant, en évitant l'obstacle.

suite p 3

N°23 MAI 2000
NOUVELLE SÉRIE

SOMMAIRE

1 - PETITE HISTOIRE DE LA RADIO

2 - TECHNOLOGIE L'EFFET TRANSISTOR

3 - PETITS ROBOTS MOBILES (1) AUTO TAMPON

4 - QU'EST-CE QUE C'EST ? COMMENT CA MARCHE ? FLASH 4 (1)

7 - PIED A COULISSE ELECTRONIQUE

8 - COMMENT CALCULER SES MONTAGES

10 - GENERATION INTERNET

11 - CAPTEUR TACHYMETRIQUE

12 - LE COIN DE LA MESURE RESISTANCES NEGATIVES

16 - DECOUVREZ L'ANGLAIS TECHNIQUE DETECTEUR DE PASSAGE A ZERO AVEC UN LM311

18 - INITIATION AUX µCONTROLEURS BASIC STAMP (10)

21 - LAMPE DE POCHE

22 - ETUDE ET REALISATION D'UN STROBOSCOPE

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
Monsieur Georges-Antoine VENTILLARD
Administrateur

Directeur de la rédaction
Bernard FIGHIERA (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° 0699774699
Membre inscrit à Diffusion Contrôlée (OJD)

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





Les dispositifs à deux jonctions L'effet transistor

■ Définition

Un transistor est formé de deux jonctions de polarité opposée placées en série. Pour que l'effet transistor se manifeste, il faut que l'ensemble soit constitué par le même monocristal et que la partie centrale, en base, soit très mince. On peut donc obtenir

deux types de transistors NPN et PNP. L'étude du comportement des électrons et des lacunes de ces trois zones est menée comme pour la jonction de la diode. L'effet transistor se manifeste lorsque la jonction base-émetteur doit toujours être dans le sens passant.

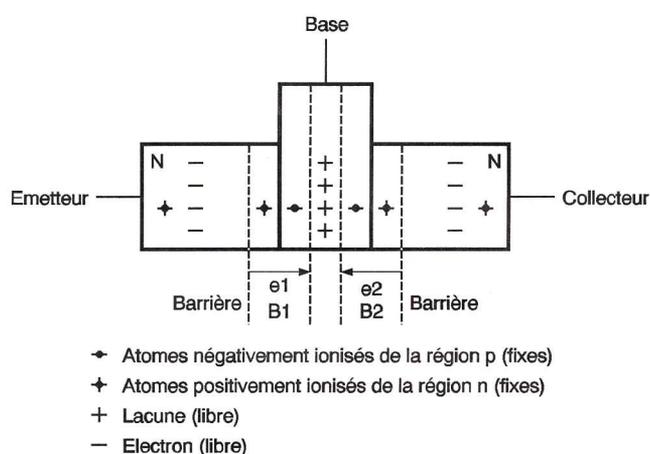


Fig 1 le transistor NPN non branché

deux types de transistors NPN et PNP. L'étude du comportement des électrons et des lacunes de ces trois zones est menée comme pour la jonction de la diode.

tion base-émetteur doit toujours être dans le sens passant.

Fonctionnement

Les lacunes apportées par V_{BB} sur la base vont se recombiner avec les atomes ionisés négativement, sup-

■ Transistor NPN

Soit un transistor non branché à une source (figure 1). Il s'établit deux barrières de potentiel B_1 et B_2 . Les champs internes e_1 et e_2 sont de sens opposés. Aux extrémités de la base, il se forme une région sans lacunes libres, ionisées négativement.

Au collecteur et à l'émetteur, près de la base, il se forme une région sans électrons, ionisée positivement. Si on branche une source extérieure entre collecteur et émetteur, on ne relève que le passage d'un courant inverse, quel que soit le sens de la polarité. En effet, il y a toujours une

recombinaison de lacunes et d'électrons de l'émetteur. Le courant de base prend naissance. A ce moment, les électrons de l'émetteur peuvent se

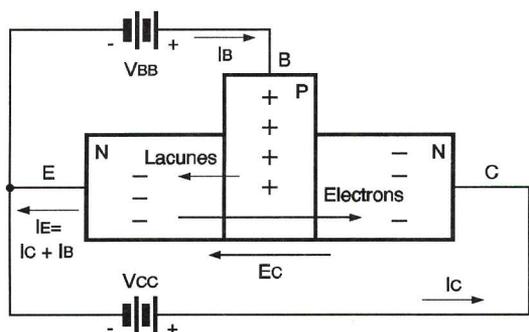


Fig 2 le transistor NPN polarisé correctement

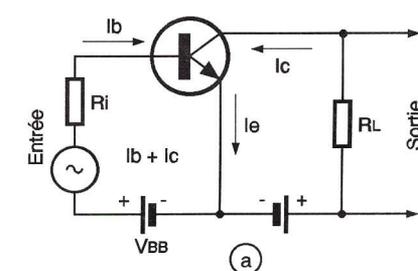
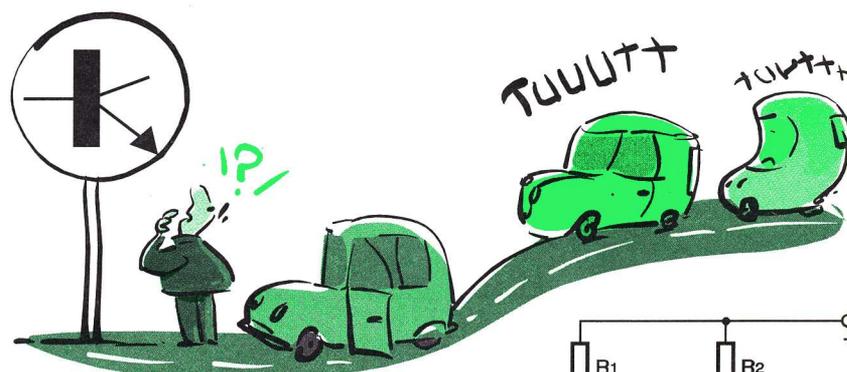


Fig 4a montage émetteur commun, théorique

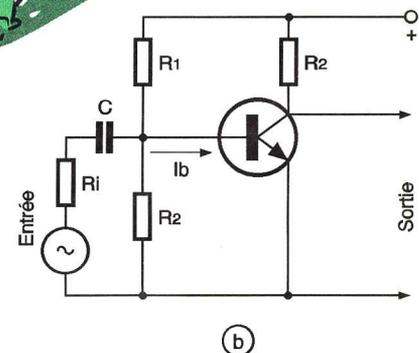


Fig 4b montage émetteur commun, pratique

recombinaison avec les lacunes de la base et sans l'action de champ électrique E_c atteindre le collecteur ; le courant collecteur peut débiter.

Su la figure 2, les flèches indiquent le sens traditionnel du courant et du champ du + vers le -. On est en présence de la caractéristique principale de l'effet transistor : un fort courant traverse une jonction polarisée en inverse, par suite de la proximité d'une jonction polarisée en direct $I_E = I_C + I_B$

C'est la jonction base/collecteur qui détermine le gain en courant et qui s'échauffe.

Si on inverse la polarité de V_{CC} sans

■ Transistor PNP

Son fonctionnement est explicité sur la figure 3. On inverse les polarités de V_{CC} et V_{BB} ; les courants sont inversés. V_{BB} apporte les électrons nécessaires pour supprimer la barrière de potentiel B_1 . Le courant de base prend naissance. Les lacunes en sur-nombre sont accélérées par le champ électrique E_c , créé par V_{CC} , le courant émetteur/collecteur prend naissance.

■ Les trois montages d'un transistor

Un transistor possède trois électrodes : émetteur, base, collecteur. En amplification, on distingue : le circuit d'entrée et le circuit de sortie ; c'est un quadripôle. Il y a donc une entrée et une sortie commune sur une électrode. On a donc trois montages.

Montage émetteur commun (figure 4)

Il est le plus utilisé. L'émetteur est à la masse. Le signal à amplifier est appliqué entre la base et l'émetteur. Le signal de sortie est recueilli entre collecteur et émetteur. Il est en opposition de phase par rapport au signal d'entrée.

Fig 3 le transistor PNP en fonctionnement

toucher à V_{BB} , un courant très intense se produit car il n'y a plus d'effet freinant de contrôle dans les deux barrières de potentiel. Le transistor est détruit.

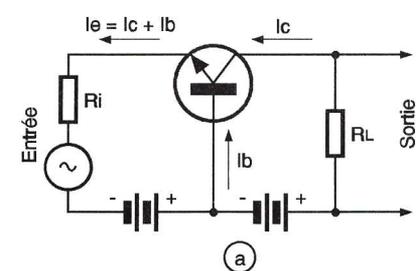


Fig 5a montage base commune, théorique

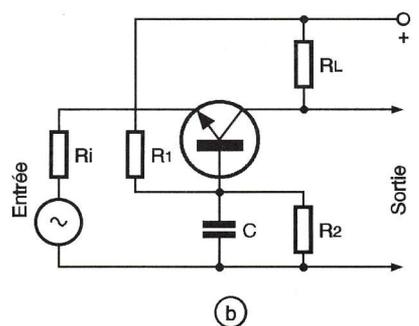
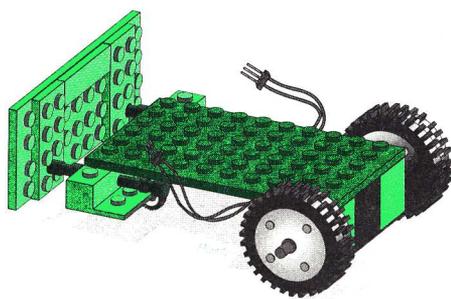


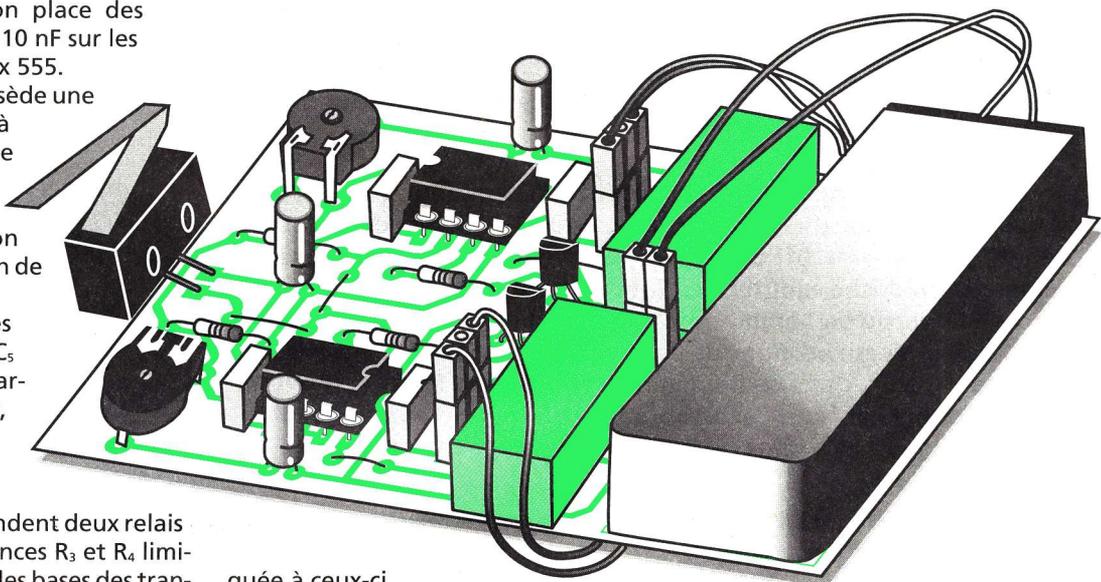
Fig 5b montage base commune, pratique



Le schéma électronique

La figure 1 montre le schéma de notre robot. Il est composé de deux parties identiques. Le contact représenté à gauche du schéma symbolise le pare-chocs du robot. Lorsque celui-ci est enfoncé, un niveau bas est appliqué, simultanément, sur les deux entrées des circuits Cl₁ et Cl₂. La résistance R₁ de 100 kΩ permet de maintenir un niveau haut en

valeurs. Pour améliorer la stabilité de la fonction, on place des condensateurs de 10 nF sur les broches 5 des deux 555. Ce composant possède une broche de remise à zéro, broche 4, que l'on va utiliser pour ajouter une temporisation de mise en fonction de notre robot. Les valeurs choisies des composants R₂ et C₅ permettent de retarder, de 5 secondes, le départ du robot. Les sorties des composants, broches 3, commandent deux relais 5V/2RT. Les résistances R₃ et R₄ limitent le courant sur les bases des transistors T₁ et T₂. Deux diodes, de roue libre D₁ et D₂, protègent les transis-



quée à ceux-ci. Remarque : l'autonomie d'un robot dépend de son alimentation et de la consommation des composants. Il faut choisir les composants dans cette optique. Exemple : les deux circuits 555 pour-

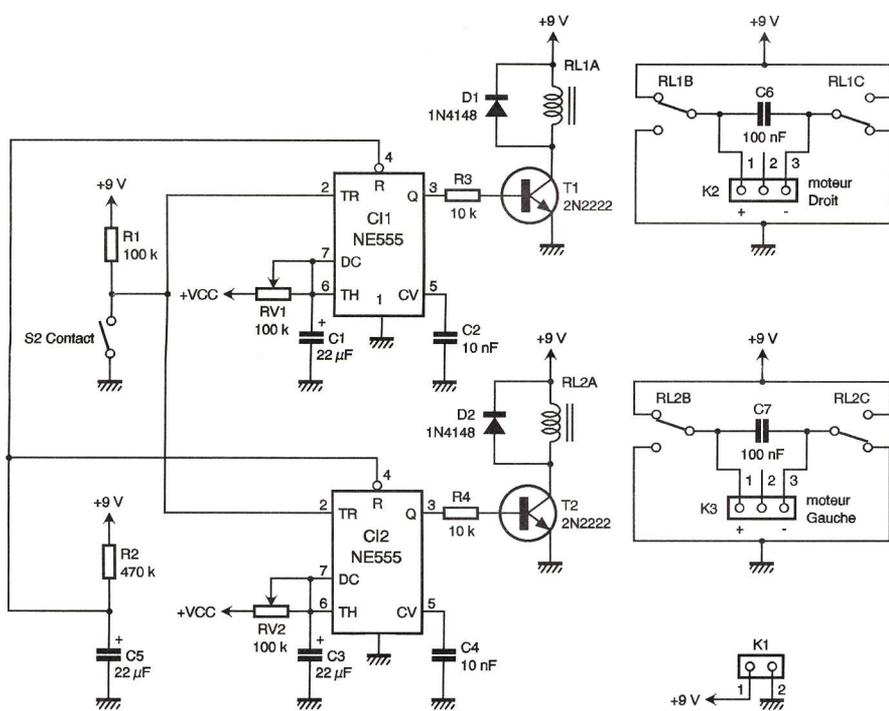


Fig 1

l'absence de collision. Cl₁ et Cl₂ sont deux circuits très connus, des 555, utilisés en monostable. La fonction monostable est utilisée, ici, pour générer des impulsions de grande durée. Les composants associés à cette fonction permettent de régler les durées des impulsions entre 1 et 3 secondes. On utilise des résistances variables RV₁ et RV₂ pour affiner les

tors contre les tensions élevées qui apparaissent, aux bornes des relais, lors de l'ouverture des transistors. Les relais sont des modèles classiques à deux circuits (2RT : Repos, Travail) qui permettent d'inverser le sens de rotation des moteurs du robot. Pour finir, deux condensateurs C₆ et C₇, de 100 nF, améliorent la réponse des moteurs en filtrant la tension appli-

Réalisation pratique

Les mains dans les LEGO, vous construirez la plate-forme en suivant le dessin avec son pare-chocs. La pile sera fixée sur le circuit imprimé par un élastique, qui servira aussi à bloquer le circuit sur la grande plaque LEGO. Le circuit imprimé de la figure 2 sera réalisé par un des moyens à votre disposition (transfert, stylo ou UV). Tous les trous sont percés avec un forêt de 0,8 mm puis agrandis à 1,2 mm pour RV₁ et RV₂. Trois ponts doivent être placés du côté composants. Les deux circuits intégrés seront placés sur des supports. Il faudra ajuster le bras de levier du micro-interrupteur au mieux contre le pare-chocs. Le réglage consiste à ajuster les deux résistances ajustables RV₁ et RV₂ pour que votre robot recule suffisamment puis tourne sur lui-même, du côté que vous choisirez, avant de poursuivre son chemin pour explorer le monde...

F. GIAMARCHI

NOMENCLATURE (électronique)

- R₁ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R₂ : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
- R₃, R₄ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- RV₁, RV₂ : 100 kΩ (horizontal)
- C₁, C₃, C₅ : 22 µF, 16V (vertical)
- C₂, C₄ : 10 nF
- C₆, C₇ : 100 nF
- D₁, D₂ : 1N4148
- T₁, T₂ : 2N2222
- Cl₁, Cl₂ : NE555, TLC555
- RL₁, RL₂ : relais 5V/2RT (voir circuit imprimé)
- 2 supports 2x4 broches et 2 supports 2x8 broches
- S₂ : micro-interrupteur avec bras de levier
- Pile ou accumulateur (type 6F22)
- Connecteur pour pile

NOMENCLATURE (LEGO)

- 1 plaque 10 sur 6
- 2 plaques 10 sur 2
- 1 plaque 8 sur 2
- 1 plaque 6 sur 2
- 2 plaques 4 sur 2
- 1 plaque 2 sur 2 (modèle pivotant)
- 1 cube 2 sur 2
- 2 briques 2 sur 1
- 2 petits moteurs 9V
- 1 petite roue sur plaque 2 sur 2
- 1 connecteur pour moteur coupé en deux
- 4 axes 4
- 2 roues (voir dessin)
- 4 petits éléments de blocage pour le pare-chocs

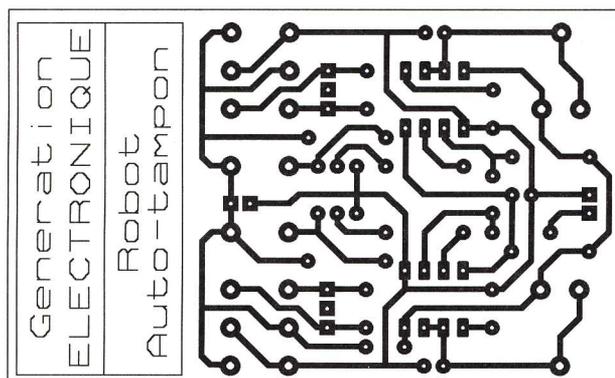


Fig 2

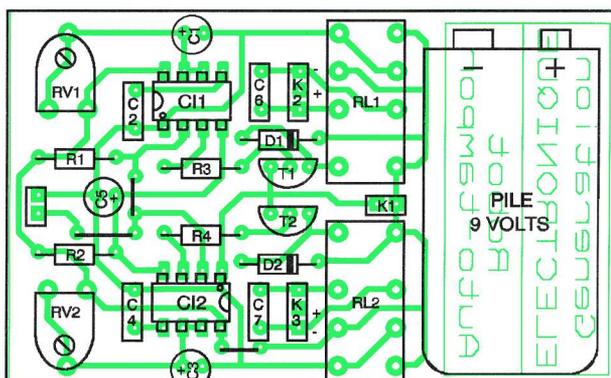


Fig 3



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

Utiliser Flash 4 dans les pages Web (1).

Nous avons déjà abordé la conception d'animations avec l'Animation shop de Paint shop Pro, lequel permet de dérouler des séquences linéaires. Efficace sur un plan démonstratif, il trouve ses limites si on désire ajouter de l'interactivité, comme le fait d'aller dans telle partie de l'animation lors d'un clic de souris sur un bouton. Notre objectif est donc de vous permettre de découvrir les possibilités offertes dans ce domaine par le logiciel Flash 4, d'autant que ce dernier est fourni actuellement en version d'évaluation limitée à quelques mois dans bon nombre de magazines.



Commencer avec Flash 4.

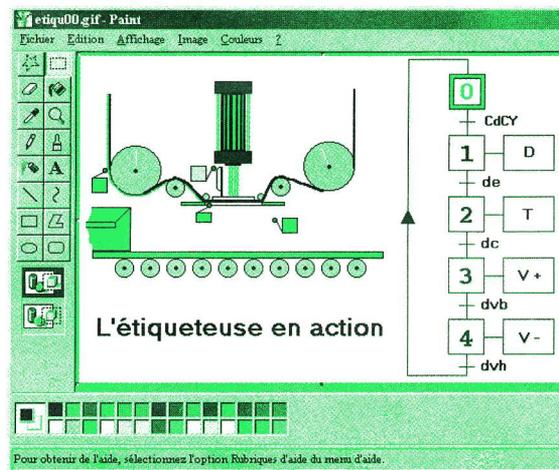
Au lancement de l'application, le programme affiche à l'écran les zones de travail. On distingue donc en premier lieu la scène, sur laquelle seront disposés les éléments nécessaires à la construction de l'animation. Dans la mesure où ce logiciel se base sur une métaphore de type cinématographique, la scène sera le lieu où vous disposerez les divers "acteurs" de l'animation. Bien entendu, comme sur une scène de théâtre les acteurs n'évoluent pas tous sur un même plan, de même que les décors. C'est la raison pour laquelle il est recommandé de travailler sur des calques qui contiennent soit un acteur mobile, soit un élément de décor fixe ou mobile lui aussi. Par principe, on n'utilise pas un même calque pour un objet statique et un autre animé. En outre, un seul élément animé sera disposé sur un calque.

La *time line* est l'outil de gestion des images qui composent une séquence d'animation. Elles sont numérotées de 1 à n, ce qui permet de dérouler celles-ci dans l'ordre croissant ou d'effectuer directement un saut vers un numéro précis, un point que nous aborderons dans le cadre de l'article suivant.

Viennent ensuite la barre d'outils située à gauche de la scène et la barre de menus placée très classiquement sur la partie haute de l'écran.

Le projet.

Il consiste à créer avec un groupe d'élèves une animation permettant de décrire le fonctionnement d'un système automatisé. Avant d'explorer les diverses possibilités qu'offre un logiciel comme Flash, il est nécessaire d'effectuer une prise en main en ayant recours à une animation simple. Nous avons donc choisi pour cela de commencer par une animation classique, image par image sim-

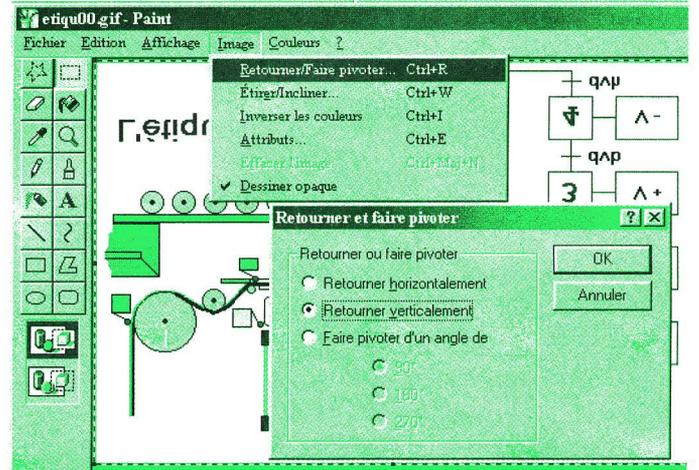


Écran 1

plement pour définir le rôle des fonctions principales. Le support de ce projet est le site consacré à l'étude des systèmes automatisés dans lequel nous plaçons l'animation qui décrit le fonctionnement de l'étiqueteuse (article précédent). Le découpage de la séquence en images doit rendre compte de l'état du Grafset et du système automatisé.

Dessiner l'animation.

Dès que le dessin de la machine au repos est achevé, vous devez déterminer ce que seront les étapes dans le déroulement du Grafset en



Écran 2

tenant compte des transitions. Vous obtenez ainsi un scénario complet qu'il suffit ensuite de mettre en images (avec le Paint dans notre cas pour que chacun puisse travailler sur son poste, écran 1).

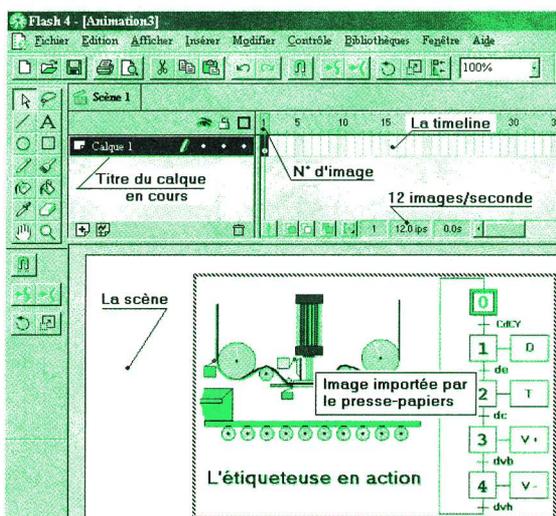
Dès que l'ensemble des dessins qui constituent l'animation sont prêts, il suffit de les retourner verticalement et de les enregistrer au format GIF (écran 2).

Construire la séquence.

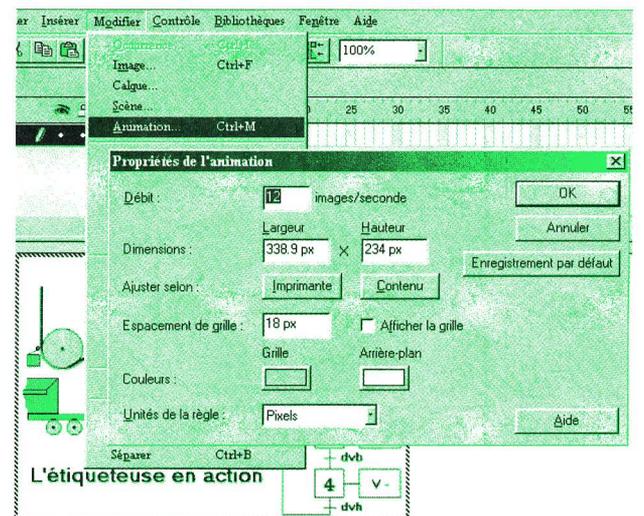
Lancez Flash 4. Le travail s'effectue sur le calque 1 affiché par défaut sur la scène. Il suffit donc maintenant de

coller les images en les important via le presse papier.

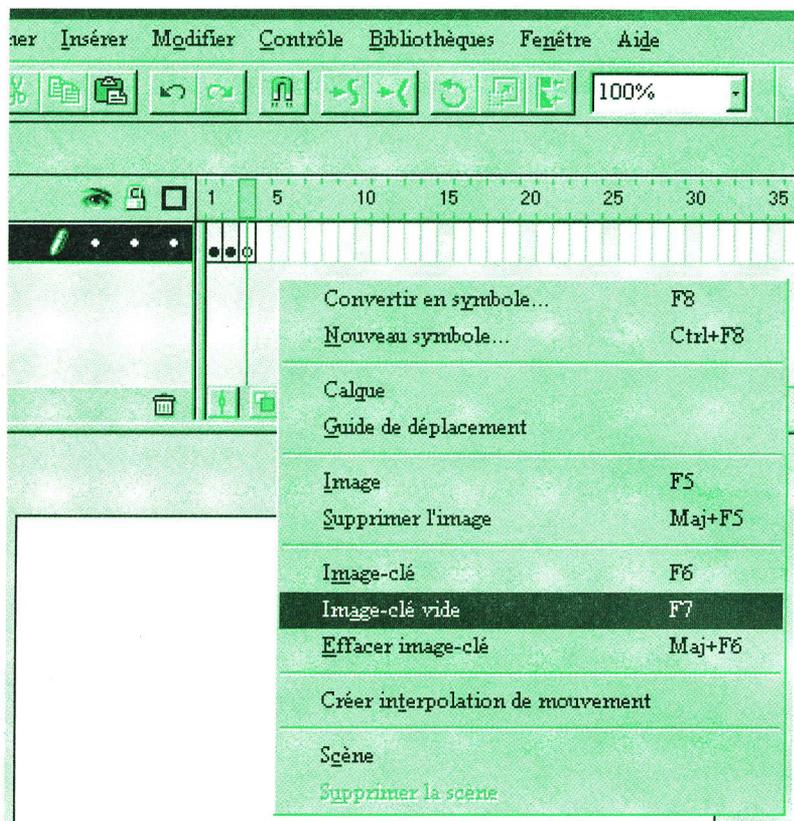
A partir du Paint, on ouvre l'image 1 de la séquence et on effectue un Copier. Réduisez ensuite le Paint puis sélectionnez *Edition* et *Coller* dans Flash 4. L'image 1 s'affiche sur le calque comme indiqué sur l'écran 3. Elle est centrée sur la scène qui, par défaut, s'avère être d'un format supérieur. La première étape va donc consister à faire coïncider la taille de la scène avec celle de l'image. Il faut donc faire glisser l'image en la positionnant bord à bord sur le coin supérieur gauche de la scène. Cliquez ensuite sur *Modifier* de la barre des menus puis *Animation*. S'affiche alors la fenêtre des propriétés de l'animation dans laquelle vous pouvez modifier les paramètres principaux (écran 4).



Écran 3



Écran 4



Écran 5

La vitesse par défaut est fixée à 12 images par seconde, ce qui est tout à fait satisfaisant pour que notre animation soit réaliste. Si vous désirez ralentir la vitesse, diminuez cette valeur.

Pour ajuster la dimension de la scène au contenu, cliquez sur le bouton *Contenu* puis OK, ce qui a pour effet de limiter ses dimensions au format de l'image. Vous aurez sans doute l'impression que l'image est plus petite et que certains traits sont effacés. C'est normal en ce sens que l'échelle de l'espace de travail est réduite par rapport à la taille effective de l'animation. En fait, cela n'affecte en rien le résultat final, comme vous pourrez le constater en visualisant par la suite la page Web.

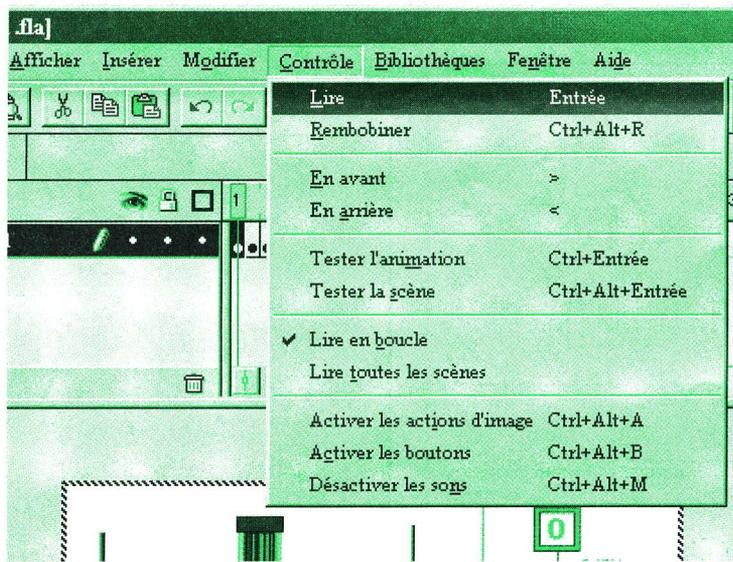
■ Ajouter des images.

Une animation comporte "n" images qu'il faut afficher successivement. Pour déposer l'image 2, cliquez sur la case encore vide de la Time line située à côté de la case 1. Cliquez ensuite sur *Insérer* puis *Image clé vide* pour ajouter une image sur le calque (écran 5). L'image clé (en fait, la première image déposée) est une image définie et éditée de l'animation, de même que l'image clé vide qui n'est rien d'autre que le réceptacle du nouveau dessin (avant de se transformer en image clé). A la différence des images clé, les images ne possèdent pas de contenu. Elles ne sont donc pas éditables, comme dans le cas d'une interpolation entre deux images clé (l'interpolation consiste à déterminer les images initiales et finales en laissant au programme le soin de créer les images intermédiaires. On indique donc uniquement le nombre d'images qui doivent être ainsi créées, mais leur contenu n'est pas déterminé). Notre animation comporte 17 images clé sans interpolations de

déplacement. L'écran 6 donne l'état de la Time line avant l'enregistrement.

■ Lire l'animation.

Pour vérifier qu'elle fonctionne en donnant le résultat escompté, il suf-

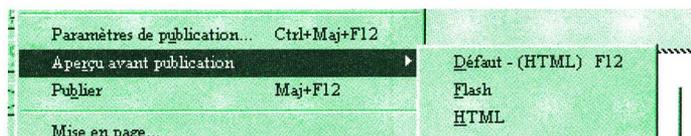


Écran 7

fit de cliquer sur *Contrôle* et *Lire*. Cochez l'item *Lire en boucle* pour que l'animation se répète indéfiniment, ce qui permet de mieux juger de son rendu (écran 7). Attention, car l'échelle de déroulement de l'animation est réduite.

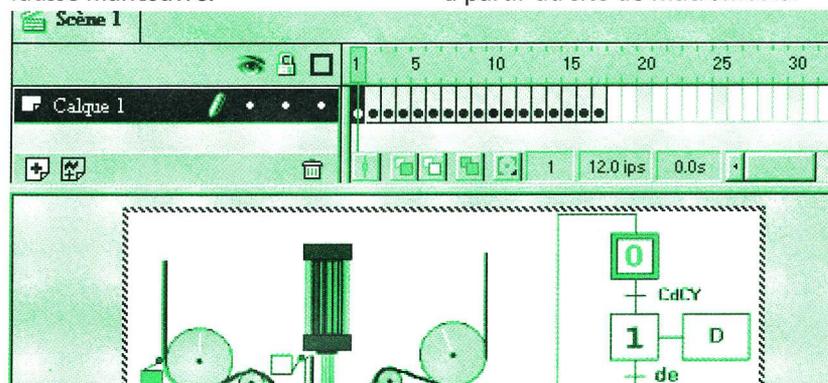
■ Publier l'animation.

La dernière étape consiste à publier l'animation sur un format compatible avec le Web. Cette dernière partie est automatisée, mais il reste



Écran 9

encore à définir les paramètres d'intégration tels que la lecture en boucle, l'échelle, la qualité, etc... Ces réglages s'obtiennent avec *Fichier* puis *Paramètres de publication*. La largeur et la hauteur doivent correspondre aux dimensions réelles de l'image en pixels, que vous pourrez obtenir par l'intermédiaire du Paint ou de tout autre logiciel de dessin. L'écran 8 donne une petite idée de ces valeurs par rapport à l'exemple développé. Enregistrez l'animation, ce qui vous met à l'abri d'un blocage en cas de fausse manœuvre.



Écran 6

Toujours à partir du menu *Fichier*, choisissez *Aperçu* avant publication pour voir ce que donne votre travail traité à l'intérieur du navigateur (écran 9). Enfin, choisissez *Publier* pour créer une page HTML du même nom que l'animation.

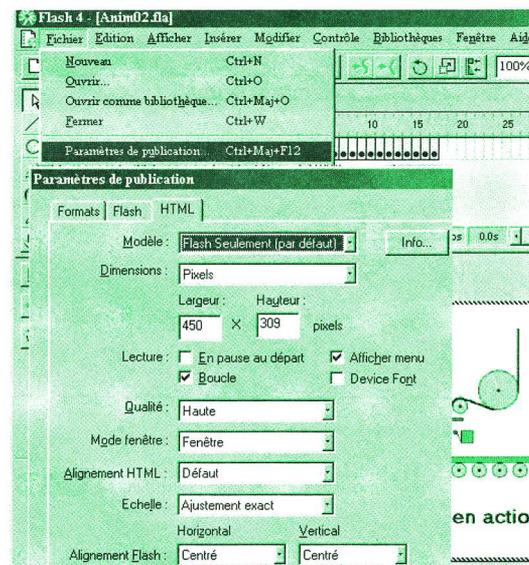
consacré à l'automatisme (écran 10), dont le code est donné dans l'annexe 2.

■ Lecture sur le Web.

Le navigateur doit disposer du plug-in Shockwave Flash pour lire l'animation, ce qui n'est pas un obstacle dans la mesure où ce logiciel est largement utilisé par les concepteurs de sites Web. Il y aura donc de fortes chances pour que le lecteur de votre page l'ai déjà chargé sur son disque à partir du site de Macromédia.

En outre, les PC équipés de Windows 95,98 ou NT qui utilisent Explorer ont directement recours à un ActiveX qui s'installe automatiquement. Enfin, le Quicktime 4 accepte ce format.

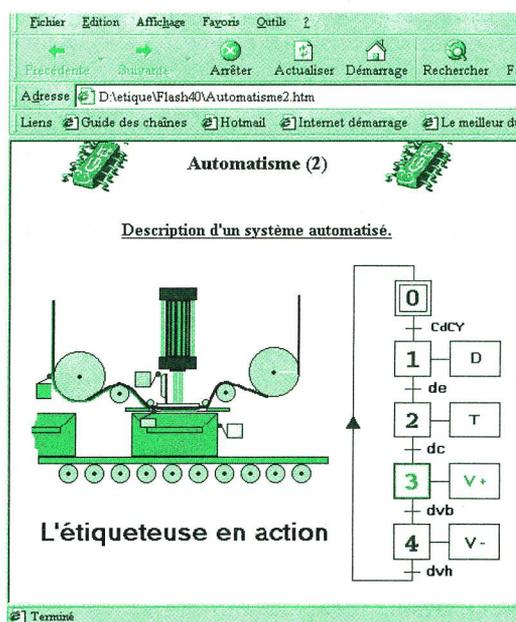
P. Rytter



Écran 8

■ Intégrer le code dans sa page Web.

L'annexe 1 donne le code produit par Flash 4 lors de la publication. Commencez donc par préparer la page Web en laissant un espace pour l'insertion de l'animation. Nous avons choisi de l'insérer dans la seconde partie du site



Écran 10

■ Annexe 1 :

Code source de la page créée par Flash.

```
<HTML>
<HEAD>
<TITLE>Anim01</TITLE>
</HEAD>
<BODY bgcolor="#FFFFFF">
<!-- URL's used in the movie-->
<!-- text used in the movie-->
<OBJECT classid="clsid:D27CDB6E-AE6D-11cf-96B8-444553540000"
codebase="http://active.macromedia.com/flash2/cabs/
swflash.cab#version=4,0,0,0"
ID=Anim02 WIDTH=450 HEIGHT=309>
<PARAM NAME=movie VALUE="Anim01.swf"> <PARAM NAME=quality
VALUE=high> <PARAM NAME=scale VALUE=exactfit> <PARAM
NAME=bgcolor VALUE=#FFFFFF>
<EMBED src="Anim01.swf" quality=high scale=exactfit
bgcolor=#FFFFFF WIDTH=450 HEIGHT=309 TYPE="application/x-
shockwave-flash"
PLUGINS PAGE="http://www.macromedia.com/shockwave/
download/index.cgi?Pl_Prod_Version=ShockwaveFlash"></EMBED>
</OBJECT>
</BODY>
</HTML>
```

■ Annexe 2 :

Intégration au code de la page.

```
<HTML>
<HEAD>
<META HTTP-EQUIV="Content-Type" CONTENT="text/html;
charset=windows-1252">
<META NAME="Generator" CONTENT="Microsoft Word 97">
<TITLE>Automatisme2</TITLE>
<META NAME="Template" CONTENT="C:\Program Files\Microsoft
Office\Office\HTML.DOT">
</HEAD>
```

```
<BODY TEXT="#000000" LINK="#0000ff" VLINK="#800080"
BACKGROUND="Image5.jpg">
<P ALIGN="CENTER"><CENTER><TABLE CELLSPACING=0 BORDER=0 CELL-
PADDING=4 WIDTH=383>
<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">Automatisme
(2)</B></FONT></TD>
<TD WIDTH="23%" VALIGN="TOP">
<P ALIGN="CENTER"><IMG SRC="puce04.gif" WIDTH=65
HEIGHT=59></TD>
</TR>
</TABLE>
</CENTER></P>
<B><U><P ALIGN="CENTER">Description d'un syst&egrave;me auto-
matis&eacute;. </P>
<P>Exemple</U> : </B> une &eacute;tiqueteuse.
<OBJECT classid="clsid:D27CDB6E-AE6D-11cf-96B8-444553540000"
codebase="http://active.macromedia.com/flash2/cabs/
swflash.cab#version=4,0,0,0"
ID=Anim02 WIDTH=450 HEIGHT=309><PARAM NAME=movie
VALUE="Anim02.swf">
<PARAM NAME=quality VALUE=high><PARAM NAME=scale VALUE=exact-
fit>
<PARAM NAME=bgcolor VALUE=#FFFFFF>
<EMBED src="Anim02.swf" quality=high scale=exactfit
bgcolor=#FFFFFF WIDTH=450 HEIGHT=309 TYPE="application/x-
shockwave-flash"
PLUGINS PAGE="http://www.macromedia.com/shockwave/
download/index.cgi?Pl_Prod_Version=ShockwaveFlash">
</EMBED></OBJECT></P>
<P>Description du&nbsp;nbsp;fonctionnement :
```

Ici le texte de description du fonctionnement

```
</P></BODY>
</HTML>
```

Suite de la page 2 (TECHNOLOGIE)

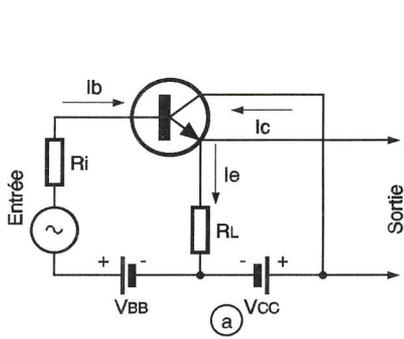


Fig 6a montage collecteur commun, théorique

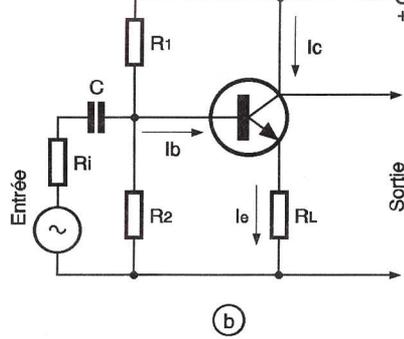


Fig 6b montage collecteur commun, pratique

Montage base commune (figure 5)

Il est utilisé en HF. En effet, un même transistor oscille et amplifie à une fréquence trois fois plus élevée en base commune, par rapport au montage émetteur commun. Il est employé également lorsque la sortie doit attaquer une impédance élevée. Le signal de sortie est en phase avec le signal d'entrée.

Montage collecteur commun (figure 6)

Il est employé lorsque la sortie doit attaquer une impédance faible. Le signal de sortie est en phase avec le signal d'entrée.

Alternance positive

La tension d'entrée augmente, I_b augmente. I_c augmente en fonction du gain en courant. La chute dans la résistance de charge augmente, la tension de sortie diminue.

Alternance négative

C'est l'inverse : la tension d'entrée diminue. I_b diminue ainsi que I_c . La chute dans la charge diminue, la tension de sortie augmente.

Commutation

Le transistor fonctionne en tout ou rien. La tension d'entrée positive débloque le transistor. Lorsqu'elle est suffisamment négative, il se bloque. Respectivement, la tension de sortie est nulle ou égale à V_c .

■ Utilisations des transistors

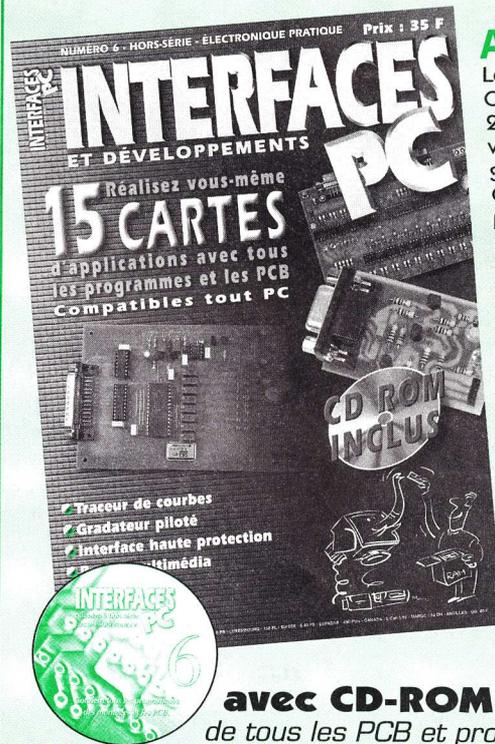
Amplification

Exemple en émetteur commun sur signal alternatif :



R. BESSON

VIENT DE PARAITRE



Au sommaire :

Les mémoires du PC - Utilisation du CDROM - Interconnexion par câble de 2 ordinateurs sous Windows - Le clavier PC et son interface - Un PC de 200 grammes - **Les 15 cartes à réaliser :** Convertisseur A/N sur 12 bits par le port série - Mini programme sur site pour Basic Stamp 2 - Gradateur piloté par PC - Tracéur de courbes courant/tension par le port parallèle - Interface d'expérimentations haute protection pour port parallèle - Programmeur CYPRESS CY7C6300 - Système d'entrées/sorties pour port parallèle EPP - Programmeur d'ispGAL 22V10 - Registres à décalage sur PC - Voltmètre à mémoire - Dump d'une cartouche SNES - Sur le CDROM, un montage en multimédia - Identificateur et testeur de câbles - 2 adaptateurs pour entrée micro - Carte à convertisseur A/N pour port parallèle

avec CD-ROM inclus

de tous les PCB et programmes du numéro + des centaines de pages de catalogues produits, des démos gratuites....

Interfaces PC est un hors série du magazine Electronique Pratique

www.eprat.com

CHEZ VOTRE MARCHAND DE JOURNAUX 35^F

Un pied à coulisse électronique

L'amateur d'électronique que vous êtes est quelquefois confronté à la mesure du diamètre d'un foret ou d'une vis ou, encore, de l'épaisseur d'un objet quelconque. Le réglet classique, habituellement utilisé pour la mesure des longueurs, ne convient pas vraiment et ne se révèle pas très pratique à l'usage. L'outil idéal est, bien entendu, le pied à coulisse qui permet, dans sa version même la plus élémentaire, d'estimer des mesures au dixième de millimètre.

La lecture se fait sur une règle graduée en acier avec une partie fixe et un bec mobile. C'est le mathématicien Pierre VERNIER qui inventa, en quelque sorte, cet instrument ou son principe dès le XVIème siècle déjà ! On trouve de nos jours une version digitale qui dispose d'un afficheur minuscule à LCD avec mesure au 1/100ème de millimètre en lecture directe et avec une facilité déconcertante. Il n'est donc plus besoin de lire sur l'échelle principale la lon-

gueur en millimètres puis d'ajouter, grâce au vernier mobile, le nombre de 1/10ème ou 1/100ème de millimètre supplémentaire en cherchant attentivement la coïncidence de deux graduations ! Nous vous proposons de construire une version très rudimentaire d'un pied à coulisse électronique adoptant, pour principe, la conversion d'un déplacement en résistance, donc finalement en variation de tension qu'il ne restera plus qu'à lire sur un quelconque voltmètre. En somme, avec un étalonnage correct, au lieu de lire des volts continus, nous procéderons directement à la lecture de millimètres ! L'utilisation d'un potentiomètre à piste linéaire nous facilitera la tâche et nous réaliserons, à faible coût, notre convertisseur longueur tension.

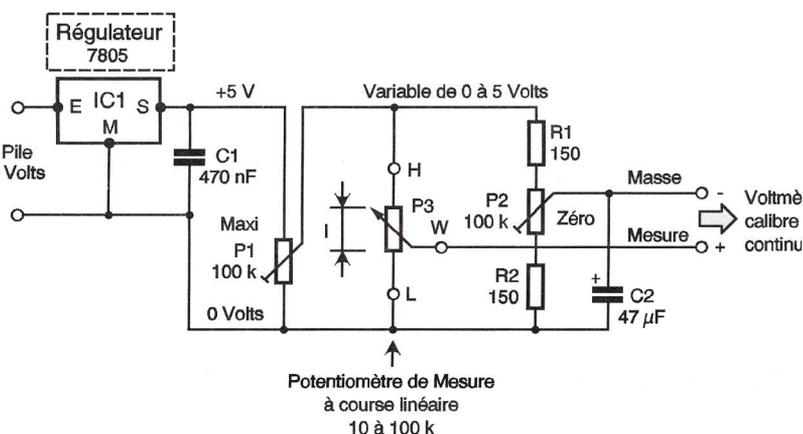


Fig 1 Schéma de principe

gueur en millimètres puis d'ajouter, grâce au vernier mobile, le nombre de 1/10ème ou 1/100ème de millimètre supplémentaire en cherchant attentivement la coïncidence de deux graduations !

Nous vous proposons de construire une version très rudimentaire d'un pied à coulisse électronique adoptant, pour principe, la conversion d'un déplacement en résistance, donc finalement en variation de tension qu'il ne restera plus qu'à lire sur un quelconque voltmètre. En somme, avec un étalonnage correct, au lieu de lire des volts continus, nous procéderons directement à la lecture de millimètres ! L'utilisation d'un potentiomètre à piste linéaire nous facilitera la tâche et nous réaliserons, à faible coût, notre convertisseur longueur tension.

Le schéma électronique

Il est donné à la figure 1 et brille plutôt par son extrême simplicité. Il y a vraiment peu de composants à mettre en œuvre et, encore, des plus ordinaires. Le "cœur" du montage est, bien entendu, le potentiomètre à déplacement linéaire P3 que l'on choisira d'une course assez longue

et d'une valeur ohmique comprise entre 10 et 100 kΩ, mais en évitant de prendre une échelle de variation logarithmique. Les trois connexions indispensables seront notées H, L et surtout W pour le curseur mobile. Si une tension continue connue est appliquée entre les bornes H et L, elle sera directement proportionnelle à la position du curseur selon le principe bien connu du pont diviseur en courant continu. On supposera que la précision de la mesure

sera liée à la qualité de fabrication de la piste résistante. Si le curseur est positionné du côté de la broche L, elle-même reliée à la masse de l'alimentation, on devine aisément que la tension de sortie par rapport à celle-ci sera nulle sur le curseur W.

Pour nous affranchir de l'usure de la pile de 9V faisant office d'alimentation, nous avons inséré un régulateur IC₁ délivrant une tension continue de 5V filtrée par le condensateur C₁. Mais alors, à quoi peut donc bien servir l'ajustable P₁ ? Tout simplement à appliquer sur le potenti-

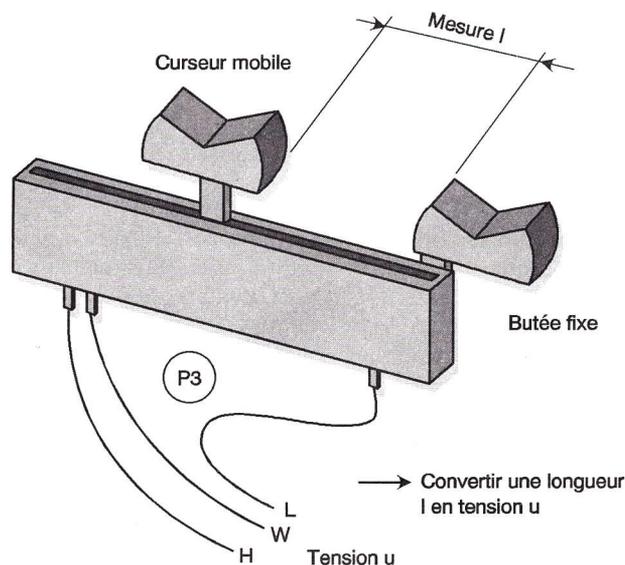


Fig 4 Détails de réalisation

mètre de mesure P₃ une tension continue connue, multiple par exemple de l'intervalle de mesure ou, mieux encore, égale en volts à l'écartement maximal de notre pied à coulisse. C'est donc bien le réglage du maximum de notre mesure.

Comme tout appareil de mesure qui se respecte, nous avons prévu un tarage au zéro qu'il est facile de justifier : lorsque le pied à coulisse est

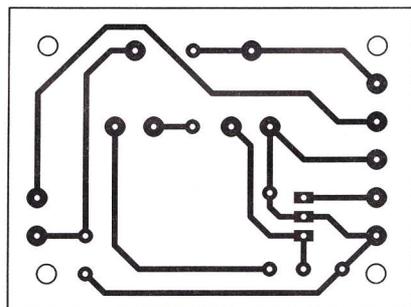


Fig 2 Tracé du circuit imprimé

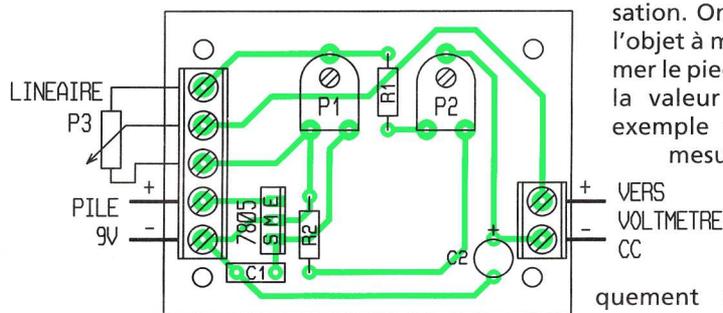


Fig 3 Implantation des éléments

fermé totalement, il faut que la valeur en volts lue en sortie soit nulle. C'est là le rôle de notre ajustable P₂ qui permet une sorte de mesure différentielle. Son curseur représente la broche négative de la sortie destinée au voltmètre. La suite se devine aisément : entre la masse ou "zéro artificiel" de P₂ et la broche W variable du potentiomètre de mesure, on relève une tension continue directement proportionnelle à la mesure de la longueur entre le curseur mobile et une butée fixe. Voir la figure 4 pour les détails de la construction.

Réalisation pratique

Nous proposons un minuscule tronçon de circuit imprimé à la figure 2 qui regroupe les quelques rares composants décrits. Pour une utilisation intensive, il serait peut-être utile de remplacer P₁ et P₂ par des modèles réglables à l'extérieur d'un boîtier. On pourra ajouter une LED de mise sous tension et un inter de mise en marche.

La procédure de mesure d'une longueur est la suivante :

- ouvrir au maximum le curseur du pied à coulisse et mesurer précisément la distance entre la butée fixe et le curseur.

- Si cette valeur est par exemple de 45mm, régler P₁ pour obtenir sur son curseur (ou broche H) précisément 4,5V.

On aura donc 1000mV pour 10mm.

- fermer totalement le pied à coulisse, donc mesure nulle.

Un voltmètre continu en sortie doit indiquer 0V, sinon l'obtenir en réglant précisément P₂.

L'étalonnage est terminé, l'appareil est fin prêt pour l'utilisation. On peut insérer l'objet à mesurer et fermer le pied à coulisse. Si la valeur lue est par exemple de 2,19V, la mesure est théori-

quement de 21,9mm. Pratique, non ?

On pourra d'ailleurs

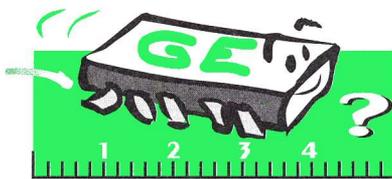
construire un tableau de conversion, puis tracer une courbe pour constater que la droite de variation de R (résistance) ou U (tension) en fonction de L (longueur) est proche d'une droite.

La simplicité de cet outil devrait une fois de plus aider les plus jeunes lecteurs à bien saisir le principe d'une conversion de grandeur physique en grandeur électrique.

G. ISABEL

NOMENCLATURE

- IC₁ : régulateur 5V positif, 7805, boîtier TO220
- R₁, R₂ : 150 Ω 1/4W
- P₁, P₂ : ajustables horizontaux 100 kΩ, pas de 2,54mm
- P₃ : potentiomètre à déplacement rectiligne, course 40 à 60mm, échelle de variation linéaire, valeur peu critique de 10 à 100 kΩ
- C₁ : 220 à 470 nF/63V plastique
- C₂ : 47 µF/25V chimique vertical
- Bloc de 2 et 3 bornes vissé-soudé, pas de 5mm
- 2 boutons pour potentiomètre linéaire
- 2 boutons pour coupleur pression pile 9V



COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?

23^e partie

Même si, pour beaucoup d'électroniciens amateurs, les circuits logiques ne manipulent que des zéros et des uns, c'est à dire en fait que deux niveaux de tension bien précis, cela ne veut pas dire que l'on peut faire tout et n'importe quoi avec eux sans réaliser aucun calcul. En effet, si l'on ignore les quelques principes de base qui caractérisent leurs entrées et leurs sorties, il est très facile de réaliser des montages qui ne fonctionnent pas comme prévu ou qui, ce qui est pire, sont instables.

Nous vous proposons donc de découvrir maintenant les informations indispensables que vous devez connaître avant d'utiliser des circuits logiques. Comme vous pourrez le constater, les calculs qui en découlent sont fort simples puisqu'ils se résument le plus souvent à de l'arithmétique classique ; encore faut-il la réaliser comme il faut et avec les bonnes données.

■ De très nombreuses familles

Il y a une dizaine d'années, présenter les circuits logiques était fort simple car il y avait grosso modo deux familles : les circuits TTL et les circuits CMOS. Ce n'est hélas plus le cas aujourd'hui car l'on dénombre plus de vingt familles logiques différentes et que certaines sont des amalgames de circuits bipolaires et CMOS. Nous allons cependant essayer de simplifier tout cela car, au niveau amateur, on ne rencontre le plus souvent que deux ou trois familles de base. Nous ferons donc volontairement l'impasse sur les autres, étant entendu que si vous avez à y faire appel, il vous suffira de prendre connaissance de leurs paramètres importants, dont nous

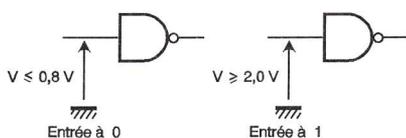


Fig 1 Définition des niveaux logiques TTL vus du côté des entrées ...

verrons les noms et significations dans la suite de cette étude, et de leur appliquer les calculs que nous vous aurons présentés avec nos familles de base.

Même si, historiquement, les premiers circuits intégrés logiques ont été les circuits RTL (Resistor Transistor Logic) qui ont été suivis très rapidement par les circuits DTL (Diode Transistor Logic), le vrai démarrage

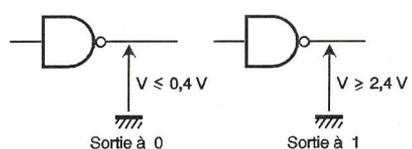


Fig 2 ... et vus du côté des sorties

des circuits intégrés logiques a eu lieu avec les célèbres circuits TTL ou Transistor Transistor Logic. Ces circuits ayant véritablement régné sans partage sur la logique électronique pendant de nombreuses années, ils sont devenus une véritable référence qui est encore incontournable aujourd'hui puisque, même pour des circuits réalisés en technologie NMOS ou CMOS, on parle de niveaux TTL et de compatibilité TTL.

■ Les niveaux TTL

Comme vous le savez certainement, les circuits logiques ne manipulent que des informations binaires, c'est à dire des zéros et des uns. Un niveau logique zéro est représenté par une certaine tension et un niveau logique un par une autre. Ceci, bien sûr, est purement théorique puisqu'une tension ne présente jamais une valeur parfaitement définie. On devrait donc dire, en réalité, qu'un niveau logique correspond à une fourchette de tension et c'est justement ce que définit la

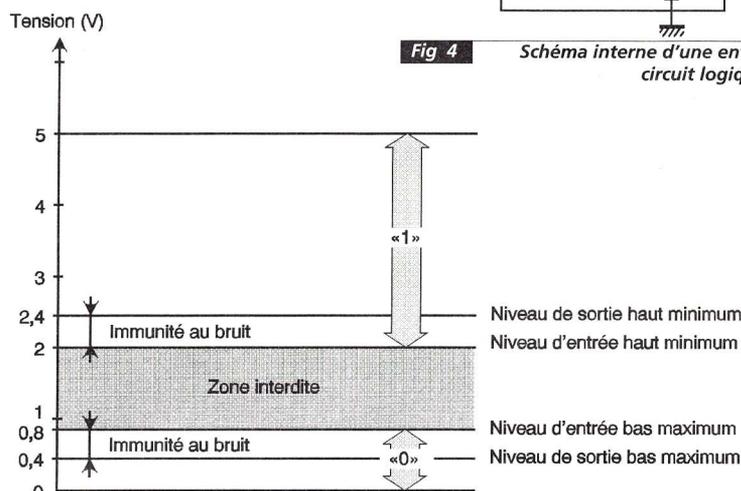


Fig 3 Toutes les informations relatives aux niveaux TTL résumées en une seule figure

fameuse compatibilité TTL.

De ce fait, lorsqu'un circuit, quel qu'il soit et quelle que soit sa technologie, se réclame de niveaux TTL, cela présente une signification bien précise que nous allons détailler maintenant.

Les circuits TTL les plus courants sont alimentés sous une tension unique de 5 V positive par rapport à la masse. Par définition, résultant en fait des caractéristiques techniques des premiers circuits TTL :

- un niveau logique "0" ou niveau logique bas est représenté par toute



tension comprise entre 0 et 0,8V, - un niveau logique "1" ou niveau logique haut est représenté par toute tension comprise entre 2,0V et 5V.

Et entre les deux nous direz-vous ? Et bien c'est la fameuse "zone interdite" c'est à dire une plage de tension dans laquelle un signal se trouve à un niveau indéterminé. Un tel niveau ne doit pas normalement exister dans un circuit logique bien conçu car il conduit nécessairement à des résultats imprévisibles. En effet, les circuits logiques qui le

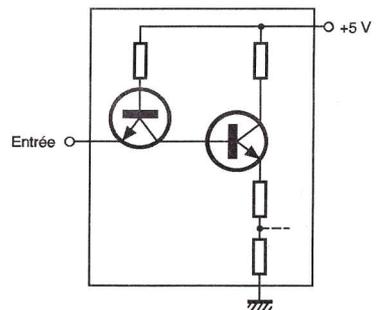


Fig 4 Schéma interne d'une entrée de circuit logique TTL

à 0,79V, le circuit B va considérer qu'elle est à "0",

- si la tension de sortie de A est égale à 0,81V, le circuit B va considérer que cette tension est dans la bande interdite et risque de fonctionner n'importe comment.

Tout cela n'est pas sérieux et surtout n'est pas fonctionnel car, si vous avez déjà un peu pratiqué l'électronique, vous savez très bien qu'une fluctuation de tension telle que celle de notre exemple, soit de 0,02V ou encore 20mV, est monnaie courante même avec une bonne alimentation stabilisée.

Pour pouvoir fonctionner de façon fiable et stable, la logique TTL définit donc deux autres seuils de tension comme nous allons le voir maintenant.

■ Niveaux d'entrée et de sortie et immunité au bruit

Ce que nous venons de voir n'est pas faux mais, comme le montre la figure 1, concerne seulement l'entrée d'un circuit TTL. Ainsi, une entrée de circuit TTL considère qu'elle "voit" :

- un niveau logique haut pour toute tension reçue supérieure à 2,0V,
- un niveau logique bas pour toute tension reçue inférieure à 0,8V.

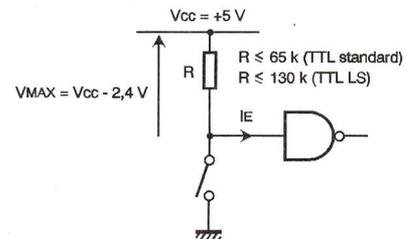


Fig 5 Pour forcer un niveau haut, une résistance relativement importante peut être utilisée

Par contre, afin d'être certain de se prémunir contre les incertitudes mises en évidence dans l'exemple ci-dessus et comme le montre la figure 2, les sorties des circuits TTL ont été conçues de telle façon que, dans le plus mauvais des cas :

- elles génèrent un niveau logique haut supérieur à 2,4V,
- elles génèrent un niveau logique bas inférieur à 0,4V.

On dispose donc d'une marge de sécurité de 0,4V entre les niveaux extrêmes de sortie de l'un et d'entrée de l'autre dans les deux cas, ce qui résout le problème précédent. Cette marge de sécurité s'appelle en fait l'immunité au bruit. En effet, si la tension de sortie d'une porte logique est perturbée par des parasites, ce qui est très souvent le cas dans les systèmes logiques complexes où se trouvent des horloges rapides, ces perturbations doivent atteindre une amplitude de 0,4V

avant d'influencer les niveaux logiques réels vus par le circuit suivant. L'appellation immunité au bruit est donc parfaitement justifiée. Tout ceci peut donc être représenté graphiquement sur la **figure 3** qui résume l'essentiel de ce qu'il faut savoir des niveaux logiques TTL. Retenez donc bien que dès lors qu'un circuit présente des entrées ou des sorties compatibles TTL, il doit respecter les niveaux de cette figure.

■ Du circuit théorique au circuit réel

Deux autres paramètres importants, concernant nos circuits logiques, ne se voient pas directement sur les schémas mais peuvent influencer de façon non négligeable sur le comportement d'un montage ; il s'agit des courants d'entrée et de sortie. En effet, on a un peu trop tendance à considérer que l'on peut relier entre eux les circuits logiques comme l'on veut et qu'une sortie à un ou à zéro le sera toujours, même si elle doit alimenter de nombreuses autres entrées. En fait, il n'en est rien comme nous allons le voir sans plus

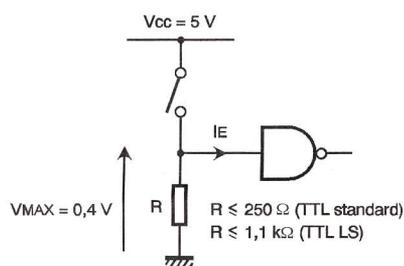
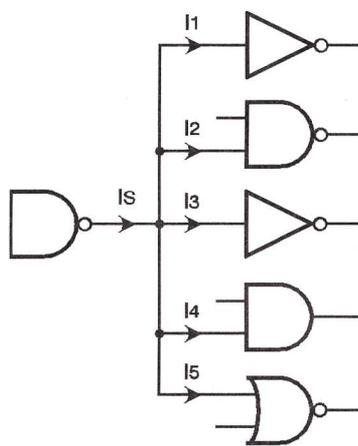


Fig 6 Pour forcer un niveau bas, il faut être plus prudent

tarder. Examinons tout d'abord les entrées car c'est là que se posent les problèmes les plus pernicioeux. Comme le montre la **figure 4**, l'entrée d'une porte logique TTL a toujours lieu sur



$$I_S = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5$$

Fig 7 Il ne faut pas oublier que la sortie doit pouvoir fournir un courant égal à la somme de celui consommé par toutes les entrées suivantes

l'émetteur d'un transistor bipolaire. Il y circule donc nécessairement un courant non négligeable, mais très différent selon que l'on veut mettre cette entrée au niveau haut ou au niveau bas.

Si l'on veut mettre une entrée TTL au niveau haut au moyen d'une résistance lorsqu'un interrupteur est ouvert, comme indiqué **figure 5**, il faut faire en sorte que la tension présente sur l'entrée soit supérieure ou égale à 2,4V (afin de conserver l'immunité au bruit de 0,4V). La valeur maximum permise pour cette résistance est donc :

$$R_{MAX} = (V_{CC} - 2,4) / I_e \text{ où}$$

- V_{CC} est la tension d'alimentation du circuit, soit 5V dans la majorité des cas,

- I_e est le courant d'entrée au niveau haut du circuit logique. Comme

Fig 8

nous le verrons par la suite, ce courant varie selon la technologie TTL utilisée. Avec des circuits TTL standards il est de 40 μ A, avec des circuits TTL LS (Low power Schottky) il est de 20 μ A.

On en déduit donc les deux valeurs maximum de résistances admissibles :

$$R_{MAXSTD} = 2,6 / 40 \cdot 10^{-6} \text{ soit environ } 65 \text{ k}\Omega \text{ pour les TTL standards.}$$

$$R_{MAXLS} = 2,6 / 20 \cdot 10^{-6} \text{ soit environ } 130 \text{ k}\Omega \text{ pour les TTL LS.}$$

Si vous réalisez le schéma de la **figure 5** avec une valeur de résistance supérieure, le niveau de votre entrée pourra devenir indéfini en entrant dans la zone interdite et conduire votre montage à avoir un comportement imprévu. Compte tenu des valeurs de résistances permises, ce n'est cependant pas ce forçage au niveau haut qui pose en général problème mais plutôt le forçage au niveau bas.

Examinons en effet la **figure 6** dans laquelle on veut maintenir une entrée TTL au niveau bas lorsque l'interrupteur est ouvert. Cette fois-ci, le niveau de tension maximum présent à l'entrée de la porte doit être de 0,4V si l'on veut conserver notre immunité au bruit de 0,4V. La valeur maximum de la résistance est donc déterminée par la relation :

$$R_{MAX} = 0,4 / I_e$$

où I_e est toujours le courant d'entrée de la porte, mais au niveau bas cette fois. Et c'est là que les choses se gâtent car, si le courant d'entrée au niveau haut était relativement faible, ce n'est plus le cas au niveau bas. Ce courant varie aussi suivant la technologie utilisée mais il est tout de même de 1,6 mA pour les familles TTL standards et de 0,36 mA pour les familles TTL LS. Cela nous donne les valeurs de résistances maximum suivantes :

$$R_{MAXSTD} = 0,4 / 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ soit environ } 250 \Omega \text{ pour les TTL standards.}$$

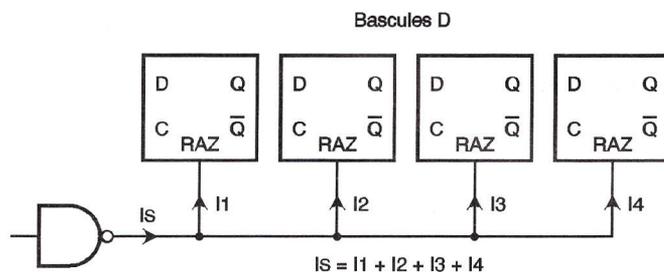
$$R_{MAXLS} = 0,4 / 0,36 \cdot 10^{-3} \text{ soit environ } 1,1 \text{ k}\Omega \text{ pour les TTL LS.}$$

Il est donc très facile, que ce soit avec l'une ou l'autre de ces familles, de générer un "mauvais" niveau bas. Ce courant d'entrée au niveau bas

relativement important a une autre conséquence qui peut être fâcheuse comme le montre la **figure 7**. Dans ce schéma, la sortie d'une porte logique commande l'entrée de cinq portes différentes, ce qui n'a rien d'extraordinaire dans des réalisations un tant soit peu importantes. Si l'on travaille avec des circuits TTL standards, notre sortie au niveau haut devra pouvoir fournir un courant de :

$$I_s = 5 \times 40 \cdot 10^{-6} \text{ A soit } 200 \mu\text{A} \text{ ce qui ne pose pas de problème.}$$

Par contre, il lui faudra fournir au niveau bas :



Un schéma qui a l'air correct

$I_s = 5 \times 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ A soit } 8 \text{ mA}$ ce qui commence à approcher les limites de certains circuits.

■ Des entrées très gourmandes

Les précautions que l'exemple précédent vous aura peut-être incitées à prendre peuvent cependant se trouver réduites à néant si vous ne prêtez pas attention à un autre paramètre qui tient à la structure interne des circuits utilisés.

La **figure 8** montre ainsi un schéma très classique dans lequel la sortie d'une porte logique commande les

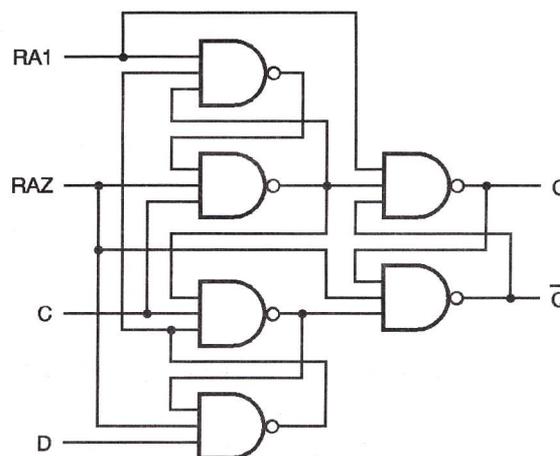


Fig 9 Voici pourquoi le montage de la figure 8 risque de ne pas fonctionner correctement

entrées de remise à zéro (RAZ) de quatre bascules D. Ce schéma, qui semble devoir fonctionner comme il faut puisque, dans le pire des cas, il va falloir fournir 4 x 1,6 mA soit 6,4 mA, peut en fait poser problème. En effet le calcul que nous venons de faire est faux !

Pour le comprendre, il suffit d'examiner la **figure 9** qui présente le schéma interne d'une bascule D. On y constate que l'entrée RAZ, qui est justement celle qui nous intéresse, aboutit en fait sur trois portes internes. Son courant d'entrée est donc de 3 x 1,6 mA !

La porte qui commande les entrées RAZ des quatre bascules doit donc en réalité fournir un courant maximum de :

$I_s = 4 \times 3 \times 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ A soit } 19,2 \text{ mA.}$ Si l'on ne prend pas de précautions lors de son choix, elle risque de ne pas pouvoir y arriver alors même qu'un examen rapide du schéma du montage ne permet pas de voir où se situe le problème.

■ Entrance et sortance

Pour éviter ce genre de calcul, même s'il n'est pas très compliqué, deux "unités" particulières ont été définies lors du développement de la logique TTL : l'entrance et la sortance d'un circuit.

L'entrance d'un circuit, ou plus exactement de l'entrée d'un circuit, est un nombre sans dimension qui définit son courant d'entrée tandis que la sortance d'un circuit est un nombre, sans dimension également, qui qualifie son courant de sortie. Lorsque l'on relie la sortie d'un circuit à l'entrée de plusieurs autres, il ne reste plus alors qu'à s'assurer que la somme des entrances est inférieure ou égale à la sortance pour être certain que les niveaux logiques seront conservés.

Pour les portes logiques élémentaires (ET, OU, NON, NON-ET, NON-OU, OU EXCLUSIF) on a les données suivantes :

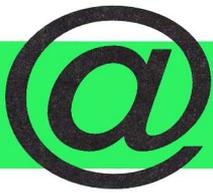
- entrance de 1 et sortance de 10 en TTL standard,
- entrance de 0,5 et sortance de 5 en TTL LS.

Cela veut dire que, pour les deux familles, une sortie de porte élé-

mentaire peut commander jusqu'à dix entrées de portes élémentaires.

■ Du côté de la sortie

Dans un certain nombre de montages, il est fréquent qu'une sortie de circuit logique commande autre chose que les entrées de circuits suivants, et l'on voit nombre de portes logiques commander directement des LED. Une telle opération est en effet possible sans risque mais pas n'importe comment.



L'ENCYCLOPEDIE DES CIRCUITS ELECTRONIQUES

Lors de l'élaboration d'un projet électronique, nous sommes toujours à la recherche des caractéristiques d'un composant. Pour ce faire, il existe les fameux data-books ou mieux encore les moteurs de recherche disponibles dans les CD-rom actuels contribuant ainsi à optimiser la recherche. Le site consulté ce mois-ci (<http://www.tds-net.com/>) offre la possibilité de télécharger une version de démonstration d'une encyclopédie sur les circuits électroniques.

Le site de la Société TDS propose une gamme d'outils logiciels et de banque de données relatifs à l'électronique, sous forme de data-net, ou encore de guide de recherche pour composants électroniques.

Les outils logiciels, dont une version d'évaluation de guide de recherche est téléchargeable à partir du site, permettent d'accéder rapidement à des caractéristiques de composants. Un outil efficace qui semble indispensable aujourd'hui pour mener à bien un projet de réalisation électronique.

Le guide master des semi-conducteurs

Un des principaux outils, présent sur le site et faisant l'objet de la rubrique de ce mois-ci, est le guide master des semi-conducteurs. Celui-ci propose une base de données de plus de 63 000 transistors, diodes, thyristors, mosfet et unijonctions dans laquelle on peut effectuer une recherche suivant :

- le nom ou un nom approchant (voir figure 1),
- une caractéristique électrique (Vce ou Ic d'un transistor),
- une fonction ou encore
- une équivalence.

Les caractéristiques sont alors regroupées dans un tableau où l'on retrouvera les éléments essentiels caractérisant le composant (figure 2). L'impression de cette page est possible rendant ainsi une exploitation aisée du document aussi bien dans le laboratoire d'électronique que dans l'atelier de fabrication.

Le lien existe aussi vers le boîtier propre au composant associé à ses dimensions, et même si la qualité du document existant est de moindre qualité, il n'en reste pas moins pour autant très utile en réalisation (figure 3).

Le conseil de Génération Internet Le site évoqué ce mois-ci donne accès à des produits logiciels d'encyclopédie et de recherche de composants, commercialisés en version française, dans lequel on trouvera aussi un dictionnaire anglais-fran-

çais des termes relatifs à l'électronique.

Nous vous invitons à tester le moteur de recherche du guide master, dont une version d'évaluation est téléchargeable sur le site et qui constitue un outil simple d'utilisation et facilitant l'accès à des caractéristiques de composants essentiels dans la mise en oeuvre d'un projet à caractère électronique.



Écran

La sélection de G.E.

Vous recherchez une idée de projet, des renseignements sur un composant électronique, des informations sur la techno Collège ou encore un contact avec un autre Collège ?

- Un site plein d'idées et propice à l'innovation avec vos élèves. http://ourworld.compuserve.com/homepages/galiana_philippe/
- Des projets et des idées d'activités de la 6ème à la 3ème ! <http://www.A.Marin@wanadoo.fr>
- Le dé électronique à réaliser avec vos élèves.

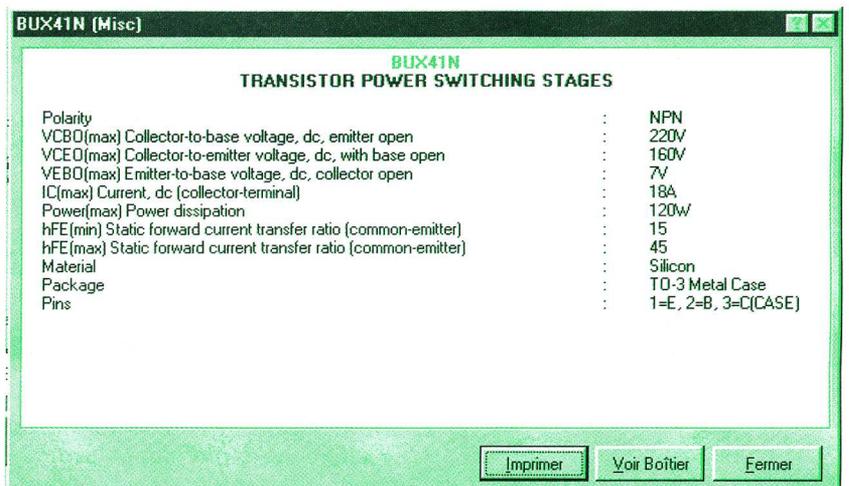


Fig 2

Caractéristiques du composant.

Génération Electronique à déjà cherché pour vous !

En vous proposant une liste d'adresses Internet sélectionnées et classées par centre d'intérêt :

La CAO en ligne !

- Un logiciel de CAO simple d'emploi ! <http://www.mdmagic.com>

Des projets, rien que des projets !

- Des dossiers de fabrication en ligne !

<http://www.union-fin.usr/jmdefais>

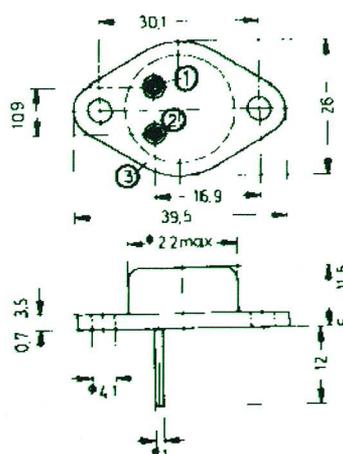


Fig 3

Dimensions du boîtier.

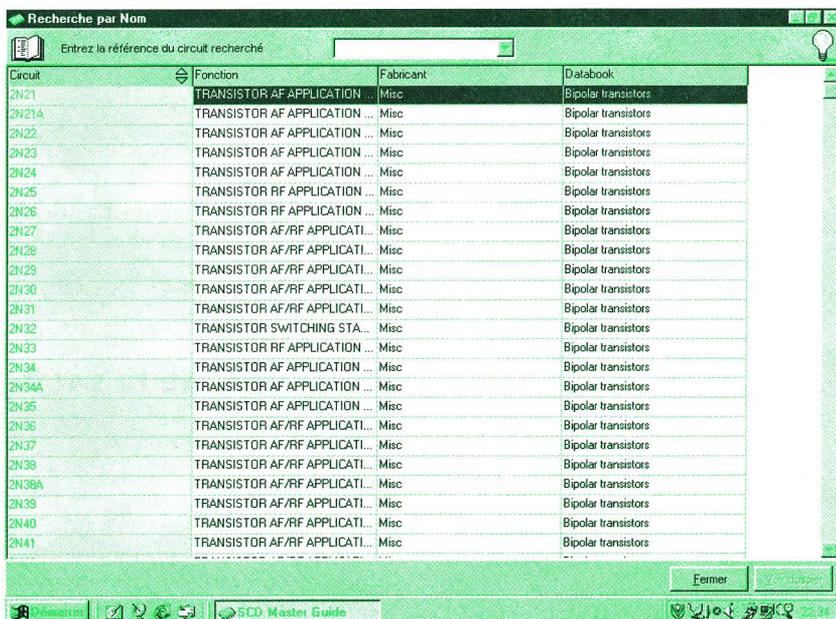


Fig 1

Recherche par nom.

<http://perso.3dnet.fr/technojm/>

Contacts avec d'autres Collèges et Académies.

- L'Association de la technologie au Collège : l'incontournable !

<http://www.members.aol.com/assetec/default.htm>

- De nombreuses adresses Internet pour naviguer dans le domaine de la Techno Collège.

Site <http://www.ifrance.com/delbourg/liens00.htm>

Que fait-on après le Collège dans le domaine de la technologie ?

- Des compétences transversales ou que fait-on après le Collège en Technologie.

Site <http://perso.club-internet.fr/siningel/>

Transferts de compétences et conseils pour la Techno Collège.

- L'Université de Lille propose sur le Web des cours sur l'électronique.

<http://www.univ-lille1.fr/~eudil/bbsc/phys/>

- Des conseils pour la réalisation de la fabrication du circuit imprimé ainsi que pour la technique du wrapping.

<http://www.cif.fr>

Eric FELICE.

Un capteur tachymétrique

■ A quoi ça sert ?

La mesure de la vitesse concerne très souvent celle de la vitesse de rotation des machines tournantes (moteurs, alternateurs, génératrices) à des fins de surveillance ou de mesure précise pour la régulation et l'asservissement. Notre capteur mesure en fait une fréquence de rotation qu'il nous suffit de convertir par intégration en une tension proportionnelle à la dite vitesse. La pièce tournante à contrôler entraîne dans son mouvement un ou plusieurs aimants ou, encore, obture, magnétiquement s'entend, l'espace entre un aimant fixe et le capteur sensible. L'intérêt de cette méthode de mesure réside dans le fait qu'il n'y a pas de contact direct sur l'objet en rotation et, n'utilisant pas de système optique, nous pourrions envisager sa mise en œuvre dans des milieux poussiéreux ou pollués. Sa robustesse et sa simplicité s'adapteront à bon nombre d'applications ; correctement étalonné, il sera possible de visualiser directement la vitesse sur un multimètre ou sur un afficheur spécifique. En outre, il n'est guère difficile d'exploiter le signal obtenu pour activer un relais en cas de sur ou sous-vitesse par exemple.

■ Comment ça marche ?

Nous utilisons un petit capteur magnéto-résistif portant la référence 2SSP et notamment disponible pour un coût raisonnable chez RADIOSPARES. Il présente des caractéristiques omnipolaires qui permettent son activation par un pôle NORD ou un pôle SUD. Il est environ dix fois plus sensible qu'un simple capteur à effet HALL. Sa tension d'alimentation devra être comprise entre 6 et 24V continus. Il est représenté sur notre schéma proposé à la figure 1 ; l'utilisation du régulateur de tension 7809 permet de stabiliser la tension d'alimentation dans le cas où un étalonnage précis doit être obtenu. La sortie centrale du petit détecteur est appliquée à travers R₁ sur la base du transistor T₁, sur le collecteur duquel nous disposons périodiquement d'une impulsion rapidement mise en forme et inversée par une première porte logique NOR. A travers la diode D₁, tous les fronts positifs déclenchent la bascule monostable construite à l'aide de deux autres portes NOR du circuit IC₁. La période très courte du signal de sortie dépend essentiellement du condensateur C₄ et de l'ajustable P₁.

Il ne reste plus qu'à "intégrer" cette succession d'impulsions de même durée, mais de plus en plus nombreuses si la vitesse de rotation de l'aimant augmente. Le condensateur chimique C₆ se charge et produit une tension directement proportionnelle aux impulsions mesurées. A l'aide de l'ajustable P₂, il sera possible de doser la tension de sortie qu'il sera possible de mesurer sur un simple multimètre calibre 2 à 10V continus.

■ Comment fait-on ?

Nous avons développé une petite plaquette dont le tracé des pistes de cuivre à l'échelle 1 est donné sur la figure 2. Quelques borniers à souder permettront le raccordement de l'alimentation et du capteur magnéto-résistif qu'il est possible d'éloigner au moyen d'un petit câble à deux conducteurs + la masse.

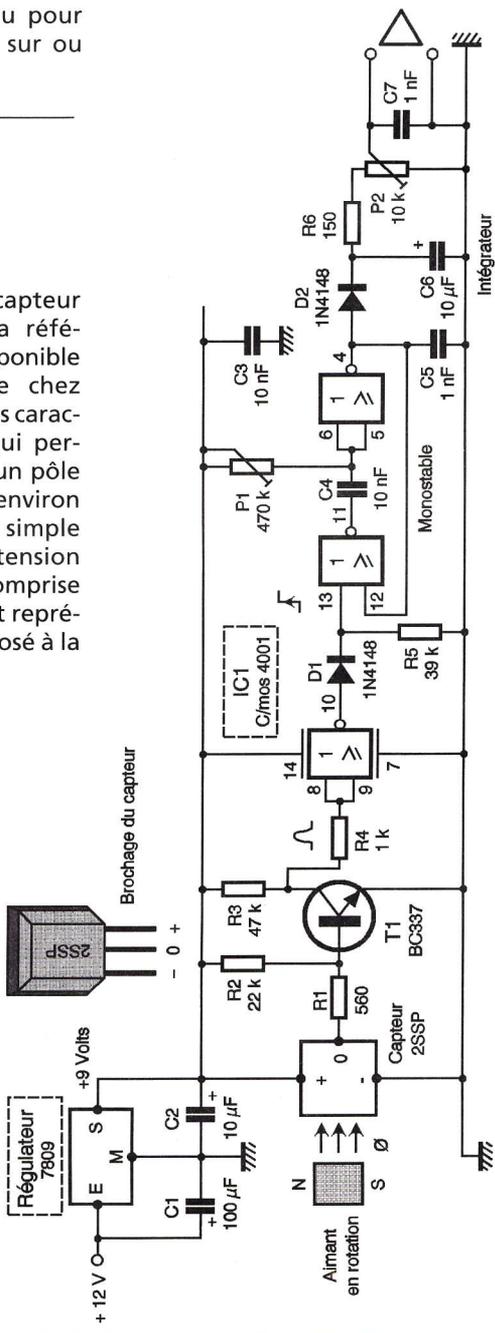
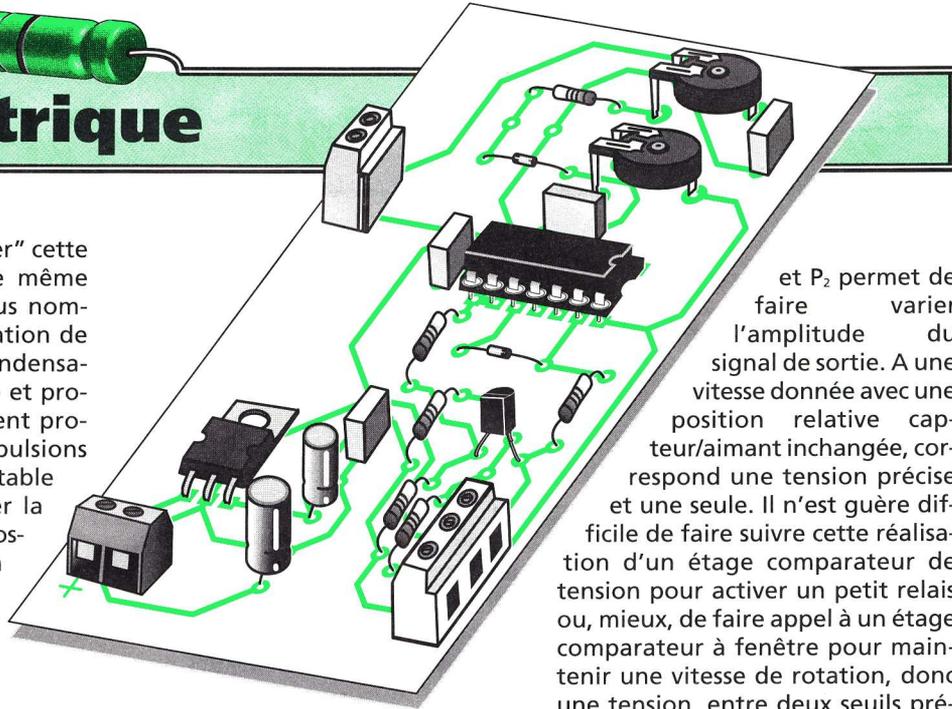


Fig 1



et P₂ permet de faire varier l'amplitude du signal de sortie. A une vitesse donnée avec une position relative capteur/aimant inchangée, correspond une tension précise et une seule. Il n'est guère difficile de faire suivre cette réalisation d'un étage comparateur de tension pour activer un petit relais ou, mieux, de faire appel à un étage comparateur à fenêtre pour maintenir une vitesse de rotation, donc une tension, entre deux seuils précis.

G. ISABEL

Le réglage est fort simple : l'ajustable P₁ règle la longueur de l'impulsion du monostable

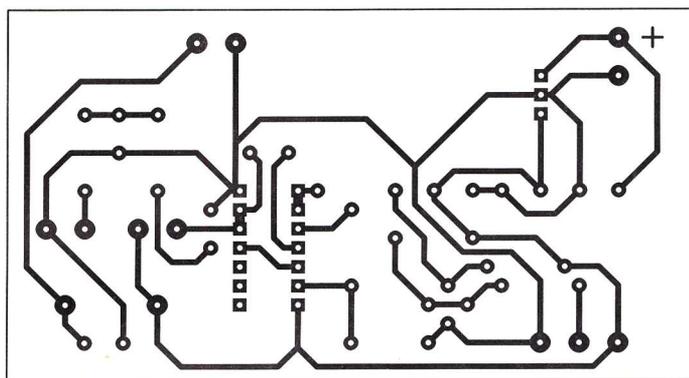


Fig 2

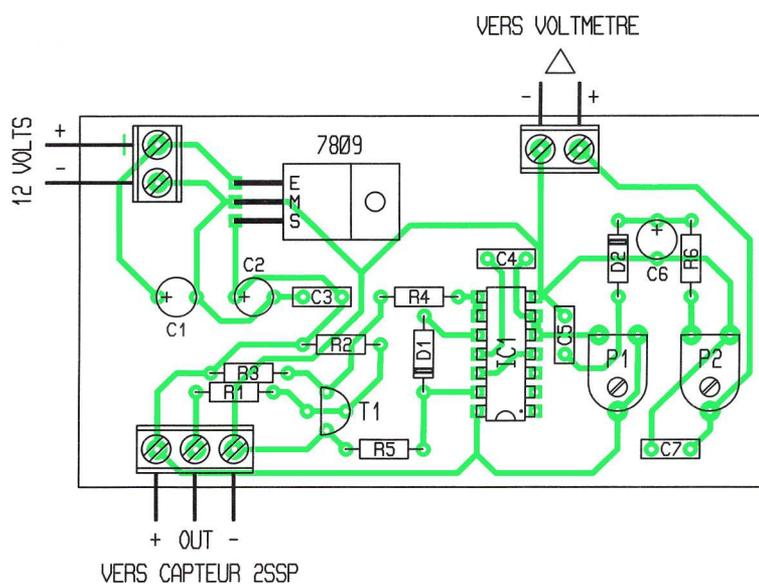


Fig 3

■ NOMENCLATURE

- Régulateur intégré 9V positif, 7809, boîtier TO220
- Capteur magnéto-résistif omnipolaire 2SSP (RADIOSPARES)
- T₁ : transistor NPN BC337
- IC₁ : quadruple NOR C/MOS 4001
- D₁, D₂ : diodes commutation 1N4148
- R₁ : 560 Ω 1/4W
- R₂ : 22 kΩ 1/4W
- R₃ : 47 kΩ 1/4W
- R₄ : 1 kΩ 1/4W
- R₅ : 39 kΩ 1/4W
- R₆ : 150 Ω 1/4W

- P₁ : ajustable horizontal 470 kΩ
- P₂ : ajustable horizontal 10 kΩ
- C₁ : 100 µF/25V chimique vertical
- C₂ : 10 µF/25V chimique vertical
- C₃, C₄ : 10 nF plastique
- C₅ : 1nF plastique
- C₆ : 10 µF/25V chimique vertical
- C₇ : 1nF plastique
- 1 support à souder
- 14 broches
- Blocs de 2 et 3 bornes vissé-soudé, pas de 5mm
- Câble souple
- 3 conducteurs

Étude des résistances négatives

Comme le titre de cet article l'indique, nous allons consacrer le coin de la mesure de ce mois-ci à l'étude de composants n'ayant aucune existence physique réelle mais dont on peut simuler le comportement à l'aide de composants qui, eux, existent réellement. Les résistances négatives, puisqu'il s'agit d'elles, sont en fait des montages électroniques se présentant sous la forme de dipôles dont le secret de fabrication réside dans l'utilisation d'amplificateurs opérationnels associés à des composants bien physiques que l'on peut se procurer chez son revendeur local.

Réalisation

Le schéma permettant de réaliser une résistance négative est proposé à la figure 1a. Il ne comporte que 3 résistances et un amplificateur opérationnel (AOP). Des calculs simples montrent qu'entre les points A et B du dipôle actif, la relation existant entre le courant "Ie" qui le traverse et la tension "Ve" à ses bornes est donnée par la formule $V_e/I_e = -R_1/R_2$. En rapprochant cette relation de celle que l'on obtient en appliquant la loi d'Ohm à une résistance tout ce qu'il y a de plus ordinaire comme celle de la figure 1b ($V_e/I_e = R_{AB}$), on en déduit que le montage de la figure 1a est équivalent à une résistance négative de

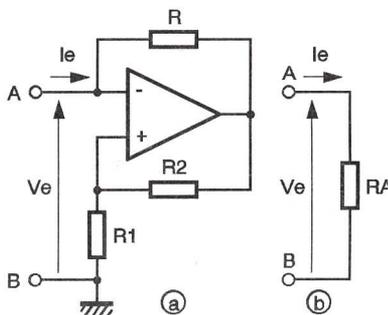


Fig 1a et 1b Entre A et B, on dispose d'une résistance négative de valeur $R_{neg} = -R \cdot R_1 / R_2$

valeur $R_{AB} = -R_1/R_2$. Nous appellerons désormais cette résistance "Rneg". Dans la majorité des applications, les éléments R_1 et R_2 ont des valeurs fixes alors que R est constituée par une résistance variable ce qui rend la résistance Rneg ajustable.

Mode et limites de fonctionnement

La première remarque que l'on peut faire au sujet des résistances négatives est relative au fait que celles-ci ont leur extrémité "B" reliée à la masse. Toute utilisation dans laquelle au moins un point de la résistance ne serait pas connecté à la masse est donc à exclure. Bien que la formule de Rneg ne

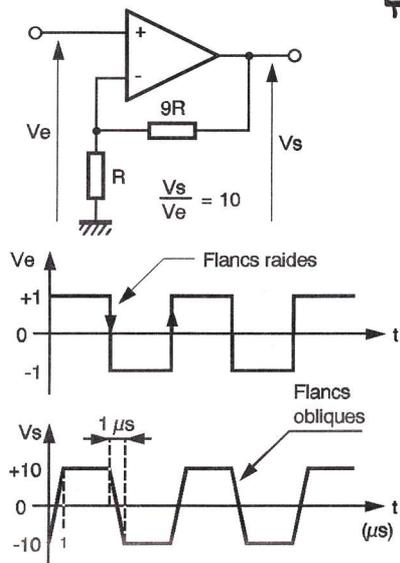


Fig 2 Effet du slewrate d'un AOP sur la forme du signal de sortie

montre aucune limitation de fonctionnement, l'utilisation d'un amplificateur opérationnel entraîne un certain nombre de contraintes liées à sa tension d'alimentation et à ses limites technologiques propres. L'alimentation de l'AOP n'est pas représentée sur le schéma, mais celui-ci ne saurait se passer d'une alimentation symétrique pour fonctionner correctement. Ce point important étant précisé, l'utilisateur doit savoir que la tension de sortie d'un AOP classique, de type TL081 par exemple, ne peut en aucun cas dépasser les limites $\pm V_{sat}$ (environ $\pm 13V$ pour une tension d'alimentation symétrique de $\pm 15V$).

Or, si on examine le circuit de la figure 1a, on s'aperçoit qu'en régime linéaire, la tension de sortie Vs est égale à la tension d'entrée Ve multipliée par le rapport $(R_1 + R_2)/R_1$ puisque les tensions d'entrée de l'AOP sont égales dans ce cas. La valeur limite de la tension Ve telle que l'AOP reste non saturé est, par conséquent, égale à $V_{max} = \pm V_{sat} \cdot R_1 / (R_1 + R_2)$. Il résulte de ces calculs que notre montage ne se comportera comme une résistance négative, qu'à condition que la tension présente entre A et B reste inférieure à V_{max} . Dans notre exemple, si $R = 150 \Omega$, $R_1 = R_2 = 1 k\Omega$, nous obtenons une résistance négative

de valeur $R_{neg} = -150 \Omega$ pouvant supporter au maximum $\pm 6,5V$ à ses bornes.

Une seconde limite de fonctionnement vient du fait que la vitesse de variation (slew rate en anglais) de la tension de sortie d'un AOP est limitée. Cette limitation impose aux signaux qui transitent dans la résistance négative de ne pas varier trop vite. Pour un TL081 par exemple, la tension de sortie ne doit pas varier de plus de 20V par μs . Avec des vitesses plus élevées (cas des signaux

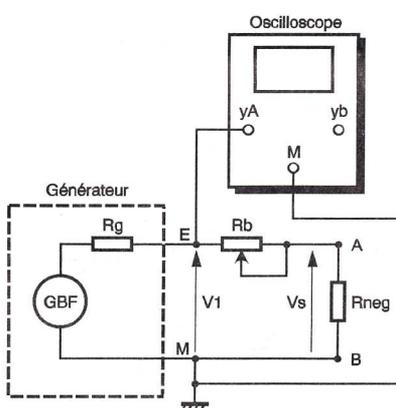


Fig 3 Montage expérimental permettant de mesurer une résistance négative

carrés à flancs abrupts), le TL081 ne suit pas et des signaux parfaitement carrés appliqués à l'entrée d'un amplificateur du type de celui de la figure 2 prennent une forme trapézoïdale, voire triangulaire à la sortie de l'amplificateur.

La troisième limite que nous évoquerons est liée à la bande passante de l'AOP. Quand la fréquence du signal d'entrée Ve devient trop importante, la tension de sortie Vs présente par rapport à celle-ci un déphasage et une atténuation. Cela se traduit par un comportement que l'on ne peut plus assimiler à celui d'une résistance pure (négative).

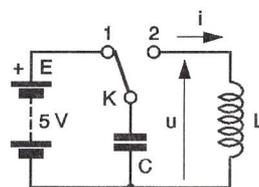


Fig 4a Circuit oscillant de type LC



Comme on le voit, les résistances négatives que l'on peut réaliser n'ont pas le même comportement que les résistances physiques (positives) qui ne sont en général pas affectées de ces défauts mais qui, toutefois, sont limitées en puissance. Il faut donc tenir compte de ces remarques lors de la réalisation de montages faisant appel à ces "composants" un peu spéciaux.

Mesure d'une résistance négative

Une résistance négative étant, avant tout, une association de composants dont un élément est actif (l'AOP), il est hors de question d'utiliser un ohmmètre, placé entre les points A et B, pour en mesurer la valeur. Le montage qu'il convient de réaliser est représenté à la figure 3. Il nécessite un générateur sinusoïdal (GBF), une boîte à décades de résistances Rb (ou à défaut un potentiomètre) et une résistance fixe Rg destinée à transformer le générateur basse fréquence en un générateur de courant. Le principe mis en œuvre pour mesurer la résistance Rneg repose sur le fait que la tension v1 s'annule lorsque la somme $R_b + R_{neg}$ est nulle.

La résistance Rg évite au générateur de se trouver en court-circuit lorsque cette condition est vérifiée. La valeur de Rg n'est pas critique, on peut choisir une valeur telle que le cou-

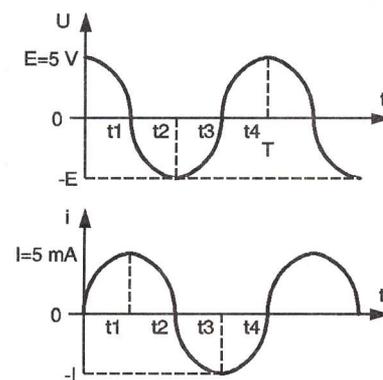


Fig 4b Forme des signaux générés par le circuit oscillant

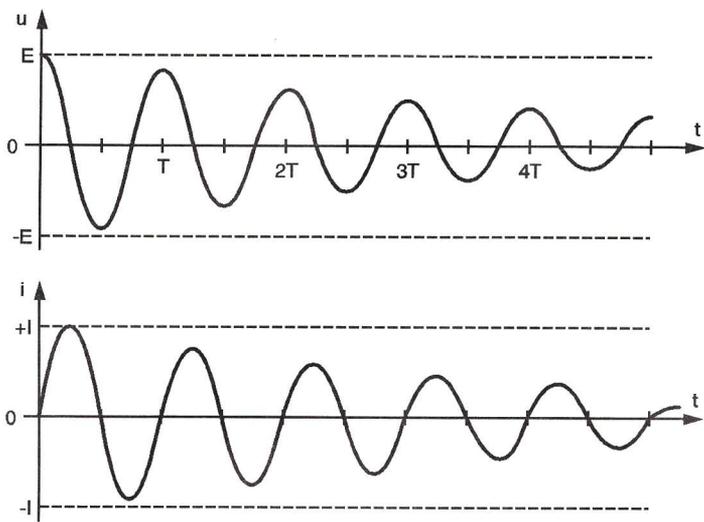


Fig 5 Avec un circuit LC réel, donc amorti, l'amplitude des oscillations diminue

rant de court-circuit $I_{gc} = E_{gmax}/R_g$ soit de l'ordre de quelques mA. En supposant, par exemple, que l'on veuille mesurer la valeur expérimentale de la résistance négative de -150Ω de l'exemple précédent, comme celle-ci supporte une tension de valeur maximum 6,5V, la formule précédente nous indique que I_{gc} ne doit pas dépasser 40mA. En limitant ce courant à 5mA ($E_{gmax} = 5V$ et $R_g = 1 \text{ k}\Omega$), valeur beaucoup plus en rapport avec le courant de sortie d'un AOP classique, on est assuré d'un fonctionnement correct.

Pour la mesure, proprement dite, on place un voltmètre alternatif (ou un oscilloscope) entre les points E et M (pour mesurer v_1), puis on agit sur la résistance R_b jusqu'à ce que l'indication du voltmètre soit nulle. Quand cette condition est remplie, la valeur de R_b est égale à l'opposé de R_{neg} . Si l'élément R_b est une boîte à décades, la lecture de sa valeur est directe alors qu'avec un potentiomètre on est obligé de mesurer cet élément à l'ohmmètre après l'avoir déconnecté du reste du montage.



■ Applications

L'une des principales applications des résistances négatives est la réalisation d'oscillateurs sinusoïdaux de type LC (lire inductance condensateur). Pour comprendre comment fonctionnent de tels oscillateurs, nous allons considérer le montage de la figure 4a. Dans celui-ci, on suppose que le condensateur est initialement chargé (K en position 1) sous une tension constante $E = 5V$ (la valeur "5V" est une valeur arbitraire qui n'est là que pour fixer les esprits). Quand on bascule l'inverseur K en position 2, l'énergie électrostatique ($W_s = 0,5CE^2$) emmagasinée par le condensateur "C" met les électrons du circuit en mouvement. Le courant i qui en résulte charge l'inductance "L" en énergie électromagnétique ($W_e = 0,5LI^2$). Pendant cette phase, la tension u aux bornes de C diminue et le courant i augmente. Quand la tension u s'annule, l'énergie électrostatique s'annule, elle aussi. Au cours de ce processus, si le circuit ne présente aucune perte (fils de liaison entre L et C de résis-

tance nulle), l'énergie W_s perdue par le condensateur C se transforme intégralement en énergie électromagnétique W_e (emmagasinée par l'inductance). Cette énergie résulte de la circulation du courant i dans "L". La valeur maximale "I" du courant i est obtenu en écrivant l'égalité des deux types d'énergie ($W_s = 0,5CE^2 = W_e = 0,5LI^2$). La valeur "I" est par conséquent égale à $E = \sqrt{C/L}$ soit 5mA pour $L = 1 \text{ mH}$ et $C = 1 \text{ nF}$. Cette phase correspond à l'intervalle de temps compris entre les instants "0" et "t1" sur la figure 4b. A partir de l'instant "t1", le courant i qui ne peut s'annuler instantanément (une inductance interdit toute variation discontinue du courant) continue de circuler dans le circuit et dans le même sens.

Le condensateur C se recharge, la tension u à ses bornes étant maintenant de polarité opposée à celle qu'elle avait dans la première phase de l'étude. L'énergie électromagnétique qui valait $0,5LI^2$ à l'instant t1 diminue progressivement alors que l'énergie électrostatique emmagasinée par C augmente puisque C se recharge. A l'instant t2 le courant i est à nouveau nul alors que la tension u vaut maintenant $-E$. En supposant comme précédemment que le circuit ne soit le siège d'aucune perte, l'énergie emmagasinée par C à l'instant t2, vaut à nouveau $0,5CE^2$.

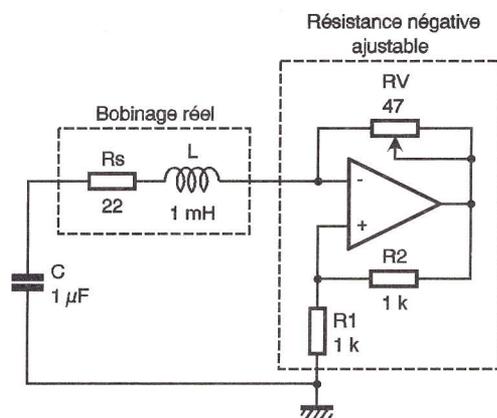


Fig 6 La résistance négative R_{neg} annule la composante résistive R_s du bobinage

Comme i est devenu nul, l'énergie emmagasinée par L, est nulle elle aussi. Si on a compris ce qui vient d'être expliqué, on se doute qu'à partir de t2, le condensateur C va se vider progressivement, son énergie étant transformée en énergie électromagnétique correspondant à la circu-

lation d'un courant i de sens opposé à celui qui circulait depuis l'instant "0". Le cycle de décharge de C dure jusqu'à l'instant t3, instant pour lequel $u = 0$ et $i = -I$. De t3 à t4, C se recharge jusqu'à ce que la tension à ses bornes atteigne la valeur E qui est la valeur de départ de l'instant "0".

A la fin de ce cycle (instant t4), le circuit est revenu dans un état identique à celui qu'il avait à l'instant "0". Si rien ne vient perturber le fonctionnement du circuit, le phénomène décrit se répète à l'infini. On a réalisé un oscillateur qui, compte tenu de la forme des signaux, est qualifié de sinusoïdal. La durée élémentaire d'un cycle correspond à 4 phases d'échanges d'énergie entre le condensateur et l'inductance de durées identiques, égales à T/4. Le cycle complet dure

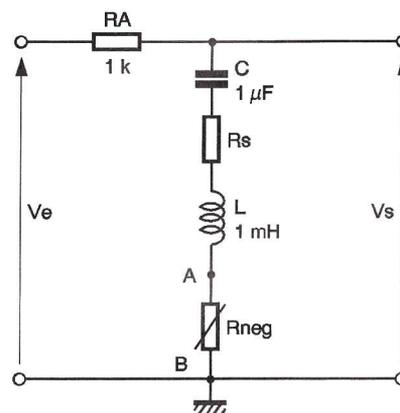


Fig 7 Filtre réjecteur à résistance négative

au total T (appelée période). La fréquence F du signal est l'inverse de T, elle vaut $F = 1/(6,28\sqrt{LC})$ (formule dite de Thomson). Pour les valeurs numériques $L = 1 \text{ mH}$ et $C = 1 \text{ nF}$ cela donne $F = 159 \text{ kHz}$.

Dans tout ce qui précède, nous avons supposé que les pertes du circuit étaient nulles, c'est à dire que la résistance des fils de liaison entre L et C était rigoureusement nulle. Dans la pratique cela est impossible à réaliser. Même en prenant des fils très courts et de forte section, la résistance de ceux-ci n'est pas nulle. Lorsque le courant i circule dans les

tension maximale aux bornes du circuit s'annule, les oscillations disparaissent (figure 5). On dit d'un tel circuit qu'il génère des oscillations amorties.

Vous l'avez certainement compris, c'est ici qu'intervient notre résistance négative. Pour réaliser un oscillateur sinusoïdal de type LC non amorti, on compense la résistance physique "Rs" du bobinage (et des connexions) en insérant, en série avec L et C, une résistance négative de valeur telle que la somme ($R_{neg} + R_s$) soit nulle (figure 6). L'une des extrémités de la résistance négative est reliée à la masse. Pour satisfaire aux conditions de fonctionnement dans la bande passante de l'AOP, notre montage expérimental a été réalisé avec un bobinage d'inductance 1 mH (résistance série mesurée à l'ohmmètre $R_s = 22 \Omega$) et une capacité C de 1 μF . Sur le plan pratique, la condition $R_{neg} + R_s = 0$, impose de rendre la résistance R_{neg} ajustable ce qui justifie l'utilisation de l'élément ajustable R_v de 47 Ω dans le montage.

Pour observer les signaux sinusoïdaux engendrés par ce montage à l'oscilloscope, il est recommandé de se placer aux bornes du condensateur C dont une extrémité est à la masse. Il est inutile de charger préalablement le condensateur sous une tension constante. Quand la condition $R_{neg} + R_s = 0$ est réalisée, le simple fait d'alimenter l'AOP suffit à mettre le montage en oscillations. Si $R_{neg} + R_s$ est positive, le circuit peut être le siège d'oscillations amorties au moment de sa mise sous tension, celles-ci disparaissant d'autant plus rapidement que $R_{neg} + R_s$ est plus grande. Lorsque $R_{neg} + R_s$ est négative, on constate généralement que le circuit est le siège de pseudo oscillations (successions de charges et de décharges de condensateur) qui subsistent aussi longtemps que le montage est alimenté. On notera que l'on peut échanger la place de L et C sans que cela nuise au fonctionnement du montage.

La compensation de la résistance physique d'un bobinage par une résistance négative se rencontre aussi dans les filtres réjecteur ou passe bande, puisque ceux-ci font parfois appel à des inductances. En réduisant la résistance propre du bobinage utilisé, on peut considérablement améliorer le comportement de ces filtres. Pour ce type d'application, il faut néanmoins veiller à ce que la résistance globale ($R_s + R_{neg}$) reste positive sous peine de voir le montage entrer en oscillation. La figure 7 donne un exemple de filtre réjecteur simplifié. Comme on peut s'en rendre compte, les courbes de réponses de la figure 8, montrent que pour la fréquence $F_0 = 5 \text{ kHz}$ l'atténuation en sortie est totale si on dispose une résistance négative telle que $R_{neg} + R_s = 0$, ce qui n'est pas le cas pour du circuit privé de cet élément.

La dernière application que nous citerons s'appuie sur le montage expérimental de la figure 9.

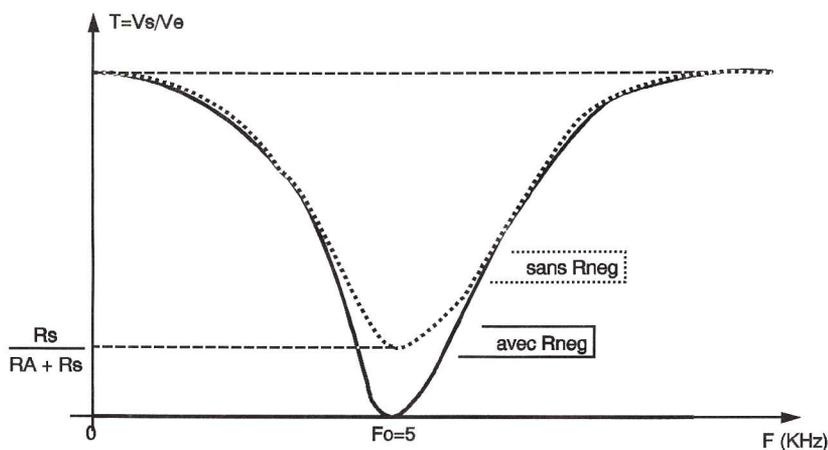


Fig 8 Courbe de réponse du réjecteur avec Rneg, l'atténuation pour Fo est totale

Pour ce montage, le rapport V_s/E_g a pour expression $[A=V_s/E_g=R_{neg}/(R_g+R_b+R_{neg})]$. Lorsque la somme R_b+R_g a une valeur proche de la valeur absolue de R_{neg} , le dénominateur $R_b+R_g+R_{neg}$ tend vers zéro.

La valeur absolue de A devient très supérieure à "1", ce qui signifie que le montage se comporte comme un amplificateur. On peut penser que suivant le signe de la somme $R_b+R_g+R_{neg}$, l'amplification A peut être positive ou négative. Ceci est vrai en théorie puisqu'en prenant $R_b=R_g=1\text{ k}\Omega$ et $R_{neg}=-1800\ \Omega$ on obtient $A=-1800/200=-9$ alors que pour $R_{neg}=-2100\ \Omega$ A vaut $-2100/100=21$. Dans la pratique, il faut se contenter de travailler avec $A<0$ c'est à dire lorsque $R_{neg}+R_b+R_g$ est positive. Cette dernière valeur est en fait la résistance vue par le généra-

teur E_g . Tant que celle-ci reste positive, E_g a effectivement un comportement de générateur. Mais lorsque $R_{neg}+R_b+R_g$ devient négative, le générateur devient récepteur ce qui peut très bien ne pas être apprécié par celui-ci. En respectant la remarque précédente, l'amplification du montage est négative, ce qui se traduit par des signaux E_g et V_s en opposition de phase. Sur le plan pratique, l'élément R_g est inclus dans le générateur lui-même et indissociable de la force électromotrice E_g .

Seule la tension V_1 est accessible à l'utilisateur. Les mesures ne sont donc possibles qu'à condition de simuler le générateur comme nous l'avons fait à la figure 9 en créant artificiellement le point de liaison entre E_g et R_g . Avec un générateur réel, ce point est inaccessible. Il est

cependant possible de mesurer la valeur de E_g en effectuant une mesure de la tension de sortie du générateur lorsque sa sortie est à vide. L'amplification du montage peut alors être connue en mesurant V_s . Lors de l'expérimentation sur de tels montages, on devra vérifier régulièrement que le niveau de la tension V_s ne dépasse pas la valeur

sinusoïdal d'amplitude 100mV et de fréquence 1 kHz, les autres composants du montage ayant, pour leur part, les valeurs des exemples numériques ci-dessus. Les éléments R_1 et R_2 de la résistance négative feront 1 k Ω comme précédemment et pour R_v on prendra un ajustable de 2,2 k Ω ou 4,7 k Ω . Un oscilloscope bicourbe permettra de relever simultanément

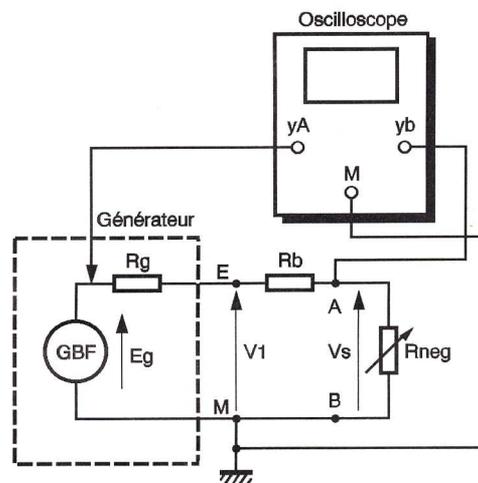


Fig 9 Mise en évidence de la fonction amplificatrice du montage

maximale admissible par la résistance négative. Cette situation peut survenir assez facilement lorsque la valeur absolue de R_{neg} se rapproche de R_g+R_b puisque dans ce cas le dénominateur de A tend vers zéro, ce qui signifie que l'amplification A devient infinie. Les mesures expérimentales relatives au montage de la figure 9 peuvent être faites en prenant pour E_g un générateur délivrant un signal

les signaux V_s et E_g et d'observer le phénomène d'amplification.

Nous espérons que ces quelques notions relatives aux résistances négatives vous auront permis de vous familiariser avec ce genre de circuit et que ceux-ci n'auront plus aucun secret pour vous lorsque vous les rencontrerez dans un montage.

F. JONGBLOËT

Suite de la page 9 (COMMENT CALCULER SES MONTAGES)

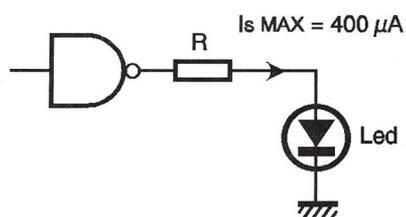


Fig 10 Un montage qui ne fonctionne pas, ou alors très mal

La sortie d'un circuit logique peut en effet fournir un courant très différent selon qu'elle est à l'état haut ou à l'état bas. On dispose ainsi des valeurs suivantes :

- une sortie au niveau haut peut fournir 400 μA aussi bien en TTL standard qu'en TTL LS,
 - une sortie au niveau bas peut fournir (ou plus exactement absorber d'ailleurs) un courant de 16 mA en TTL standard et de 8 mA en TTL LS.
- Ces chiffres montrent bien que le montage de la figure 10 n'a aucune chance de fonctionner correctement et que, de plus, il surcharge grossièrement la sortie du circuit alors que le montage de la figure 11 est viable, sous réserve de calculer la résistance afin de limiter le courant aux valeurs que nous venons d'indiquer.

Remarquez d'ailleurs que vous auriez pu deviner les chiffres des courants maximum au niveau bas. En effet, nous vous avons dit que les portes TTL standards avaient une sortance de 10 et que leur courant d'entrée au niveau bas était de

1,6 mA. Dix que multiplie 1,6 mA donne bien 16 mA. Le même calcul est évidemment tout aussi exact pour la famille LS avec les chiffres qui la concernent. Tout cela est parfaitement logique (mais non, nous ne l'avons pas fait exprès !).

Le mois prochain

Maintenant que nous connaissons un peu mieux les circuits TTL, nous parlerons des circuits logiques CMOS

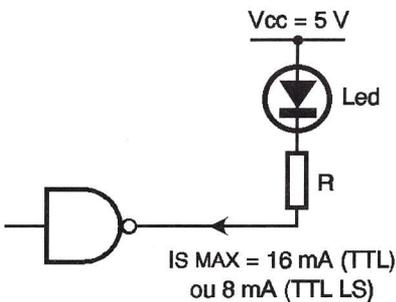


Fig 11 La seule solution viable pour commander une LED avec un circuit TTL classique

auxquels nous transposerons les données que nous avons découvertes dans ce numéro. Vous verrez alors qu'il n'y a pas de famille logique idéale mais que toutes ont leurs avantages et leurs inconvénients ; le choix de l'une ou de l'autre étant dicté par l'application à réaliser.

C. TAVERNIER

EN KIOSQUE



SOMMAIRE

- Micro-ampèremètre
- Alarme congélateur
- Lecteur d'étiquettes électroniques
- Générateur de signaux avec un PIC 16C620
- Dossier spécial «TRANSMISSION de DONNÉES» - Surveillance vidéo télécommandée - Pluviomètre sans fil - Contrôleur d'accès HF à carte à puce - Programmeur domestique à télécommande HF -

Indicateur de vitesse pour modélisme ferroviaire • Montages flash : stéthoscope - Distorsion guitare - Fil à plomb

www.eprat.com

CHEZ VOTRE MARCHAND DE JOURNAUX 25^F

Circuit imprimé

La graveuse la plus populaire et la seule
48 volts du marché



BB48
BC10

Logiciels

Nouveau

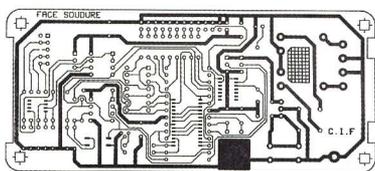
Circuits

CIAO 4 Windows

Vos circuits imprimés encore plus faciles
et plus performants

Grafcet

Avec simulateur ACADEMUS PROCESS

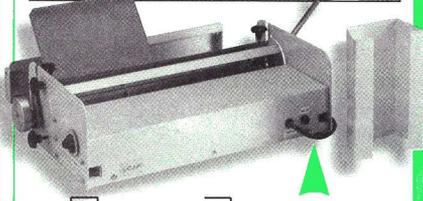


11 rue Charles Michels 92220 BAGNEUX
Tél : 01 45 47 48 00 Fax : 01 45 47 16 14
WEB <http://www.cif.fr> - Email : cif@cif.fr



Plasturgie

Thermoformeuse



Plis réalisables

Pliieuse

Perçage

DP590

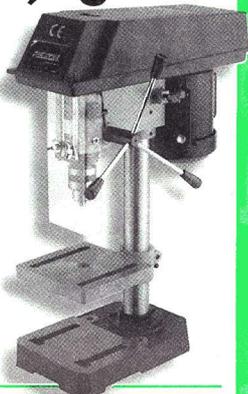
CONFORME

À LA

DIRECTIVE

SÉCURITÉ

COLLÈGE



Le CD-ROM des 8 premiers numéros disponible !



* au lieu de 160 F valeur des 8 numéros
papier au prix unitaire de 20 F

PROMO
99^F TTC+
franco de port

Ce CD-ROM contient tous les articles et tous les circuits imprimés des montages des numéros de GE de 1998 (n°1 à 8)

Service Abonnement - 2 à 12, rue de Bellevue - 75019 Paris

Bon de commande CD-ROM découverte de GE

Nom : Prénom :

Adresse :

Code postal : Ville :

Ci-joint chèque à l'ordre de PGV
Service Abonnement, 2 à 12 rue de Bellevue - 75019 Paris

EURO-COMPOSANTS

devient

GO TRONIC

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)

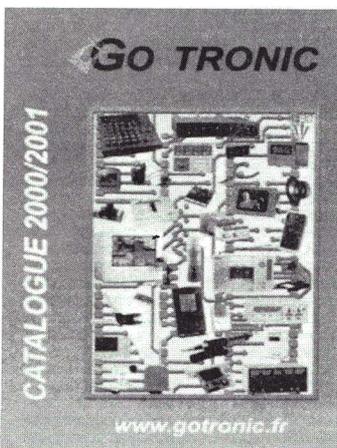
à partir du 15 avril

**catalogue
général
2000**

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*



Veuillez 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 :

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



Envoi contre 30F (chèque ou timbres-poste)

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

Selectronic
L'UNIVERS ELECTRONIQUE

B.P 513

59022 LILLE Cedex

Tél. : 0 328 550 328

Fax : 0 328 550 329

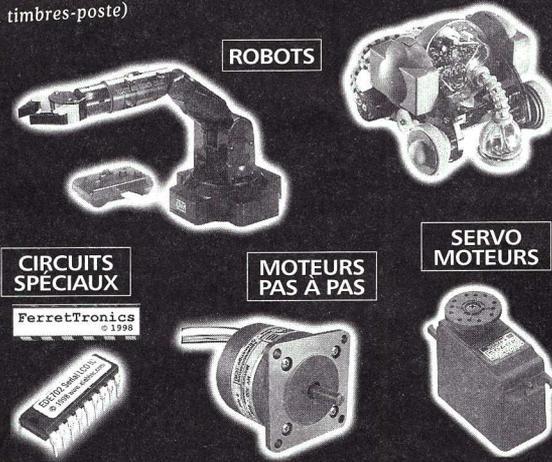
NOS MAGASINS :

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)

Nom : Prénom :

Tél : Adresse :

Ville : Code postal :



DÉCOUVREZ L'ANGLAIS TECHNIQUE

Détecteur de passage à zéro commandant de la logique MOS avec un LM311

Le LM311 du constructeur "National Semiconductor" est un comparateur en tension qui possède des entrées en courant presque mille fois plus basses que des composants tels que le LM106 ou LM710. Il a été aussi conçu pour fonctionner sur une plus large plage de tension d'alimentation : des tensions standards pour les amplificateurs opérationnels de +/-15V jusqu'à la tension unique de +5V utilisée pour les circuits intégrés numériques.

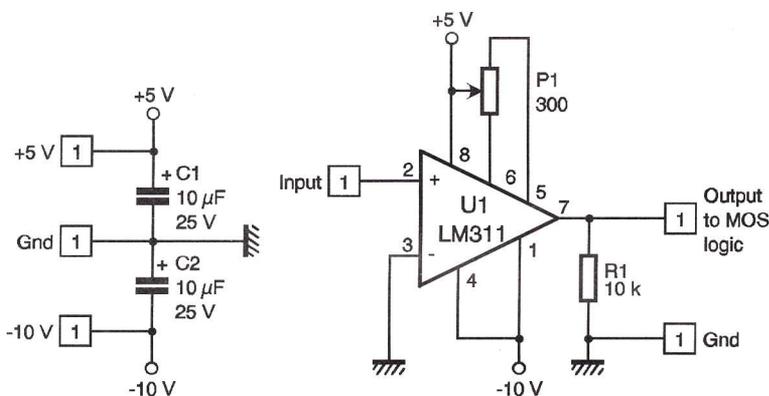


Fig 1

Schéma de principe

Sa sortie est compatible avec les technologies RTL, DTL et TTL aussi bien que pour la logique MOS. De plus, il peut commander des lampes ou des relais, commuter des tensions avec des valeurs qui peuvent aller jusqu'à +50V, avec des courants aussi élevés que 50 mA. A la fois, les entrées et les sorties du LM311 peuvent être isolées entre le système et la masse et la sortie peut commander des charges référencées à la masse ou à l'alimentation positive ou négative. L'équilibrage de la tension de décalage et la possibilité de fixer cette dernière à l'extérieur sont fournis. Bien que plus lent que le LM106 ou le LM710 (200 ns de temps de réponse contre 40 ns), le LM311 est aussi moins enclin aux oscillations parasites ; ce composant possède la même configuration pour ses broches que les deux autres composants déjà cités plus haut dans ce texte. Dans les systèmes digitaux, il est quelquefois nécessaire de convertir des signaux analogiques qui présentent de faible niveau en informations numériques ; un exemple de cela peut être un détecteur pour un niveau d'illumination d'une photodiode ou, encore, un détecteur de passage à zéro pour un transducteur magnétique tel qu'un magnétomètre ou un arbre avec position à engrenage. Ces transducteurs génèrent de faibles niveaux de sortie avec des courants dans les faibles μA et des tensions dans les

faibles mV. Par conséquent, les montages à bas niveaux exigent de conditionner ces signaux avant qu'ils puissent commander des circuits logiques. Un comparateur en tension peut remplir beaucoup de ces particularités avec précision. Un comparateur est essentiellement un amplificateur opérationnel avec un gain élevé conçu pour fonctionner en boucle ouverte ; sa fonction est de produire un niveau logique "1" sur sa sortie avec un signal positif entre ses deux entrées ou un niveau logique "0" avec un signal négatif entre les entrées. La détection du seuil est accomplie en portant une tension de référence sur une entrée et le signal sur l'autre. Clairement, un amplificateur opérationnel peut être utilisé comme un comparateur, excepté que son temps de réponse se trouve dans les dizaines de μs qui est souvent trop lent pour beaucoup d'applications. Contrairement à des comparateurs plus anciens, le LM311 opère avec la même tension d'alimentation de +5V comme les circuits logiques DTL ou TTL ; il travaille aussi avec une tension unique d'alimentation négative lorsqu'il est utilisé avec de la technologie MOS. Ainsi, des fonctions de base peuvent être effectuées sans tensions d'alimentation supplémentaires qui étaient nécessaires auparavant. Sa faculté d'adaptation associée avec le circuit minimal de charge et sa précision considérable le font recommander

dans beaucoup d'utilisations, dans les applications numériques ou, encore, la détection de signaux à faibles niveaux. Le LM311 peut être aussi employé pour produire un oscillateur ou un multivibrateur, dans les circuits d'interface digitale et même pour des montages analogiques à faible tension. De manière à comprendre comment est utilisé un comparateur, il est nécessaire de regarder brièvement sa configuration interne. Des transistors tamponnent l'étage d'entrée différentielle pour obtenir de faibles courants d'entrée sans sacrifier la vitesse. La sortie de cet étage est ensuite amplifiée par une paire de transistors complémentaires qui fournissent un gain suffisant pour commander l'étage de sortie. Des sources de courant sont utilisées pour déterminer les courants de polarisation ; ainsi, les performances ne sont pas grandement affectées par les variations des tensions d'alimentation. La sortie interne du comparateur est protégée par un transistor et une résistance qui limite le pic du courant de sortie. Le conducteur de sortie interne, puisqu'il n'est relié à aucun autre point dans le circuit, peut soit retourner à la tension d'alimentation positive à travers une résistance de rappel, soit commuter des charges qui sont connectées à une tension supérieure à la tension positive de l'alimentation. Le LM311 travaille à partir d'une tension unique d'alimentation si la broche de l'alimentation négative est reliée à la masse. Cependant, si une tension d'alimentation négative est disponible, elle peut être utilisée pour augmenter la plage de tension d'entrée de mode commun. Un des

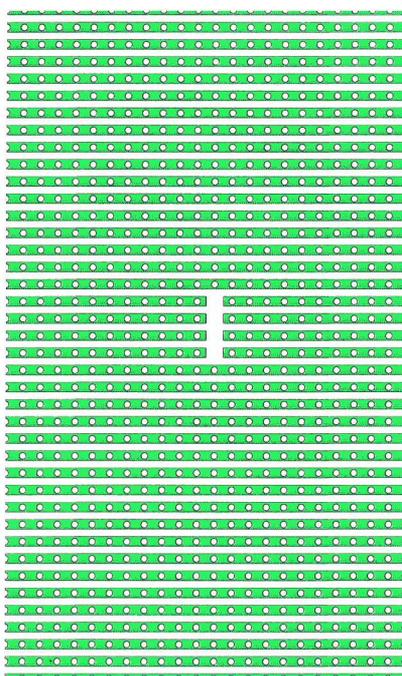


Fig 2

Préparation de la plaquette

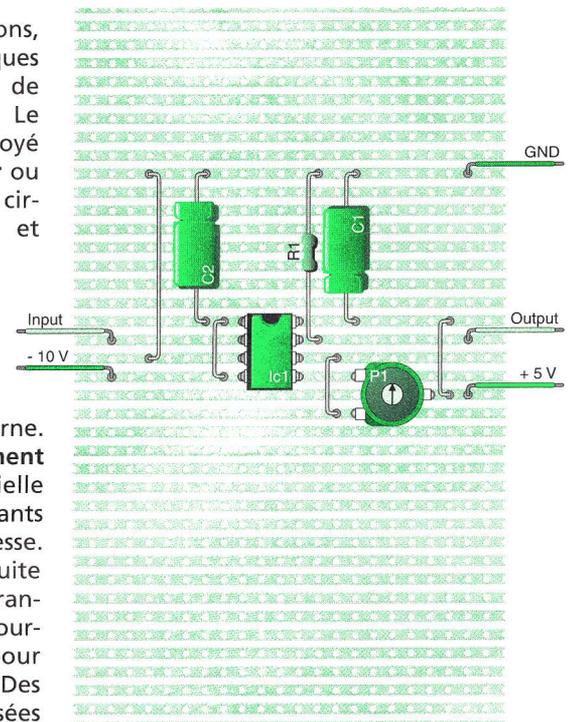


Fig 3

Implantation des éléments

problèmes rencontrés en utilisant des circuits intégrés plus anciens comme le LM710 ou le LM106, était que ces derniers étaient prédisposés à des opérations erratiques causées par des oscillations ; ce phénomène était le résultat d'une vitesse rapide de ces composants actifs, ce qui rendait obligatoire une bonne isolation entrée-sortie et un découplage faiblement inductif sur les alimentations. Ces oscillations pouvaient être particulièrement embarrassantes lorsqu'elles se produisaient intérieurement, se manifestant à l'extérieur seulement sur des caractéristiques en régime continu de façon irrégulière. En général, le LM311 est moins susceptible à des oscillations aléatoires à la fois à cause de sa vitesse plus lente et aussi à cause de sa meilleure réjection des tensions d'alimentation. La réaction entre l'entrée et la sortie est un moindre problème avec une source résistive donnée. Cependant, le LM311 peut opérer avec une source résistive qui a des amplitudes qui sont de grandeurs plus élevées que certains composants anciens, aussi les couplages parasites entre l'entrée et la sortie doivent être minimisés. Avec une résistance de source dont la valeur se situe entre 1 et 10 k Ω , les impédances (à la fois capacitive et résistive) sur les deux entrées doivent être rendues égales, car cela a tendance à rejeter le signal de réaction. Même ainsi, en ayant pris toutes les précautions nécessaires, il est difficile de complètement éliminer les oscillations dans la région linéaire avec des résistances de source supérieures à 10 k Ω , car le gain en boucle ouverte à la fréquence de 1 MHz est d'environ 80 dB. Cependant, cela n'affecte pas les caractéristiques en continu et cela n'est pas un problème à moins

NOMENCLATURE

U₁ : LM311
C₁, C₂ : 10 µF/25V
R₁ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
P₁ : potentiomètre 300 Ω
1 support DIL 8 broches
6 connecteurs 1 point

que le signal d'entrée reste entre 200 µV du niveau de transition. Mais si l'oscillation ne pose pas de difficulté, elle peut être éliminée avec une petite quantité de réaction positive autour du comparateur pour donner un hystérésis de 1 mV. Le couplage parasite entre la sortie et les broches d'équilibrage peut aussi créer des oscillations ; aussi, une tentative doit être faite pour garder ses pistes à l'écart. Il est habituellement recommandé de faire une liaison pour relier les broches d'ajustage ensemble afin de minimiser l'effet de cette réaction. Si l'équilibrage est utilisé, le même résultat peut être obtenu en connectant une capacité de 0,1 µF entre ces deux broches. Normalement, un découplage individuel des alimentations sur chaque composant est nécessaire, mais de longues pistes entre le comparateur et les capacités de découplage sont définitivement interdites. Si de

fortes pointes de courant sont injectées dans les alimentations lors de la commutation de la sortie, des capacités de découplage doivent être prévues à ces endroits. Lorsque le LM311 est commandé à partir de source avec une faible impédance, une résistance de limitation doit être placée en série avec la broche d'entrée pour limiter le pic de courant à quelque chose d'inférieur à 100 mA ; cela est particulièrement important lorsque les entrées vont à l'extérieur d'une partie de l'équipement où elles peuvent alors être connectées par accident à des sources à haute tension. Les sources à faible impédance ne causent pas de problème à moins que leurs tensions de sortie dépassent la valeur de la tension d'alimentation négative. Toutefois, les alimentations sont réduites à zéro lorsqu'elles sont coupées, aussi l'isolation est habituellement recommandée. Des précautions doivent être prises pour s'assurer que les tensions d'alimentation du LM311 ne deviennent jamais inversées, même sous des conditions de transition. Avec des tensions inverses qui dépassent 1V, le LM311 peut conduire un courant excessif, faisant fondre les interconnexions internes en aluminium. S'il y a possibilité d'inverser par erreur les alimentations, il faut installer

une diode de clamping avec un taux de courant crête adéquate entre les alimentations. Un circuit qui détecte le passage à zéro à la sortie d'un transducteur magnétique à l'intérieur d'une fraction de mV est réalisé en connectant le capteur magnétique entre les deux entrées du comparateur ; un diviseur résistif polarise les entrées 0,5V en-dessous de la masse à l'intérieur de la plage de mode commun du composant. La sortie commande directement un élément DTL ou TTL. La valeur exacte de la résistance de rappel externe en sortie est déterminée par la vitesse requise à partir du circuit puisqu'il doit commander n'importe quelle charge capacitive pour un signal allant vers le positif. Un circuit d'équilibrage de la tension de décalage peut être inclus dans ce dispositif. Notre schéma d'application montre un détecteur de passage à zéro qui commande les données en entrée d'une logique MOS. Ici, il y a à la fois présence d'une alimentation positive de +5V et d'une alimentation négative de -10V puisque les circuits MOS sont utilisés ; ces deux tensions sont nécessaires pour que le circuit travaille avec une tension de mode commun égale à zéro. Un réglage de la tension de décalage est aussi inclus dans cette conception. Ce circuit multiplie

le gain de l'étage d'entrée en courant par un facteur trois, ce qui améliore le taux pour lequel la tension d'entrée suit les changements rapides des signaux entre 7 et 18V/µs. Cette augmentation du balayage rapide de la tension de mode commun peut être obtenue sans potentiomètre d'équilibrage en court-circuitant les deux extrémités d'équilibrage à la tension positive de l'alimentation. L'augmentation du courant d'entrée de polarisation est le prix qui doit être payé pour un fonctionnement plus rapide de tout l'ensemble. Comme conclusion, nous pouvons dire que le comparateur est particulièrement utile dans les circuits qui demandent une sensibilité et une précision considérable, tels que les détecteurs de seuil, les circuits de transmission et de réception des données. Les nouveaux comparateurs comme le LM311 sont beaucoup plus flexibles que les anciens produits du même genre : non seulement, ils commandent de la logique RTL, DTL et TTL, mais ils peuvent aussi interfacer de la technologie MOS comme dans le montage de cet article et même délivrer +/-15V à des commutateurs analogiques composés de transistors à effet de champ.

M. LAURY

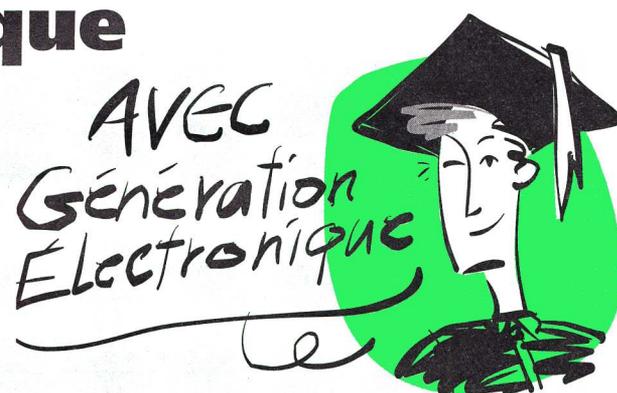
Découvrez l'anglais technique

Glossaire Français- Anglais

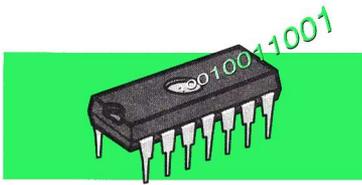
A l'écart : **apart**
 A moins que : **unless**
 Accident : **accident**
 Accomplir : **to accomplish, to achieve**
 Adaptation : **adaptation**
 Affecter : **to affect**
 Ajustage : **balance**
 Allant vers le positif : **positive-going**
 Aluminium : **aluminium**
 Améliorer : **to increase**
 Arbre avec position à engrenage : **shaft-position pickoff**
 Associé avec : **along with**
 Au-dessus : **above, up**
 Augmentation : **growth**
 Auparavant : **previously**
 Aussi bien que : **as well as**
 Bien que : **although**
 Brièvement : **briefly, in short**
 Capacitive : **capacitive**
 Capteur : **pickup**
 Cela : **this**
 Citer : **to quote, to cite**
 Clairement : **clearly**
 Comme conclusion : **as a conclusion**
 Comment : **how**
 Commuter : **to switch**
 Comparateur : **comparator**
 Compatible : **compatible**
 Complètement : **completely**
 Composer : **to compose, to make up**
 Comprendre : **to understand**
 Condition de transition : **transient condition**
 Conditionner : **to condition**
 Conducteur : **lead**
 Conduire : **to conduct**
 Considérable : **considerable**
 Contrairement : **contrary to, in opposition to, unlike**

Couper : **to turn off**
 Court-circuiter : **to shut-circuit**
 De plus : **further**
 Découplage : **bypassing**
 Définitivement : **definitely**
 Déjà : **also**
 Détecter : **to detect**
 Détecteur : **detector**
 Détection : **detection**
 Difficulté : **difficulty**
 Digital : **digital**
 Diode de clamping : **clamp diode**
 Dire : **to say**
 Directement : **directly**
 Diviseur : **divider**
 Dizaines : **tens**
 Donné : **given**
 Élément : **element**
 Éliminer : **to eliminate**
 Embarrassante : **to puzzle**
 En général : **generally**
 Enclin : **prone**
 En-dessous : **below, down**
 Endroit : **point**
 Équilibrage : **balancing**
 Erratique : **erratic**
 Essentiellement : **essentially**
 Exacte : **exact**
 Excepté : **excepted**
 Extérieur : **exterior, outer, external**
 Extrémité : **end, extremity**
 Facteur : **factor**
 Faculté : **faculty, ability**
 Fixer : **to strobe**
 Flexible : **flexible**
 Fonction : **function**
 Fondre : **to fuze**
 Fort : **large**
 Fraction : **fraction**
 Grandement : **grandly**
 Grandeur : **size**
 Hystérésis : **hysteresis**
 Illumination : **illumination**
 Inclure : **to include**

Inductif : **inductive**
 Injecter : **to inject**
 Installer : **to install**
 Interconnexion : **interconnect**
 Interdit : **forbidden**
 Interface : **interface**
 Intérieur : **interior, inside, internal**
 Inverser : **to reverse**
 Irrégulier : **irregular**
 Isolation : **isolation**
 Jamais : **never**
 Jusqu'à : **up to**
 Lampe : **lamp**
 Linéaire : **linear**
 Logique : **logic**
 Longue : **long**
 Magnétique : **magnetic**
 Magnétomètre : **magnetometer**
 Manière : **manner, way**
 Maximal : **maximum**
 Même ainsi : **even so**
 Mille fois : **thousand times**
 Minimal : **minimal, minimum**
 Moindre : **lesser**
 Montrer : **to show**
 Multiplier : **to multiply**
 Multivibrateur : **multivibrator**
 Numérique : **numerical**
 Obligatoire : **obligatory, mandatory**
 Oscillateur : **oscillator**
 Oscillation : **oscillation**
 Paire : **pair**
 Particularité : **particularity**
 Partie : **piece**
 Payer : **to pay**
 Peut être : **can be**
 Pointe : **spike**
 Possibilité : **capability, possibility**
 Pour lequel : **for which**
 Précaution : **precaution**
 Prédire : **to prone**
 Presque : **nearly**



Prévoir : **to include**
 Problème : **problem**
 Protéger : **to protect**
 Quantité : **quantity**
 Quelque chose : **something**
 Quelquefois : **sometimes**
 Rappel : **pull-up**
 Réaction : **feedback**
 Recommandé : **advisable**
 Recommander : **to recommend**
 Référencé : **referred**
 Réjecter : **to reject**
 Relais : **relay**
 Résistive : **resistive**
 Rester : **to stay, to remain, to dwell**
 S'assurer : **to insure**
 Sacrifier : **to sacrifice**
 Sans : **without**
 Se manifester : **to show up**
 Se produire : **to occur**
 Se situer : **to situate, to locate**
 Sensibilité : **sensitivity**
 Susceptible : **susceptible**
 Tamponner : **to buffer**
 Temps de réponse : **response time**
 Tendance : **tendency, inclination**
 Tentative : **attempt**
 Transistor à effet de champ : **field effect transistor**
 Variation : **variation**
 Zéro : **zero**



Apprenez les microcontrôleurs avec le Basic Stamp

10^e partie



Même si nos feux de carrefour sont parfaitement fonctionnels grâce à l'extraordinaire instruction LOOKUP, nous allons aujourd'hui leur apporter plusieurs améliorations, ce qui nous permettra de découvrir une autre instruction originale du Basic Stamp appelée RCTIME. Mais nous n'en sommes pas encore là car il nous faut tout d'abord voir la solution du petit pensum par lequel nous avons terminé notre précédent article.

■ Des divisions qui décalent

Grâce au codage sur 16 bits des différents états des feux que nous avons mis en place le mois dernier, nous vous avons proposé de trouver une solution pour gérer, le plus facilement possible et avec un pas de 250 ms, la durée de chaque état des feux.

Comme nous l'avons vu en figure 2 de notre précédent numéro, l'état des feux est toujours codé sur les six bits de poids faibles du mot de 16 bits. La durée dispose donc des 10 bits de poids forts restants pour son codage. Dans ces conditions, nous vous proposons le programme

effet, en arithmétique binaire, une division par deux équivaut au décalage d'un bit vers la droite. Comme ici nous divisons par 64, c'est à dire par 2^6 , nous décalons bien le contenu de "etat" de 6 bits vers la droite.

De ce fait, nous retrouvons dans la variable temps les 10 bits de poids fort de "etat" positionnés "correctement" comme le montre la figure 1. Cette information peut alors être utilisée pour définir le temps de chaque état des feux et, comme nous voulons une résolution de réglage d'un quart de seconde, il suffit de l'utiliser dans une boucle comme vous pouvez le voir dans la

à droite d'une donnée, d'un nombre de bits égal à la puissance de 2 par laquelle on la divise.

La même opération est également possible, mais avec une multiplication cette fois, pour décaler une donnée dans l'autre sens, c'est à dire vers la gauche.

l'orange clignotant en fonction d'une information externe. Cette information pourra provenir d'un contact actionné par une clé, ou bien encore par la sortie d'une horloge afin de mettre les feux dans ce mode de fonctionnement la nuit par exemple.

Il nous faut donc modifier le programme précédent pour lui adjoindre deux fonctions :

■ Prise en compte d'une information externe

■ la prise en compte de cette information externe, que nous supposons appliquée au port d'entrée/sortie 7 du Stamp,

■ la fonction orange clignotant qui n'existe pas encore, sachant que les feux des deux routes qui se

Afin d'améliorer encore nos feux de carrefour, nous souhaitons maintenant pouvoir les faire passer à

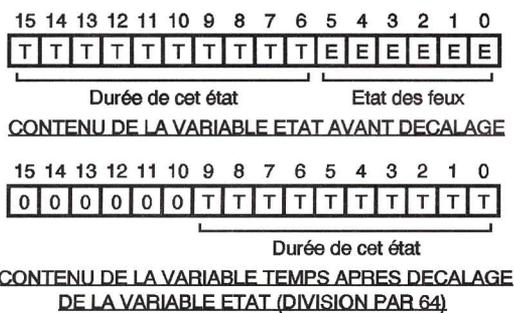


Fig 1 Mise en évidence de l'influence de la division par 64

visible en listing 1, qui est une évolution directe de celui mis au point le mois dernier.

Nous voyons apparaître une nouvelle variable appelée "indextemps" dont nous allons découvrir le rôle dans un instant. Le début du programme est identique à ce que vous connaissez déjà, ce qui n'est pas surprenant puisque les états des feux sont toujours codés de la même façon.

Par contre, après l'instruction de sortie de cet état, nous voyons apparaître la ligne :

temps = etat /64

Même si, arithmétiquement parlant, cette ligne divise la valeur contenue dans la variable temps par 64, elle réalise en fait un décalage à droite du contenu de "temps" de 6 bits. En

suite du listing.

On utilise en effet une boucle simple qui répète une instruction :
PAUSE 250

Cette instruction réalise donc un délai d'un quart de seconde (250 ms) qui est tout simplement multiplié par la valeur codée sur les 10 bits extraits de "etat". Comme 10 bits permettent d'exprimer tout nombre décimal compris entre 0 et 1023, nous disposons d'une plage de réglage de la durée de chaque état qui s'étend de 0 à 1023/4 secondes soit 255 secondes.

Cet exemple ne vous a pas appris de nouvelle instruction car ce n'était pas son rôle. Il avait pour but de vous montrer une utilisation très fréquente de la division entière pour réaliser en une seule fois le décalage

```

\ Gestion de feux de carrefour
\ Version compactée grâce à un codage ingénieux

\ Définition des constantes
NSvert      CON %0001000000100001
NSorange   CON %0000001000100010
Toutrouge  CON %0000000010100100
EOvert     CON %0000100000001100
EOorange   CON %0000001000010100

\ Définition des variables
index      VAR byte
etat       VAR word
temps      VAR word
indextemps VAR byte

\ Programme principal
DIRL = %00111111
debut:
    FOR index = 0 TO 5
        LOOKUP index,[ NSvert, NSorange, Toutrouge, EOvert,
EOorange, Toutrouge], etat
        OUTL = etat & %00111111
        temps = etat/64

\ Boucle de gestion du temps
        FOR indextemps = 1 TO temps
            PAUSE 250
        NEXT

\ Fin du programme principal
    NEXT
GOTO debut

```

Listing 1 Exploitation de la durée de chaque état codée avec l'état lui-même

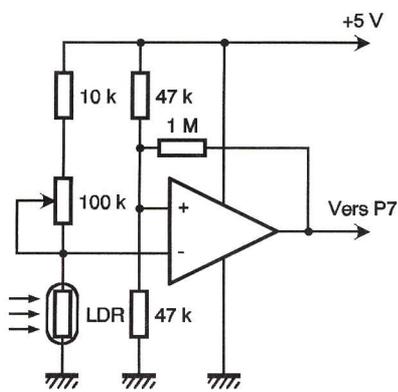


Fig 2 Une solution matérielle pour prendre en compte la luminosité ambiante

croisent clignotent en alternance. Afin de ne pas compliquer inutilement le programme, nous nous contenterons de feux qui clignotent avec une durée fixe de 500 ms par état.

Nous vous invitons à réfléchir à la meilleure façon de parvenir à ce résultat avant de découvrir la solution proposée en **listing 2** : solution qui ne fait encore appel à aucune instruction nouvelle, comme quoi même avec le faible nombre d'instructions que nous connaissons, il est déjà possible de réaliser de nombreuses applications réalistes.

La prise en compte de l'information externe est réalisée en début de programme avec la ligne :

IF IN7 = 0 THEN clignotant

Nous avons supposé, à titre d'exemple, que l'information externe était au niveau haut lorsque les feux devaient fonctionner normalement. Remarquez aussi que cette ligne peut être écrite sans plus de précaution car nous avons pris soin, en début de programme, de ne définir en sorties que les lignes P0 à P5 grâce au :

dirs = % 00111111

La gestion du fonctionnement normal des feux est assurée de la même façon que dans le listing 1 puisqu'il n'y avait pas lieu de la modifier. Par contre, nous voyons apparaître la gestion de l'état clignotant à partir de l'étiquette du même nom.

On y utilise à nouveau une instruction LOOKUP mais qui n'explore que deux données différentes ; et pour chacun des deux états clignotants possibles. Comme ces deux états sont de même durée, fixe de sur-

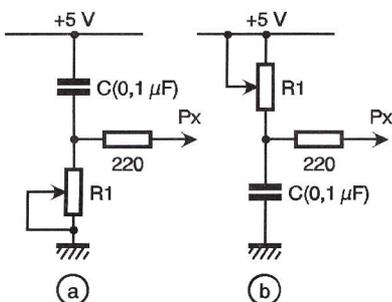


Fig 3 Les deux schémas types utilisables avec l'instruction RCTIME

croît, celle-ci est déterminée par une simple instruction : **PAUSE 500** pour réaliser une durée de 500 ms.

Notez que, compte tenu de l'emplacement du test de l'entrée IN7, le programme ne change le mode de

\ Gestion de feux de carrefour
 \ Version avec passage à l'orange clignotant
 \ en fonction de l'état d'une entrée externe

\ Définition des constantes

```
NSvert          CON %0001000000100001
NSorange       CON %0000001000100010
NSclorange    CON %000010
Toutrouge     CON %0000000010100100
EOvert        CON %0000100000001100
EOorange      CON %0000001000010100
EOclorange    CON %010000
```

\ Définition des variables

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

\ Programme principal

```
dirs = %00111111
debut:
  IF IN7 = 0 THEN clignotant
  FOR index = 0 TO 5
    LOOKUP index,[NSvert, NSorange, Toutrouge, EOvert,
EOorange, Toutrouge], etat
    OUTL = etat & %00111111
    temps = etat/64
    FOR indextemps = 1 TO temps
      PAUSE 250
    NEXT
  NEXT
GOTO debut

clignotant:
  FOR index = 0 TO 1
    LOOKUP index, [NSclorange, EOclorange], etat
    OUTS = etat & %00111111
    PAUSE 500
  NEXT
GOTO debut
```

Listing 2 Passage à l'orange clignotant en fonction d'une information externe

fonctionnement des feux qu'après accomplissement d'un cycle complet du mode dans lequel il se trouve. Ainsi, s'il vient juste de commencer un cycle "normal" et qu'il se trouve à l'état "Nvert", il faudra attendre qu'il ait atteint le dernier état "Toutrouge" pour que le changement de mode ait lieu.

Même si c'est sous couvert d'améliorer nos feux de carrefour, voici une autre exigence propre à vous faire découvrir une nouvelle instruction du Stamp. Nous souhaitons en effet maintenant que nos feux passent du mode de fonctionnement normal au mode de fonctionnement orange clignotant en fonction de la luminosité ambiante, que l'on peut considérer comme un bon moyen de détection de la transition jour - nuit.

■ Matériel ou logiciel ?

Si vous êtes plutôt électronicien de formation, vous allez nous dire qu'il n'est pas utile de modifier le listing 2. Il suffit en effet de faire appel à une photorésistance, ou LDR, suivie par un comparateur, dont la sortie sera reliée à P7 selon le schéma présenté **figure 2**, pour parvenir à ce résultat.

Vous aurez parfaitement raison et

c'est effectivement là une solution acceptable. Malheureusement, elle nécessite de "nombreux" composants et nous aimerions bien pouvoir faire plus simple. Pour cela il faudrait que notre Stamp puisse réaliser la ...



■ Lecture d'informations analogiques

Même si toutes les entrées/sorties du Stamp sont en apparence purement numériques, il est possible, dans une certaine mesure, de lire une information analogique grâce à une instruction baptisée RCTIME. Cette instruction peut s'utiliser avec deux schémas types présentés **figure 3** et son principe est le suivant.

Avant l'exécution de cette instruction, il faut mettre la patte utilisée à un niveau tel que le condensateur soit déchargé (niveau haut pour la **figure 3a** et niveau bas pour la **figure 3b**). L'instruction RCTIME s'exécute ensuite et mesure le temps de charge de ce condensateur au travers de la résistance R₁ pour fournir cette durée comme résultat, à un coefficient multiplicatif près. Elle permet donc de mesurer la valeur de la résistance R₁ de façon continue tant qu'on ne dépasse pas certaines limites. Voyons cela plus en détail

avec tout d'abord la syntaxe de l'instruction qui est :

RCTIME patte, état, résultat

■ "patte" est évidemment la patte d'entrée/sortie du Stamp utilisée. Cette patte est mise en entrée par l'instruction et elle reste ensuite dans cet état.

■ "état" est l'état dans lequel doit être l'entrée pendant l'exécution de l'instruction. En d'autres termes, l'instruction RCTIME arrête de mesurer le temps de charge du condensateur lorsque la patte quitte cet état.

■ "résultat" est évidemment le résultat de la mesure, fourni avec une résolution de 2 µs. Si la charge du condensateur dure 100 µs, vous trouverez donc 50 dans la variable "résultat".

Comme cette variable peut être au plus un mot de 16 bits, elle peut atteindre 65535 ce qui implique que le temps de charge maximum soit nécessairement inférieur à 0,131 seconde.

Ceci étant, et même si les schémas des **figures 3a** et **3b** sont tous deux utilisables, il faut toujours privilégier celui de la **figure 3a**. En effet, le seuil de changement d'état interne des entrées du Basic Stamp est de 1,5V. Si on utilise la **figure 3b**, on part d'un condensateur initialement déchargé et relié à la masse, qui va donc se charger jusqu'à 1,5V avant que le Basic Stamp considère que son entrée a changé d'état.

Si l'on utilise la **figure 3a**, on part d'un condensateur tout aussi déchargé mais relié au +5V. Comme le montre la **figure 4**, il va donc devoir se charger jusqu'à 3,5V pour que la patte d'entrée se trouve à

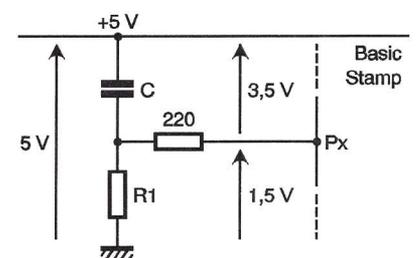


Fig 4 Voici pourquoi le schéma de la **figure 3a** est préférable

1,5V par rapport à la masse et détecte un changement d'état. La mesure sera donc plus longue que dans la situation précédente et de ce fait plus précise.



■ Mise en pratique

Lorsque nous avons conçu notre platine d'expérimentation, nous avons prévu un moyen de vous faire tester l'instruction RCTIME grâce à la portion de schéma qui vous est rappelée **figure 5**.

Pour l'utiliser conformément au schéma conseillé, c'est à dire à celui de la **figure 3a**, il vous suffit de relier par un strap la broche "timer" à la broche PX de votre choix. Nous choisirons P7 qui est libre et qui sera utilisée ensuite par nos feux de carrefour qu'il n'est d'ailleurs pas utile de

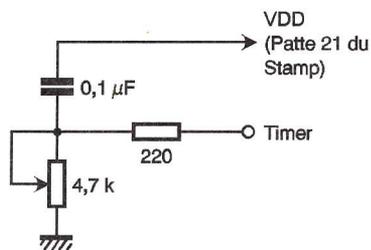


Fig 5 Extrait du schéma de notre platine d'expérimentation qui dispose de tout ce qu'il faut pour tester RCTIME

débrancher.

Pour tester RCTIME, nous vous proposons le listing 3. Il réalise bien les fonctions décrites puisqu'il commence par mettre la patte 7 au niveau haut, ce qui décharge le condensateur C. Notez la pause de 1 ms qui suit cette instruction afin d'être certain que cette décharge est totale.

L'instruction RCTIME s'exécute ensuite et la valeur mesurée est affichée sur l'écran du PC grâce à un DEBUG classique que vous connaissez à bien connaître.

Si vous lancez l'exécution de ce programme avec le potentiomètre tourné côté résistance maximum, vous devriez obtenir un résultat approximativement égal à 282 ce qui, comme nous allons le voir, correspond bien à une résistance de 4,7 kΩ. Avant de faire un peu d'algèbre, manœuvrez le bouton du potentiomètre pour constater que la valeur affichée diminue bien lorsque la résistance diminue et vice versa. Attention ! Nous avons temporisé l'affichage avec la PAUSE 2000 ce qui fait que celui-ci n'est rafraîchi que

toutes les 2 secondes. Diminuez cette valeur si vous êtes pressé !

■ Un peu d'algèbre

Vous pouvez très bien utiliser l'instruction RCTIME avec ce que nous venons de vous dire et vous en serez satisfait. Cependant, vous serez alors incapable de savoir quelle valeur vous sera fournie comme résultat en fonction des éléments RC externes utilisés. Alors, plutôt que de faire de multiples essais avec DEBUG, voici la "formule magique" et sa démonstration.

Nous supposons que les éléments externes sont connectés comme

↳ Démonstration du principe de RCTIME

↳ Définition des variables

resultat VAR word

↳ Programme principal

```

debut:
HIGH 7
PAUSE 1
décharge
RCTIME 7,1,resultat
DEBUG CLS, ? resultat
PAUSE 2000
GOTO debut
  
```

Listing 3

Comment tester facilement le comportement de RCTIME

indiqué figure 3a. Dans ces conditions, le condensateur initialement déchargé doit se charger jusqu'à 3,5V avec une tension d'alimentation de 5V. L'équation régissant la charge d'un condensateur au travers d'une résistance est :

$$V_c = V_A (1 - e^{-t/RC})$$

Nous avons ici :

$$V_c = 3,5V$$

$$V_A = 5V$$

Ceci nous donne, après remplacement des valeurs numériques et transformation de la relation :

$$t = -R \cdot C \cdot \log(1,5/5)$$

$$t = 1,2 \cdot R \cdot C$$

Comme le résultat de l'instruction RCTIME est donné avec une résolution de 2 µs, il ne correspond pas à t mais à t / 0,000 002 ce qui permet d'écrire :

résultat de RCTIME = 0,6 . R . C . 10⁶
Si l'on utilise un condensateur de 0,1 µF, qui est la valeur préconisée par Parallax, cette expression peut encore se simplifier et se réduire alors à :

$$\text{résultat de RCTIME} = 0,06 \cdot R \text{ ou encore}$$

$$R = 17 \cdot \text{résultat de RCTIME}$$

Vous pouvez facilement vérifier l'exactitude de ces calculs avec le programme du listing 3. Notre potentiomètre de 4,7 kΩ en position de résistance maximum donne ainsi 282 comme résultat et nous avons bien :

$$282 \# 0,06 \cdot 4700$$

■ Encore un petit pensum

Si nous continuons encore longtemps, notre rédacteur en chef bien aimé va nous faire les gros yeux parce que notre article est trop long ; aussi, nous vous laissons le soin d'utiliser ce que nous venons de voir à propos de RCTIME pour faire réagir vos feux de carrefour à l'éclairage ambiant, sans le moindre circuit intégré externe, bien entendu.

Si vous nous avez bien suivis et si vous avez réalisé les manipulations proposées ci-dessus, cela ne doit vous prendre que quelques minutes ...

C. TAVERNIER

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 - Construire un mini-labo : voltmètre 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 - Construire 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 - Construire un mini-labo : compteur/décompteur - Le coin de la mesure - Départageur - 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 - Construire 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 thermostats à CTP - Chenillard étoilé - Qu'est-ce que c'est comment ça marche : illustrer ses pages web - Comment calculer ses montages ? - Filtre pour caisson 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 : passer 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 - Temporisation longue durée - Le coin de la mesure : générateur pseudo-sinusoidal - 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 LM 10 - 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 collège - Simulateur de portes pour voiture - Gravimètre expérimental - J'expérimente : le télégraphe Morse.
- N° 12 nouvelle série mai 1999
Petite histoire du téléphone - Génération Internet - Construire un servo-mécanisme - Qu'est-ce que c'est comment ça marche : les formulaires sur vos pages web - Découvrez l'anglais technique : compensation en fréquence d'un AOP - Jouons avec les ultra-sons - Technologie : la prise télévison - Comment calculer ses montages - Simulateur d'alarme voiture - Électronique 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° 13 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° 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 tir - 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-NI 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 : voltmètre à affichage LCD - Technologie : parasites et antiparasites - Vibreur pour GSM - Initiation aux microcontrôleurs : la Basic Stamp (5) - Loto électronique - J'expérimente : le récepteur de Branly.
- N° 19 nouvelle série janvier 2000
Petite histoire de la radio - Génération Internet - Répondre 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 : le Basic Stamp (6) - J'expérimente : un récepteur à galène.
- N° 20 nouvelle série février 2000
Petite histoire de la radio - Adaptateur RIAA inverse - 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 : le 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.
- N° 22 nouvelle série avril 2000
Petite histoire de la radio - Booster pour autoradio - Niveau électronique - Qu'est-ce que c'est ? Comment ça marche ? Mettre du son sur vos pages web - Découvrez l'anglais technique : filtre actif passe-bas - Technologie : dispositif à une jonction : les diodes - Le coin de la mesure : traceur de caractéristiques - Comment calculer ses montages ? - Initiation aux microcontrôleurs : le Basic Stamp (9) - Contrôle pour servomécanisme - Générateur de signaux expérimental - J'expérimente : récepteur à diode.

20^F franco de port le numéro (France métropolitaine)
par chèque à l'ordre de Génération Electronique (n°1, 2, 3 et 11 épuisés)

ABONNEMENT PARRAINAGE

Abonnés, parrainez vos relations à



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 : _____ CE n°23

Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal : Ville : _____

Une lampe de poche

On a toujours besoin d'une lampe de poche chez soi, en voiture ou en balade le soir. Le bon vieux modèle à pile plate de 4,5V cohabite toujours avec la torche halogène très longue portée ou les modèles miniatures à lampe loupe. Pourtant, à chaque fois, c'est l'application de Thomas EDISON qui, toujours, produit le faisceau lumineux, à savoir le filament de tungstène dans une atmosphère sous ampoule de verre.

Enfin, la diode électroluminescente est capable de produire, à son tour, une lumière digne de ce nom et bien plus vivace que les quelques lueurs blafardes des LED de signalisation. Nous avons déniché des diodes lumineuses à très haut rendement lumineux, approchant 9500 mcd (candela = unité d'intensité lumineuse), à comparer avec les 100 mcd d'une LED cristal ordinaire. Le fabricant affiche d'ailleurs le message suivant :

ATTENTION :

ne regardez pas directement dans le rayon ! DANGER de brûlures de la rétine !

Et la consommation, direz-vous ? Elle reste aux alentours de 20 mA avec un angle d'ouverture de 8°. A signaler que l'intensité de service I_f est donnée pour 50 mA et peut atteindre la crête max. = 100 mA, le tout dans un boîtier cristal de 5mm de diamètre. On trouve des diodes AllnGAP en orange, jauné et rouge. Il existe une LED verte très efficace elle aussi et, nouveauté, une LED parfaitement blanche qui génère près de 3000 mcd ! Il n'en fallait pas plus pour entreprendre la construction d'un petit boîtier de lampe de poche avec ces nouvelles sources de lumière. On trouvera ces composants étonnants dans le catalogue 2000 de CONRAD ELECTRONIC.

■ Doser le courant

On pourrait se contenter d'alimenter une diode très haute luminosité

sur une pile de capacité convenable, en interposant simplement une

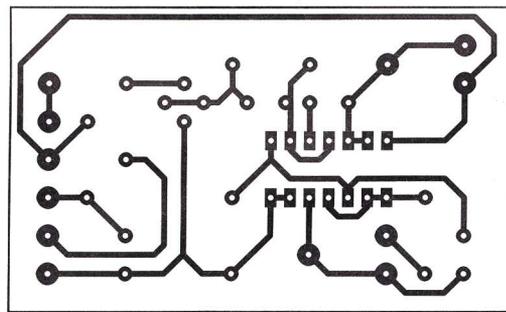


Fig 2 Tracé du circuit imprimé

résistance de limitation. Sans vouloir réaliser un gradateur de lumière, nous pouvons appliquer à notre source lumineuse des impulsions de courant, mais à une fréquence suffisamment haute pour que l'œil ne perçoive pas les périodes de non-alimentation.

Un oscillateur astable pourra faire notre affaire. On peut, à cet instant, noter que la valeur efficace d'un signal carré dépend de la tension maximale E bien entendu, mais surtout du rapport cyclique du signal, c'est à dire le rapport entre l'état 1 et l'état 0 (figure 1). Si le signal a une fréquence fixe d'une période T , on note $T = T_1 + T_2$.

Le rapport T_1/T_2 représente le rapport cyclique. Il est donc possible d'envisager alimenter notre unique LED d'éclairage par un signal impulsionnel qui permettra une intensité instantanée élevée, mais une consommation globale raisonnable, prolongeant la durée de vie de la pile d'alimentation.

■ Le schéma électronique

Une classique bascule astable, formée autour des portes NOR A & B du circuit C/MOS IC₁, délivre un signal carré d'une fréquence centrale approximative de :

$$F = 1 / 0,6 \cdot 0,15 \text{ M}\Omega \cdot 0,033 \mu\text{F} = 336 \text{ Hz}$$

L'élément ajustable P_1 permet de modifier ce signal dans de larges proportions tout en restant compatible avec la persistance rétinienne. Chaque front positif, appliqué sur la broche 8 de la bascule monostable suivante, déclenche celle-ci pour produire une impulsion unique et périodique dont la période est égale à :

$$T = 0,6 \cdot 0,11 \cdot 0,22 = 0,015 \text{ s} = 15 \text{ ms} \text{ (= temps d'allumage de la lampe)}$$

Il ne reste plus qu'à transmettre ce signal sur la base du transistor NPN T_1 , chargé d'appliquer la masse sur la diode L_1 , notre source de lumière. L'anode de celle-ci est chargée par le condensateur chimique C_1 qui s'alimente à travers la résistance R_5 . La limitation d'intensité dans la LED est assurée par la résistance R_4 de très faible valeur. Ce régime impulsionnel assure une forte luminosité à la LED tout en restant, pour la

consommation, dans des valeurs raisonnables inférieures à 50 mA. Un petit réflecteur spécial \varnothing 5mm viendra coiffer notre source électroluminescente pour une efficacité accrue. On pourra prévoir une mise en boîtier pour cette réalisation en n'omettant pas de prévoir un inter

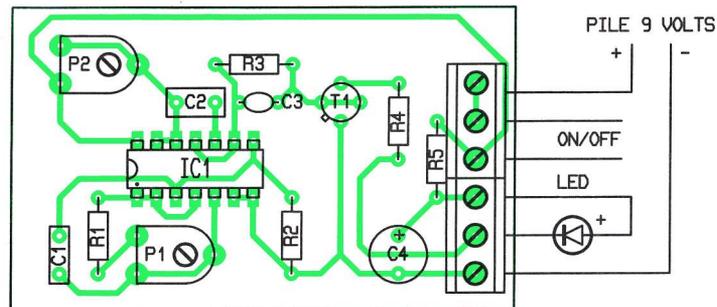


Fig 3 Implantation des éléments

de mise à l'arrêt. Une pile miniature de 9V délivre environ 100 mAh, mais un dosage à l'aide de P_2 permettra de prolonger sa durée de vie en acceptant un rendement lumineux plus modeste, bien entendu. Il ne vous reste plus qu'à adapter ce schéma en employant des sources différentes ou plus puissantes ou en montant plusieurs LED en série. Et attention les yeux !

G. ISABEL

■ NOMENCLATURE

- IC₁ : portes NOR A, B, C, D C/MOS 4001
 - T₁ : transistor NPN 2N1711
 - L₁ : diode électroluminescente très haute luminosité (CONRAD ELECTRONIC)
 - Verte \varnothing 5mm 4000 mcd
 - Blanche \varnothing 5mm 3000 mcd
 - Jaune \varnothing 5mm 9500 mcd
 - Rouge \varnothing 5mm 9500 mcd
 - R₁ : 100 k Ω 1/4W
 - R₂ : 330 k Ω 1/4W
 - R₃ : 4,7 k Ω 1/4W
 - R₄ : 2,2 Ω 1/4W
 - R₅ : 82 Ω 1/4W
 - P₁ : ajustable horizontal 100 k Ω , pas de 2,54mm
 - P₂ : ajustable horizontal 220 k Ω , pas de 2,54mm
 - C₁ : 33 nF plastique
 - C₂ : 220 nF plastique
 - C₃ : 100 pF céramique
 - C₄ : 100 μ F/25V chimique vertical
- Support à souder 14 broches
2 blocs de 3 bornes vissés-soudés, pas de 5mm
inter miniature unipolaire coupleur pression pour pile 9V
réflecteur pour LED 5mm

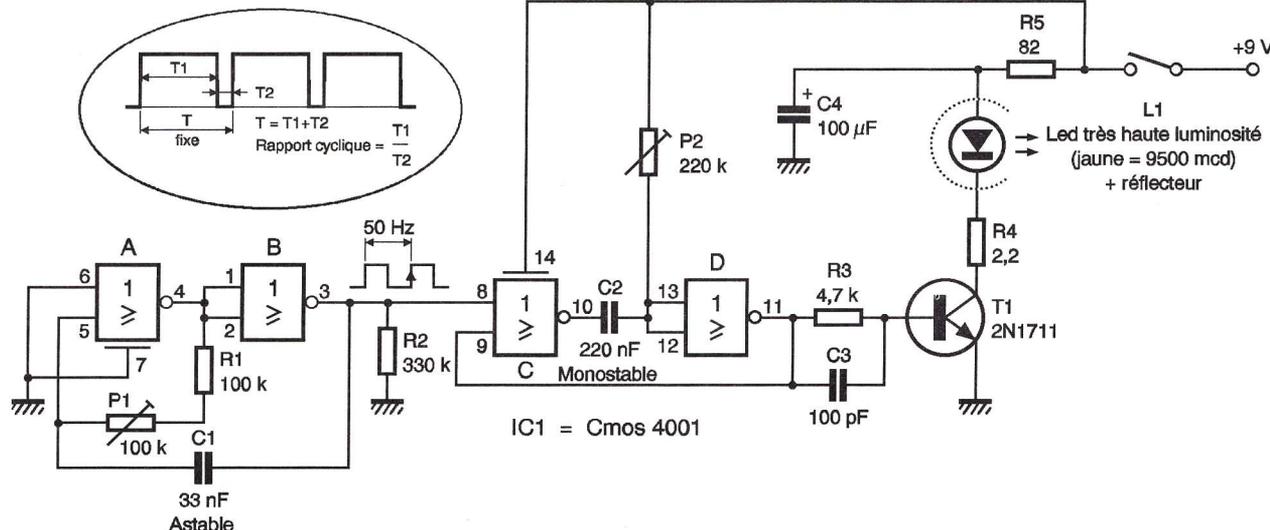
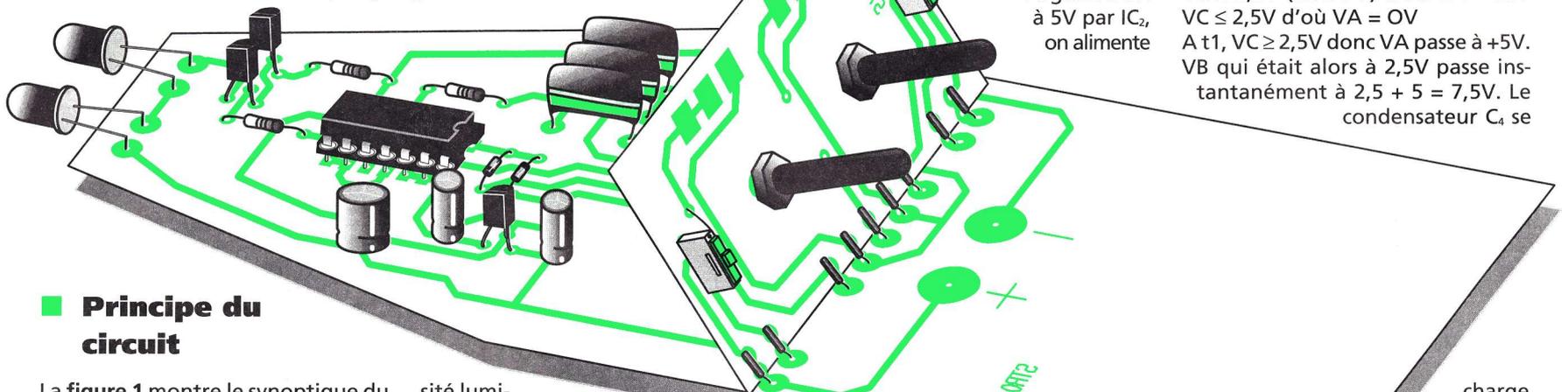


Fig 1 Schéma de principe

Étude et réalisation d'un stroboscope à LED

On connaît bien les stroboscopes équipés de tube à éclats. Ces appareils ont une puissance optique importante, mais sont limités quant à leur fréquence de fonctionnement à quelques Hertz. Le montage présenté aujourd'hui dispose d'une puissance optique limitée, mais sa fréquence de fonctionnement se situe dans la gamme des dizaines de Hertz. Les applications de ce montage vont donc au-delà de la simple application d'animation lumineuse pour spectacles ou du simple gadget.



Principe du circuit

La figure 1 montre le synoptique du montage. Nous avons voulu faire un montage simple, facilement réalisable. Pour cela, notre choix s'est limité à un simple oscillateur bâti autour d'un circuit intégré C/MOS, en l'occurrence le 4011. Celui-ci, alimenté en 5V par un régulateur, commande un générateur de courant. Cette configuration permet de piloter deux LED haute luminosité de couleur rouge.

sité lumineuse de 2000 mcd à $I_F = 50$ mA. Autant dire, un vrai petit phare. Pour atteindre de telles performances, l'angle d'émission est réduit à 14° . Ceci n'est pas un inconvénient car dans la plupart des cas le phénomène périodique à observer se limite à une petite surface (ex. : rotation d'une fraise en pleine coupe, arbre de moteur en rotation, etc.). Notons que l'intensité lumineuse élevée de ces LED, conjugué à l'angle de diffusion étroit, font qu'il

est dangereux de regarder directement dans l'axe d'émission. Revenons au schéma de principe. La pile de 9V alimente l'ensemble par l'intermédiaire de l'interrupteur SW_1 . Après régulation à 5V par IC_2 , on alimente

les oscillogrammes de la figure 3. Nous sommes en régime établi. On constate que $V_C = V_B$ aux valeurs crête près. En effet, les diodes de protection intégrées de l'entrée de la porte II limitent V_C à +5,5V, -5,5V. C'est V_C qui conditionne V_A , tel que $V_C \geq 2,5V$ ($V_{DD} / 2$) d'où $V_A = +5V$ $V_C \leq 2,5V$ d'où $V_A = 0V$. A t1, $V_C \geq 2,5V$ donc V_A passe à +5V. V_B qui était alors à 2,5V passe instantanément à $2,5 + 5 = 7,5V$. Le condensateur C_4 se

charge alors via P_1 et D_2 qui impose ce sens de charge. Lorsque $V_B \leq 2,5V$, la sortie A de

la porte I bascule à zéro. A cet instant, V_B s'inverse et passe à -2,5V, ce qui correspond à la charge de C_4 . Celui-ci se recharge alors en inverse par P_2 et D_1 qui impose ce nouveau sens de courant, la sortie de la porte II étant alors à +5V. Lorsque $V_B \geq 2,5V$, le cycle recommence.

P_1 détermine le temps $t_2 - t_1$ et règle la durée de l'impulsion de sortie. P_2 détermine le temps $t_3 - t_2$ et règle la fréquence du signal de sortie.

Le générateur de courant

Il est constitué des transistors T_1 et T_2 (montés en Darlington) et de la résistance d'émetteur R_1 . Le signal fourni par la porte I est un créneau d'amplitude constante de +5V. Les 2 VBE de T_1 et T_2 sont également constants (0,7V + 0,7V). La chute de tension de R_2 est d'environ 0,5V. Nous trouvons donc aux bornes de R_1 une tension constante de $5 - (1,4 + 0,5) = 3,1V$ qui trahi un courant constant dans celle-ci de $3,1 / 56 = 0,055$ A soit 55 mA.

Caractéristiques en fréquence

Avec les valeurs du montage, la mesure des fréquences nous donne (potentiomètre de largeur au minimum) :

■ F1 : 3,3 Hz à 25 Hz

■ F2 : 15 Hz à 60 Hz

La largeur des impulsions va de :

■ 18 à 40 ms pour F1

■ 4 à 9 ms pour F2

Notez qu'il vous sera facile de modifier cette gamme de fréquence pour vos applications en changeant la valeur des condensateurs. Nous vous déconseillons de modifier la valeur du courant dans les LED.

Réalisation pratique

On trouvera aux figures 4 et 6 les tracés des deux circuits imprimés.

Schéma de principe

La figure 2 reprend en détail tous les éléments de notre réalisation. L'idée d'origine était de réaliser un petit stroboscope autonome, donc alimenté par pile et dont la fréquence des éclats permettait d'observer des phénomènes cycliques rapides. Les nouvelles LED rouges haute luminosité disponibles actuellement ont permis cette réalisation. Le choix des LED s'est arrêté au modèle HLMPC116 de chez HEWLETT-PACKARD. Avec ce modèle, il est possible d'obtenir la très respectable inten-

l'oscillateur composé des portes I et II de IC_1 (les portes III et IV ne sont pas utilisées ici). Les LED sont alimentées directement du 9V via le générateur de courant (T_1, T_2).

L'oscillateur

Pour simplifier, considérons que la position de SW_2 mette en jeu le condensateur C_4 (mode F2). Obser-

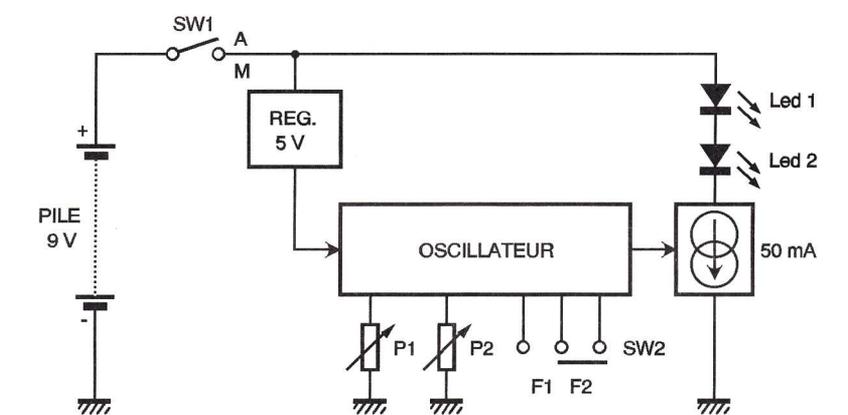


Fig 1

Synoptique du montage

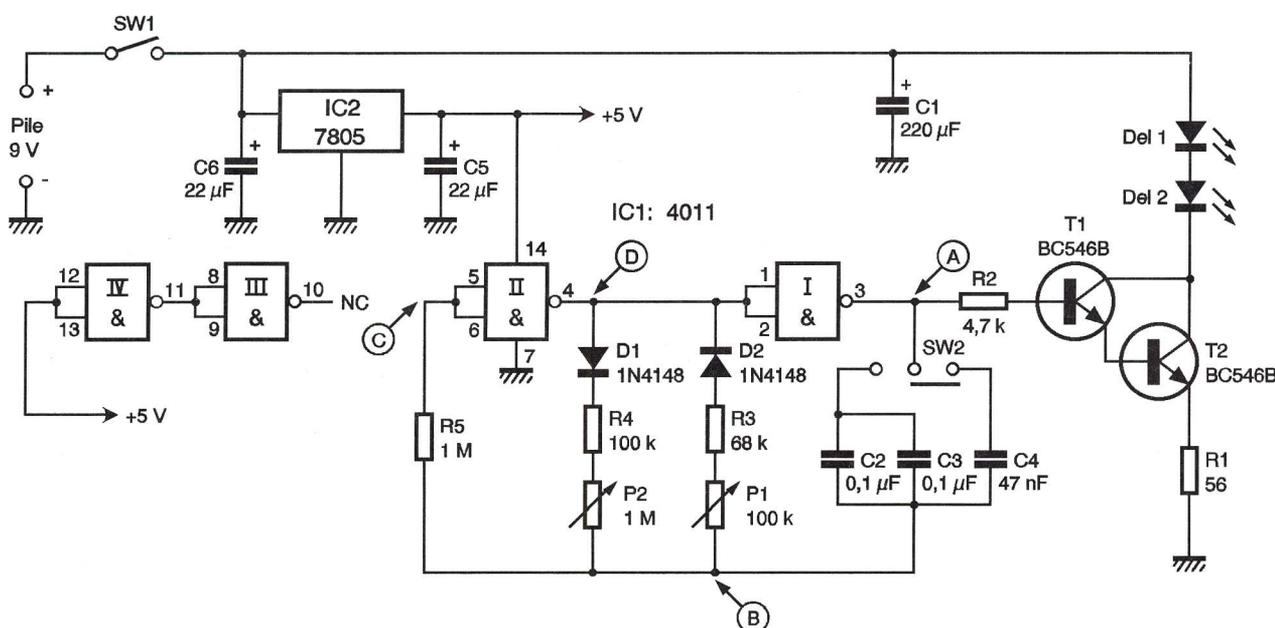


Fig 2

Schéma de principe

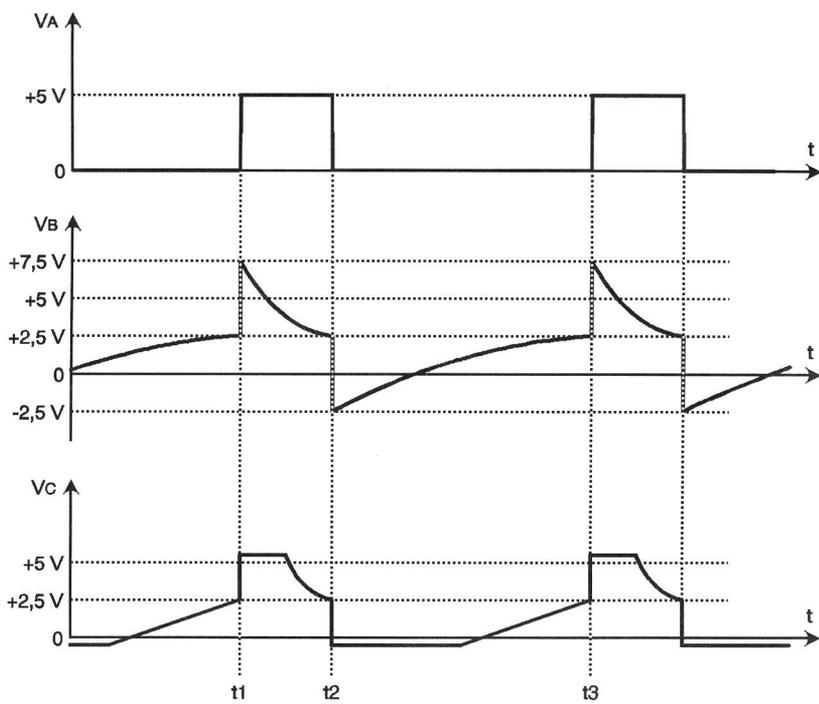


Fig 3 Oscillogrammes caractéristiques

STRO2 comporte l'alimentation, le générateur d'impulsion, le générateur de courant constant avec ses LED. STRO1 sert de support aux potentiomètres ainsi qu'aux deux inverseurs M/A et F1/F2.

Le câblage (figures 5 et 7) ne comporte pas de difficultés particulières. On fera cependant attention au sens de IC1 et de D1 et D2.

La forme générale des circuits imprimés a été optimisée afin de pouvoir intégrer l'ensemble dans un boîtier ergonomique de fabrication « maison », le circuit STRO1 rassemblant tous les éléments de réglage.

Nous n'avons rencontré aucune difficulté particulière, le montage doit fonctionner sans problèmes à la première mise sous tension.

■ Applications

Les applications de ce petit stroboscope sont nombreuses. Celui-ci vous permettra de décomposer tout mouvement mécanique périodique. Une petite pastille autocollante (blanche) appliquée près du centre

d'un haut-parleur vous fera découvrir les mouvements de sa membrane. S'il vous est possible d'exciter le haut-parleur avec une fréquence fixe, vous pourrez visualiser ces mouvements de manière très lente, par l'application d'un signal lumineux de période proche. L'effet est saisissant.

De la même manière, il est possible de décomposer la rotation d'un foret d'une fraise ou d'un moteur en rotation. Les aéromodélistes pourront également observer l'hélice de leur avion à une vitesse inhabituelle, mais attention de ne pas y mettre les doigts, la tentation est grande.

Vous sera-t-il possible d'observer un insecte, tel le moustique sournois qui vous nargue les soirs d'été, pas-

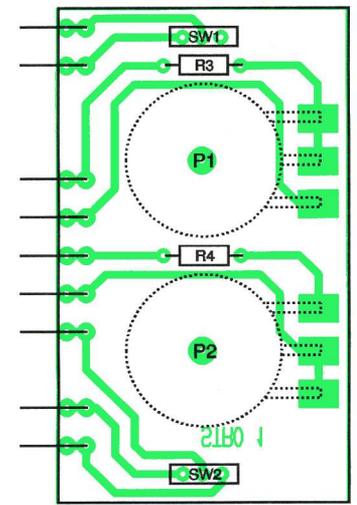


Fig 7 Implantation des éléments
Les potentiomètres P1 et P2 sont câblés côté cuivre.

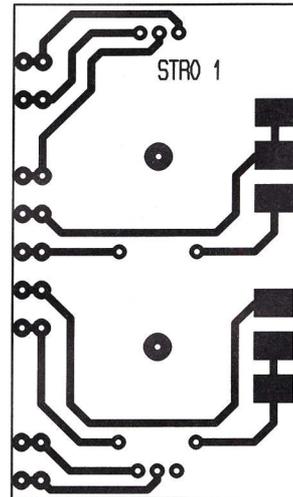


Fig 6 Tracé du circuit secondaire

Fig 7 Implantation des éléments

sant devant l'écran de votre téléviseur (stroboscope méconnu) en décomposant lentement les mouvements de ses ailes !

P. DURCO

■ NOMENCLATURE

- R₁ : 56 Ω 1/4W (vert, bleu, noir)
- R₂ : 4,7 kΩ 1/4W (jaune, violet, rouge)
- R₃ : 68 kΩ 1/4W (bleu, gris, orange)
- R₄ : 100 kΩ 1/4W (marron, noir, jaune)
- R₅ : 1 MΩ 1/4W (marron, noir, vert)
- C₁ : 220 µF/10V chimique radial
- C₂, C₃ : 0,1 µF polyester
- C₄ : 47 nF polyester
- C₅, C₆ : 22 µF/16V chimique radial
- T₁, T₂ : BC546B
- IC₁ : 4011B C/MOS
- IC₂ : régulateur 7805 ACP (boîtier T092)
- SW₁, SW₂ : inverseurs mini-DIL (SECME)
- P₁ : potentiomètre 100 kΩ linéaire
- P₂ : potentiomètre 1 MΩ linéaire
- Del₁, Del₂ : diodes rouges HLMP C116
- D₁, D₂ : 1N4148
- 1 support de pile 9V
- 1 pile 9V
- 9 picots de liaison carte

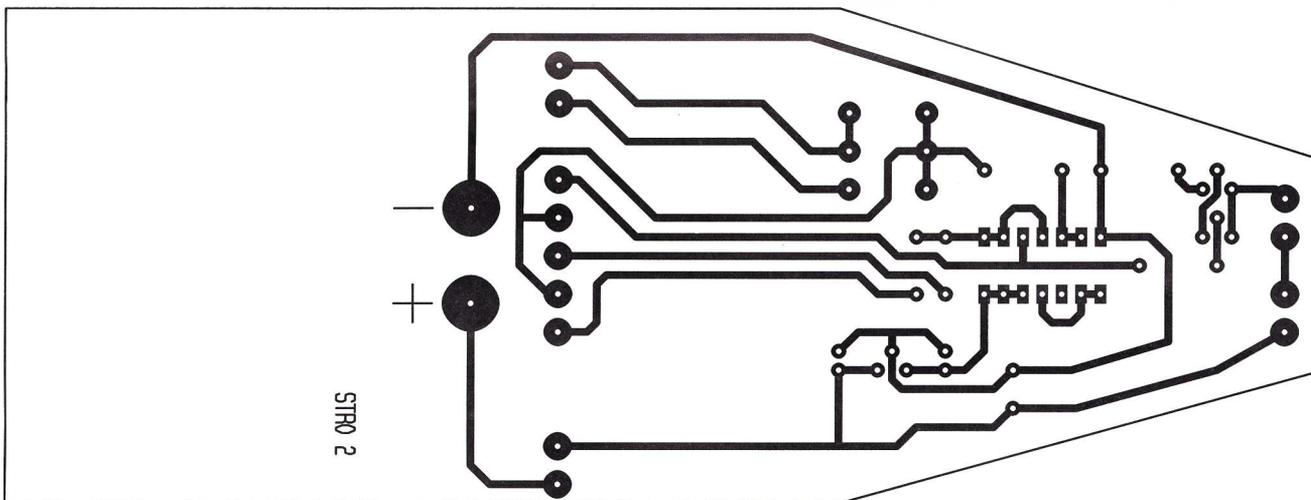


Fig 4 Tracé du circuit imprimé de la platine principale

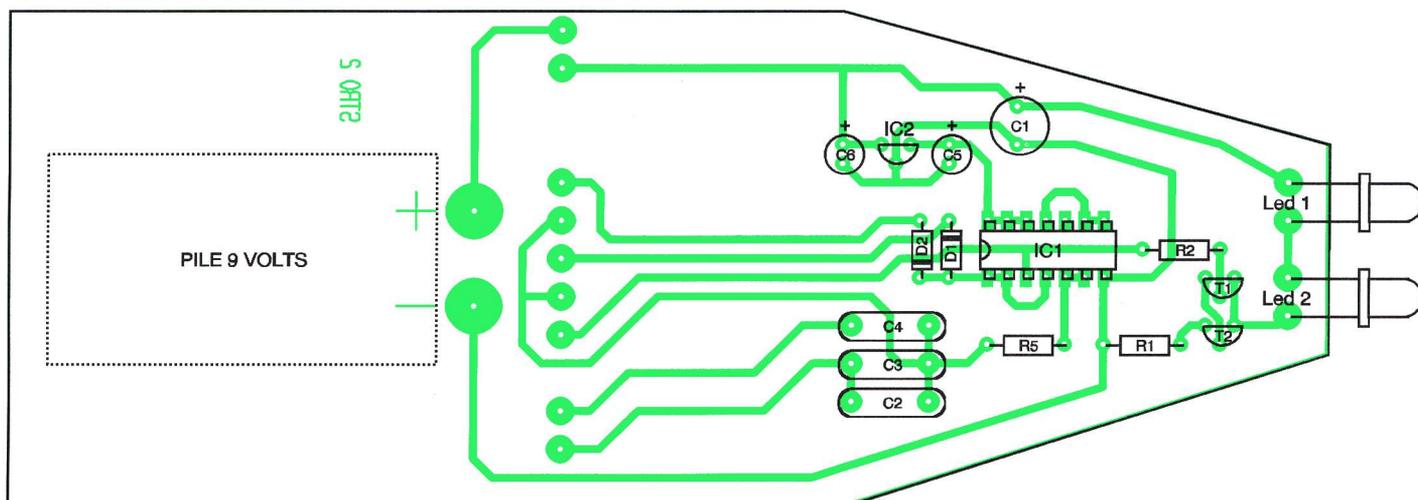


Fig 5 Implantation des éléments



(8^e partie)

2 grâce au vibreur de l'ingénieur Boucherot avant que ne soient adoptés les amplificateurs à lampe à trois étages. C'est finalement en 1916 que cette technique de télégraphie par le sol est mise en place par l'armée française. La TPS sera cependant progressivement abandonnée après la capture de postes par les Allemands, qui utilisèrent ce procédé pour intercepter les messages avant de le reprendre à leur profit.



■ La télémechanique.

Dans son ouvrage intitulé *La télégraphie sans fil* (Hachette, 1914), A. Berget définit la télémechanique comme "... la partie de la science électrique consistant à mettre en mouvement, à distance, et à la volonté de l'opérateur, des engins mécaniques avec lesquels aucune connexion par fils n'est nécessaire." Il cite entre autres les expériences menées par Branly dans ce domaine en 1905, au centre desquelles se trouve un distributeur rotatif qui tourne grâce à un moteur électrique mis en mouvement à chaque impulsion d'un cohéreur. Le distributeur peut donc actionner successivement les organes de commande d'un appareil.

Berget imagine déjà que par ce procédé il sera tout à fait possible de réaliser des torpilles guidées à distance ou encore des bombes volantes sans équipage à l'aide de dirigeables modifiés pour la circonstance.

Ce rêve, qu'il partage avec certains auteurs de romans fantastiques de l'époque, est concrétisé en 1917 par l'équipe du colonel Ferrié. Ce dernier cherche à mettre au point un système capable d'approcher l'ennemi sans risques, et procède donc aux essais d'une vedette télécommandée depuis un avion dans la rade de Toulon. Il ne s'arrête pas là, car il teste ensuite un avion télécommandé. Il réussit un vol d'environ cinquante kilomètres sans problèmes majeurs, mais en dehors de son caractère démonstratif, une mission sans pilote ne correspond pas aux priorités des divers états majors.



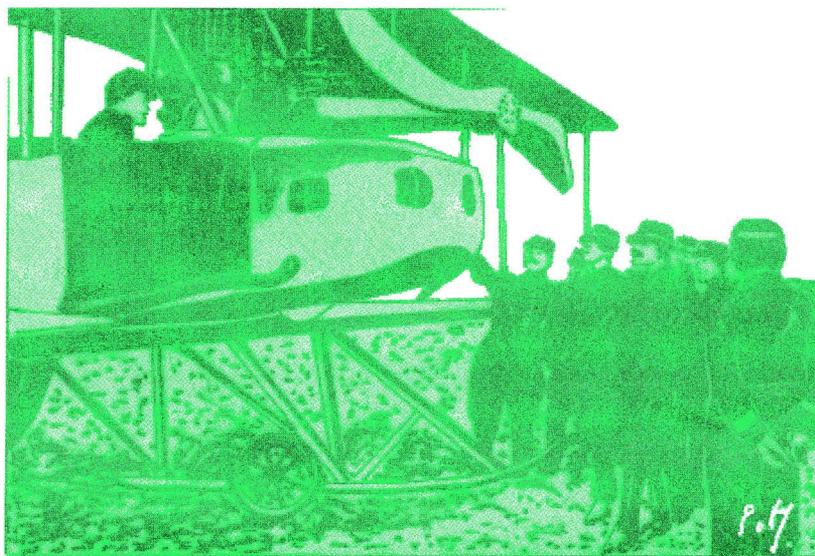
■ L'observation au sol.

Il en est d'autres par contre qui retiennent toute l'attention des généraux. Dans le cadre de cette guerre relativement statique, les combats se résument fréquemment à des assauts d'une tranchée à l'autre. Afin d'interdire une attaque ou en préparer une, l'artillerie procède à des tirs qui doivent être précis en raison de la proximité des

PETITE HISTOIRE DE LA RADIO

tranchées. Si le tir est trop court, les soldats sont décimés par leurs propres canons et trop long, il sera sans effet.

Dès 1915, le réglage des tirs d'artillerie s'effectue depuis un avion. Il est équipé d'un émetteur à étincelles de 25 kg et d'une antenne de 100 à 200 mètres qu'il déploie en vol. L'observateur relève les positions ennemies puis les télégraphie en morse. Le poste au sol, équipé d'un récepteur à galène, doit effectuer des marquages au sol à l'aide de draps blancs disposés en fonction d'un code convenu afin de demander une nouvelle observation ou la



Inspection du général Joffre de l'une des premières stations TSF montées sur avion

répétition du message. L'opération se renouvelle autant de fois que nécessaire pour ajuster le tir, ce qui ne manque pas de prendre du temps et des vies inutiles.

Les transmissions entre les avions et le sol s'effectuent en morse pour l'essentiel afin de limiter les effets du brouillage, mais dès 1916, Ferrié effectue des essais de liaison en phonie. Le lieutenant Cournot rapporte dans une de ses lettres que, quelques jours avant le premier mai 1916, il fut sollicité par Ferrié pour effectuer les essais en vol d'un appareil de téléphonie sans fil monté à bord de son avion, lesquels furent concluants.

■ La production de masse.

Le travail de recherche des diverses équipes entraînées par Ferrié porte progressivement ses fruits. Camille Gutton, un docteur ès sciences agrégé de physique est affecté au 51 bis du boulevard Latour-Maubourg, dans le couloir des Invalides. Dans ces locaux, il met au point divers émetteurs-récepteurs à ondes entretenues destinés aux différents corps d'armée.

C'est en janvier 1917 que sortent les émetteurs E3 à quatre lampes dont les longueurs d'onde sont comprises entre 600 et 1800 mètres. Les premiers essais entre Meudon et Villa-

coublay sont plus que satisfaisants puisqu'ils sont entendus dans un rayon de 400 km pour une puissance de 10 watts seulement. Le travail lancé au sein des ateliers de l'ECMR est suivi d'une production en série par la Compagnie des compteurs dans ses ateliers de l'usine du boulevard Vaugirard.

Si l'appareil en soi est relativement fiable, il n'en va pas de même pour l'alimentation. Les batteries de 320 Volts sont équipées d'un bac celluloïd qui a une fâcheuse tendance à prendre feu dès que se présente le moindre court-circuit. L'équipe décide alors de remplacer ces piles par des générateurs de courant continu comme ceux que produit la Compagnie générale électrique. Récupérés par la TSF militaire qui calcule les nouveaux enroulements nécessaires, les stocks de généra-

en action et brouillent les communications, ce qui laisse les dirigeables désemparés car incapables dès lors de se diriger de concert. En outre, le cap étant donné par repérage radio goniométrique sur les postes allemands, ils ne gouvernent plus qu'à l'estime et finissent par se perdre, d'autant qu'un émetteur français dont l'émission est camouflée afin que ses caractéristiques soient identiques aux postes allemands les entraîne directement vers les escadrilles alliées.

Les zeppelins utilisent pour la première fois des communications flash dans lesquelles le message est transmis à grande vitesse, mais là aussi la parade est trouvée puisqu'il suffit de les enregistrer sur un cylindre de cire de dictaphone Edison, puis de les écouter en vitesse lente.

L'espionnage n'est pas en reste car la radio permet d'établir des liaisons discrètes. C'est ainsi que le renseignement français suit de près les activités d'une jeune danseuse d'origine hollandaise, Margharetta-Geertruda Zelle, qui fréquente divers diplomates et membres d'état-major. Elle voyage beaucoup et se trouve en France en 1916. Elle propose ses services à l'espionnage français qui se méfie mais l'envoie en Espagne. La Tour Eiffel capte un message chiffré, de Madrid à destination de l'Allemagne, dans lequel sont données des positions de troupes exactes. En réponse, il est demandé à l'agent M21 de se rendre au Comptoir d'escompte en France afin d'y retirer son argent. Il s'y rend et s'est ainsi qu'est démasquée Mata Hari, alias Pupille de l'Aurore, dont le procès ouvert le 24 juillet 1917 aboutit à sa condamnation à mort, face à un peloton d'exécution.



■ Préparer l'Armistice.

Le 4 octobre 1918, l'Allemagne transmet un télégramme destiné au président Wilson. La Tour, qui joue le rôle de relais des communications diplomatiques transmet donc à destination de Washington le message suivant : "...CQ DE FL... CQ DE FL... Voici communiqué officiel - 5 octobre 1918 - Le prince Max de Bade adresse une demande d'armistice au président des Etats-Unis." Clemenceau et Foch préparent pendant un mois et dans le plus grand secret les modalités de cet armistice car ils craignent une manœuvre de l'état major Allemand alors que se prépare une vaste offensive des alliés. Finalement, la Tour reçoit la liste des plénipotentiaires allemands dans la nuit du 6 au 7 novembre. Les soldats du huitième génie captent alors des messages curieux dans lesquels il est question de portes à ouvrir sur la ligne du front. Chargée de relayer les communications de la délégation, la Tour pourra émettre l'ultime radiotélégramme annonçant l'Armistice du 11 novembre 1918.

P. Rytter.

■ La guerre des ondes.

Le rôle des équipes qui travaillent en TSF ne consiste pas simplement à produire des appareils et à les mettre en œuvre. Ils apportent une contribution tout à fait active car ils participent au repérage radio goniométrique des troupes adverses, en essayant de semer la confusion chaque fois que possible. Ferrié a fait établir une ligne de repérage qui passe par l'Oise, l'Yonne, la Côte d'Or et le Jura. C'est ainsi qu'il peut déterminer avec une grande exactitude la position des émetteurs ennemis ou le déplacement de ces bombardiers géants que sont les Zeppelins. Le 19 octobre 1917, une dizaine de ces appareils est repérée par les stations radio goniométriques et sont suivis du Luxembourg au Pas-de-Calais. Les émetteurs français entrent alors