

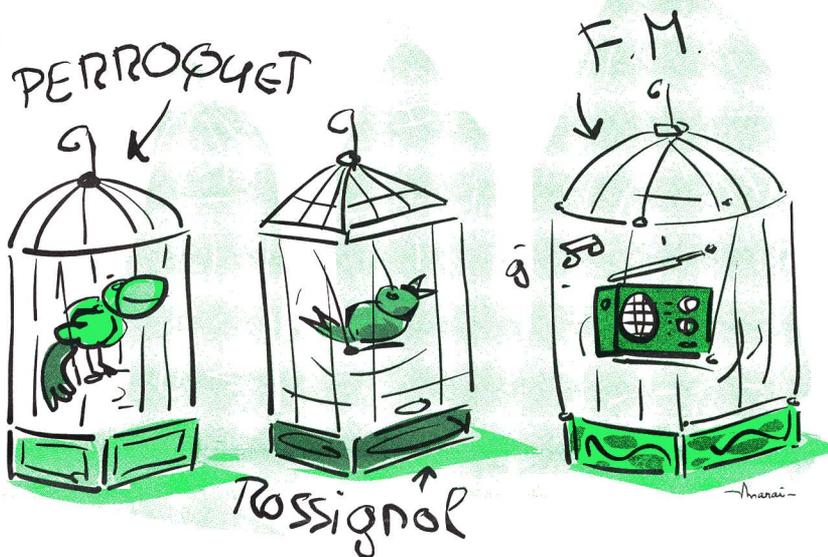


(3^e partie)

PETITE HISTOIRE DE LA RADIO

La télégraphie sans fil émerge du laboratoire en grande partie grâce aux travaux de Hertz et de Branly. Ces derniers ont, chevillé au corps et à l'âme, ce besoin incoercible de percer les mystères qui s'offrent à eux. Edouard Branly (1844-1940), parce qu'il ne cherche pas la gloire même s'il a conscience de l'importance de ses travaux, offre l'image du parfait homme de science qui œuvre en toute modestie pour que progresse l'humanité.

Edouard-Eugène-Désiré Branly est né le 23 octobre 1844 à Amiens. Son père, professeur de lettres, est originaire du Pas-de-Calais comme son épouse. Il enseigne au lycée d'Amiens avant de partir pour le Lycée Impérial de Saint-Quentin dans l'Oise. C'est dans cette ville que le jeune Edouard reçoit une éducation classique, avec de très bonnes dispositions pour les lettres classiques. Il manifeste cependant une grande curiosité pour tout ce qui touche aux sciences, à la technique et ses applications. Les appareils du laboratoire du lycée sont dans leur majorité hors d'usage, Edouard est appelé pour aider le professeur dans ses manipulations en raison de son habileté

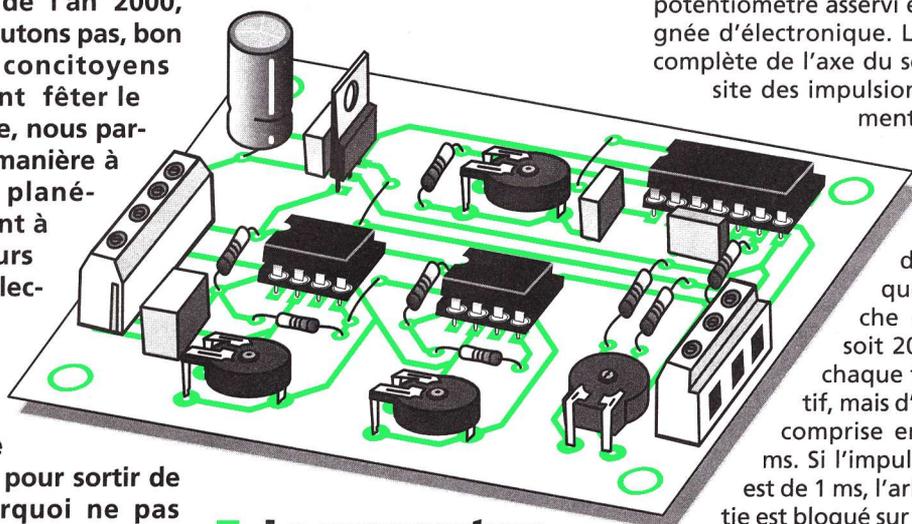


suite p 24

Un servo-modulateur

PAGE 3

A l'occasion de l'an 2000, où, n'en doutons pas, bon nombre de nos concitoyens vont joyeusement fêter le réveillon du siècle, nous participons à notre manière à cet événement planétaire en proposant à nos fidèles lecteurs une réalisation électronique capable de contribuer à l'animation des soirées de fêtes. La musique sera présente et, pour sortir de l'ordinaire, pourquoi ne pas faire usage d'un dispositif mécanique capable d'orienter un miroir ou un projecteur en fonction des rythmes musicaux. Nous sommes loin des modulateurs classiques et si l'aventure vous tente, rejoignez-nous et réalisez ce véritable servo-modulateur piloté par la musique vive et saccadée de préférence.



Le servomoteur

Nous ferons usage, dans cette réalisation originale, d'un véritable servomécanisme habituellement destiné aux maquettes radiocommandées d'avion, de bateau ou de voiture. Un modèle économique et de faible puissance mécanique pourra suffire puisqu'il n'aura à animer qu'un miroir dans la plupart des cas. Ce composant, très particulier, comporte un minuscule moteur, un

potentiomètre asservi et une poignée d'électronique. La rotation complète de l'axe du servo nécessite des impulsions parfaitement calibrées,

d'une fréquence proche de 50 Hz, soit 20 ms entre chaque front positif, mais d'une durée comprise entre 1 et 2 ms. Si l'impulsion reçue est de 1 ms, l'arbre de sortie est bloqué sur une butée la durée maximale de 2 ms provoque la rotation rapide jusqu'à l'autre butée. Toute durée d'impulsion comprise entre 1 et 2 ms place l'axe de sortie dans une position intermédiaire. Ainsi une impulsion de 1,5 ms positionne l'équipage mobile du servo à mi-chemin entre les deux butées, en une position médiane parfaite que l'on nomme point neutre.

suite p 3

N°18 DECEMBRE 1999
NOUVELLE SÉRIE

SOMMAIRE

1 - PETITE HISTOIRE DE LA RADIO

3 - SERVO-MODULATEUR

4 - QU'EST-CE QUE C'EST ? COMMENT ÇA MARCHE ?
LES COOKIES ET JAVA SCRIPT (2)

7 - COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?

10 - DÉCOUVREZ L'ANGLAIS TECHNIQUE
BOUTON-POUSOIR

12 - LE COIN DE LA MESURE
VOLTMÈTRE À AFFICHAGE LCD

15 - TECHNOLOGIE PARASITES ET ANTIPARASITES

17 - VIBREUR POUR GSM

18 - INITIATION AUX MICROCONTRÔLEURS
LE BASIC STAMP (5^e PARTIE)

20 - LOTO ÉLECTRONIQUE

22 - J'EXPÉRIMENTE
LE RÉCEPTEUR DE BRANLY

Generation ELECTRONIQUE

PROJETS, INITIATION, ENSEIGNEMENT

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

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

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

Marketing :
Corinne RILHAC (84.52)
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° 069974699
Membre inscrit à Diffusion Contrôlé (OJD)

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

RETRONIK.FR 2023

ANCIENS NUMEROS DISPONIBLES DE GE

N° 4 nouvelle série juin/juillet/août 1998

N°1-2-3-11 épuisés (cochez les cases désirées)
 Petite histoire du téléphone - Initiation à la robotique ; le port parallèle - Sablier sensible - Qu'est-ce que c'est comment ça marche ; effectuer une recherche sur le web - Aide mémoire logique - Découvrir 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 - Traqueur - 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 coureur électronique - Construire un mini-labo ; générateur de fonctions - Un détecteur de chocs - Découvrir 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 ; compo/écompo - Le coin de la mesure - Départageur - Comment calculer ses montages ? - Découvrir 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 - Découvrir l'anglais technique : régulateur de tension ajustable avec LM317 - Inverseur cyclique - J'expérimente : le télégraphe autographique.

N° 8 nouvelle série décembre 1998

Petite histoire du téléphone - Technologie : les thermistances à CTP - Chenillard étoilé - Qu'est-ce que c'est comment ça marche ; illustrer ses pages web - Comment calculer ses montages ? - Filtre pour caisson de basses - Initiation à l'électronique de puissance - Le coin de la mesure : générateurs de signaux carrés - Attente téléphonique - Découvrir l'anglais technique : convertisseur d'alimentation positive en négative - J'expérimente : le praxinoscope - Génération Internet.

N° 9 nouvelle série janvier 1999

Petite histoire du téléphone - Qu'est-ce que c'est comment ça marche ; illustrer ses pages web - Commande bimanuelle - Comment calculer ses montages ? - Initiation à l'électronique de puissance - Un régulateur de son - Technologie : laser à semi-conducteur - Testeur d'AOP - Découvrir l'anglais technique : un capteur de température - Le coin de la mesure : adaptateur de fréquence - 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-sinusoïdal - Fader.

N° 12 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 collage - Simulateur de pannes pour voiture - Gravimètre expérimental - J'expérimente : le télégraphe Morse.

N° 13 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 - 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 miniature : 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 miniature : monostable.

N° 15 nouvelle série septembre 1999

Petite histoire du téléphone - Variateur de trains - Alarme tiroir - Détecteur universel - Qu'est-ce que c'est ? Comment ça marche ; traitements avec Javascript - Commutateur à touches sensibles - Le coin de la mesure : bargraph à LED - Comment calculer ses montages ? - Initiation aux µC avec le Basic Stamp - Chargeur CD-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 du radio - Technologie : les enceintes acoustiques - Kaléidoscope - Qu'est-ce que c'est ? Comment ça marche ? Les formulaires à 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 du 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.

disponible par correspondance

Génération ELECTRONIQUE

20^F (n°1, 2, 3 et 11 épuisés)
 franco de port le numéro
 (France métropolitaine)

par chèque à l'ordre de Génération Electronique

Veillez me faire parvenir : GE n°18

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 nouvelle série (port compris)

Nom : _____

Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal : [] [] [] [] Ville : _____



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

REPERTOIRE DES ANNONCEURS

ABONNEMENT.....2	HI-TECH TOOLS.....20
CIF.....9	INTERFACES PC.....20
DISTREL.....2	MDM.....2
ELECTRONIQUE PRATIQUE.....6	SELETRONIC.....9

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

QR4 CE FANTASTIQUE OUTIL DE DESSIN ELECTRONIQUE EST L'OUTIL PARFAIT DONT VOUS RÊVIEZ !

Réalisez des schémas clairs et personnalisés, des dessins industriels irréprochables avec une précision de 20 microns!

2000

AMPLIECO MDM

QUICKROUTE 4

AMPLI DISCRET COMPLEMENTAIRE

Saisissez votre schéma et routez le en automatique ou manuel !
PROMO SPECIALE AN 2000 !

MDM ELECTRONIQUE Pour en savoir plus, visitez notre site internet: <http://www.mdmagic.com>
 TEL (33) 05 56 06 37 89+ FAX 05 56 38 08 05 33560 ZI de Carbon-Blanc
 Des logiciels étonnants pour la technique et la physique

Etudiants, Développeurs, DECOUVREZ TINA PRO !

Noname - Editeur de Schéma

Fichier Edition Circuit Affichage Analyse I&M Outils ?

Elémentaires / Mesures / Sources / Semi-conducteurs / Portes / Bascules / Convertisseurs / CI Logiques

L'un des logiciels de simulation analogique et digitale le plus complet

Des oscillos numériques, des analyseurs, générateurs de fonction, traceurs et 7 appareils de mesures fournis!

TOUT est dans TINA ! Vous allez étudier, vous amuser, mais aussi expérimenter, tout ce que vous désirez en analyse virtuelle ou réelle. Un outil indispensable pour entrer dans le 3ème millénaire. Banque SPICE de plus de 10000 composants! Un produit en français en plus! Commandez la démo complète (moins coûteuse et plus complète que le téléchargement ! (35 Mo.)

PROMO AN 2000!

DEMO CD Rom
 QR4 + TINA 50 F

TINA: de 650 à 2900 F ttc
 QR4: de 250 à 2000 F ttc

Même pas le prix d'un scope non virtuel!

KEMO KITS et MODULES

LES PRODUITS DU MOIS

B212
 Traitement contre calcaire et corrosion dans les conduites d'eau

B197
 Carte-relais 12

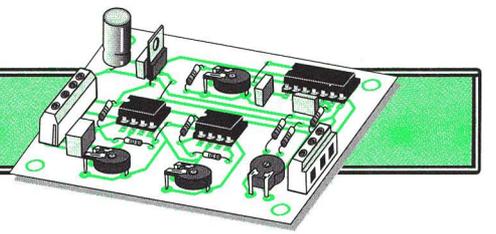
M031
 Amplificateur 3,5W universel

B107
 Voix de robot

Catalogue contre 30,00 F en timbres frais d'envoi compris.

DISTREL : 8 av. du 18 Juin 1940 - 92500 RUEIL MALMAISON
 aucune vente directe,
 demandez la liste des dépositaires au 01.41.39.25.06

Un servo-modulateur



La plage de variation de l'impulsion provoque un déplacement proportionnel du servo moteur utilisé (voir chronogrammes à la figure 4).

Au lieu de modifier la largeur d'impulsion à l'aide d'une manette de commande ou d'un potentiomètre, nous allons automatiser cette fonction en mettant en forme le faible signal capté par un micro ou, plutôt, par un haut-parleur dans le cas de notre maquette. L'amplitude du signal sonore capté modifiera la largeur d'impulsion du servomécanisme. On pourra ensuite exploiter ce déplacement pour faire bouger un petit miroir ou, même directement, déplacer un petit projecteur ou générateur laser maintenant

ficateur, on ne peut plus classique. On pourra consulter le schéma électronique proposé à la figure 1.

L'Ampli-OP IC₁, un classique 741, assure une première amplification du signal capté par le haut-parleur dont le gain dépend, en grande partie, de la position de l'ajustable P₁. Les résistances R₁ et R₂ forment un pont diviseur par 2 pour appliquer un niveau de référence en tension sur la broche non-inverseuse du circuit IC₁. Le second étage d'amplification construit autour de IC₂ est identique aux valeurs près ; il délivre sur la sortie 6 de l'ampli un signal fortement amplifié à la limite de l'écrêtage. Seule l'amplitude du signal fera varier, ici, le niveau

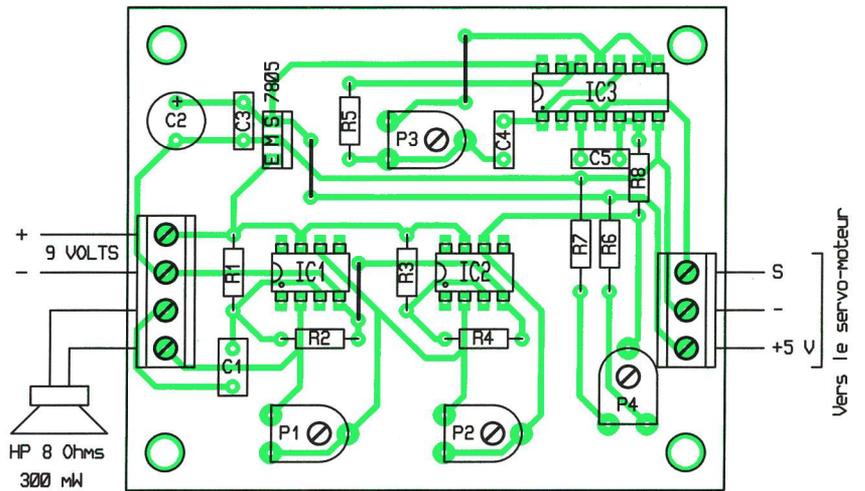


Fig 3

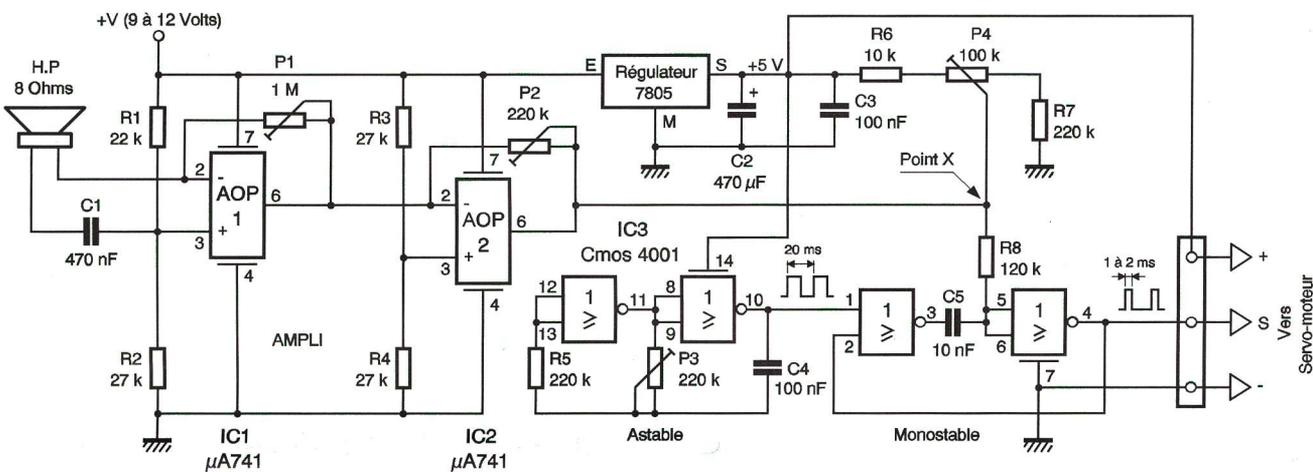


Fig 1

Schéma de principe

abordable (attention aux yeux tout de même !).

■ Capturer et amplifier le son

Le signal devra être capté au préalable : pour une fois, pourtant, il ne sera pas fait usage d'un microphone mais plutôt d'un minuscule haut-parleur de faible puissance. Ces vibrations sonores seront captées par la membrane et amplifiées puis mises en forme par un étage ampli-

continu produit par nos deux amplificateurs. Il aurait été possible d'adjoindre un filtre sélectif pour ne conserver, par exemple, que les fréquences basses du signal capté. Cette option conviendrait particulièrement bien aux musiques disco où le "beat" est particulièrement présent et audible !

■ Moduler le signal

Pour piloter un servomécanisme, souvent alimenté sous une ten-

sion de 4,8V, nous avons été amenés à faire usage d'un régulateur 7805 pour alimenter convenablement la suite du montage. Une bascule astable, construite autour de deux portes NOR, produit un signal rectangulaire régulier d'une fréquence proche de 50 Hz, soit une période de 20 ms. Cette succession de fronts positifs est appliquée sur l'entrée d'une bascule monostable, cette fois construite autour des deux

portes restantes du circuit C/MOS IC₃ utilisé ici. La période du signal de sortie sera réglable, si possible, entre 1 et 2 ms en raison de la valeur de C₅ et, surtout, du pont diviseur formé par R₆, P₄ réglable et R₇.

On remarque également la liaison en sortie de l'amplificateur qui aboutit au point X sur notre schéma. La tension produite par le haut-parleur s'ajoute à celle de l'étage diviseur pour modifier, à la hausse, la période du signal de sortie du servomécanisme. La boucle est bouclée : nous parvenons, de cette manière, à modifier la position du servo par une simple parole ou une musique émise à proximité du capteur de son.

■ Réalisation pratique

L'essentiel des composants est regroupé sur la carte imprimée dont le tracé est donné à l'échelle 1 sur la figure 2. La liaison du haut-parleur au circuit principal se fera à l'aide d'un tronçon de câble blindé à 1 fil. L'ajustable P₂ pourra, éventuelle

■ NOMENCLATURE

- IC₁, IC₂ : Ampli-OP μA 741, boîtier DIP8
- IC₃ : quadruple NOR C/MOS 4001
- Régulateur intégré 5V positif, 7805, boîtier TO220
- R₁, R₂ : 22 kΩ 1/4 W
- R₃, R₄ : 27 kΩ 1/4 W
- R₅, R₇ : 220 kΩ 1/4 W
- R₆ : 10 kΩ 1/4 W
- R₈ : 120 kΩ 1/4 W
- P₁ : 1 MΩ ajustable horizontal, pas de 2,54 mm
- P₂, P₃ : 220 kΩ ajustables horizontaux, pas de 2,54 mm
- P₄ : 100 kΩ ajustable horizontal, pas de 2,54 mm

- C₁ : 470 nF/63V plastique
- C₂ : 470 μF/25V chimique vertical
- C₃, C₄ : 100 nF/63V plastique
- C₅ : 10 nF/63V plastique
- 2 supports à souder 8 broches
- 1 support à souder 14 broches
- 2 blocs de 2 bornes vissésoudé, pas de 5 mm
- 1 bloc de 3 bornes vissésoudé, pas de 5 mm
- 1 haut-parleur miniature 8 Ω, puissance 300 mW
- câble blindé 1 conducteur
- 1 servomoteur 4,8V
- 1 alimentation 9V à prévoir sur le secteur

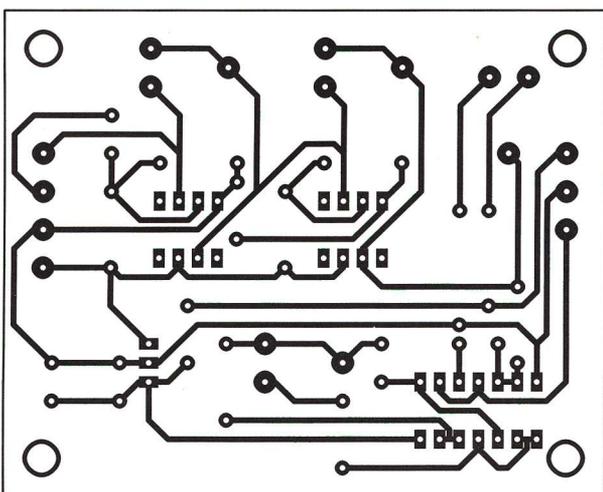


Fig 2

Tracé du circuit imprimé

Suite page 21



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

Les cookies et Javascript (2).

L'article précédent, relatif aux cookies, vous a sans doute familiarisé un peu plus avec ces fichiers dont le seul objectif est de permettre de stocker des données en provenance de l'Explorateur. Nous allons donc reprendre le projet du parcours de formation dans son intégralité en détaillant soigneusement chaque sous ensemble qui le compose.

Rappels sur le parcours.

Le parcours de formation consiste à proposer une série d'évaluations formatives dans un ordre que l'élève choisit en fonction de ses choix quant aux connaissances qu'il désire acquérir. Il peut donc

l'affichage s'effectue à partir d'une page *Formation* divisée dans le sens de la longueur en deux frames. La frame située à gauche est appelée *gauche* alors que la frame de droite est nommée *principale*. Si vous n'avez pas encore utilisé les frames pour réaliser vos pages, il vous suffit d'imaginer que vous divisez votre page en casiers,



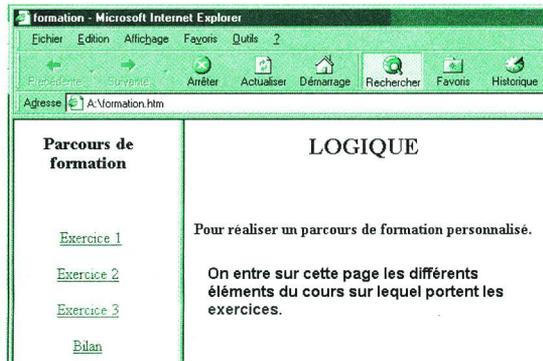
```
<A HREF="Exercice 1.htm" TARGET="principale">
```

L'ensemble des liens est décrit dans le code de l'annexe 3. A l'initialisation de notre site, la première page affichée est donc *Formation*, découpée en 2 frames nommées *gauche* et *principale*, qui occupent respectivement 25% et

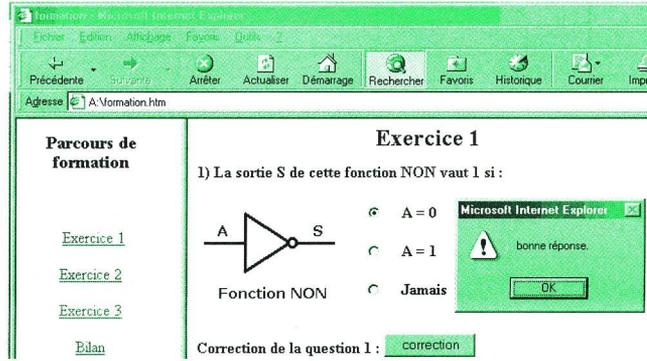
Comme ce point a déjà été abordé, nous nous sommes contentés d'une présentation simplifiée du cours (annexe 2).

Les pages d'exercices.

Les trois pages d'exercices sont basées sur le modèle donné en annexe 4. Il suffit simplement de nommer les variables avec l'indice correspondant au numéro de l'exercice. Les bascules R1 à R3 peuvent être supprimées dans cette version du site. Vous veillerez cependant à les conserver si vous souhaitez améliorer, par la suite, le fonctionnement du site et ne prendre en compte que les exercices effectués.



Écran 1



Écran 2

commencer par l'exercice 2, abandonner sa progression dans le cours en quittant le site Internet de formation puis décider de s'y remettre le jour d'après pour effectuer l'exercice suivant ou précédent. Les pages d'exercices sont donc considérées comme indépendantes, d'où quelques difficultés si on ne mémorise pas les résultats sous la forme d'un fichier indépendant.

En effet, quitter une page pour une autre équivaut à charger un nouveau programme pour l'interpréteur de code HTML. Pour vous convaincre de cette réalité, il vous suffit d'afficher le code source d'une page Web. Elle se présente comme une succession de balises qui, comme toute instruction, guide pas à pas l'interpréteur dans ce qu'il doit afficher sur l'écran. Si vous utilisez des instructions et des variables Javascript au cours de l'exécution d'une page, ces dernières sont totalement oubliées si vous en chargez une autre.

chacun d'eux portant un nom. Pour que les autres pages du site viennent se ranger dans l'un des casiers, il suffit d'en préciser le nom. L'instruction qui permet cette opération est :

```
<FRAME SRC="parcours.htm" Name="gauche">
```

En clair, on envoie le contenu de la page intitulée *parcours* dans la première frame nommée *gauche*. Maintenant que le parcours est affiché dans la frame *gauche*, il faut établir les liens sur les intitulés des exercices. Cliquer sur le texte *Exercice 1* affiche le contenu de la page correspondante dans la frame *principale*. La ligne des instructions établissant ce nouveau lien est donc :

75% de l'espace disponible lors de l'affichage. Les instructions qui permettent ce découpage sont :

```
<FRAMESET COLS="25%,75%">
<FRAME SRC="parcours.htm" Name="gauche">
<FRAME SRC="couverture.htm" Name="principale">
</FRAMESET >
```

Réaliser la page cours consiste donc à écrire les contenus dans la page *couverture*. Cette dernière peut rassembler l'intégralité du cours en une page ou plus simplement présenter chaque chapitre en page par page. Ce dernier mode suppose que vous réalisiez une page par chapitre, la liaison s'effectuant en cliquant sur un lien appelé *page suivante* ou *précédente*.

La page bilan.

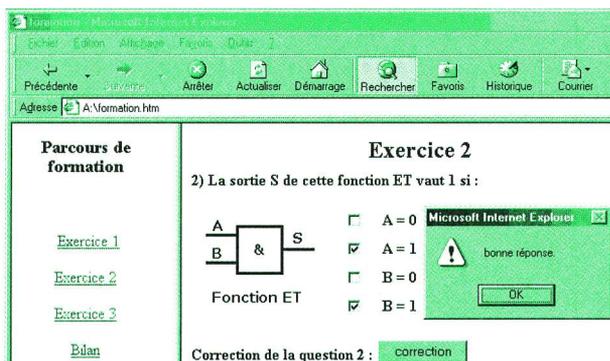
Pour afficher le bilan, il est nécessaire d'extraire les valeurs r1, r2 et r3 des cookies. Ces valeurs, qui peuvent être le caractère alphanumérique "0" ou "1", se situent en troisième position de la chaîne alphanumérique du cookie. L'instruction qui permet cette extraction est :

```
r1=GetCookie("Question1").charAt(3);
```

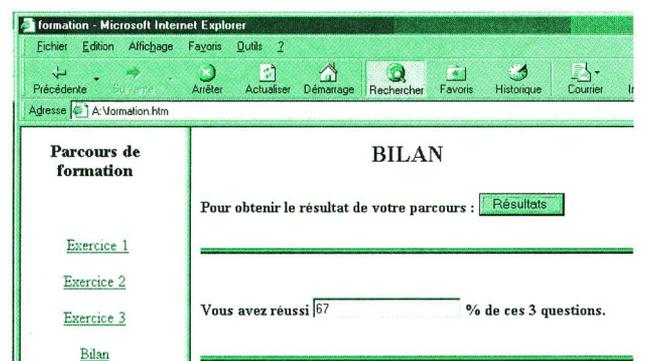
La conversion en une valeur numérique de r1 s'obtient avec l'instruction `parseInt(chaîne)`, ce qui nous donne par conséquent :

Le site de formation.

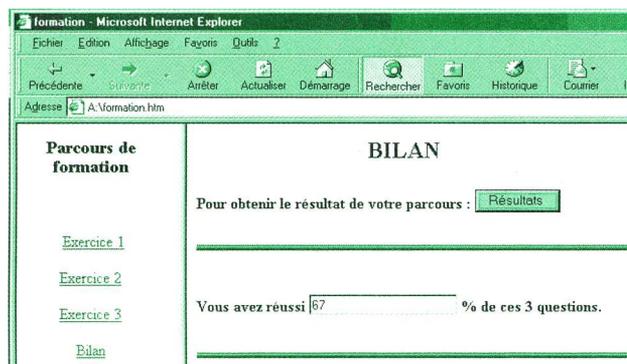
Afin de faciliter la navigation entre les cours et les exercices,



Écran 3



Écran 4



Écran 5

$r1 = \text{parseInt}(\text{GetCookie}(\text{"Question1"})).\text{charAt}(3);$ est ensuite calculé par rapport au nombre total des exercices proposés.

Le pourcentage de bonnes réponses $\text{TotRep} = (r1+r2+r3)*100/3;$

$\text{pourcent.value} = \text{Math.round}(\text{TotRep});$
Il est donc nécessaire de répondre à toutes les questions des exercices pour que le calcul soit exact. Ce petit défaut sera corrigé dans la version de la page bilan que nous vous proposerons dans le numéro suivant, consacré au suivi individuel d'un parcours de formation.

P. Rytter

Les annexes qui suivent sont destinées à vous permettre de créer un parcours de formation simplifié. Pour les pages 2 et 3 d'exercices, il suffit de reprendre les exercices déjà étudiés conformément aux écrans

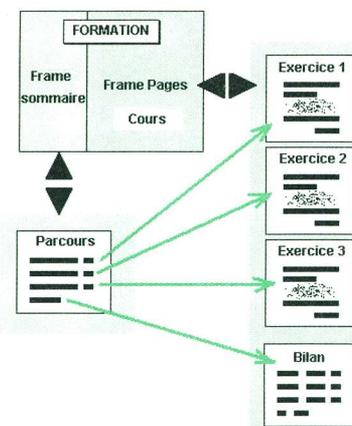


Fig 1 Organisation des pages pour le parcours de formation

reproduits ci-contre.

Annexe 1: Formation.

```
<HTML>
<HEAD>
<META HTTP-EQUIV="Content-Type" CONTENT="text/html;
charset=windows-1252">
<TITLE>Formation</TITLE>
</HEAD>
<FRAMESET COLS="25%,75%">
<FRAME SRC="parcours.htm" Name="gauche">
<FRAME SRC="couverture.htm" Name="principale">
<FRAMESET ><NOFRAMES>
<BODY LINK="#0000ff" VLINK="#800080">
</BODY></NOFRAMES></BODY>
</HTML>
```

Annexe 2 : Page cours (nommée couverture.htm).

```
<HTML>
<HEAD>
<META HTTP-EQUIV="Content-Type" CONTENT="text/html;
charset=windows-1252">
<TITLE>couverture</TITLE>
</HEAD>
<BODY TEXT="#000000" LINK="#0000ff" VLINK="#800080"
BACKGROUND="Image5.jpg">
<B><FONT SIZE=5><P ALIGN="CENTER">LOGIQUE</P>
<P ALIGN="CENTER">&nbsp;</P>
</FONT><P>Pour réaliser un parcours de formation
personnalis&eacute;. </P></B></BODY>
</HTML>
```

Annexe 3 : Page parcours.

```
<HTML>
<HEAD>
<TITLE>parcours</TITLE>
</HEAD>
<BODY TEXT="#000000" LINK="#0000ff" VLINK="#800080"
BGCOLOR="#ccffff">
<B><FONT SIZE=4><P ALIGN="CENTER">Parcours de
formation</P>
</FONT><FONT SIZE=4 COLOR="#ffffff"><P
ALIGN="CENTER">&nbsp;</P>
<P ALIGN="CENTER">&nbsp;</B></FONT><A HREF="Exercice
1.htm" TARGET="principale">Exercice 1</A></P>
<P ALIGN="CENTER"><A HREF="Exercice 2.htm"
TARGET="principale">Exercice 2</A></P>
<P ALIGN="CENTER"><A HREF="Exercice 3.htm"
TARGET="principale">Exercice 3</A></P>
<P ALIGN="CENTER"><A HREF="bilan.htm"
TARGET="principale">Bilan</A></P></BODY>
</HTML>
```

Annexe 4 : Exercice 1.

```
<HTML>
<HEAD>
<META HTTP-EQUIV="Content-Type" CONTENT="text/html;
charset=windows-1252">
<TITLE>Exercice 1</TITLE>

<script language="javascript"><!--Cacher le script aux
navigateurs
/* variables de contrôle des bonnes réponses */
var r1=0; var r=0; var BasculeR1=0; var nom;
```

```
var expdate = new Date ();

FixCookieDate (expdate); // Correct for Mac date bug -
call only once for given Date object!
expdate.setTime (expdate.getTime() + (24 * 60 * 60 *
1000)); // 24 hrs from now

function initialise()
{ r1=0;
BasculeR1=0; }

function getCookieVal (offset)
{var endstr = document.cookie.indexOf (";", offset);
if (endstr == -1)
endstr = document.cookie.length;
return unescape (document.cookie.substring (offset,
endstr));
}

function FixCookieDate (date)
{var base = new Date(0);
var skew = base.getTime(); // dawn of (Unix) time -
should be 0
if (skew > 0) // Except on the Mac - ahead of its time
date.setTime (date.getTime() - skew);
}

function GetCookie (name)
{var arg = name + "=";
var alen = arg.length;
var clen = document.cookie.length;
var i = 0;
while (i < clen)
{var j = i + alen;
if (document.cookie.substring(i, j) == arg)
return getCookieVal (j);
i = document.cookie.indexOf(" ", i) + 1;
if (i == 0) break; }
return null;
}

function SetCookie (name,value,expires,path,domain,secure)
{document.cookie = name + "=" + escape (value) +
((expires) ? ";" + expires=" + expires.toGMTString() :
"") +
((path) ? ";" + path=" + path : "") +
((domain) ? ";" + domain=" + domain : "") +
((secure) ? ";" + secure=" : "");
}

function DeleteCookie (name,path,domain)
{if (GetCookie(name))
{document.cookie = name + "=" +
((path) ? ";" + path=" + path : "") +
((domain) ? ";" + domain=" + domain : "") +
"; expires=Thu, 01-Jan-70 00:00:01 GMT"; }
}

function corrigel()
{initialise();
if (q1[0].checked == true)
{r1=1; BasculeR1=1;
SetCookie ("Question1","R1=" + r1, expdate);
r=parseInt ((GetCookie("Question1")).charAt(3));
alert("bonne réponse.") }
}
```



```

else {r1=0; BasculeR1=1;
      SetCookie ("Question1","R1=" + r1, expdate);
      r=parseInt((GetCookie("Question1")).charAt(3));
      alert("Pour que S=1, il faut A=0.")}
}

//--></script></HEAD>

<BODY TEXT="#000000" LINK="#0000ff" VLINK="#800080"
BACKGROUND="Image5.jpg">

<B><FONT SIZE=5><P ALIGN="CENTER">Exercice 1</P>
</FONT><<P>&nbsp;</P>
<P>1) La sortie S de cette fonction NON vaut 1 si
:</P></B>
<TABLE CELLSPACING=0 BORDER=0 CELLPADDING=4 WIDTH=326>
<TR><TD WIDTH="51%" VALIGN="TOP" ROWSPAN=3>
<P><IMG SRC="fonctNON.gif" WIDTH=141 HEIGHT=113></TD>
<TD WIDTH="12%" VALIGN="TOP">
<B><P>
<INPUT TYPE="RADIO" NAME="q1" VALUE="0">
</B></TD>
<TD WIDTH="38%" VALIGN="TOP">
<B><P>A = 0</B></TD>
</TR>
<TR><TD WIDTH="12%" VALIGN="TOP">
<B><P>
<INPUT TYPE="RADIO" NAME="q1" VALUE="1">
</B></TD>
<TD WIDTH="38%" VALIGN="TOP">
<B><P>A = 1</B></TD>
</TR>
<TR><TD WIDTH="12%" VALIGN="TOP">
<B><P>
<INPUT TYPE="RADIO" NAME="q1" VALUE="J">
</B></TD>
<TD WIDTH="38%" VALIGN="TOP">
<B><P>Jamais</B></TD>
</TR>
</TABLE>

<B><P>Correction de la question 1 :
<INPUT TYPE="button" VALUE=" correction"
onClick="corrige1()">
</P></B></BODY>
</HTML>

```

Annexe 5 : Page bilan.

```

<HTML>
<HEAD>
<META HTTP-EQUIV="Content-Type" CONTENT="text/html;
charset=windows-1252">
<TITLE>bilan</TITLE>
</HEAD>
<BODY TEXT="#000000" LINK="#0000ff" VLINK="#800080"
BACKGROUND="Image5.jpg">

<P><script language="javascript"><!--Cacher le script aux
navigateurs
/* variables de contrôle des bonnes réponses */
var r1=0, r2=0, r3=0; var BasculeR1=0, BasculeR2=0,
BasculeR3=0;
var nom;
var expdate = new Date ();
FixCookieDate (expdate); // Correct for Mac date bug -
call only once for given date object!
expdate.setTime (expdate.getTime() + (24 * 60 * 60 *
1000)); // 24 hrs from now
function initialise()
{ r1=0; r2=0; r3=0;
  BasculeR1=0; BasculeR2=0; BasculeR3=0;
  document.qcml.pourcent.value = 0;
  document.qcml.Questrait.value = 0;
}
function getCookieVal (offset)
{var endstr = document.cookie.indexOf (";", offset);
  if (endstr == -1)
    endstr = document.cookie.length;
  return unescape(document.cookie.substring(offset,
endstr));
}
function FixCookieDate (date)
{var base = new Date(0);
  var skew = base.getTime(); // dawn of (Unix) time -
should be 0

```

```

if (skew > 0) // Except on the Mac - ahead of its time
  date.setTime (date.getTime() - skew);
}
function GetCookie (name)
{var arg = name + "=";
  var alen = arg.length;
  var clen = document.cookie.length;
  var i = 0;
  while (i < clen)
    {var j = i + alen;
     if (document.cookie.substring(i, j) == arg)
       return getCookieVal (j);
     i = document.cookie.indexOf(" ", i) + 1;
     if (i == 0) break; }
  return null;
}
function SetCookie (name,value,expires,path,domain,secure)
{document.cookie = name + "=" + escape (value) +
  ((expires) ? ";" + expires=" + expires.toGMTString() :
  "") +
  ((path) ? ";" + path=" + path : "") +
  ((domain) ? ";" + domain=" + domain : "") +
  ((secure) ? ";" + secure=" : "");
}
function DeleteCookie (name,path,domain)
{if (GetCookie(name))
  {document.cookie = name + "=" +
  ((path) ? ";" + path=" + path : "") +
  ((domain) ? ";" + domain=" + domain : "") +
  ";" + expires=Thu, 01-Jan-70 00:00:01 GMT"; }
}
/** Calcul des bonnes réponses en pour cents **/
function resultat()
{var TotRep;
  r1=parseInt((GetCookie("Question1")).charAt(3));
  r2=parseInt((GetCookie("Question2")).charAt(3));
  r3=parseInt((GetCookie("Question3")).charAt(3));
  TotRep = (r1+r2+r3)*100/3;
  pourcent.value = Math.round(TotRep);
}
//--></script>
<B><FONT SIZE=5><P ALIGN="CENTER">BILAN</P>
<P ALIGN="CENTER">&nbsp;</P>
</FONT><<P>Pour obtenir le résultat de votre
parcours :
<INPUT TYPE="button" VALUE="Résultats"
onClick="resultat()">
</P>
<P>&nbsp;</P>
<P>&nbsp;<IMG SRC="line1.gif" WIDTH=604 HEIGHT=6></P>
<P>&nbsp;</P>
<P>Vous avez résumé
<INPUT TYPE="text" NAME="pourcent" VALUE="">
% de ces 3 questions.</P>
<P>&nbsp;&nbsp;&nbsp;<IMG SRC="line1.gif" WIDTH=604
HEIGHT=6></P></B></BODY>
</HTML>

```





VIENT DE PARAITRE

ELECTRONIQUE PRATIQUE Au sommaire :

N° 242 SPECIAL LOGICIELS DE CAO
Dossier : les logiciels de CAO électronique et leur utilisation - Target 2001 - Edwin 32 bits - PADS PowerLogic 1.1 - PowerPCB 2.0 et Specetra - Orcad 9 - Ultimate Technology - Circuit-Maker Design Suite Pro - Protel 99 - Suite logicielle CSIEDA 3.6 - Layo 1 - Turbo analogic 1.0 - Protéus 4.70 - Windraft 3.0 et Winboard 2.22.

+ toutes les rubriques habituelles

Coffret 4 CD-ROM contenant près de 2000 Mo de démo de logiciels de CAO + les PCB des montages du numéro
(voir page 15 pour les conditions de commande)

Chez votre marchand de journaux **25 F** ou par correspondance **30 F** port inclus à
PGV - Service Abonnement - 2 à 12, rue de Bellevue 75019 Paris
Joindre votre règlement à la commande à l'ordre de PGV



COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?

18° partie

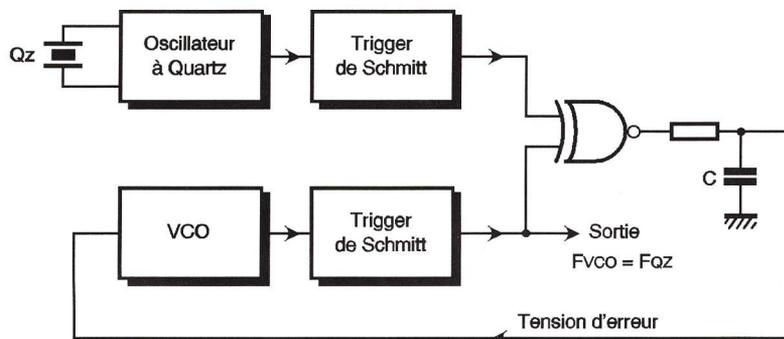
Les générateurs de fonctions que nous avons réalisés jusqu'à maintenant, qu'ils soient à base d'ICL8038, de MAX 038 ou de tout autre circuit équivalent d'ailleurs, ont une stabilité en fréquence qui ne peut en aucun cas se comparer à celle d'un oscillateur à quartz. Bien sûr, ils présentent en contrepartie de nombreux avantages dont l'un des principaux est de permettre une variation continue de la fréquence de sortie. Un oscillateur à quartz, quant à lui, ne peut fonctionner que sur la fréquence de son quartz ou éventuellement quelques-uns de ses multiples ou sous-multiples entiers.

Dans de nombreuses applications, il est souhaitable de disposer de cette possibilité de faire varier facilement la fréquence de fonctionnement d'un oscillateur tout en conservant

chaîne hi-fi, votre téléviseur, votre magnéto, etc.

Les boucles à verrouillage de phase sont en effet présentes partout, lorsque l'on a besoin d'une fré-

modèles réduits. Elle montre cependant très vite ses limites puisque toute réception des fréquences autres que celles permises par le quartz est impossible et que toute notion d'accord continu est donc écartée. L'amélioration de ce système n'est possible que grâce à ce que l'on appelle la synthèse de fréquence qui est, en quelque sorte, un quartz à fréquence variable.



E1	E2	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Fig 1 Schéma de base d'une boucle à verrouillage de phase

une stabilité de fréquence aussi bonne que possible. L'exemple le plus courant est aujourd'hui celui des récepteurs radio, principalement FM, qui autorisent l'affichage numérique de la fréquence à recevoir et qui restent "calés" dessus quoi qu'il arrive.

Dans de tels récepteurs, on trouve un oscillateur à fréquence réglable, au moins sur toute la gamme FM, mais parfois beaucoup plus dans les récepteurs pour radioamateurs ou dans les scanners par exemple ; oscillateur dont la fréquence de fonctionnement a pourtant la stabilité d'un quartz. La raison d'être de cet apparent paradoxe est la présence, dans ces récepteurs, d'une boucle à verrouillage de phase ou PLL (pour Phase Locked Loop) dont nous allons découvrir le principe de fonctionnement dans un instant.

Même si cette approche "radio" est celle que nous avons choisie pour vous présenter une telle boucle, ne croyez pas que ce soit sa seule utilisation et loin s'en faut. C'est en effet grâce à de telles boucles que peuvent aujourd'hui fonctionner, pêle-mêle : le lecteur de CD-ROM de votre PC ou celui de CD audio de votre

quance stable et réglable bien sûr, mais aussi pour démoduler des signaux comme nous le verrons au moment opportun.

L'oscillateur à quartz

Si l'on oublie un court instant notre boucle à verrouillage de phase, il faut bien reconnaître que le seul moyen que l'on connaisse aujourd'hui pour réaliser un oscillateur stable est le quartz ou sa version légèrement dégradée qu'est le résonateur céramique.

Le plus mauvais des quartz permet en effet d'atteindre une précision de fréquence de l'ordre de 10^{-5} et une stabilité dans le temps sans commune mesure avec celle d'un circuit oscillant classique.

Cette solution du quartz, éventuellement commutable, est encore employée sur quelques appareils de communication de conception assez ancienne ainsi que sur la majorité des talkies-walkies simples (à 1 ou 2 canaux) et sur de nombreux ensembles de radiocommandes de

circuits oscillant L-C accordés par une diode Varicap sont largement utilisés. Nous y reviendrons ultérieurement car, pour l'instant, peu importe le mode de réalisation de cet oscillateur. Tout ce qu'il importe de savoir est qu'il peut générer une fréquence, variable en fonction de la tension qu'on lui applique, et que la relation entre la tension et la fréquence générée n'a même pas besoin d'être linéaire. Vous en conviendrez, ce ne sont pas là des contraintes très difficiles à satisfaire.

L'oscillateur commandé en tension ou VCO

Il existe une multitude de solutions pour réaliser un oscillateur commandé en tension ou VCO (Voltage Controlled Oscillator) selon que l'on travaille en fréquence basse, moyenne ou haute.

Les générateurs de fonctions à base d'ICL8038 ou de MAX 038 que nous avons vus dans nos précédents numéros en sont un bon exemple mais, en haute fréquence et plus encore en très haute fréquence, les

La boucle à verrouillage de phase ou PLL

Examinons maintenant le montage dont le synoptique vous est présenté figure 1. On y trouve un oscillateur à quartz, un VCO ou oscillateur commandé en tension, fonctionnant à une fréquence voisine de celle du quartz, et une porte logique NON-OU exclusif dont la table de vérité vous est rappelée sur cette même figure.

Nos deux oscillateurs, à quartz et VCO, sont suivis chacun de triggers de Schmitt et délivrent donc des signaux rectangulaires à la porte logique. Ce système fort simple permet, comme nous allons le voir, de verrouiller la fréquence du VCO sur celle du quartz. Trois chronogrammes vont nous permettre de le comprendre sans avoir à nous lancer dans des démonstrations mathématiques complexes.

Le chronogramme de la figure 2a montre les signaux générés par les deux oscillateurs lorsqu'ils sont verrouillés l'un sur l'autre. Un décalage de phase constant existe entre les signaux produits ce qui conduit à faire générer à la porte NON-OU exclusif des créneaux bien réguliers

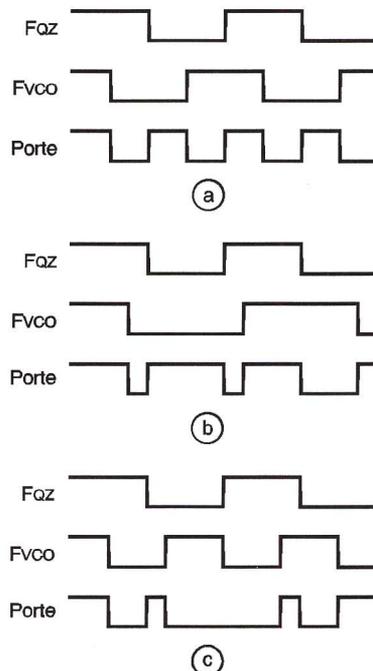


Fig 2 Chronogrammes de fonctionnement du comparateur de phase de la figure 1

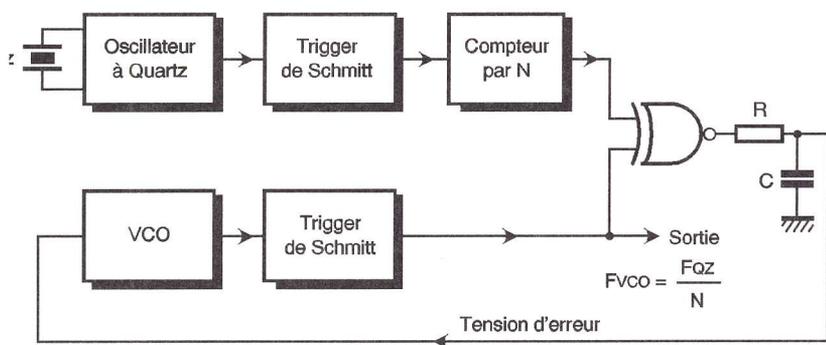


Fig 3 L'ajout d'un premier compteur permet de produire toute fréquence sous-multiple de celle du quartz

de rapport cyclique unitaire. Après filtrage passe-bas, ils donnent une tension moyenne appliquée à l'entrée de commande du VCO. Les composants ne doivent évidemment pas être calculés n'importe comment pour que cet état d'équilibre soit possible mais nous y reviendrons. Supposons maintenant que, pour une raison quelconque, la fréquence du VCO ait tendance à diminuer. Nous allons nous trouver dans la situation du chronogramme de la **figure 2b**. Dans ces conditions, notre NON-OU exclusif ne délivre plus des créneaux de rapport cyclique unitaire mais des impulsions descendantes, d'autant plus fines que l'écart de fréquence est grand. La tension disponible après filtrage R-C augmente donc et fait remonter la fréquence de l'oscillateur. Le système retourne alors vers l'état stable précédent.

Si la fréquence du VCO avait tenté d'augmenter, nous aurions été dans la situation de la **figure 2c**. La porte NON-OU exclusif aurait cette fois-ci délivré des impulsions positives d'autant plus fines que l'écart de fréquence aurait été important et la tension disponible après filtrage R-C aurait diminué, permettant ainsi de faire baisser la fréquence de l'oscillateur.

Nous avons donc bien, avec ce schéma simple, asservi la fréquence d'un oscillateur "instable" ou, plus exactement, peu stable sur celle d'un oscillateur à quartz. Ce schéma n'est autre que le schéma de base d'une boucle à verrouillage de phase ou PLL. Présenté tel quel, il n'est pas très intéressant puisque, avec un oscillateur à quartz à fréquence fixe donc, nous avons réalisé un oscillateur, certes aussi stable que le quartz, mais à fréquence tout aussi fixe. Voyons donc comment faire évoluer ce schéma aussi astucieusement que possible.

■ L'entrée en scène du pré-diviseur

La boucle simplifiée de la figure 1 réalise, comme nous venons de le voir, l'égalité des fréquences présentes à l'entrée de la porte NON-OU exclusif. Dans un tel schéma, cette porte reçoit le nom pompeux de comparateur de phase. Ceci étant précisé, examinons maintenant le synoptique de la **figure 3**. Notre oscillateur à quartz est suivi d'un diviseur, de simples compteurs

logiques par exemple, qui divisent sa fréquence de sortie dans le rapport N. Compte tenu de l'égalité des fréquences réalisée par le comparateur de phase nous avons donc :

$$F_{VCO} = F_{QZ} / N$$

Partant d'un quartz de fréquence donnée, il nous est donc possible d'obtenir tous ses sous-multiples entiers en faisant simplement varier N. C'est déjà mieux que dans le cas de la figure 1 mais pas toujours suffisant. Nous vous proposons donc le synoptique de la **figure 4** sur lequel

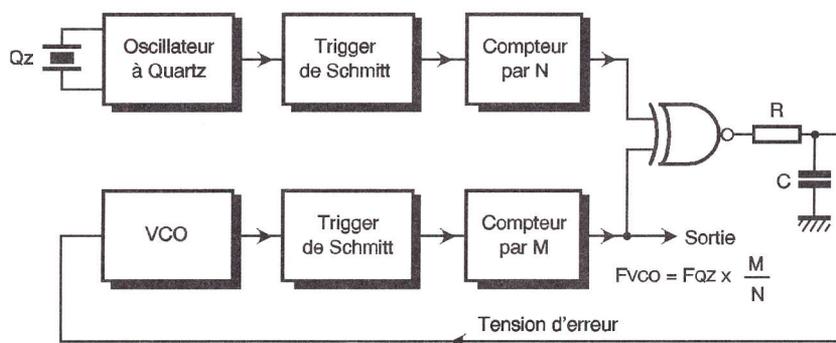


Fig 4 Avec un deuxième diviseur programmable la souplesse de réglage devient encore plus importante !

nous avons mis en place un deuxième diviseur de rapport M, mais du côté sortie du VCO cette fois-ci. Nous avons donc maintenant l'égalité suivante :

$$F_{VCO} / M = F_{QZ} / N \text{ ou bien encore :}$$

$$F_{VCO} = F_{QZ} \times M / N$$

Il suffit donc maintenant de choisir M et N pour obtenir, non seulement des fréquences sous-multiples de la valeur du quartz, mais quasiment n'importe quelle fréquence plus faible ou plus élevée. En fait, la relation donnant la valeur de F_{VCO} nous montre que la "finesse" du réglage permis ne dépend que de F_{QZ} et de N. Ainsi, si l'on utilise un quartz à 10 MHz et une valeur de N égale à 1000, on aura une finesse de réglage, ou un pas élémentaire si vous préférez, de : 10 MHz/1000 soit 10 kHz.

Cette granularité du réglage, qui choque parfois les inconditionnels du condensateur variable dans un récepteur de radio, habitués qu'ils sont à l'accord continu que permet ce dernier, n'est aucunement gênante. En effet, toujours dans le cas de la réception radio, il faut savoir que les fréquences des émetteurs ne sont pas choisies au hasard et sont toujours multiples d'un pas élémentaire ou canal. Ce pas dépend certes de la gamme de fréquence et du type de modulation

utilisés, mais il existe toujours et adopte les valeurs les plus répandues suivantes : 5 kHz, 9 kHz, 10 kHz, 12,5 kHz, 25 kHz, 50 kHz, 100 kHz.

Toutes ces valeurs sont faciles à obtenir avec notre boucle à verrouillage de phase. Il suffit de modifier N en conséquence ; l'accord sur la fréquence désirée se faisant ensuite tout simplement en jouant sur M.

■ Le "vocabulaire" des PLL

Le synoptique de la **figure 4** constitue ce que l'on appelle une PLL pour Phase Locked Loop, ce qui veut bien dire, mot à mot, boucle à verrouillage de phase. L'oscillateur commandé en tension s'appelle, quant à lui, le VCO puisque ce terme signifie Voltage Controlled Oscillator.

La porte NON-OU Exclusif, qui est d'ailleurs très souvent remplacée par des circuits plus performants,

pas présenté, mais il faut tout de même prendre conscience de certaines contraintes, découlant plus du bon sens que de la théorie pure, pour qu'un fonctionnement correct soit possible.

Tout d'abord, et même si en théorie on peut produire avec ce schéma n'importe quelle fréquence puisque celle-ci ne dépend que de la valeur du quartz et des diviseurs programmables ; il est bien évident que le VCO ne va pas pouvoir travailler d'un trait de quelques centaines de kHz à plusieurs centaines de MHz. Notre MAX 038, avec sa plage de variation de fréquence très importante, couvre ainsi de 0,1 Hz à environ 20 MHz mais nécessite de faire appel à plusieurs gammes pour y parvenir, comme nous l'avons vu le mois dernier. Il est donc souvent indispensable de prévoir, à son niveau, une commutation en fonction de la plage de fréquences à couvrir.

Lorsque nous avons étudié le comportement du comparateur de phase au moyen des chronogrammes de la figure 2, nous avons supposé des écarts de fréquence, et donc de phase, entre les deux signaux relativement faibles. En effet, si le VCO fonctionne sur une fréquence de départ très différente de celle issue du quartz et de ses diviseurs, le verrouillage de la boucle ne sera plus possible.

Enfin, et c'est peut être là le plus important car c'est là que se posent en général les problèmes de fonctionnement des boucles à verrouillage de phase, le filtrage qui suit le comparateur de phase ne doit pas être fait n'importe comment. En effet, si la constante de temps de la cellule R-C de filtrage est très faible, la boucle va être très rapide et suivre ainsi très vite la moindre variation de fréquence, au risque de transformer l'ensemble en un magnifique oscillateur autour de la fréquence moyenne désirée. On dit alors que la boucle pompe ; elle n'arrive pas à se stabiliser et oscille, à fréquence relativement basse, autour de la fréquence de verrouillage.

Si, par contre, cette constante de temps est trop importante, la boucle va mettre du temps à se verrouiller au point de rendre l'accord sur la fréquence désirée et, donc, sur la station à recevoir dans le cas d'un récepteur radio, peu pratique, voir

s'appelle le comparateur de phase ou de fréquence. La tension qu'elle produit corrige la fréquence du VCO et s'appelle, de ce fait, la tension d'erreur ou encore la tension de boucle.

■ Ne faites pas n'importe quoi...

Le synoptique de la figure 4 fonctionne, sinon nous ne vous l'aurions

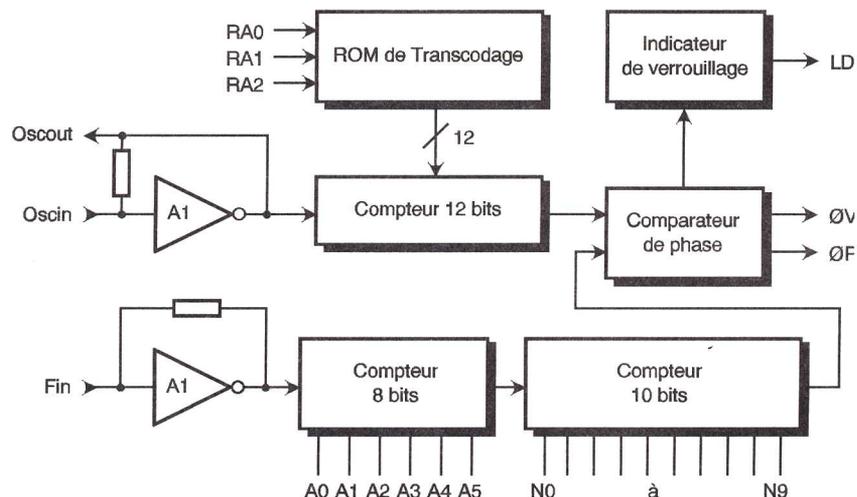


Fig 5 Synoptique interne du célèbre MC 145152 : boucle à verrouillage de phase intégrée

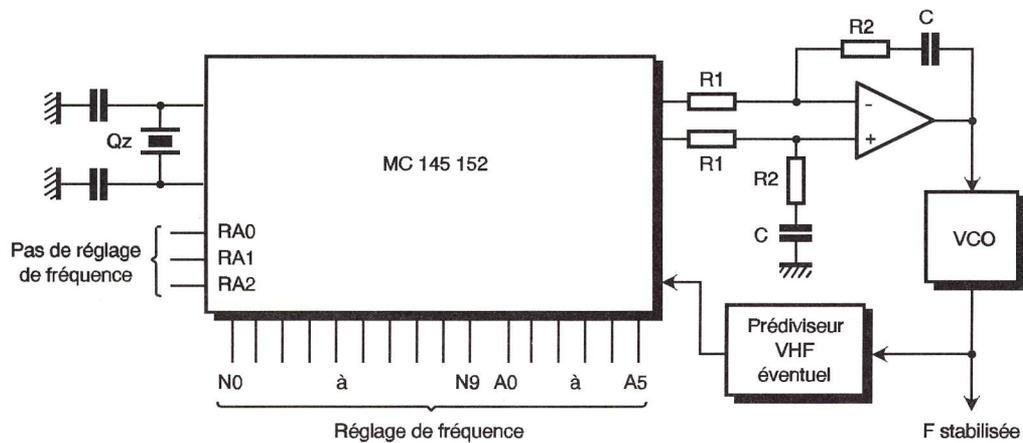


Fig 6

Schéma d'utilisation type du MC 145152

même impossible. Si la fréquence du VCO s'éloigne trop de celle du quartz nous avons vu ci-dessus en effet que tout verrouillage pouvait devenir impossible.

Le comparateur de phase et le filtre qui fait suite sont donc des éléments critiques d'un tel circuit et ne s'improvisent pas. C'est d'ailleurs à leur niveau que les calculs d'une telle boucle peuvent parfois s'avérer très complexes, au point que certains concepteurs utilisent la simulation analogique ou l'expérimentation pour les déterminer au mieux.

■ Un exemple concret

Après toute cette théorie, un exemple concret sera certainement

le bienvenu aussi nous vous proposons de découvrir le MC 145152 de MOTOROLA qui est un synthétiseur de fréquence de type PLL entièrement intégré. Son synoptique interne vous est présenté figure 5. L'amplificateur intégré A1 permet de réaliser l'oscillateur à quartz de référence. Il est suivi d'un compteur 12 bits dont le taux de division est programmé, via une mémoire morte ou ROM de transcodage, au moyen des trois bits RA0, RA1 et RA2 selon les données du tableau visible sur cette même figure. La sortie de ce compteur entre dans le comparateur de phase.

Ce dernier reçoit, par ailleurs, la fréquence à stabiliser après passage de cette dernière au travers d'une succession de deux compteurs à 6 et 10 bits dont le taux de division est directement programmé de l'exté-

rieur du circuit au moyen des pattes A0 à A5 et N0 à N9.

Le comparateur de phase dispose de deux sorties, facilitant parfois le filtrage, et alimente un indicateur de verrouillage, utilisable par exemple pour faire allumer une LED lorsque ce dernier est effectif.

La mise en œuvre pratique de ce circuit est fort simple et respecte le synoptique de la figure 6 sur laquelle vous pouvez constater qu'une fois encore théorie et pratique se rejoignent. Cette figure n'a, en effet, pas de quoi vous surprendre si ce n'est au niveau du prédiviseur VHF éventuel. En effet, le 145152 est un circuit CMOS de la série 4000 et, de ce fait, il ne peut admettre en entrée de fréquence supérieure à quelques MHz. Si l'on veut verrouiller un oscillateur fonctionnant par exemple en VHF, il faut

donc faire subir à son signal de sortie une pré-division fixe de façon à se trouver dans la plage d'entrée du 145152. Cela ne change rien au principe général de fonctionnement, ce taux de pré-division étant simplement multiplié par celui choisi au niveau des diviseurs programmables intégrés dans le circuit 145152.

Remarquez encore, sur cette figure, la réalisation du filtre de boucle au moyen d'un amplificateur opérationnel utilisant les deux sorties du comparateur. Diverses variantes sont possibles à ce niveau en fonction des caractéristiques que l'on souhaite donner à la boucle.

■ Les ressources cachées de la PLL

Notre boucle à verrouillage de phase a permis de résoudre élégamment le problème de stabilité en fréquence d'un oscillateur. Ce n'est pas là sa seule utilisation possible et loin s'en faut. Nous verrons donc, dans la suite de cette étude, comment utiliser certaines de ses autres ressources, telle que sa tension d'erreur par exemple, ce qui nous amènera à parler de modulation et de démodulation et donc de cet accessoire qui est peut-être posé à côté de votre PC : le modem de connexion à Internet.

C. TAVERNIER

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

Selectronic
 L'UNIVERS ELECTRONIQUE

2000
 CATALOGUE GENERAL

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

Envoi contre 30F (chèque ou timbres-poste)

Selectronic
 L'UNIVERS ELECTRONIQUE

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

NOS MAGASINS :
PARIS :
 11, Place de la Nation - 75011
 Tél. : 01 55 25 88 00
LILLE :
 86, rue de Cambrai
 (près du CROUS)

ROBOTS

CIRCUITS SPECIAUX
 FerretTronics
 © 1998

MOTEURS PAS A PAS

SERVO MOTEURS

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 :

SERIGRAPHIE
 Machine et produits

PERCEUSES D'ETABI
 7 modèles

LE CIRCUIT IMPRIME POUR TOUS LES BUDGETS

Catalogue sur demande
ISO 9002
CIF
 CIRCUIT IMPRIME FRANÇAIS
 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

MACHINES A GRAVER
 Verticales, à mousse horizontale ou à pulvérisation...

Norme CE 220 V ou 48 V

TRANSFORMATION DES PLASTIQUES
 ThermofORMeuse
 Cisaille

MACHINES A INSOLER
 Une ou deux faces
 à vide ou à pression

AUTOMATISMES
 Interface
 Maclette
 Tampongraphie

TOUS LES CONSOMMABLES
 • Plaques photosensibles
 • Produits chimiques
 • Produits de dessin
 • Outils
 • Fers et soudeuse
 • Accessoires de sécurité
 • Plaques de test
 • Coffrets...

LOGICIELS :
 CIAO - Simulation - Automatismes
 Base de données Leader en quantités vendues
 CIAO - dessin de circuits/perçage
 Boardmaker - Saisie de schéma
 Placement - routage
 SIRIUS base de données plus de 200 000 composants
 Turbo Analogic - Simulation analogique
 Academus simulation logique
 Graph et graf - Grafcat

Nous ne sommes pas n° 1 par hasard - CIF - la piste à suivre

Bouton-poussoir réalisant les fonctions anti-rebond/verrouillage/décodage

En ce qui concerne les signaux logiques purs, il n'existe bien sûr pas de fonction d'amplification en tension puisque les tensions traitées sont au niveau haut ou bas, sans état intermédiaire. Les traitements ne peuvent être que du calcul ou de la mémorisation. Les calculs seront bien sûr les opérations classiques en arithmétique, à savoir l'addition, la soustraction, la multiplication et la division, ou des calculs complexes comprenant l'extraction de racines carrées, la résolution d'équations, mais aussi tous les calculs nécessaires à la gestion d'un processus comme, par exemple, l'impression d'un texte sur une imprimante qui nécessite, à chaque action, de calculer la position que doit avoir une lettre sur la page gérée.

Tous ces calculs sont réalisés au moyen de fonctions de base, câblées et combinées de manière à obtenir la réponse désirée. La première est la fonction ET. Ce circuit réalise l'ajout des signaux présents sur ses entrées, portant sa sortie à 1 si les deux entrées sont à 1 également. Dans tous les autres cas, la sortie est à 0. Si il est facile de résumer sur une ligne le fonctionnement d'un circuit aussi simple, il n'est plus possible d'employer cette méthode pour des fonctions un peu plus complexes ou dès que le nombre des entrées et des sorties est un peu conséquent. Pour se faire, on utilise une table de vérité dans laquelle on trace autant de colonnes qu'il y a d'entrées et de sorties puis, sur chaque ligne représentant un des états possibles, on

son avec la table de vérité de ce circuit ET démontre la véracité de ces affirmations et l'aspect pratique de cette manière de représenter la fonction de transfert. Il n'empêche que ces deux seules possibilités sont insuffisantes pour réaliser de véritables calculs. La fonction NON-ET est immédiatement dérivée de la précédente. En effet, ce circuit réalise la fonction ET vue précédemment mais en inversant le résultat (fonction NON) : le 1 devient 0 et vice versa. Cette inversion est symbolisée par le cercle dessiné sur la sortie du symbole de ce circuit. Il

complètement la face des choses ; il est maintenant possible de réaliser n'importe quelle fonction désirée, par combinaison d'un nombre adéquat de ces portes NON-ET. Nous voyons que nous pouvons utiliser une porte NON-ET en simple inverseur : il suffit de réunir ensemble ses deux entrées. La table de vérité nous le confirme ; Quand les deux entrées sont à 0, la sortie est à 1 et, quand les deux entrées sont à 1, la sortie est à 0. Une des applications premières de cette fonction est l'addition binaire de deux chiffres présents aux entrées A et B ; la table de vérité peut nous le confirmer. Puisque nous sommes dans ce domaine, signalons qu'un chiffre binaire composé de huit bits s'appelle un octet et qu'un octet est le format courant des chiffres binaires manipulés dans les domaines de l'électronique et de l'informatique. En effet, huit bits permettent de compter de 0 à 256, de représenter par convention toutes les lettres, signes et ponctuations de l'alphabet (norme ASCII), bref de traiter tout ce que l'homme peut avoir à demander à la machine. Le chiffre 256 peut sembler ridicule vis-à-vis des nombres que l'on peut avoir à manipuler, mais n'oublions pas que l'on peut introduire séquentiellement, traiter partiellement, quitte à stocker les résultats provisoires dans une mémoire, exactement comme le fait l'homme quand il réalise une addition à la main : il effectue le calcul chiffre après chiffre et stocke les résultats partiels sous forme de retenue. Si nous savons faire une addition, nous pouvons également faire une multiplication, qui n'est qu'une addition "n" fois du chiffre à multiplier, "n" étant le multiplicateur. Par une combinaison adéquate bien plus subtile, nous pouvons également faire une soustraction et, donc, une division. Tout le domaine du calcul est couvert, les équations les plus complexes n'étant qu'une suite plus ou moins grande des quatre opérations de base. On peut ainsi mettre en œuvre ces circuits tant sur le plan de l'interconnexion que sur le plan de la représentation ou de la compréhension du résultat obtenu. C'est finalement très simple dans le principe de base, puisqu'il suffit de savoir lire une table de vérité. Nous reviendrons sur les autres précautions à prendre à la mise en œuvre électrique, lors de la présentation physique du composant. Mais imaginer un circuit composé de quelques dizaines seulement de boîtiers aux fonctions complexes : compteurs avec remise à zéro, bascules, ... c'est là qu'est la vraie difficulté. La fonction mémoire peut aussi être obtenue au moyen de portes NON-ET. Le schéma de notre application représenté à la figure 1 est une amélioration de l'effet mémoire dont nous allons mainte-

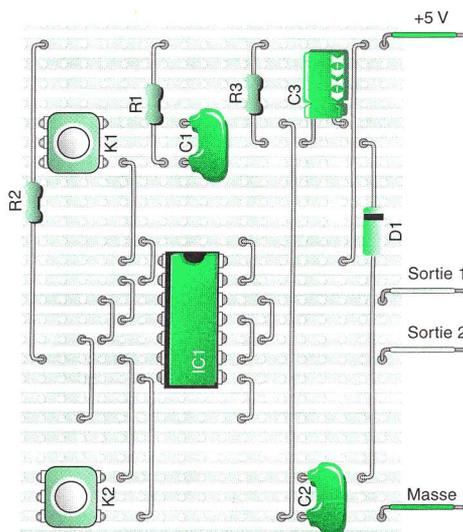


Fig 3 Implantation des éléments

nant étudier le principe et la raison de cette amélioration. Quand la commodité du contrôle d'un bouton-poussoir est désirée dans la réalisation d'un circuit, la première option à considérer par le concepteur doit être d'établir un arrangement de fonctions scrutation/décodage/verrouillage en utilisant des dispositifs disponibles dans le commerce. Ce choix est justifié lorsque plus de cinq boutons sont impliqués, mais n'est pas optimal si quatre ou moins de ces boutons sont requis. La solution pour la dernière situation est d'employer le circuit anti-rebond/verrouillage/décodage décrit dans cet article. En utilisant que quelques portes NON-ET plus quelques composants discrets, ce circuit garantit une opération totalement éprouvée et offre une consommation en puissance minimale due à sa nature statique. L'arrangement effectué dans notre montage nous permet de reconnaître deux portes NON-ET connectées en bascules RS l'une à l'autre, mais sa simplicité est trompeuse car ses caractéristiques de fonctionnement ne sont pas aussi évidentes. Pour procéder à une analyse du circuit, un état initial pour ces bascules doit être établi ; En supposant que la sortie nommée /SORTIE2 est au niveau bas et que toutes les capacités sont chargées à la tension d'alimentation, alors la sortie de U_{1A} est

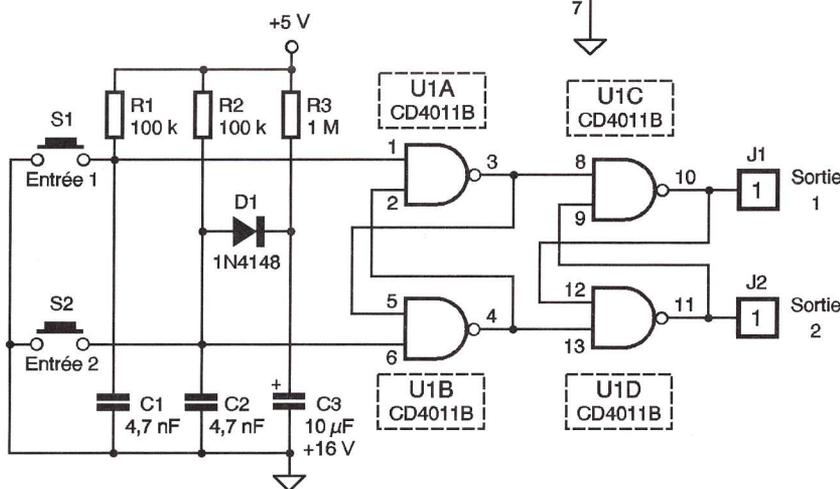


Fig 1 Schéma de principe

écrit les valeurs présentes en entrée et le résultat obtenu en sortie. On peut ainsi juger d'un seul coup d'œil la fonction de transfert du circuit en question. Rappelons que le 0 est l'absence de tension (potentiel de la masse) et le 1 une présence de tension (potentiel de l'alimentation). Au vue de la table de vérité de cette fonction ET, nous nous rendons compte que ses possibilités d'utilisation vont être très limitées. On peut en faire un détecteur d'unanimité, dans lequel la sortie ne peut passer à 1 que si toutes les entrées sont elles-mêmes à 1, entrées dont le nombre n'est d'ailleurs pas limité. On peut également en faire une porte de validation : lorsque une entrée A est à 0, le signal présent sur l'autre entrée B ne passe pas et lorsque cette entrée A est à 1, le signal présent sur l'entrée B est reproduit en sortie. Une comparai-

son peut sembler futile d'avoir ajouté ce détail à une fonction sans grande utilité. Mais ce détail va changer

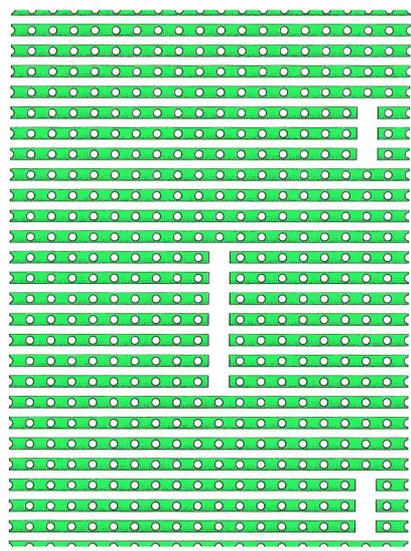


Fig 2 Préparation de la plaquette

NOMENCLATURE

- U₁ : CD4011B
- 1 support pour circuit intégré 14 broches
- S₁ : bouton-poussoir pour circuit imprimé
- S₂ : bouton-poussoir pour circuit imprimé
- D₁ : diode 1N4148
- R₁, R₂ : 100 kΩ 1/4 W (marron, noir, jaune)
- R₃ : 1 MΩ 1/4 W (marron, noir, vert)
- C₁, C₂ : 4,7 nF
- C₃ : 1 μF/16V
- J₁, J₂ : broches de connexion

aussi au niveau bas. En appuyant sur le bouton-poussoir S_1 , aucune modification d'état n'a lieu car /ENTREE2 étant au niveau bas renforce seulement la sortie au niveau bas de U_{1A} vers l'entrée de U_{1B} . Ensuite, S_1 est sollicité tandis que S_2 est toujours poussé. Avec /ENTREE1 maintenant au niveau bas, les sorties de U_{1A} et U_{1B} sont toutes les deux au niveau haut. Par conséquent, U_{1A} et U_{1B} ne peuvent plus dès à présent influencer les états de U_{1C} et U_{1D} et /SORTIE2 reste encore au niveau bas. Ceci démontre que les bascules U_{1A} et U_{1B} font la différence contre des combinaisons en entrée invalides.

La libération de seulement S_1 ne fait pas changer /SORTIE2 mais force la sortie de U_{1A} de nouveau au niveau bas. Finalement, le relâchement de S_2 laisse le circuit tout entier retourner à sa présumée condition initiale. En appuyant seulement sur S_1 , cela entraîne les deux bascules à changer d'état avec /SORTIE1 maintenant au niveau bas. En appuyant puis en relâchant, S_2 ne peut pas altérer cette nouvelle condition de sortie. Mais qu'arrive-t-il après que les deux boutons-poussoirs aient été appuyés et que S_1 soit relâché le premier ? Avec S_2 encore appuyé, /SORTIE2 change immédiatement vers le niveau bas.

Cette caractéristique de fonctionnement est connue sous le nom de retournement des états du clavier, un autre avantage valable de ce circuit. Les qualités de verrouillage et de décodage sont maintenant apparentes. D'ailleurs, puisqu'il est accepté en pratique d'employer une bascule RS pour tamponner un circuit afin de se prémunir de tout rebondissement inhérent en provenance du bouton-poussoir, U_{1A} et U_{1B} servent aussi en tant que circuit anti-rebond. Tout dans un seul boîtier. Les réseaux R_1/C_1 et R_2/C_2 fonctionnent comme filtre de bruit et d'anti-rebond pour les boutons-poussoirs ; Il est vrai que lorsqu'un bouton-poussoir est appuyé en premier, il est fondamentalement court-circuité par une capacité. Cependant, ceci n'est pas entièrement préjudiciable. Les contacts de la plupart des commutateurs mécaniques et des relais s'oxydent ou se ternissent avec le temps. Cette pointe momentanée de courant fournie par les capacités les aide à rester propre. Bien sûr, si la capacité a une valeur trop élevée, le revêtement sur les contacts peut s'évaporer, mais pas avec les 50 nF qui alimentent la charge. D_1 , R_3 et C_3 forcent l'ensemble anti-rebond/verrouillage/décodage à s'initialiser correctement durant la mise sous ten-

sion ; Ces composants tirent le niveau bas pour une courte durée (approximativement $0,7R_3C_3$), mettant sa sortie associée /SORTIE2 à l'état bas. La diode D_1 est polarisée en inverse quand le bouton-poussoir est appuyé, déconnectant tous les effets indésirables des circuits auxiliaires. La porte NON-ET utilisée a pour référence CD4011B et est, bien sûr, présentée en boîtier normalisé comme les autres circuits intégrés. C'est un quadruple porte NON-ET à deux entrées chacune en technologie monolithique et utilisant des transistors complémentaires MOS à enrichissement à canal positif et négatif.

Ces transistors fournissent et absorbent des courants égaux et se conforment aux séries standards B en ce qui concerne la charge de sortie. Le composant possède aussi des sorties tamponnées qui améliorent les caractéristiques de transfert en fournissant un gain élevé. Toutes les entrées sont protégées contre les décharges statiques avec des diodes reliées à la masse et à l'alimentation positive. Le CD4011B possède la compatibilité TTL et sa plage de tension d'alimentation se situe entre +3 et +15V. La mise en œuvre de ce composant est simple puisque, en dehors des problèmes d'alimenta-

tion et de compatibilité que nous venons de soulever, la seule interdiction est de ne pas relier ensemble deux sorties si elles peuvent prendre deux états différents au même moment ; Dans la pratique, la réunion des broches de sortie n'est utilisée que pour muscler le signal : on pourra ainsi consommer deux fois plus de courant si on relie deux sorties ensembles que si l'on avait utilisé qu'une porte unique. La solution, afin d'éviter des états différents sur les deux sorties reliées entre elles, est de relier aussi toutes leurs entrées ensembles. Néanmoins, cette configuration n'est utilisée que rarement, le montage d'un unique transistor donnant des courants plus importants, sous un volume finalement plus réduit, est préférable. Il existe d'autres précautions à prendre qui sont de ne pas appliquer sur l'entrée une tension supérieure à la tension d'alimentation ou inférieure à la tension de la masse et, bien sûr, de ne pas court-circuiter une sortie, que ce soit par câblage (deux connections se touchant fortuitement) ou par cas de figure (deux sorties reliées ensembles, celle à l'état bas court-circuitant celle à l'état haut).

M. LAURY

Découvrez l'anglais technique

Français/Anglais

Bouton-poussoir : pushbutton
 Anti-rebond : debouncer
 Verrouillage : latch
 Concerner : to concern, to affect
 Traiter : to process, to treat
 Niveau : level
 Haut : high
 Bas : low
 État : state
 Intermédiaire : intermediate
 Traitement : processing, treatment
 Calcul : calculation, computation
 Mémorisation : memorizing
 Savoir : to know
 Complexe : complex
 Extraction : extraction
 Racine carrée : square root
 Gestion : management
 Processus : process
 Impression : printing
 Gérer : to manage, to administer
 Moyen : mean
 Base : basis
 Combiné : combined, joint
 Manière : manner, way
 Ajout : addition, extension
 Porter : to carry
 Également : equally
 Résumer : to summarize
 Fonctionnement : functioning, working
 Méthode : method, way
 Pour ce faire : to do it
 Table : table
 Vérité : truth
 Tracer : to draw
 Colonne : column
 Représenter : to represent
 Valeur : value
 Résultat : result
 Juger : to judge
 Transfert : transfer

Rappeler : to recall
 Absence : absence
 Potentiel : potential
 Masse : ground
 Présence : presence
 Rendre compte : to account
 Utilisation : use, utilization
 Limité : limited, restricted
 Détecteur : detector, sensor
 D'ailleurs : besides, moreover
 Porte : gate
 validation : validation
 Passer : to go through
 Reproduire : to reproduce
 Vérité : veracity
 Aspect : aspect, appearance, look
 Empêcher : to prevent
 Insuffisante : insufficient
 Dérivé : derived
 Précédente : preceding, previous
 En effet : actually, in (actual) fact
 Précédemment : previously, already, before
 Inverser : to invert
 Cercle : circle
 Dessiner : to draw, to sketch
 Sembler : to seem
 Futile : futile, trivial, trifling
 Ajouter : to add
 Complètement : completely, wholly, totally, fully
 Chose : thing
 Inverseur : inverter
 Suffire : to suffice, to be enough
 Réunir ensemble : to put together
 Confirmer : to confirm
 Domaine : domain
 Signaler : to point out, to indicate
 S'appeler : to call
 Bit : bit
 Composer : to compose, to make up
 Octet : byte
 Format : format, size

Courant : current
 Manipuler : to manipulate, to handle
 Convention : agreement, convention
 Signe : sign, indication
 Ponctuation : punctuation
 Alphabet : alphabet
 Norme : norm, standard
 Demander : to ask
 Ridicule : ridiculous, absurd
 Vis-à-vis : opposite, facing
 Manipuler : to manipulate
 Oublier : to forget
 Séquentiellement : in sequence
 Partiellement : partly, in part, partially
 Quitte : free, quit
 Stocker : to store
 Provisoire : provisory, temporary
 Effectuer : to execute
 Retenue : carry
 Savoir : to know
 Multiplier : to multiply
 Multiplicateur : multiplying
 Subtil : subtle
 Couvert : covered
 Grand : big, large
 Mettre en œuvre : to make use of
 Tant : so, to such a degree
 Plan : plane
 Interconnexion : interconnection
 Suffire : to suffice, to be enough
 Lire : to read
 Revenir : to come back, to come again
 Imaginer : to imagine
 Composer : to compose
 Quelque : some, some little, a few
 Boîtier : case
 Compteur : counter



Mettre à un : to set
 Bascule : flip-flop
 Là : here
 Difficulté : difficulty
 Amélioration : improvement
 Effet : effect
 Étudier : to study
 Raison : reason
 Commodité : convenience
 Désiré : desired
 Réalisation : design
 Considérer : to consider
 Concepteur : designer
 Établir : to establish
 Arrangement : arrangement
 Scrutation/décodage/verrouillage : scanner/encoder/latch
 Dispositif : device
 Disponible : available
 Choix : choice
 Justifier : to justify
 Impliquer : to implicate, to involve
 Optimal : optimum
 Moins : less
 Requis : required
 Dernière : last
 Décrire : to describe
 Article : article, commodity
 Discret : discreet
 Garantir : to guarantee, to warrant
 Totalemment éprouvée : fool-proof
 Consommation : consumption
 Puissance : power
 Minimal : minimal, minimum
 Maximal : maximum

Suite page 14

Voltmètre (2 Volts) à affichage LCD

Il nous arrive fréquemment, sous la rubrique du coin de la mesure, de proposer au lecteur de petits adaptateurs qui, une fois associés à leur multimètre utilisé sur le calibre 2V continu, transforment ceux-ci en fréquencemètre, capacimètre, etc. Pour ceux de nos lecteurs qui ne souhaitent pas immobiliser leur multimètre, même momentanément, pour bénéficier d'une fonction supplémentaire ou, qui souhaite réaliser un appareil complet et indépendant, nous leur proposons de réaliser un voltmètre continu à afficheur LCD de calibre 2V.

Présentation du voltmètre

Le cœur de ce voltmètre est un circuit intégré de type ICL7106 qui regroupe sur la même puce de silicium toutes les fonctions nécessaires au fonctionnement d'un tel appareil de mesure, depuis les étages de

conversion analogique/numérique jusqu'au gestionnaire d'affichage en passant par les circuits d'horloge qui cadencent les mesures. Une telle réalisation, qui aurait nécessité une bonne vingtaine de circuits intégrés,

il y a seulement quelques années, se contente en tout et pour tout de 2 circuits intégrés si nous considérons l'afficheur LCD à 3 digits et demi (2000 points) comme un circuit intégré à part entière. Le schéma structurel complet est présenté à la figure 1. L'alimentation du module est confiée à une pile de 9V de type

6F22, un peu plus grosse qu'un morceau de sucre mais dont la durée de vie dépassera plusieurs mois dans le cadre d'une utilisation normale car la consommation du module n'est que de quelques milliampères. La fréquence de l'horloge interne de l'ICL7106 qui cadence les mesures et gère l'affichage dépend des composants R_1 et C_1 . Avec les valeurs adoptées, on obtient environ 3 mesures par secondes.

Pour un calibre de 2V, les composants R_3 et C_4 ont des valeurs respectives de 470 k Ω et 47 nF. Si l'on souhaite ramener ce calibre à 200mV, il convient de remplacer les valeurs ci-dessus par 47 k Ω et 470 nF, le condensateur C_5 conservant sa valeur de 220 nF sur les 2 calibres. On pourra noter au passage que le condensateur C_4 est utilisé par la logique interne de l'étage (auto/zéro) qui assure l'affichage "0" lorsque les entrées du voltmètre reçoivent une tension nulle.

La tension à mesurer est appliquée aux entrées IN LO et IN HI (pin 30 et 31) après un filtrage sommaire, mais efficace, assuré par R_2 et C_3 (filtre passe bas qui élimine les variations rapides de la valeur moyenne du signal étudié).

Le fonctionnement du convertisseur analogique numérique intégré dans le ICL7106 nécessite une tension de référence stable et précise égale à la moitié du calibre, soit ici 1V. On obtient cette référence en prélevant une fraction de la tension disponible aux bornes de l'association série D_1+T_2 . Dans cette structure, le transistor T_2 est utilisé en simple jonction car sa base et son collecteur sont réunis. Tout se passe par conséquent comme si l'on avait monté 2 diodes en série aux bornes desquelles on récupère une tension de l'ordre de 1,2V à 1,4V car ces 2 jonctions sont polarisées dans le sens passant. Le courant qui les traverse provient de la résistance R_5 . La solution qui consiste à remplacer une diode par un transistor fonctionnant dans le même mode, rend l'association D_1+T_2 moins sensible aux variations de température car les coefficients de température sont opposés. En agissant sur le réglage de RAJ, on peut appliquer exactement 1V aux entrées REF LO et REF HI (Pin 35 et 36).

Les différentes sorties pilotant les segments de l'afficheur sont reliées entre elles fil à fil. Pour ne pas surcharger le dessin et éviter de nombreux croisements, nous avons représenté ces liaisons à l'aide d'un bus (trait épais sur lequel viennent se greffer toutes les connexions à réaliser) comme pour les systèmes informatiques. Cette représentation

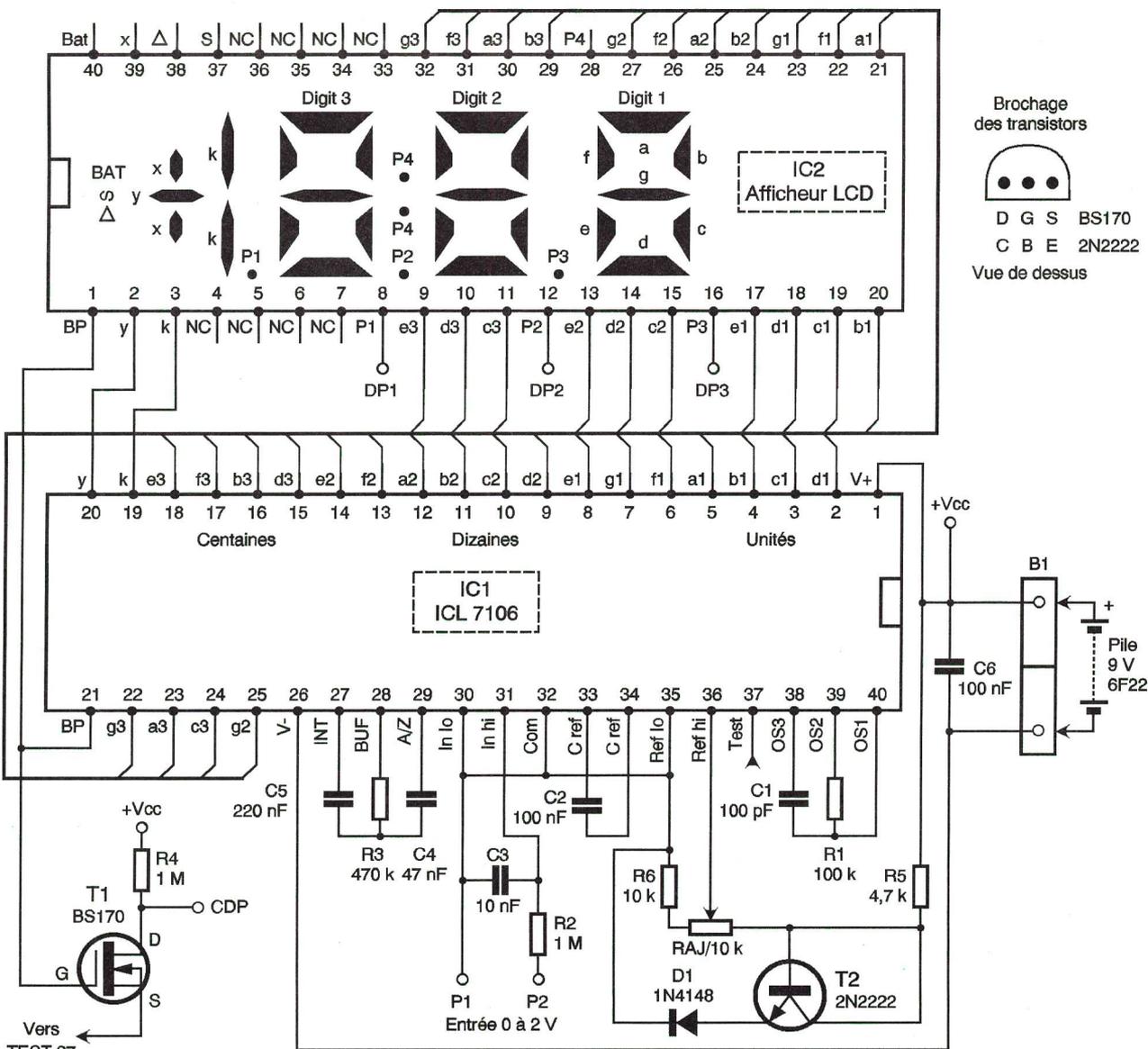
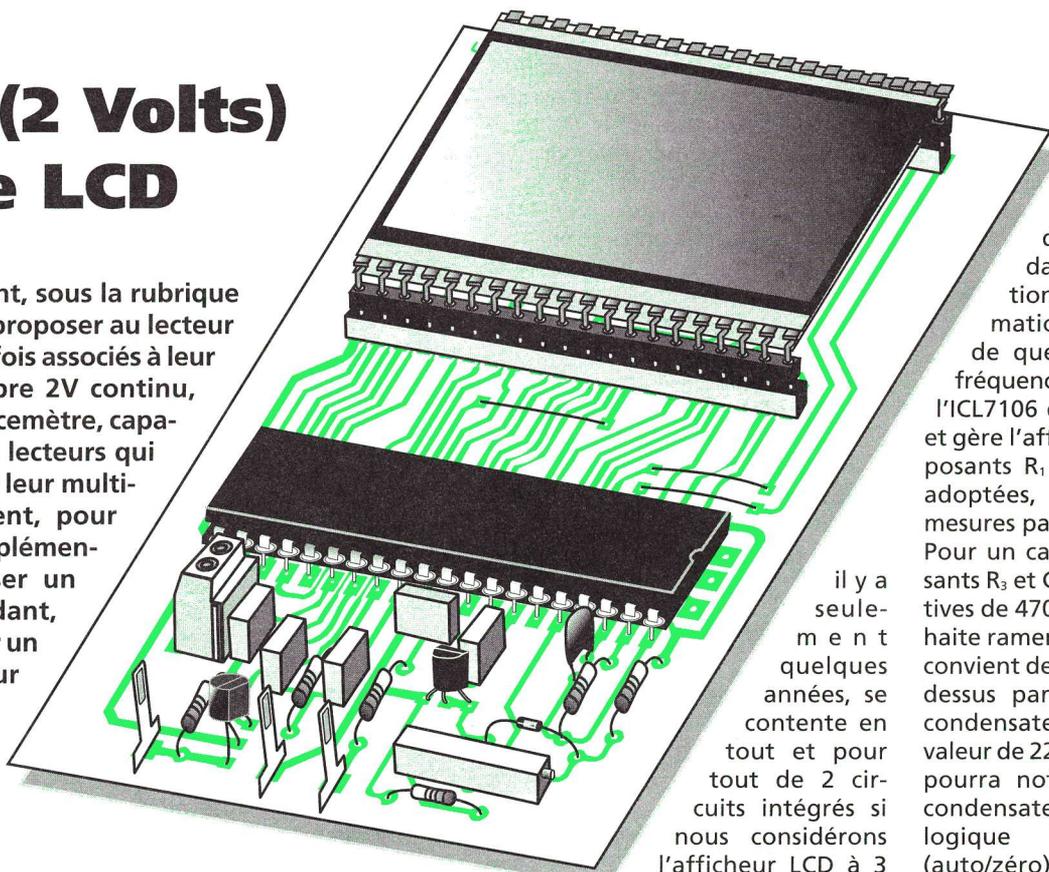


Fig 1

Schéma de principe

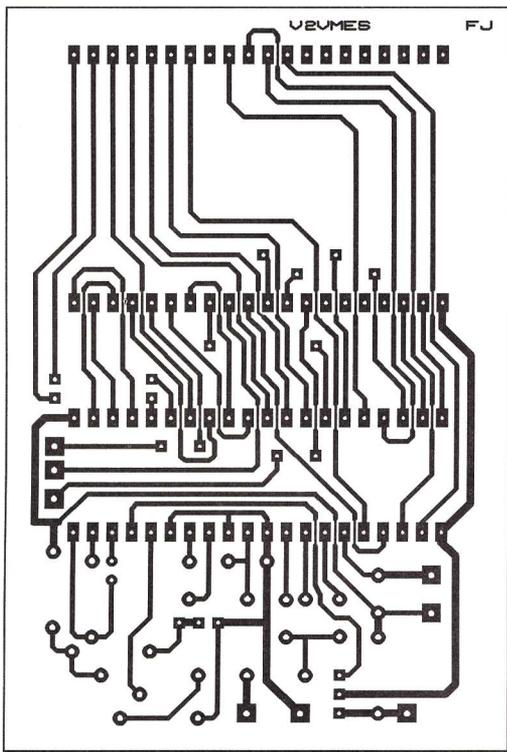


Fig 2

Tracé du circuit imprimé

est à rapprocher des torons de fils que l'on rencontre parfois dans des armoires électriques.

La gestion des points décimaux de l'afficheur n'est pas assurée par le ICL7106. Celle-ci reste à la charge de l'utilisateur qui peut ainsi adopter la configuration qui lui semble la mieux adaptée à sa réalisation. Comme les afficheurs LCD ne supportent pas l'application de tensions continues sur leurs électrodes (risque de détérioration lente par électrolyse), il convient d'alimenter les électrodes ainsi que les points décimaux par des tensions dont la polarité s'inverse à une fréquence f voisine de 60 Hz déterminée par l'horloge interne du circuit ICL7106. Pour qu'un segment ou un symbole quelconque soit allumé (visible), il faut que celui-ci soit excité par une tension en opposition de phase par

il suffit de relier la patte qui gère celui-ci au point CDP.

Précisons au passage que le symbole "BAT" est parfois utilisé dans certaines applications pour indiquer que la batterie est un peu faible et qu'il faut la changer, alors que le S couché "~" sert en général à spécifier que les signaux sur lesquels on travaille sont alternatifs. Le triangle "Δ" indique pour sa part qu'un seuil particulier a été dépassé. Les fonctions électroniques dont ces symboles pourraient être les témoins ne sont pas incluses dans IC₁. Les pattes de IC₂ qui gèrent ceux-ci sont laissées en l'air dans notre application car les symboles associés ne sont pas utilisés. Ces pattes pourraient à la rigueur être reliées à BP mais surtout pas à un potentiel fixe.

Ces différentes options sont dispo-

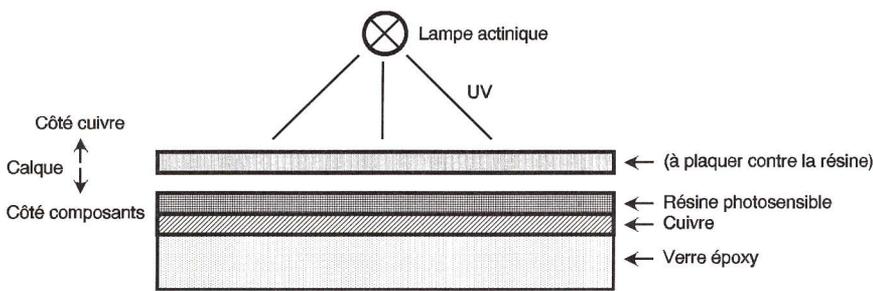


Fig 3

Méthode de réalisation d'un circuit imprimé

rapport au signal BP (Back Plane soit en français électrode arrière) (patte 1 de l'afficheur). Dans le cas contraire (polarité appliquée au segment en phase avec BP), celui-ci est "éteint" donc invisible. Pour les segments des différents digits, il n'y a strictement rien à faire ni à prévoir car tout est géré de façon interne dans IC₁. Pour gérer les points décimaux, on fabrique un signal en opposition de phase avec BP en utilisant un inverseur sommaire bâti autour du transistor T₁ qui est un MOSFET canal N monté en source commune. Le signal (CDP) recueilli sur le drain de celui-ci est en opposition de phase avec le signal BP de la pin 21. Pour qu'un point décimal tel que DP1, DP2 ou tout autre symbole d'ailleurs (BAT, ~, Δ) soit visible

nibles sur la totalité des afficheurs LCD à 3,5 digits (2000 points comme nous l'avons déjà mentionné). On peut trouver ceux-ci sans aucun problème chez de nombreux revendeurs sous différentes dénominations dépendant du fabricant.

Réalisation pratique

Le circuit imprimé de la figure 2 devra impérativement être réalisé par une méthode photographique afin de ne pas faire d'erreur dans sa reproduction. Nous rappelons au passage que cette technique nécessite l'utilisation de circuit imprimé

présensibilisé (positivement).

La première étape du travail consiste à photocopier le schéma du typon que nous fournissons sur une feuille de calque ou, si l'on dispose de produit aérosol (Transparent Spray ou diaphane), sur du papier blanc ordinaire que l'on rendra transparent par pulvérisation dudit aérosol. Il suffit ensuite d'exposer le circuit imprimé dépouillé de sa couche protectrice à une source de rayonnement ultraviolet (UV) après avoir interposé le calque (support du typon) côté cuivre. Il faut penser à mettre le typon dans le bon sens sur la face cuivrée (le côté composant doit être en contact direct avec le cuivre et non tourné vers l'observateur) (figure 3).

Le temps d'insolation moyen est de 2 minutes et demi (environ) avec des tubes actiniques (générateurs de rayonnement ultraviolet) de 60W placés à 3 cm. Cette durée atteint 3 minutes avec une lampe de 1000W

son initiative.

Une fois l'exposition terminée, il faut révéler le circuit en le plongeant dans une solution basique (soude) pendant 30 secondes à 1 minute 30. Des sachets (assurant un dosage optimum) à diluer dans un litre d'eau à 25°C sont parfois proposés avec les plaques de circuit imprimé au format 200x330mm. Si l'on ne dispose pas de sachets pré-dosés, on peut fabriquer ce révélateur en dissolvant 35 à 50 grammes de pastilles de soude (déboucheur pour évier) dans un litre d'eau. Ce produit étant chimiquement agressif, il faut éviter les projections (surtout dans les yeux). La révélation est terminée lorsque le tracé du circuit imprimé apparaît nettement. Il faut alors rincer le circuit imprimé à l'eau froide ou légèrement tiède pour éliminer les dernières traces de résine photosensible.

L'attaque du cuivre en excédant s'opère comme toujours avec une

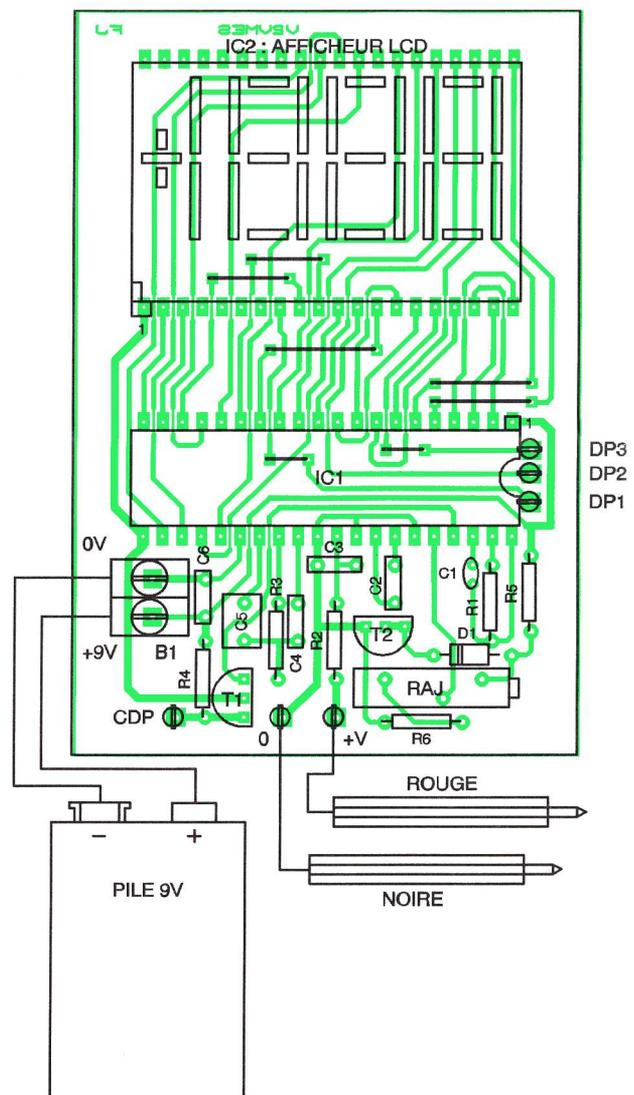


Fig 4

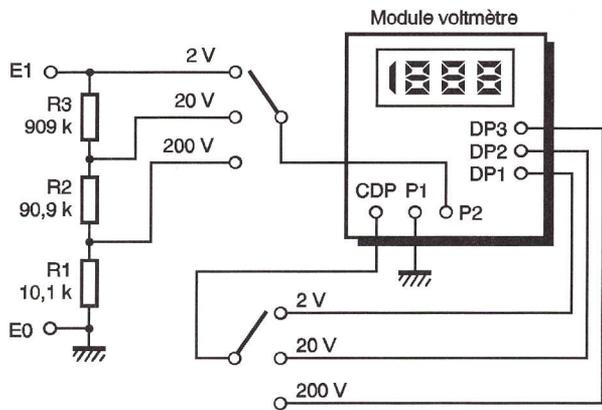
Implantation des éléments

à vapeur de mercure placée à 60 cm (ne pas rapprocher la lampe du circuit imprimé à cause du dégagement de chaleur). Il est même possible, si l'on n'est pas pressé ou, surtout, si l'on ne peut pas faire autrement, de travailler avec une simple lampe à incandescence de 100W placée à 10 cm, la durée d'exposition allant de 15 à 25 minutes dans ce cas. Ces informations, que l'on trouve rarement, sont issues du mode d'emploi joint aux feuilles de circuit imprimé de marque KF, société que nous félicitons et remercions au passage pour

solution de perchlore de fer portée à une température d'environ 40°C comme pour les autres techniques de réalisation des circuits imprimés.

Une fois le circuit imprimé gravé, la résine photosensible qui recouvre les pistes cuivrées peut être éliminée soit par ponçage soit avec de l'acétone (le dissolvant à ongles est idéal pour cet usage).

Après perçage, les composants sont insérés comme le suggère la figure 4. Certains straps étant disposés sous les supports de circuits intégrés, on



Réalisation d'un atténuateur 1/10 et 1/100 avec gestion du point décimal

Fig 5

Mise en place d'un atténuateur

a tout intérêt à commencer par ceux-ci, ce qui évite des surprises en fin de câblage.

Mise au point et utilisation

Cette étape se résume au réglage de RAJ. Après avoir vérifié le câblage, on insère IC₁ et l'afficheur IC₂ dans leurs supports respectifs en respectant les orientations de la figure 4. On notera au passage que l'on peut rehausser l'afficheur (pour qu'il affleure la surface du boîtier dans lequel ce voltmètre prendra place) en utilisant plusieurs hauteurs de barrettes tulipe sécables placées l'une sur l'autre jusqu'à ce que la

hauteur voulue soit atteinte. Après avoir alimenté le montage par une pile de 9V (faire attention à la polarité), on relie la borne commune d'un voltmètre (utilisé sur le calibre 2V) sur le picot P1 et l'autre borne d'entrée sur la patte 36 de IC₁. Le réglage correct de RAJ est obtenu lorsque le voltmètre utilisé pour régler notre montage indique exactement 1V (1,000V sur le calibre 2V). Une autre façon de réaliser ce réglage consiste à appliquer une tension de référence (valeur déjà connue avec précision comprise entre 1 et 2V) à l'entrée du module (picots P1 et P2), et à agir sur RAJ pour que la valeur lue sur l'afficheur LCD (IC₂) soit égale à la valeur de la tension de référence. Cette solution évite l'utilisation d'un second voltmètre mais nécessite une tension de

référence qui n'est pas toujours disponible dans le laboratoire de l'amateur.

L'utilisation de ce module n'appelle que peu de commentaires, puisqu'il suffit de relier les bornes d'entrée (picots P1 (la référence) et P2) à la tension à mesurer dont la valeur doit être inférieure à 2V. En cas de dépassement, on obtient l'affichage "1" fixe. Lorsque la tension (VP2-VP1) est négative le signe "moins" s'affiche automatiquement. Pour obtenir des calibres plus élevés tels que 20 et 200V, il faut faire appel à un atténuateur tel que celui que nous proposons à la figure 5. Le commutateur double K gère en même temps le changement de calibre et la sélection automatique du point décimal ce qui permet au lecteur de voir comment celui-ci doit être géré. Les résistances de l'atténuateur doivent avoir une précision de 1% pour que l'on puisse se fier aux indications données par l'appareil.

Pour terminer, nous devons préciser que ce module ne peut en aucun cas mesurer sa propre tension d'alimentation (même atténuée), car l'entrée de référence de mesure (picot P1) est reliée à un potentiel intermédiaire (compris entre 0 et les 9V de la tension d'alimentation) et non au 0V (pôle "moins" de la pile). Le risque de destruction des composants actifs utilisés par cette fonction n'étant pas nul, il est recommandé d'éviter cette situation.

F. JONGBLOËT

NOMENCLATURE

- R₁ : 100 kΩ 1/4W 5% (marron, noir, jaune)
- R₂, R₄ : 1 MΩ 1/4W 5% (marron, noir, vert)
- R₃ : 470 kΩ 1/4W 5% (jaune, violet, jaune)
- R₅ : 4,7 kΩ 1/4W 5% (jaune, violet, rouge)
- R₆ : 10 kΩ 1/4W 5% (marron, noir, orange)
- RAJ : 10 kΩ ajustable horizontal multitours
- C₁ : 100 pF céramique
- C₂, C₆ : 100 nF/63V milfeuill
- C₃ : 10 nF/63V milfeuill
- C₄ : 47 nF/63V milfeuill
- C₅ : 220 nF/63V milfeuill
- D₁ : diode 1N4148
- IC₁ : ICL7106
- IC₂ : afficheur LCD 2000points (LC521 PRW ou LC513031 ou LTD221 R12)
- T₁ : BS270
- T₂ : 2N2222 (boîtier TO92)
- B₁ : bornier à souder sur CI 2 plots
- 1 support DIL 40 pins
- 2 fois 20 plots de barrette sécable tulipe au pas de 2,54mm (support d'afficheur LCD)
- 3 picots pour circuit imprimé
- 1 coffret plastique (si nécessaire)



Suite de la page 11

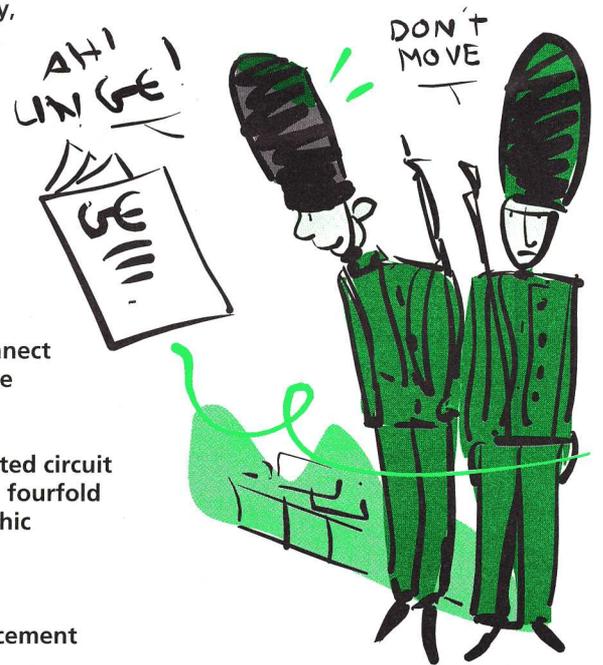
Découvrez l'anglais technique



- Dû à : due to
- Reconnaître : to recognize, to identify
- L'une à l'autre : one to the other
- Trompeuse : deceptive, misleading
- Caractéristique : characteristic
- Évidente : obvious
- Procéder : to proceed
- Analyse : analysis
- Établi : established
- Supposer : to assume
- Nommer : to name
- Capacité : capacity
- Charger : to charge
- Appuyer : to depress
- Modification : modification
- Avoir lieu : to take place
- Renforcer : to reinforce
- Influencer : to influence
- Rester : to stay
- Encore : still
- Démontrer : to demonstrate
- Faire la différence : to discriminate
- Contre : against
- Combinaison : combination
- Invalide : invalid
- Libération : liberation, freeing, releasing
- Changer : to change
- Forcer : to force
- Relâchement : relaxation
- Entier : entire
- Retourner : to return
- Présumé : presumed, assumed
- Entraîner : to result in
- Relâcher : to release

- Altérer : to alter
- Nouvelle : new
- Arriver : to happen
- Changer : to change
- Vers : towards
- Retournement : rollover
- Clavier : keyboard
- Valable : valuable
- Apparente : apparent
- Tamponner : to buffer
- Circuit : circuitry
- Se prémunir de : to provide against
- Rebondissement : bounce
- Inhérent : inherent
- Provenance : source, origin
- Servir : to serve
- Réseau : network
- Filtre : filter
- Fondamentalement : fundamentally
- Court-circuiter : to short-circuit
- Préjudiciable : prejudicial, detrimental
- Contact : contact
- Commutateur : switch
- Mécanique : mechanical
- Relais : relay
- S'oxyder : to oxidize
- Se ternir : to tarnish
- Pointe : surge
- Momentané : momentary
- Aider : to help
- Propre : clean
- Revêtement : plating
- S'évaporer : to vaporize
- Forcer : to force

- Ensemble : whole, entirety
- Correctement : properly, correctly
- Durant : during
- Mettre sous tension : to power up
- Tirer : to pull
- Courte : short
- Durée : duration
- Associé : associated
- Diode : diode
- Polarisé en inverse : reversed-biased
- Déconnecter : to disconnect
- Indésirable : undesirable
- Auxiliaire : auxiliary
- Référence : reference
- Circuit intégré : integrated circuit
- Quadruple : quadruple, fourfold
- Monolithique : monolithic
- Transistor : transistor
- Complémentaire : complementary
- Enrichissement : enhancement
- Canal : channel
- Fournir : to source
- Absorber : to sink
- Se conformer à : to conform to
- Série : series
- Charge : load
- Transfert : transfer
- Améliorer : to improve
- Gain : gain
- Protéger : to protect
- Décharge : discharge
- Statique : static
- Compatibilité : compatibility
- Posséder : to possess, to own, to have
- Plage : range



- Soulever : to raise
- Interdiction : prohibition, banning, forbidding
- Même : same
- Réunion : putting or bringing together
- Muscler : to develop, to grow
- Consommer : to consume
- Unique : sole, only, single
- Configuration : configuration
- Réduit : small
- Supérieur : upper
- Inférieur : lower
- Câblage : cabling, wiring



Parasites et antiparasites

■ Parasites

■ Définition

Les parasites sont des perturbations électromagnétiques véhiculées par le secteur ou rayonnées dans l'espace. Ils constituent une nuisance qui affecte les utilisateurs d'appareils. Une réglementation internationale impose une limite maximale aux perturbations produites ou reçues par les différentes catégories de matériel.

■ Production des parasites

Les étincelles : toute rupture d'un circuit électrique en charge produit une étincelle. C'est une perturbation électromagnétique qui se propage par le câblage, l'alimentation et par rayonnement.

Appareils perturbateurs : moteurs série à balais, interrupteurs, contacteurs, thermostats, tubes fluorescents à starters, bougies des voitures, etc.

Le rayonnement haute fréquence : oscillateur local d'un récepteur dont l'énergie se propage par l'antenne et par le secteur, appareils médicaux H.F., fours industriels, etc.

Les circuits à semi-conducteurs :

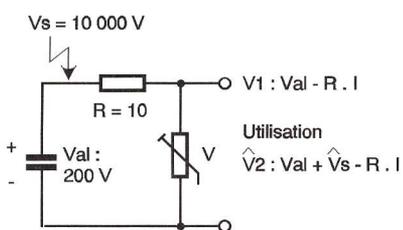


Fig 2 Fonctionnement d'un parafoudre à varistor

dans une alimentation à découpage, par exemple, un transistor fonctionne en interrupteur à fréquence élevée (20 à 80 kHz). Ces coupures à front raide produisent des parasites à cette fréquence et riches en harmoniques de rangs élevés. Les alimentations par thyristors, ou par triacs à commande de phase, dans les gradateurs de lumière par exemple, découpent la sinusoïde du secteur en fonction de la puissance à obtenir. La sinusoïde à 50 Hz tronquée est superposée à des harmoniques à rangs très élevés. Etc.

■ Antiparasites

Les dispositifs ont pour but de réduire à un niveau acceptable les parasites produits par la source et

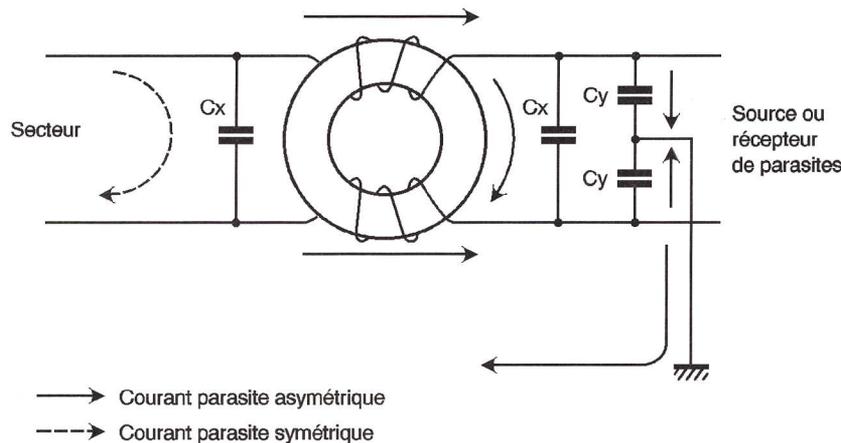
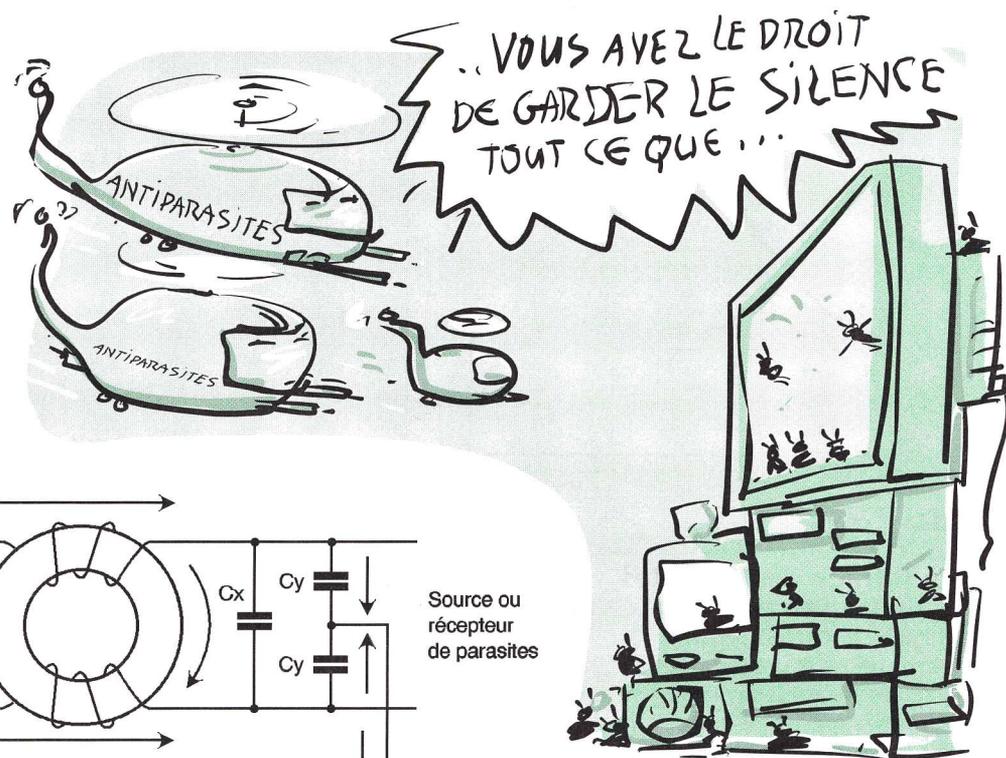


Fig 1

Schéma de principe d'un filtre secteur

ceux reçus par le récepteur, via le secteur ou par rayonnement. Ces mesures de protection sont indispensables pour permettre un fonctionnement correct des appareils. Elles sont obtenues au moyen de filtres adaptés.

Au niveau de la source le filtre diminue le niveau des parasites en conduction. Un blindage atténue le rayonnement.

Au niveau du récepteur le filtre diminue sa susceptibilité en conduction. Il est blindé.

Si le réseau électrique est aérien, il est habituel de placer un filtre à parafoudre en entrée. Il en est de même s'il s'agit d'un circuit téléphonique à lignes aériennes en entrée de l'appareil.

■ Réception radio-télévision

La spécification DIN 57875 prescrit un champ utile minimal de : 1mV/m en radio (145 à 1605 kHz), 0,25mV/m en FM (87,5 à 108 MHz), 0,25mV/m en télévision bande I, 0,7mV/m en bande II et 2,2 à 4mV/m en bandes III et IV.

La réception est considérée comme non perturbée si, à ce moment, le rapport signal/bruit est au moins de 40dB en radio et de 30dB en FM et en TV. Si non, placez un filtre sur l'alimentation, améliorez l'antenne ou recherchez le perturbateur.

■ Informatique

Un ordinateur est sensible aux parasites et aux micro-coupures du secteur. Un filtre sur l'alimentation est

indispensable de façon à fournir une sinusoïde à 50 Hz la plus pure possible. Les condensateurs du filtre accumulent de l'énergie pour couvrir de brèves coupures entre 0,5 et 3 cycles selon leur capacité. Au-delà, si les micro-coupures sont plus importantes, il y a lieu de prévoir une alimentation spéciale sans coupure.

■ Les filtres

■ Le filtrage :

Le filtre passe-bas est du type LC, l'inductance en série et les capacités en parallèle. L'impédance de C diminue avec la fréquence, celle de L augmente. Le filtrage est nul en continu, faible en BF et important en HF, cependant, il faut éviter les résonances parasites dues au câblage.

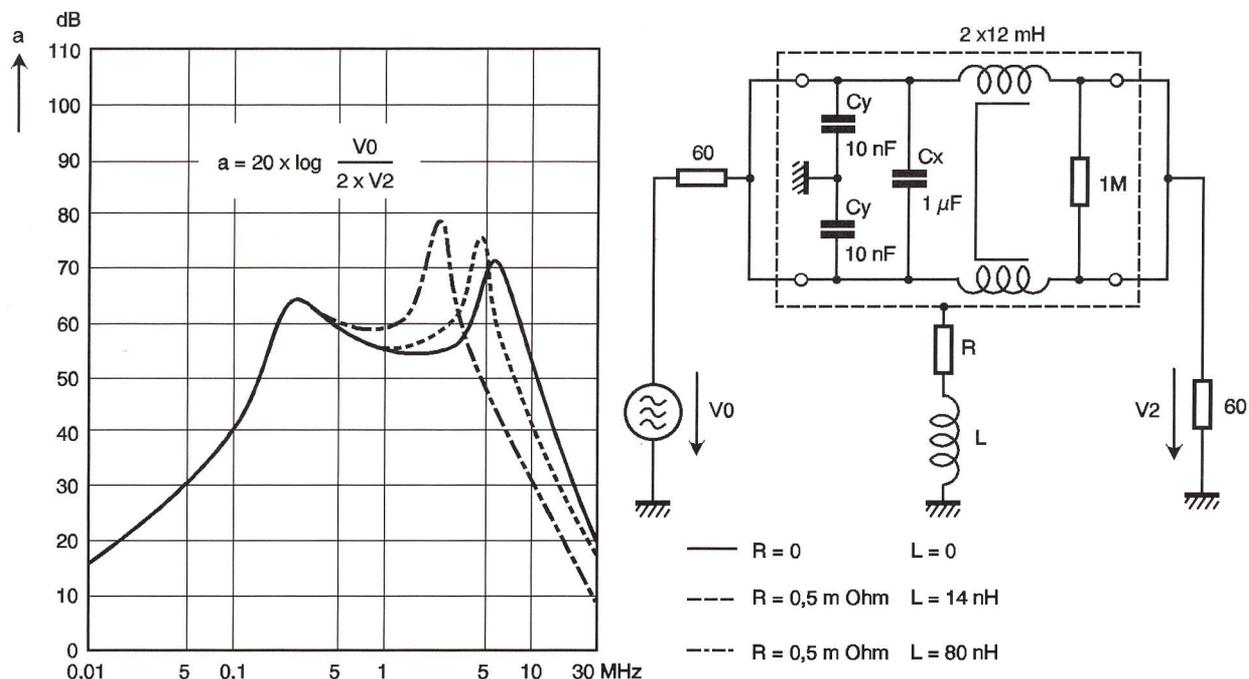


Fig 3

Composition et courbes de réponse d'un filtre en T

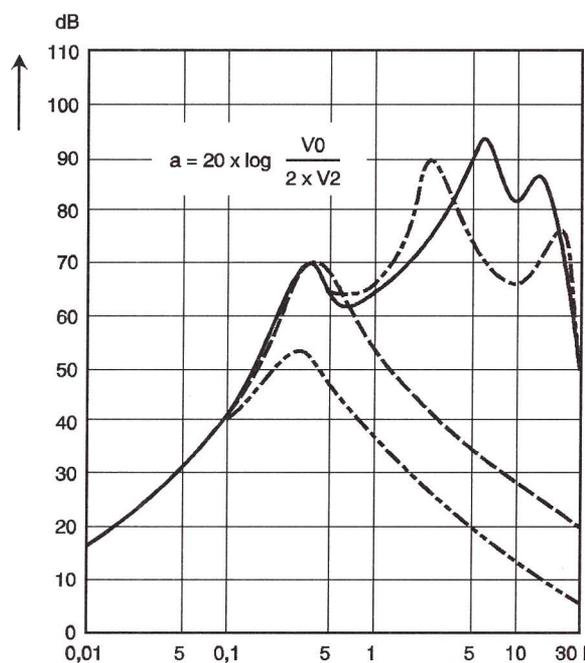
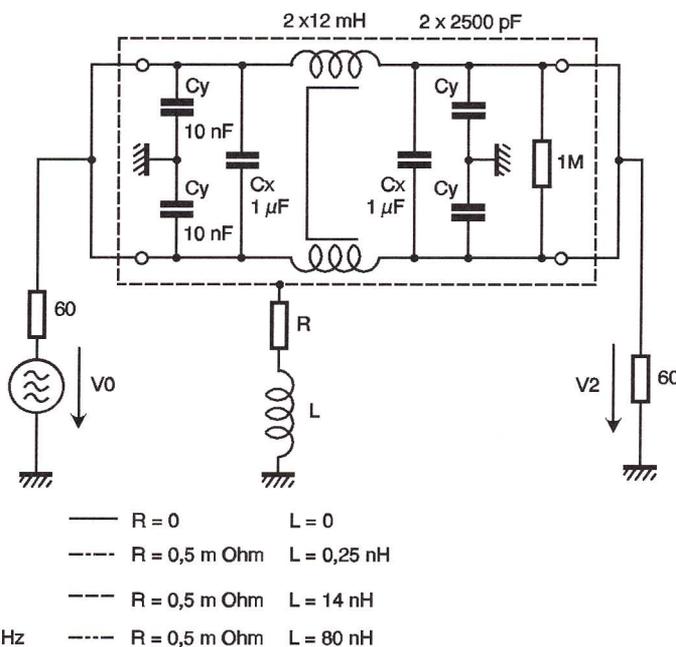


Fig 4



Composition et courbes de réponse d'un filtre en Pi

Le filtrage des parasites symétriques et asymétriques (figure 1)

A partir d'une source non reliée à la masse, les parasites se propagent sur les lignes, superposés au courant du secteur. Ils cheminent vers le récepteur et reviennent vers la source par l'autre fil. Les deux courants parasites sont en opposition, ils sont en mode différentiel ou symétrique. Des capacités parasites, ou des mises à la masse, font naître un courant qui circule dans les deux fils dans le même sens. Il retourne à la source par la terre. Cette perturbation est appelée mode commun ou asymétrique.

Les composants des filtres (figure 1)

L'inductance

L'inductance compensée à double bobinage sur un tore a ses flux qui s'annulent, la saturation n'est plus à craindre et son volume est réduit. Cependant, cette inductance n'atténue que les courants parasites asymétriques car les courants symétriques, tout comme le courant du secteur, donnent naissance à des flux magnétiques qui se compensent dans les deux parties du bobinage sur le tore.

Les condensateurs

Condensateurs CX : ils sont montés entre les fils du secteur pour atténuer les courants parasites symétriques. Leur capacité peut être importante, elle n'est pas limitée par les normes. En effet, elles ne peuvent provoquer un choc électrique à l'utilisateur. Sa mise en court-circuit provoque l'interruption du circuit par disjonction ou par coupure du fusible. Ils sont à film plastique métallisé, à auto-cicatrisation, en boîtier plastique.

Condensateurs CY : ils sont montés entre un fil du secteur et la masse, ils atténuent les courants parasites asymétriques. Leurs capacités sont limitées par les normes car ils ne doivent pas provoquer un choc électrique dangereux à l'utilisateur en cas de défaillance, par élévation de la tension des masses.

Leur sécurité mécanique est augmentée afin d'exclure leur court-circuit. Ce sont des condensateurs à film plastique métallisé, à auto-cica-

trisation, en boîtier plastique difficilement inflammable.

Parafoudre si OV

À placer en entrée, avant le filtre, dans le cas d'une alimentation secteur à lignes aériennes, principalement dans les départements dans lesquels les orages sont nombreux. Les varistors sont des résistances fortement variables en fonction de la tension aux bornes. Leur densité de courant atteint 3000 A/cm². Par exemple : sur un secteur 230V, la foudre crée une surtension de 10000V. La résistance série de la ligne est de 10 Ω, la varistance est placée en parallèle sur l'entrée. Sa pente est telle que seulement 3% de la surtension est appliquée (figure 2), le solde est éliminé à la terre par la très faible résistance résultante du varistor sous la surtension.

Principaux modèles de filtres

Embases secteur CEE avec filtre

Secteur 230V, intensité max. 3 ou 6 A, filtre simple LC, éventuellement avec fusible.

Modèle nu

Fixation sur le circuit imprimé par clipsage secteur 230V, intensité max. 6 A, filtre simple LC.

Filtres professionnels sous boîtiers métalliques

Filtres en T (figure 3)
230V, 50/60 Hz. 1 modèle de 1 à 20 A. La figure donne la valeur des composants : L=2x12mH, section du fil émaillé en fonction de l'intensité, densité de courant max. 2 A/mm². Cx=1 µF, Cy=2x10 nF. La résistance de 1 MΩ sert à décharger les condensateurs à l'arrêt afin d'éviter les chocs électriques éventuels aux techniciens.

Le boîtier étanche en aluminium est réuni au conducteur de terre de l'installation par une prise à 3 broches. Il doit être aussi réuni à la masse de l'appareil à protéger. Les figures 3 et 4 montrent l'importance

de cette liaison sur la réponse d'atténuation du filtre aux fréquences élevées. R et L de la liaison doivent être réduits le plus possible par un câblage soigné.

Ce type de filtre permet une atténuation des parasites de 60 dB entre 200 kHz et 10 MHz. Elle culmine à 80 dB à 3 MHz.

Filtre en Pi (figure 4)

Les capacités Cx et Cy sont doublées avant et après l'inductance double. L'atténuation atteint 90 dB à 5 MHz,

elle couvre la plage de 300 kHz à 30 MHz à 70 dB. Mêmes caractéristiques générales.

Doubles filtres

Comprenant deux cellules successives, soit deux inductances doubles et deux jeux de capacités Cx et Cy. La plage couverte atteint 100 MHz. L'atténuation est de 50 dB entre 100 kHz et 100 MHz. Mêmes caractéristiques générales

Filtres pour lignes de communication

- Tensions : 250V = / 100V ~, f = 150 Hz ou 600 Hz
- Intensité : 0,1 A
- Filtre passe bas, atténuation 100 dB à 10 kHz, 50 kHz, 120 kHz et 300 kHz selon les modèles.
- Spécial téléphone : Z=600 Ω, passe bas à 3,4 kHz

Filtres pour cage de Faraday

- Tensions : 440V = / 250V ~ = 20/50 Hz
 - 200V = / 120V ~ = 400 Hz
 - Intensité : 20 à 100 A
 - Atténuation : 100 dB de 250 kHz à 10 ou 50 GHz
 - Avec 3 cellules en série : 100 dB de 20 kHz à 10 ou 50 GHz (figure 5)
 - Les modèles 50 à 100 A comportent des éléments en série et des éléments en parallèle
- Ces filtres sont précédés par une protection par varistors et par éclateurs à gaz contre la foudre et les explosions nucléaires.

R. BESSON

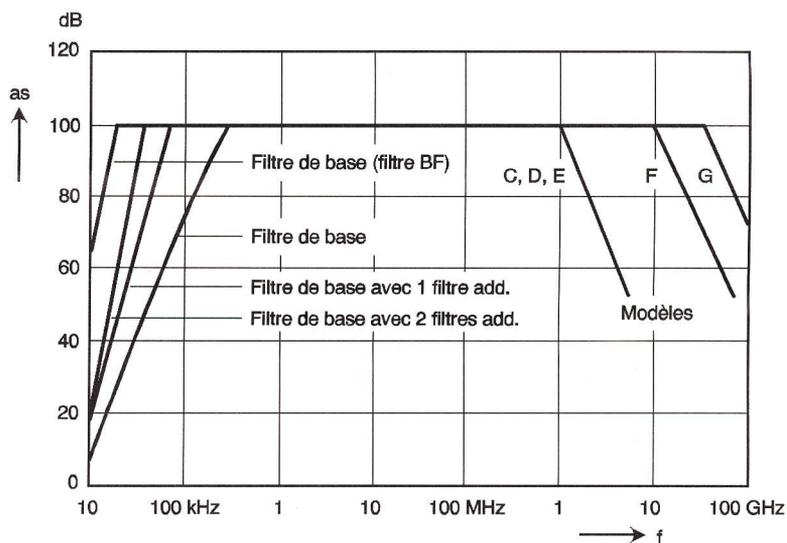


Fig 5

Courbes de réponse des filtres pour cages de Faraday.

Toute l'équipe de

Generation

ELECTRONIQUE

vous souhaite

de bonnes fêtes

et une bonne année

2000

Un vibreur pour votre GSM

Doter votre téléphone mobile d'un vibreur sans aucune modification : tel est l'objet de notre réalisation.

La fonction vibreur n'est pas encore disponible sur l'ensemble des téléphones mobiles. Pourtant celle-ci est bien pratique pour éviter qu'une paisible séance de cinéma ne soit troublée par une sonnerie stridente. Sur certains modèles, elle est optionnelle et, pour en disposer, il faut acquérir une batterie spéciale. Mais sur les appareils les plus simples, souvent proposés avec des packs d'abonnement, elle est purement et simplement inexistante. Or, il est impensable d'ouvrir et de "bricoler" le combiné pour tenter une adaptation. Mais astuce et ruse font souvent mieux que marteau et tournevis pour peu que l'on examine le problème de près. Le principe de fonctionnement du réseau GSM offre une solution à ce problème d'adaptation apparemment insoluble.

Le principe

Pour comprendre le principe de fonctionnement de notre montage, attardons-nous quelques instants sur le "dialogue électronique" qui s'établit entre le réseau radio et un téléphone mobile lorsqu'un correspondant l'appelle. L'ors de cet appel, le combiné, d'une part, déclenche sa sonnerie et, d'autre part, signale sa présence au

des signaux carrés. Dans notre cas, ils ont l'avantage de générer un grand nombre d'harmoniques qu'en termes moins nobles on pourrait qualifier de "parasites". Pour s'en convaincre, il suffit d'approcher un téléphone mobile en cour de communication d'une chaîne haute fidélité ou d'un récepteur radio. Immanquablement des "craa-craa-craa" se font entendre dans les haut-parleurs. Ils trahissent la présence de l'émission des trames GSM.

Ce sont ces parasites que capte notre montage et qu'il utilise pour déclencher un vibreur. Nul besoin, donc, de se livrer à un lourd traitement numérique pour détecter l'appel. Enfin, si le montage ne se déclenche que lorsque le combiné est appelé c'est, simplement, en raison de sa faible sensibilité. Pour "capter" l'émission GSM, il doit être proche de la source d'émission (ici le combiné). Passé quelques dizaines de centimètres, les trames ne sont plus détectées. Notre réalisation reste donc insensible à l'émission des antennes du réseau GSM tout comme à celle que génère le portable du voisin.

Comment ça marche ?

Comme nous ne cherchons pas réellement à capter une émission mais,

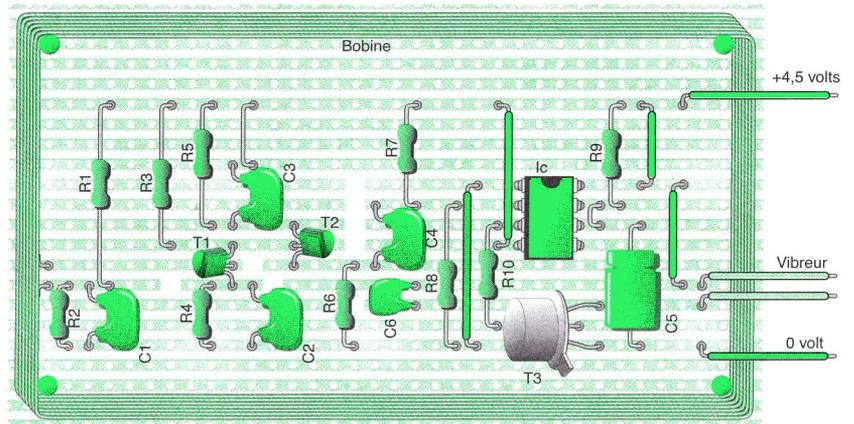


Fig 3

Mise en place des éléments

phérie de la plaquette de câblage remplissent parfaitement ce rôle de capteur. Bien entendu, l'énergie ainsi récoltée reste faible, mais l'amplification est la base de l'électronique. Deux transistors se chargent de cette opération. Ils sont tous deux montés en charge répartie et leurs résistances d'émetteur (R_4 et R_5) sont découplées afin d'obtenir un gain en tension élevé de ces deux étages d'amplification. Notons que, pour des problèmes de simplification de polarisation, T_1 est de type NPN alors que T_2 est de type PNP. De même, la polarisation de la base de T_1 s'effectue par l'intermédiaire du bobinage. T_2 , pour sa part, se trouve directement polarisé par T_1 . A l'issue de cette amplification, des impulsions d'environ 1V d'amplitude correspondent aux trames GSM. C'est une tension suffisante pour commander un monostable dont la fonction sera de temporiser le fonction-

circuit, c'est à dire de l'entrée qui commande le déclenchement du monostable. La résistance R_9 et le condensateur C_5 fixent la durée de l'impulsion que délivre le NE555. Dans notre cas, celle-ci est d'environ une seconde. Enfin, le courant qu'est capable de délivrer le NE555 n'est pas suffisant pour piloter directement le moteur du vibreur. Un transistor 2N1711 fait office de relais. Le NE555 commande sa base par l'intermédiaire de la résistance R_{10} .

Le câblage

Comme toujours, la partie électronique de ce montage est réalisée sur une petite plaquette d'essai pré-perforée munie de bandes conductrices. Le travail commencera donc par sa préparation. Il faut reporter les interruptions de bandes conformément au schéma de la figure 2.

Nous vous conseillons, ensuite, de réaliser la bobine de détection. Pour cela, le plus simple est de loger quatre petits clous en laiton dans les trous situés à proximité de chaque coin de la plaquette. Il est nécessaire d'agrandir légèrement leur diamètre à l'aide d'un foret de 1mm. On soudera la pointe des clous comme s'il s'agissait de pattes de composants. Une fois ce "mandrin" réalisé, il faut bobiner 50 spires (environ) de fil émaillé de 25 centièmes de millimètre de section. Pour décaper les extrémités du fil, afin de réaliser correctement ses soudures, le plus simple est de le frotter avec un papier de verre à grain fin. A défaut, une lime à angle en carton fait parfaitement l'affaire. Une fois cette opération terminée, l'implantation (figure 3) et le soudage des composants peuvent débuter. Le brochage des transistors 2N3904 et 2N3906 est repéré par un méplat. Un ergot signale l'émetteur du 2N1711. On veillera donc à respecter ces brochages.

Le boîtier du NE555 porte une encoche située entre la broche 1 et la broche 8. Il faut également veiller à respecter son orientation. De même, il faut impérativement respecter la polarité du condensateur

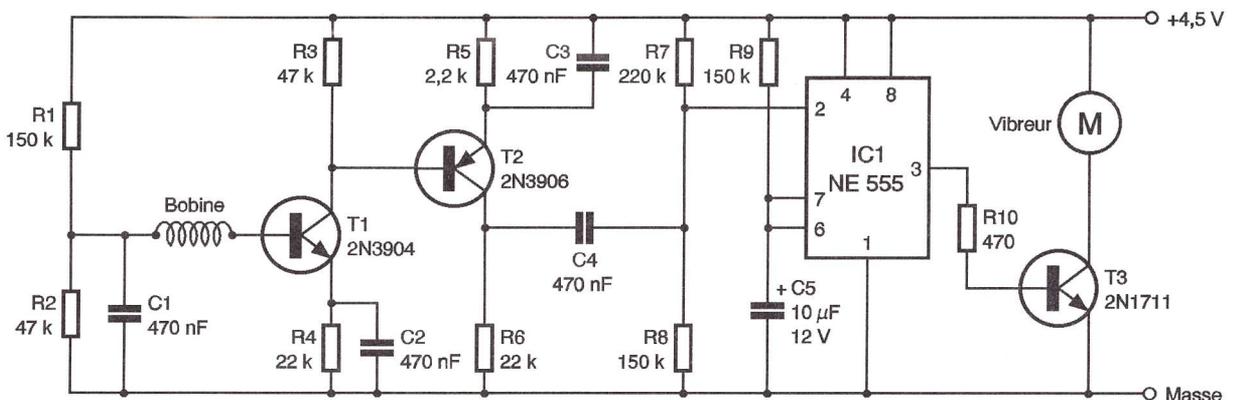


Fig 1

Schéma de principe

réseau en émettant une série de codes numériques. Lors de cet envoi, l'émetteur de l'appareil fonctionne à sa puissance maximale d'émission, soit 2 W. Une fois la communication établie, le réseau indique au mobile le niveau auquel il capte son émission et celui-ci réduit éventuellement sa puissance afin de préserver l'autonomie de sa batterie. Autre point important pour nous : les liaisons GSM s'effectuent sous formes de "trames numériques" : des paquets de "0" et de "1" dont le codage correspond alternativement à l'identification du mobile et à la numérisation de la conversation. Or, on peut assimiler ces trames à une modulation de la fréquence porteuse (900 MHz ou 1 800 MHz) par

plus simplement, à détecter des parasites électromagnétiques, le cœur de cette réalisation ne relève pas de la plus haute technologie. Une cinquantaine de spires de fil de cuivre émaillé bobinées sur la péri-

nement du vibreur. Le célèbre circuit intégré NE555 entre ici en scène et joue le rôle à la perfection. Les impulsions, après prépolarisation par R_7 et R_8 , attaquent son entrée numéro 2. Il s'agit du "trigger" du

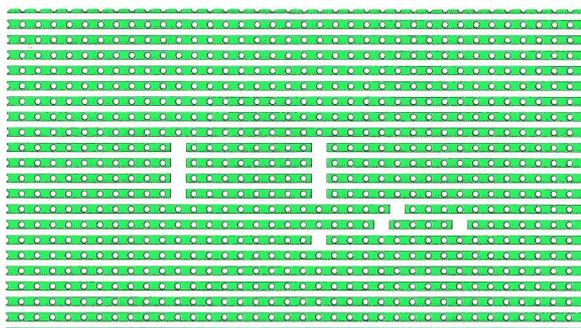
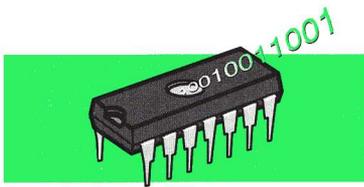


Fig 2

Préparation de la plaquette

Suite page 21



AUX MICROCONTROLEURS

Apprenez les microcontrôleurs avec le Basic Stamp 5^e partie

Nous allons poursuivre aujourd'hui notre découverte des instructions du Basic Stamp et des règles de programmation le concernant et, comme le mois dernier, nous allons concrétiser chaque étape par la réalisation et l'essai d'un court programme. Alors, si ce n'est pas déjà fait, raccordez votre platine d'expérimentation à votre PC et lancez le logiciel Stampw.



pour cent, comme dans %101 par exemple, est exprimé en binaire.

- Un nombre précédé du symbole dollar, comme dans \$34 par exemple, est exprimé en hexadécimal.

En fait, il existe une dernière forme pour exprimer des "nombres" si l'on peut dire ; c'est la notation ASCII.

Comme vous le savez peut-être déjà, tous les symboles alphanumériques présents sur un clavier d'ordinateur peuvent être représentés au moyen d'un code, admis au niveau international, qui porte le nom de code ASCII ce qui signifie American Standard Code for Informa-

tion Interchange soit encore, en français, code américain standard pour l'échange d'informations. Ce code représente tous les caractères alphanumériques classiques au moyen d'une valeur numérique codée sur 7 ou 8 bits (selon qu'il est normal ou étendu). La lettre A majuscule par exemple a comme code 65 (en décimal), le B majuscule 66 et ainsi de suite.

Le Basic du Stamp, comme tous les langages de programmation, connaît le code ASCII et peut convertir n'importe quel caractère en sa valeur numérique équivalente (on dit en son code ASCII). Comme pour les bases vues ci-dessus, il faut juste lui signaler qu'il doit réaliser cette conversion en plaçant le caractère concerné entre guillemets. Ainsi, si l'on écrit :

Exemple CON "A"

On affectera à la constante Exemple la valeur décimale 65 puisque c'est là le code ASCII de la lettre A majuscule.

Le **tableau 1** rappelle ces différents modes de notation et, pour bien comprendre le principe de ces diverses représentations des nombres, nous vous proposons de rédiger le petit programme suivant et de le faire exécuter. Vous verrez ainsi que la conversion d'une base à l'autre ne pose pas de problème au Basic du Stamp puisque nous lui avons défini trois constantes dans des bases différentes et que nous lui avons demandé de nous les présenter en décimal, c'est à dire de réaliser la conversion nécessaire.

Decimal CON 28

Hexa CON \$34

Binaire CON %10011001

Ascii CON "B"

Debug DEC ? Decimal, DEC ?

Hexa, DEC ? Binaire, DEC ? Ascii

Son exécution doit vous faire afficher les valeurs suivantes :

Decimal = 28

impose d'être très attentif lors de ces modifications, tout en courant le risque d'en oublier.

Dès qu'un programme utilise des constantes, et sauf dans les programmes très simples, il est donc souhaitable de donner un nom à ces dernières. Les règles de syntaxe relatives à ce nom sont identiques à celles que nous avons vues le mois dernier pour les variables et nous n'y reviendrons donc pas. Par contre, la directive à utiliser est CON, sous la forme :

Nom_de_constant CON

Valeur de la constante

Notre programme précédent pourrait ainsi s'écrire :

Courant VAR byte

Puissance VAR word

Tension CON 12

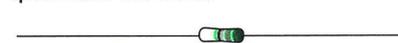
Courant = 2

Puissance = Courant * Tension

Debug "Puissance = "

", DEC Puissance

En procédant de la sorte, si la valeur de la tension est utilisée en de multiples endroits différents du programme et qu'elle vient à changer, il suffit de modifier la seule ligne contenant la directive CON pour que tout le programme soit automatiquement modifié.



Où il est question de bases

Même si nous avons l'habitude de travailler dans le système décimal, c'est à dire dans un système de

numération à base 10, ce n'est pas là le système préféré des microcontrôleurs et de la logique en général. En effet, comme vous le savez, cette dernière ne connaît que deux états : haut et bas, ou bien encore 0 et 1. Elle travaille donc dans un système de numération binaire c'est à dire en base 2.

Lorsque l'on groupe les chiffres binaires, ou bits, par huit pour constituer ce que l'on appelle des octets, on est amené à utiliser une nouvelle base de numération que l'on appelle l'hexadécimal car sa base est alors 16. En effet, un mot de 8 bits ou octet peut prendre 16 valeurs différentes, ce qui conduit tout naturellement à adopter cette nouvelle base.

Nous n'allons pas vous infliger ici un cours de numération car ce serait inutile et que nous verrons ce qu'il faut en retenir au moment opportun. Nous avons juste fait cette courte entrée en matière pour vous préciser que le Basic du Stamp connaissait ces diverses bases et savait travailler aussi bien avec l'une qu'avec l'autre. Par contre, comme il ne peut deviner à priori quelle base vous allez utiliser, il faut prendre la précaution de la lui indiquer en respectant les règles suivantes ; règles qui sont d'ailleurs communes à la majorité des langages de programmation.

- Un nombre écrit sans symbole particulier, comme 28 par exemple, est présumé être exprimé en décimal.

- Un nombre précédé du symbole

Base	Notation	Exemple
Décimal	N	25
Hexadécimal	\$N	\$F7
Binaire	%N	%11011001
ASCII	"N"	"A"

Tableau 1

Les différentes bases de numération connues du Basic Stamp

Les constantes aussi ont des noms

Si, comme nous l'avons vu, il est indispensable de donner des noms à des variables car c'est quasiment le seul moyen de les repérer, les constantes ne semblent pas poser le même problème. En effet, une constante est une valeur numérique utilisée dans un programme et il suffit donc d'écrire cette valeur lorsque l'on en a besoin. Le court programme ci-dessous calcule ainsi la puissance absorbée par un circuit alimenté sous une tension de 12 volts en fonction du courant qu'il consomme.

Courant VAR byte

Puissance VAR word

Courant = 2

Puissance = Courant * 12

Debug "Puissance = "

", DEC Puissance

Ce programme fonctionne et calcule bien la puissance désirée en utilisant la constante 12, correspondant à la valeur de la tension, présente dans la relation :

Puissance = Courant * 12.

Cette façon de faire n'est toutefois pas satisfaisante sur au moins deux points :

- le premier concerne la lisibilité du programme car une personne non avertie ne peut à priori pas savoir à quoi correspond la valeur 12. Un nom significatif arrangerait bien les choses.

- le second est que, si ce programme doit être modifié, par exemple parce que la tension utilisée dans le calcul passe à 15V ; il faut intervenir directement dans la formule de calcul pour faire cette modification. Cela ne vous semble peut-être pas très important mais, si de telles formules sont disséminées aux quatre coins du programme parce que l'on y réalise plusieurs calculs, cela

Hexa = 52
 Binaire = 156
 Ascii = 66

qui résultent de la conversion en décimal des constantes que nous avons préalablement définies dans les autres bases.

■ Binaire signé et non signé

Même si tous les microcontrôleurs sont capables de faire du calcul arithmétique, ce n'est pas leur vocation première et plus encore dans le cas du Stamp qui n'a pas été optimisé pour cela. Un minimum est cependant nécessaire pour pouvoir réaliser des programmes intéressants et le Basic du Stamp connaît donc un certain nombre d'opérateurs arithmétiques.

Mais attention, ne croyez pas vous trouver en face de l'équivalent de votre calculette scientifique, ou même d'une simple machine capable de réaliser les quatre opérations. Le Basic du Stamp ne connaît que les nombres entiers. Ainsi, 9 divisé par 4 donnera-t-il 2 comme résultat (avec toutefois la possibilité de connaître le reste !). Cela peut vous sembler gênant mais, moyennant quelques précautions, cela ne pose pas de problèmes dans des applications d'automatismes ou assimilées.

Pour que ces calculs arithmétiques puissent avoir une amplitude de travail relativement importante, ils sont capables de travailler sur des nombres codés sur 16 bits, c'est à dire sur des nombres compris entre 0 et 65 535 s'ils sont considérés en binaire non signé, et de -32 767 à +32 768 s'ils sont considérés en binaire signé. Rappelons en effet que la représentation d'un nombre en binaire signé utilise le bit de poids fort comme bit de signe. Voici un petit exemple pour clarifier cela :

■ 1000 0001 1110 1111 est équivalent à 33 263 en binaire non signé. Cela résulte de la conversion "classique" de ce nombre binaire en son équivalent décimal.

■ 1000 0001 1110 1111 est équivalent à -32 273 en binaire signé. En effet, dans ce mode de notation, le bit de poids fort est le bit de signe. Comme il est à 1, nous sommes ici en présence du nombre binaire négatif (1)000 0001 1110 1111.

■ 0100 0001 0110 1101 est équivalent quant à lui à +16 749 en binaire signé puisque le bit de poids fort qui est le bit de signe est ici à 0.

Pour bien appréhender tout cela, vous pouvez vérifier nos dires au moyen du Stamp lui-même en réalisant le court programme suivant :

```
Test CON
%XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Debug DEC Test
```

Dans ce cas vous ordonnez à Debug de considérer que la constante Test est en binaire non signé à cause de la directive DEC qui lui dit de convertir celle-ci en décimal non signé.

Si vous remplacez cette ligne par :
 Debug SDEC Test

Vous obtiendrez alors la valeur de Test considérée comme étant en binaire signé. Vous pourrez alors vérifier tout à loisir les conversions que nous vous avons présentées ci-dessus.

Ces notions de binaire signé et non signé sont importantes car elles sont parfois sources d'erreurs "inexpliquées". Il faut bien comprendre que ce mode de notation n'est qu'affaire de convention et que ce n'est qu'en fonction de ce que vous voudrez faire de vos données, ou bien encore

Opérateur	Notation
Addition	+
Soustraction	-
Multiplication	*
Multiplication "poids forts"	**
Division (entière)	/
Reste de la division	//
Multiplication partielle	*/
Valeur limite inférieure	MIN
Valeur limite supérieure	MAX
Extraction de chiffre d'un nombre	DIG
Décalage à gauche	<<
Décalage à droite	>>
Retournement bit à bit (miroir)	REV
&	ET logique
	OU logique
^	OU EXCLUSIF logique

Tableau 2

Liste des opérateurs arithmétiques du Basic Stamp

en fonction des règles que vous imposerez certaines instructions, que les nombres devront être considérés comme étant représentés d'une façon ou d'une autre.

■ L'arithmétique du Stamp

Le tableau 2 présente la liste des opérateurs arithmétiques du Stamp ainsi que leur mode de notation. Nous allons voir quelles sont les possibilités et limites de ces différents opérateurs.

■ Addition

L'addition, notée + de façon tout à fait classique, ajoute deux nombres de 16 bits et fournit un résultat de la même taille. Elle peut travailler aussi bien sur des nombres signés que non signés et le résultat est juste dans les deux cas. Si le résultat de l'addition ne peut tenir sur 16 bits car il est plus grand que 65535, le bit de retenue résultant de ce dépassement est perdu. Voici un court exemple de programme d'addition :

```
w1 = -1235
w2 = 938
w3 = w1 + w2
debug sdec ? w3
```

Ce qui fait imprimer comme résultat :

w3 = -297.

L'addition signée est bien exacte.

■ Soustraction

La soustraction, notée - comme il se doit, travaille sur des nombres de 16 bits et fournit un résultat de la même taille. Elle ne travaille que sur des nombres non signés, compris entre 0 et 65535 donc, mais sait gérer les résultats négatifs qui sont alors en binaire signé. Voici un exemple :

w1 = 832

```
w2 = 1425
w3 = w1 - w2
debug sdec ? w3
```

Ce qui fait imprimer comme résultat :

w3 = -593.

La soustraction signée est bien exacte.

■ Multiplication

La multiplication, notée * comme il est d'usage en programmation puisque la croix est réservée à la lettre X, est capable de travailler sur

```
w3 = w1 ** w2
debug hex ? w3
```

Ce qui fait imprimer comme résultat :

w3 = \$5629.

Si vous prenez la peine de réaliser cette opération sur papier, ou avec une calculette scientifique qui supporte l'hexadécimal, vous constaterez que le résultat complet de l'opération est \$56290FA0 et que w3 contient donc bien les seuls poids forts du résultat de la multiplication de w1 par w2.

■ Division

La division, notée / comme de coutume, travaille sur des nombres non signés codés sur 16 bits. Son utilisation avec des nombres signés est interdite car elle conduit à des résultats "fantaisistes". Le Basic du Stamp ne connaissant pas les calculs en virgule flottante, il s'agit évidemment d'une division entière dont le résultat est sur 16 bits. Voici un exemple :

```
w1 = 2000
w2 = 5
```

```
w3 = w1 / w2
```

```
debug sdec ? w3
```

Ce qui fait imprimer comme résultat :

w3 = 400.

Le résultat de la division est bien exact, d'autant que dans cet exemple, il "tombe juste". Le même essai réalisé avec 2003 par exemple donnerait évidemment le même résultat puisque nous sommes en présence d'une division entière.

■ Reste de la division entière

Comme nous ne savons faire qu'une division entière, le Basic du Stamp nous donne accès au reste de cette dernière avec l'opérateur noté //. Cet opérateur fonctionne comme la division entière c'est à dire sur des nombres de 16 bits non signés. Il peut être utilisé indépendamment de la division "normale" car c'est un opérateur à part entière. Il est ainsi possible de connaître le reste d'une division entière sans avoir au préalable effectué celle-ci comme dans l'exemple ci-dessous :

```
w1 = 1002
w2 = 5
```

```
w3 = w1 // w2
```

```
debug sdec ? w3
```

Ce qui fait imprimer comme résultat :

w3 = 2.

C'est bien là le reste de la division de 1002 par 5 qui donne 200 avec un reste de 2.

■ Les autres opérateurs

Nous poursuivrons, dans notre prochain numéro, la présentation de quelques opérateurs restants et nous aborderons ensuite la programmation proprement dite avec les boucles, les instructions de prise de décision et les comparaisons. Nous serons alors à même de réaliser nos premiers montages pilotés par un Stamp que notre platine d'expérimentation nous permettra d'essayer immédiatement sans aucune difficulté.

C. TAVERNIER

Un loto électronique

Jouer avec le hasard

La Française des Jeux ne manque assurément pas d'imagination pour proposer aux joueurs en puissance que nous sommes des combinaisons ou paris nous invitant à jouer un peu pour gagner beaucoup. Qui ne connaît la Loterie Nationale ou, mieux encore, le LOTO aux nombreux tirages en direct à la télévision. Le principe consiste, pour le joueur, à cocher sur une grille 6 nombres et un complémentaire, tous compris entre 1 et 49. Chacun a sa méthode, de la date de

LED devrait faire l'affaire. Nous pensons immédiatement à

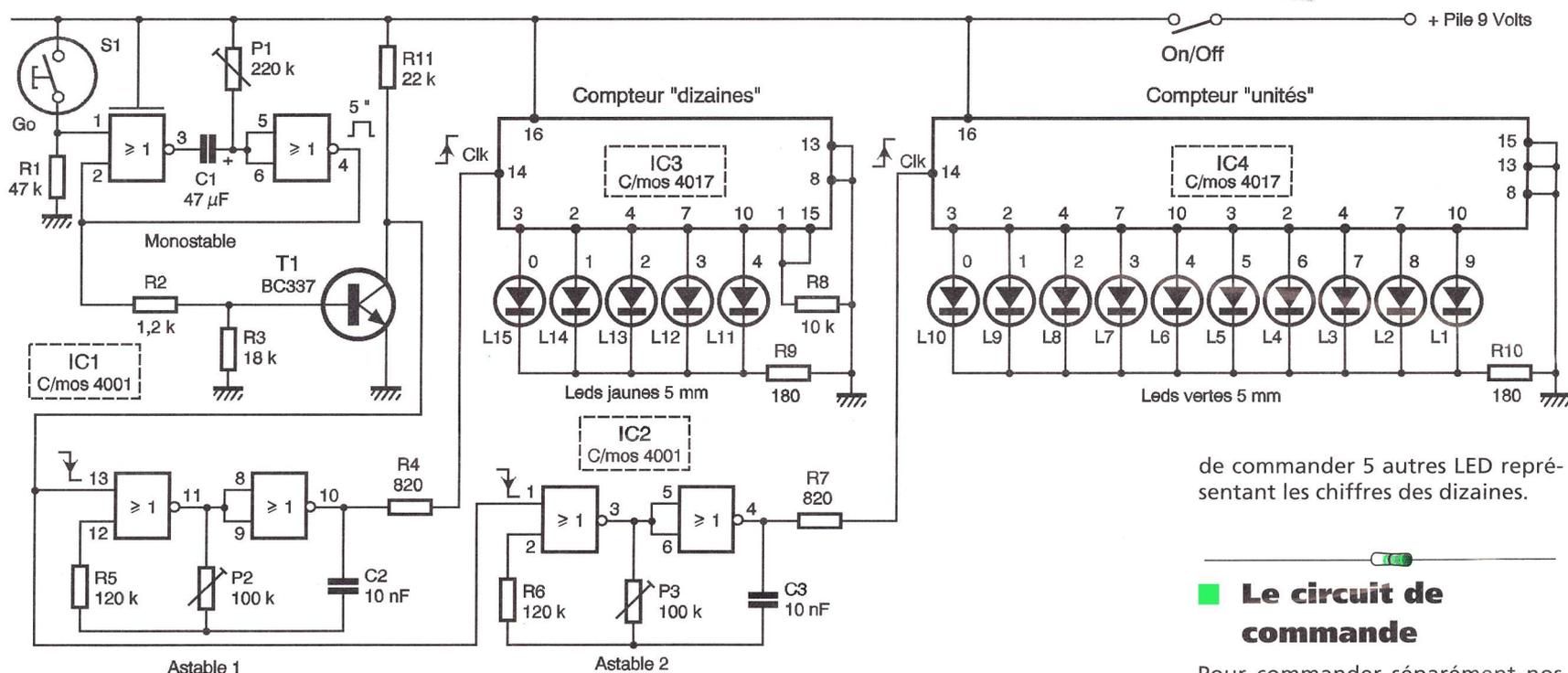
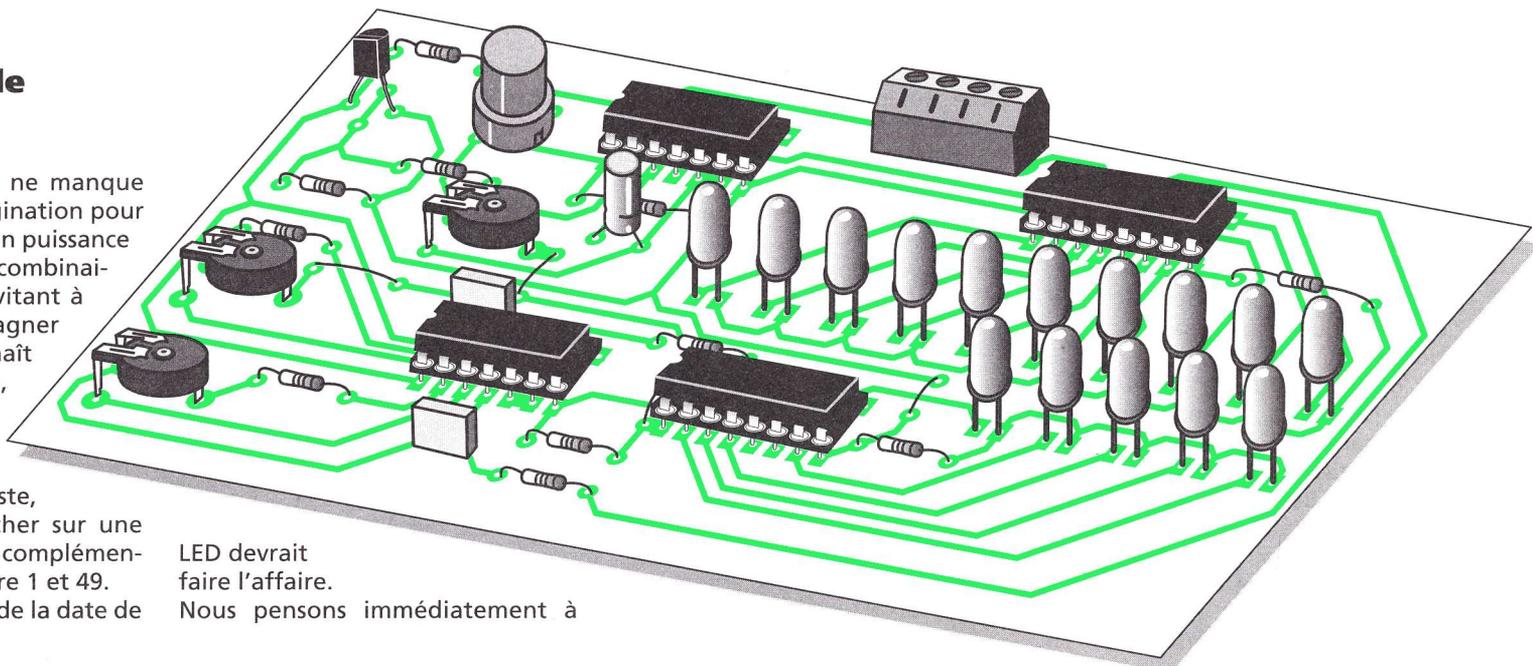


Fig 1

Schéma de principe

naissance ou d'anniversaire au numéro de voiture, etc. Pour vous aider dans ce choix fondamental et vous permettre de remplir au mieux votre grille, pourquoi ne pas faire usage d'un générateur de nombres totalement électronique, qu'il suffirait de solliciter régulièrement pour choisir des nombres totalement aléatoires et peut-être gagnants ?

exploiter les services du célèbre compteur décimal C/MOS 4017. Sur notre schéma, **figure 1**, on trouve par exemple le circuit IC₄. Ses 10 sorties seront validées successivement lorsque l'entrée horloge (broche 14) est soumise à des impulsions positives régulières, notamment produites par une bascule astable. Pour valider ce compteur, il faut encore

relier, au niveau bas, la broche 13 et la broche 15 (RESET). Même si le circuit IC₄ ne fournit pas une énorme intensité sur ses sorties, il est pourtant capable d'illuminer l'une après l'autre les diodes électroluminescentes L₁ à L₁₀ à travers la résistance R₁₀, en série sur les cathodes communes. On trouve, bien entendu, un autre compteur IC₃ qui sera chargé

de commander 5 autres LED représentant les chiffres des dizaines.

Le circuit de commande

Pour commander séparément nos deux compteurs, on trouve simplement deux oscillateurs astables distincts, capables de produire une série d'impulsions régulières à des fréquences voisines, mais différentes. Le caractère aléatoire de ces signaux sera acceptable en raison de la fréquence élevée produite à chaque fois. Il reste à piloter les deux bascules astables pendant un bref instant. A la mise sous tension de notre loto électronique, le transistor

Le compteur décimal 4017

Notre problème d'aujourd'hui consiste à générer un chiffre des unités évoluant entre 0 et 9 et, si possible, très rapidement pour que le hasard puisse être évoqué. Il faudra encore produire un chiffre des dizaines entre 0 et 4, le zéro indiquant simplement que le nombre total est inférieur à la dizaine. Nous ne souhaitons pas faire usage d'afficheurs à 7 segments pour ne pas compliquer, outre mesure, cette maquette ; l'allumage de quelques

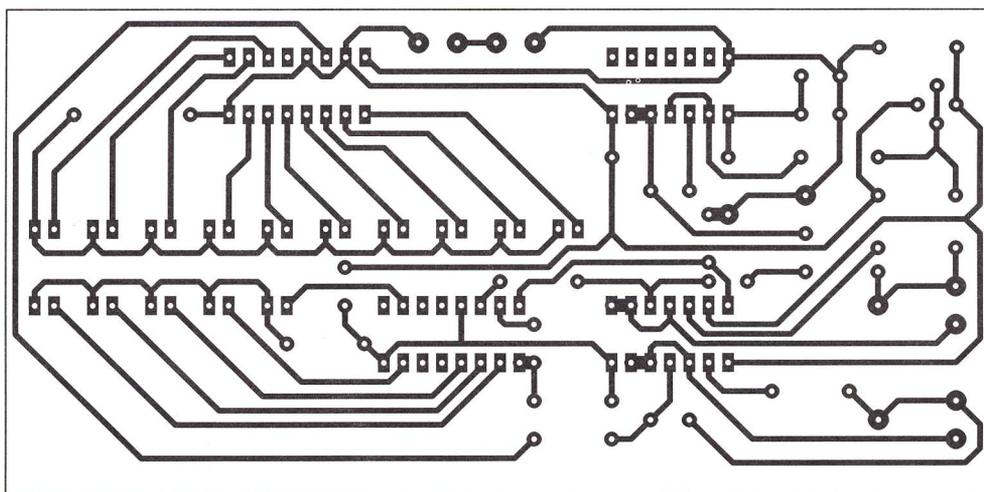


Fig 2

Tracé du circuit imprimé

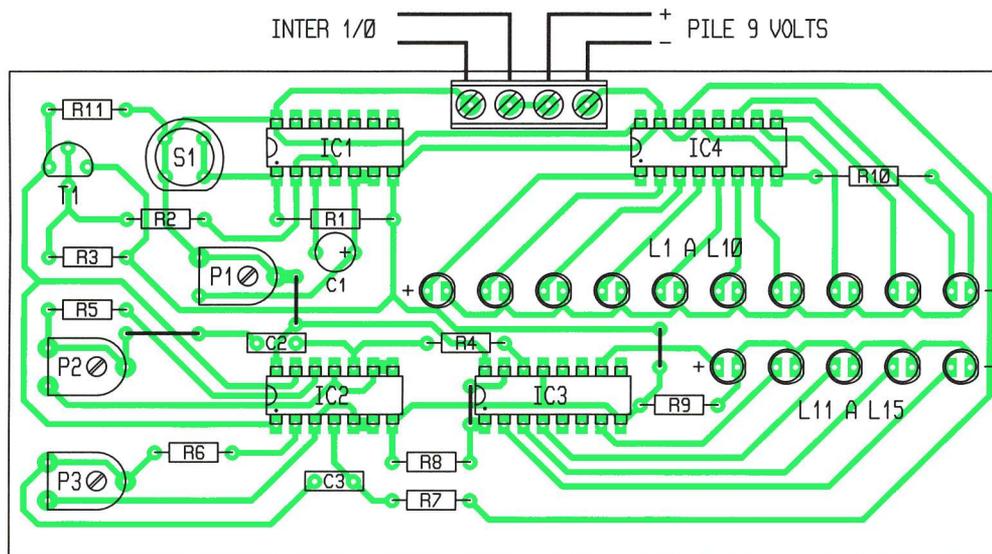


Fig 3

Implantation des éléments

T₁ applique un niveau haut à travers la résistance R₁₁, sur les broches 13 et 1 des deux bascules qui sont ainsi validées. Les LED défilent très rapidement et la persistance rétinienne nous donne l'impression qu'elles sont toutes allumées. Une action sur le poussoir S₁ déclenche une bascule monostable ou temporisation,

construite autour de deux portes NOR selon une architecture désormais connue. Une impulsion positive brève génère un signal, lui aussi, positif d'une période d'environ 5 secondes. Cet état haut commande la base du transistor T₁ via la résistance R₂. Ainsi l'espace collecteur/émetteur de T₁ devient passant

et, de ce fait, les deux bascules astables simultanément sont stoppées net. Chaque compteur est figé sur un chiffre au hasard qu'il ne suffira plus qu'à lire. Quelques remarques encore : nous ne sommes pas à l'abri de tirer deux fois de suite le même nombre. Une autre situation "anormale" consis-

terait à tirer le double zéro qui lui ne figure pas sur la grille du loto ! Enfin, lorsque le zéro des dizaines est visualisé, il convient de ne lire que le chiffre des unités sur le compteur IC₄.

Réalisation pratique

Nous avons développé une petite plaquette cuivrée regroupant tous les composants de notre schéma électronique. L'alignement des diodes électroluminescentes est impératif pour une bonne lisibilité ; on aura intérêt à utiliser des couleurs différentes pour les unités et pour les dizaines. Les ajustables P₂ et P₃ seront réglés sensiblement à mi-course, leur position exacte n'ayant pas d'importance ici. L'élément P₁ détermine à lui seul le délai de lecture des diodes d'affichage du loto. Bonne chance

G. ISABEL

NOMENCLATURE

IC₁, IC₂ : quadruple NOR C/MOS 4001
 IC₃, IC₄ : compteur décimal C/MOS 4017
 T₁ : transistor NPN BC337
 L₁ à L₁₀ : diodes LED 5 mm vertes
 L₁₁ à L₁₅ : diodes LED 5 mm jaunes

R₁ : 47 kΩ 1/4W
 R₂ : 1,2 kΩ 1/4W
 R₃ : 18 kΩ 1/4W
 R₄, R₇ : 820 Ω 1/4W
 R₅, R₆ : 120 kΩ 1/4W
 R₈ : 10 kΩ 1/4W
 R₉, R₁₀ : 180 Ω 1/4W
 R₁₁ : 22 kΩ 1/4W
 P₁ : ajustable horizontal, pas 2,54 mm 220 kΩ

P₂, P₃ : ajustables horizontaux, pas 2,54 mm 100 kΩ
 C₁ : 47 µF/25V chimique vertical
 C₂, C₃ : 22 nF/63V plastique
 2 supports à souder
 14 broches
 2 supports à souder
 16 broches

1 poussoir miniature pour C.I.
 1 inter miniature MA/AT
 1 coupleur pression pour pile 9V
 1 bloc de 4 bornes vissés-soudés, pas de 5 mm



Suite de la page 3 (Un servo-modulateur)

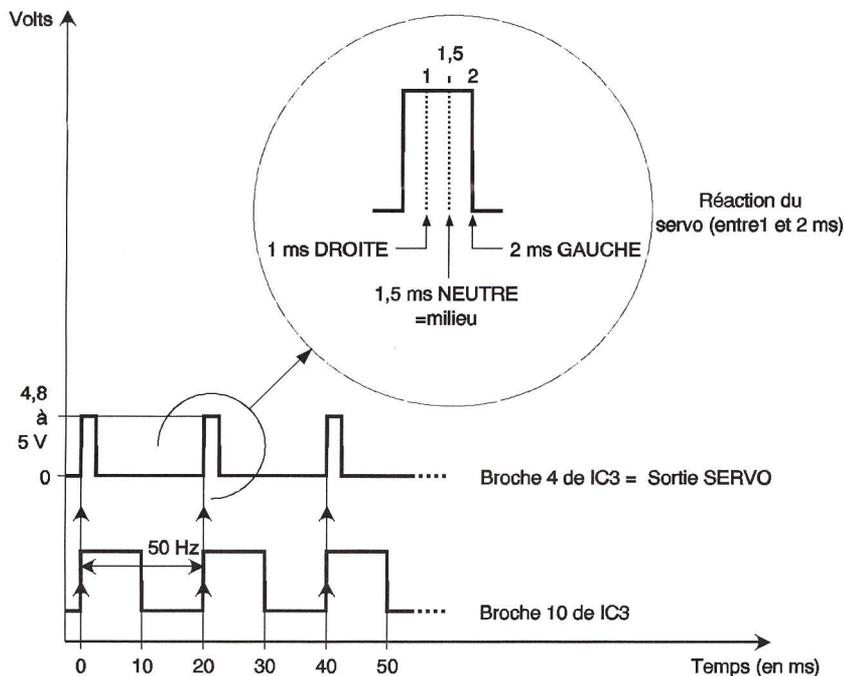


Fig 4

ment, servir à doser la sensibilité du montage en modifiant le gain global. L'ajustable P₃ restera à mi-course pour un signal à environ 50 Hz. On veillera, surtout, à obtenir une position de repos quasi parfaite du servo en l'absence de bruit capté. Une musique rythmée à proximité du HP doit faire réagir, de suite, le servo. On pourra fixer sur l'axe de celui-ci un petit miroir et diriger sur lui un faisceau de couleur qui sera animé au gré du bruit capté pour balayer l'espace de votre salon. Un servo plus puissant sera sans doute capable de supporter un petit

projecteur et "arrosera", lui aussi, la foule selon les modulations de la musique d'ambiance. On pourrait même imaginer, avec cette maquette, animer une petite peluche, le corps d'un mannequin danseur ou, pourquoi pas, sa bouche seulement ! Une alimentation secteur de 9V sera nécessaire car l'autonomie d'une pile sera bien trop courte en raison d'une consommation d'environ 300 mA. A vous de jouer à présent et meilleurs vœux à l'approche de l'an 2000.

G. ISABEL

Suite de la page 17 (Un vibreur pour votre GSM)

électrolytique C₅. Un étranglement indique sa borne positive. Enfin, les condensateurs de faible valeur et les résistances ne comportent pas de polarité particulière. Ces composants peuvent donc être câblés indifféremment dans un sens ou l'autre. Enfin, si certains distributeurs de composants électroniques proposent des vibreurs, cet élément reste parfois difficile à se procurer. On peut alors utiliser un petit moteur électrique 4,5V sur lequel on monte une masselotte. Un domino d'électricien fait parfaitement l'affaire. Pour cela, on coupe deux éléments de domino et l'un d'entre eux sera serré sur l'axe du moteur.

porter dans la même poche que le mobile ou, éventuellement, dans une poche située à moins de 20 cm de celui-ci. Pour réduire les dimensions de la réalisation terminée, il est possible d'utiliser, soit trois petites piles de 1,5V montées en série, soit d'utiliser une pile 9V. Cependant, cette dernière solution impose de monter une résistance de 220 Ω en série sur le vibreur et confère au montage une moindre autonomie.

H.P. PENEL

NOMENCLATURE

R₁, R₈, R₉ : 150 kΩ (brun, vert, jaune, or)
 R₂, R₃ : 47 kΩ (jaune, violet, orange, or)
 R₄, R₆ : 22 kΩ (rouge, rouge, orange, or)
 R₅ : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge, or)
 R₇ : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune, or)
 R₁₀ : 470 Ω (jaune, violet, brun, or)
 C₁ à C₄ : 470 nF
 C₅ : 10 µF/12V
 IC₁ : NE555
 T₁ : 2N3904 ou équivalent
 T₂ : 2N3906 ou équivalent
 T₃ : 2N1711
 1 vibreur ou un petit moteur 4,5V
 10 m de fil émaillé 25 centièmes
 1 pile 4,5V

L'utilisation

La consommation au repos de ce montage est très faible. Une pile peut donc l'alimenter durant de longues heures. Lors de sa mise sous tension, le vibreur tourne environ une seconde puis s'arrête. Pour tester le bon fonctionnement de cette réalisation, il suffit de placer un téléphone portable à une dizaine de centimètres de la bobine puis de l'appeler depuis un autre appareil. Dès que la sonnerie retentit, le vibreur doit se mettre en route. On pourra contrôler qu'un appel provoque le même effet même si on sélectionne la position "silencieux" du mobile. Dès lors, le montage est bon pour le service. L'idéal est de le



Le récepteur de Branly.

Le dispositif imaginé par Branly a l'avantage d'être relativement simple à réaliser. Cependant, c'est du soin porté à l'exécution de chaque étape de la préparation que dépend la qualité de ce récepteur.

Les cohéreurs.

On a tous en tête l'image du pionnier de la radio essayant d'obtenir la meilleure réception grâce à la pointe d'un stylet qu'il déplace sur le bloc de galène. Mais des systèmes plus simples d'emploi, tels que les cohéreurs à limaille furent construits

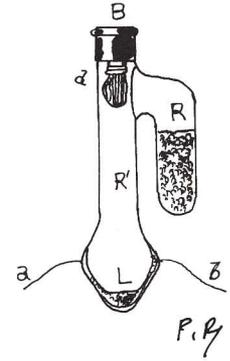
savoir-faire de l'opérateur n'est cependant pas à négliger car c'est du choix des métaux et natures de limailles que dépendent les qualités de réception.

Sur la page 4 du manuel, la procédure permettant d'obtenir une bonne limaille est donnée comme suit :

fer doux) à surfaces préalablement passées au papier émeri sec N°3, on obtient une limaille à arêtes vives (...).

Cette limaille qui est recueillie sur du papier blanc bien sec, est ensuite passée au tamis N°120. La partie qui reste dans le tamis est conservée et passée au tamis N° 80; la partie qui passe à travers ce tamis est recueillie avec soin et mise dans un flacon en verre bien desséché.

(...) Oxydation de la limaille de nickel : Mettre la limaille, ainsi doublement tamisée, en couche très fine sur une lame d'acier bien polie au papier émeri N°2, sec. Cette lame d'acier est ensuite chauffée, très lentement et aussi également que possible, au-dessus d'une lampe à alcool ou d'un bec de gaz. On éloigne rapidement la flamme lorsque la plaque d'acier a pris la teinte jaune d'or, celle-ci ne doit pas être dépassée." Suivent ensuite les recommandations d'usage sur le stockage des limailles, car ces dernières doivent



Radioconducteur Type Ducretet

peut varier sensiblement, l'opérateur doit effectuer des essais en faisant varier non seulement la nature des échantillons de limaille mais aussi leur quantité.

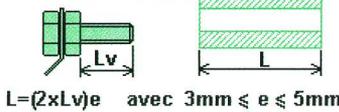
L'action de l'air reste cependant un facteur susceptible d'entraîner une dégradation de la qualité d'une préparation donnée. La solution consiste alors à l'enfermer dans un logement qui soit le plus hermétique possible.

Les deux radioconducteurs donnés en illustration sont munis de deux électrodes métalliques A et B, vissées dans un tube en ébonite dur (T). Une

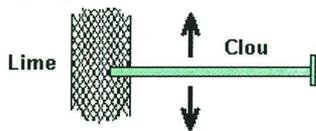
1) Préparation des vis de réglage.



2) Détermination de la longueur du tube isolant.



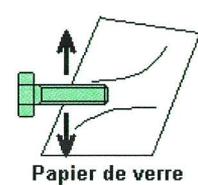
3) Préparation de la limaille.



4) Oxydation sur la limaille.



5) Polissage des extrémités de vis.



6) Assemblage sur le tube.

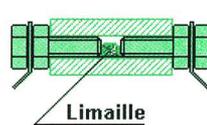


Fig 1

Préparation d'un radioconducteur

Fig 3

Le détecteur d'ondes

pour la réception des signaux en morse, notamment sur les bateaux. Leur avantage réside principalement dans le fait qu'un employé télégraphiste muni d'une formation de base et de beaucoup de patience peut résoudre rapidement les problèmes de réception, tant le matériel s'apparente à un mécanisme plus qu'à un système électronique.

"(...) Au moyen d'une lime plate bâtarde, bien propre, sur laquelle on frotte une plaque de nickel (ou de

être conservées à l'abri de l'humidité. Comme le degré d'oxydation obtenu pour chaque préparation

des électrodes est fixe alors que l'autre est réglable grâce au contre-écrou qui termine la partie filetée de sa tige. Afin de garantir un hermétisme parfait, des joints en cuir sec (gg') sont montés sur la garniture intérieure. Cette dernière, métallique, fait office de point de contact sur la monture du radioconducteur. Ce système simple permet donc de limiter les effets de l'oxydation de la limaille tout en offrant des possibilités de réglage. L'assemblage terminé, un tel radioconducteur peut fonctionner plusieurs mois.

Les cohéreurs Ducretet.

Les tubes à limaille de Branly fabriqués par Ducretet sont donnés en illustration. Munis d'une molette de réglage, ils permettent d'obtenir rapidement un radioconducteur d'une grande sensibilité à condition que la limaille utilisée ait bénéficié d'une bonne préparation.

C'est afin de venir en aide aux opérateurs que la société Ducretet édite en 1901 un guide pratique de la télégraphie sans fil dans lequel se trouvent les descriptions des matériaux et des étapes de la préparation. Le

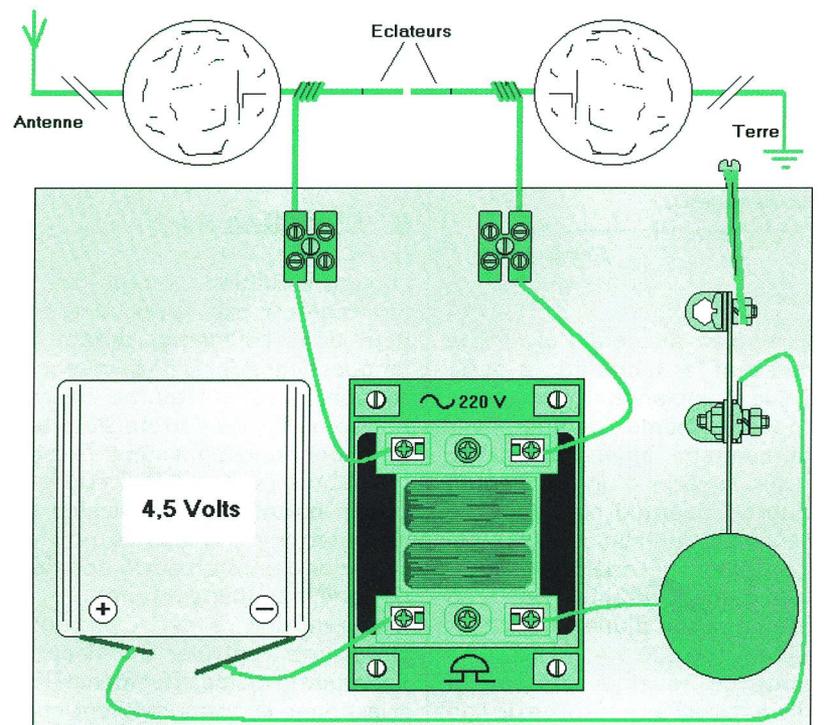


Fig 2

L'émetteur

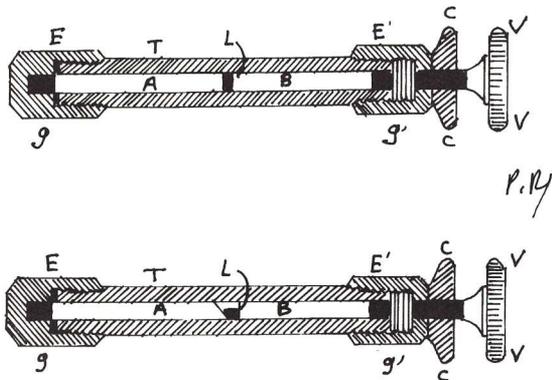
Un autre radioconducteur.

Le tube radioconducteur Ducretet comporte deux électrodes qui sont soudées dans la partie basse d'un réceptacle en verre. Un réceptacle latéral (R) est rempli de limaille qu'on amène dans la partie L de l'ampoule en basculant celle-ci. Un bouchon B assure l'étanchéité, avec à sa base le sac de dessiccateur (d)

chargé d'absorber l'humidité. Le réglage consiste donc à faire glisser la limaille vers les électrodes jusqu'à ce qu'il y en ait suffisamment pour obtenir la meilleure réception.

■ Un récepteur radio à cohéreur.

Le schéma permet d'avoir une vue d'ensemble sur les éléments consti-



■ Tubes à limaille de branly

tifs d'un tel appareil. Un cohéreur réglable (Br), fixé sur son support, est frappé par l'extrémité d'un bras (F) de sonnerie électrique. Cette dernière, alimentée par pile, actionne le marteau chaque fois que le cohéreur réagit aux signaux transmis. Ainsi, la limaille contenue dans le tube peut être à nouveau sollicitée et permettre une nouvelle action de la sonnerie et de son marteau. La réception peut se dégrader s'il y a tassement de la limaille dans le tube. L'opérateur doit donc retirer le cohéreur, dévisser la molette et écarter les contacts avant de les rapprocher à nouveau tout en effectuant ses essais de réception.

ménager un espace pour le dépôt de la limaille compris entre 3 et 5 mm pour des vis d'un diamètre de 5 ou 6 mm (figure 1,2).

Pour préparer la limaille, utilisez un clou en fer bien propre que vous frottez sur une lime plate bâtarde préalablement nettoyée au chiffon et au pinceau. La limaille est recueillie sur une feuille de papier propre et sec (figure 1,3).

Procédez ensuite au polissage du bloc d'acier sur lequel vous allez déposer la limaille. Un étai à mâchoires d'acier convient parfaitement, à condition de dégraisser sa surface puis de le polir en utilisant un abrasif fin.

Pour séparer la poussière des limailles, la méthode la plus pratique consiste à agiter doucement la feuille puis à souffler dessus. Ce processus de séparation doit être répété plusieurs fois avant de stocker le tout dans un tube d'aspirine préalablement rincé et séché. Le dessiccateur que contient le bouchon de ce type de tube permet une bonne

conservation de la limaille.

Il ne vous reste donc plus qu'à déposer la limaille sur la partie de l'étai propre et polie afin d'obtenir son oxydation progressive (figure 1,4). Les temps d'exposition à l'air peuvent varier de 1 à plusieurs jours en fonction du degré d'humidité qui règne dans la pièce. Seule l'expérience peut vous donner les meilleurs délais, raison pour laquelle il vous faudra plusieurs préparations afin d'obtenir des échantillons de limaille à divers degrés d'oxydation (sans oublier de noter sur le tube la valeur de cette durée).

Avant de visser les vis, assurez-vous que les extrémités qui seront en contact avec la limaille sont propres et lisses. Effectuez ensuite leur polissage.

■ Assemblage du cohéreur.

Fixez la première vis, en prenant garde de ne pas toucher la partie polie de la vis. Versez ensuite un peu de limaille. Serrez la vis sur l'autre extrémité jusqu'à ce que la limaille soit emprisonnée, mais non compressée (figure 1,6).

■ L'expérience.

Notre expérience consiste à faire réagir le cohéreur à une impulsion

de l'émetteur de Hertz, donné en figure 2 (numéro précédent de G.E.) ou toute autre source capable de produire un arc électrique entre les extrémités de deux électrodes.

Il vous faut donc souder deux conducteurs sur les cosses afin d'effectuer les connexions, conformément à la figure 3. Le galvanomètre ayant déjà fait l'objet d'une description dans un numéro précédent de G.E., nous ne nous étendons pas sur sa réalisation.

Avant toute chose, donnez un coup sec sur le tube à l'aide d'un stylo ou d'un crayon afin d'être certain que la limaille ne conduit pas. Créez ensuite une étincelle sur l'émetteur (situé juste à côté) tout en observant le galvanomètre. S'il ne bouge pas, frappez à nouveau le tube du cohéreur avant d'augmenter le serrage, en veillant toujours à ce que la limaille ne soit pas entièrement comprimée. Si le galvanomètre ne réagit toujours pas, recommencez le processus de réglage jusqu'à obtenir une déviation de l'aiguille de la boussole.

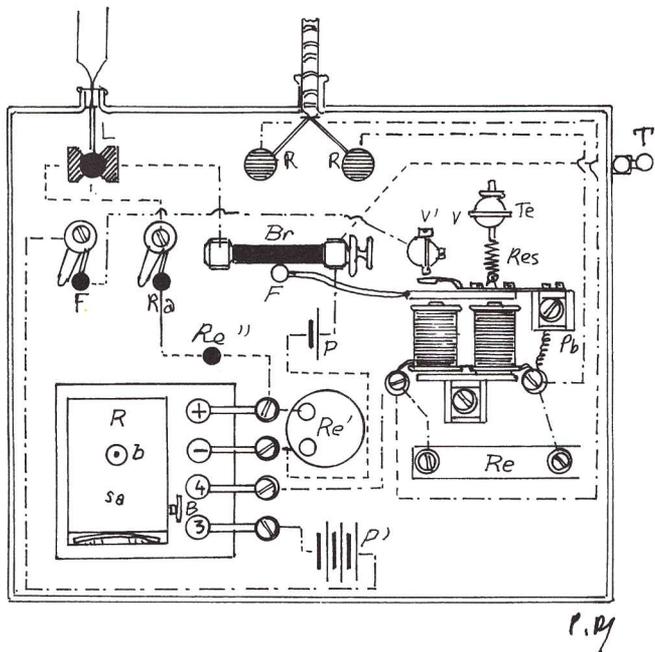
Ce tâtonnement est long et risque de mettre à mal votre patience. Vous devrez cependant procéder de la sorte avec les diverses préparations de limaille pour obtenir le résultat escompté.

Dès que le détecteur d'ondes réagit correctement, n'oubliez pas de le frapper puis éloignez l'émetteur progressivement afin de déterminer la distance maximale d'une émission avec ce type de matériel.

P. Rytter

■ Notre cohéreur.

Afin de fabriquer notre propre cohéreur, il faut commencer par rassembler deux vis, deux écrous, deux cosses à souder ainsi qu'un tube en



Récepteur Ducretet à cohéreur

PROGRAMMATEURS : PLUS DE 50 MODÈLES

MEGAMAX MEGAMAX-4C	SHOOTER II	Dunfield Compilateur C Assembleur Débugueur Moniteur Simulateur CPU :	NOUVEAU ALL-07 C Hi-Lo Systems	MEDIAL C/CHIP I Kit de développement de cartes à puce avec (ou sans) interpréteur Basic
-----------------------	------------	---	-----------------------------------	---

Aussi disponibles :

- Effaceur UV - Cartes I/O - Simulation logique-analogique mixte et routage
- Emulateur de ROM et de microcontrôleur - Analyseur logique

HI TECH TOOLS (H.T.T.)
40, rue Saint-André
72000 LE MANS
E-mail : hitools@hitechtools.com
Tél. 02 43 28 15 04
Fax 02 43 28 59 61
<http://www.hitechtools.com>

VIENT DE PARAITRE

Interfaces PC n°4 Au sommaire :

L'USB - Utilisation du CD-ROM - Les 17 cartes à réaliser : Interface XY - Espion USB - Liaison laser RS232 - Alimentation programmable - Convertisseur série-parallèle pour imprimante - RS232 vers 8 entrées - RS232 relais - RS232 vers 8 sorties - Analyseur logique 4 canaux - Lecteur de cartes à puce asynchrone - Table de mixage - Thermomètre sans fil - Journal lumineux - Interface série pour afficheurs - Voltmètre 8 voies - Convertisseur RS232/RS422 - Protecteur port Centronics

avec CD-ROM des programmes et PCB des réalisations du numéro plus de nombreux sharewares et démonstrations gratuites

Chez votre marchand de journaux **35 F** ou par correspondance **40 F** port inclus à PGV - Service Abonnement - 2 à 12, rue de Bellevue 75019 Paris
Joindre votre règlement à la commande à l'ordre de PGV



(3^{EME} PARTIE)

PETITE HISTOIRE DE LA RADIO



Edouard Branly

toute particulière à préparer les expériences. Aux yeux de son père, sa voie semble toute tracée : sa carrière sera littéraire.

Lorsqu'il se présente aux deux parties du baccalauréat, Edouard brille tant pour la partie rhétorique que philosophique. A tel point que les membres du jury, étonnés par ses résultats à l'oral comme à l'écrit, se réunissent et décident de lui rembourser les droits d'examen en guise de récompense. Ils lui remettent une pièce d'or, que son père conserve pour subvenir aux besoins de la famille. C'est un geste qui appartient à cette époque mais Edouard gardera des regrets qui ne s'effaceront qu'avec le temps. Non pas pour l'argent en tant que tel, mais pour les ouvrages qu'il aurait pu acquérir !

L'Ecole Normale Supérieure.

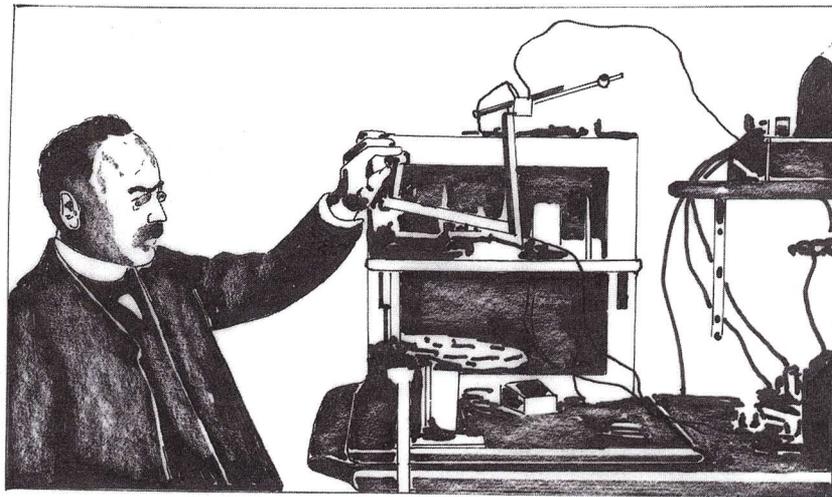
Le ministre Victor-Dury a décidé de créer une Ecole Pratique des Hautes Etudes en Sorbonne, destinée plus particulièrement aux travaux de recherche et de laboratoire. C'est donc là que se rend Edouard, car son père, confronté à sa ferme détermination, renonce à ce qu'il se consacre uniquement aux lettres. Le lycée Napoléon offre à ses inscrits une atmosphère propice aux esprits éveillés qu'Edouard décrit dans une de ses lettres adressée à Gaston Martin, son ami : "(...) Il n'y a pas d'élève véritablement faible dans ma classe. Le travail est différent de celui auquel nous étions habitués, mais la liberté dont nous jouissons pour établir certains de nos devoirs ne me déplaît pas, au contraire (...)." Il peine cependant en physique et en géométrie, ce qui ne l'empêche pas de persévérer au point qu'il est reçu quatrième au concours d'admission à la section des sciences en 1865. A vingt et un ans, Edouard bénéficie d'un peu plus de liberté dans l'organisation de ses sorties et c'est auprès d'un

autre Saint-quentinois qu'il se rend, Paul Desains, son ancien professeur de physique.

Les courants qui agitent la société vont cependant perturber tout ce bel ordonnancement en 1867, notamment avec ce qu'il est convenu d'appeler l'affaire de la Lette à Sainte-Beuve. Ce dernier, qui exerce les fonctions de sénateur de l'Empire fait naître une discussion ayant pour objet les livres, les limites de la liberté et de la moralité. Un élève qui s'insurge contre de tels propos envoie une lettre à Sainte-Beuve avant d'être exclus par Pasteur. La presse et la politique s'enflamment et une vive polémique s'engage, où chacun y va de son expression ou de son indignation.

Le 7 juillet, l'Ecole Normale Supérieure est dissoute puis reconstituée afin que les cours puissent reprendre à compter du 15 octobre. Edouard Branly sort de cette école avec l'agrégation et fait part à son père qu'il sera médecin. Nommé à Bourges sur un poste de professeur de physique, il se sent rapidement isolé parmi ses collègues. La recherche est sa passion, mais il ne peut ni l'assouvir, ni la partager. Paul Desains, directeur du Laboratoire d'Enseignement de la Physique à la Sorbonne, comprenant que son ami s'ennuie, lui propose d'occuper le poste de chef des travaux que Branly accepte immédiatement. Cette proposition n'est cependant pas dénuée d'arrière-pensées car Paul Desains, père de filles charmantes, caresse l'idée de faire un gendre de ce protégé voué à ses études. Etroitement associé aux travaux du laboratoire, Edouard Branly effectue une première communication scientifique en 1869 sur l'étude du rayonnement solaire à différentes altitudes.

La guerre de 1870 vient cependant perturber le cours paisible de ses études, car il s'engage dans un régiment de Gardes Nationaux. Il faut attendre le 20 juin 1871 pour que le laboratoire ouvre à nouveau ses portes pour accueillir cinquante étudiants au lieu des trente précédents.



Edouard Branly, dans son laboratoire

Cet accroissement de la population estudiantine ne va pas sans poser quelques problèmes car il faut palier le manque d'appareils de mesure, en fabriquer de nouveaux. C'est à cette tâche que s'attelle Branly, tout en poursuivant ses travaux. Le 18 février 1872, son mémoire sur la *Mesure de la polarisation dans l'élément voltaïque* est présenté à l'Académie des Sciences. Complété six mois plus tard par un autre concernant la *Mesure de l'intensité des courants au moyen de l'électromètre*, ces études sont autant d'étapes vers une thèse relative au potentiel électrique qu'il prépare en vue de son doctorat en sciences physiques, qu'il obtient après sa soutenance en mars 1873.

C'est alors que sa renommée ne cesse de grandir et que sa voie semble toute tracée qu'un petit incident va donner une nouvelle tournure à sa carrière. Paul Desains, qui voit en Branly un jeune homme plein d'avenir mais trop timide pour engager une relation avec sa fille aînée, les entraîne dans un voyage qu'il effectue en Suisse. C'en est trop pour Branly qui n'aime pas que d'autres se chargent d'organiser sa vie, et ne faisant pas dans la demi-mesure, il donne sa démission du laboratoire où sa position est maintenant intenable.

L'Université Catholique.

C'est une époque difficile pour un jeune chercheur, aussi brillant soit-il, quant on ferme la porte sur ceux qui vous ont soutenu. Edouard Branly doit trouver un nouveau laboratoire s'il veut poursuivre ses travaux, ainsi qu'un travail. Logé chez son ami Prosper Pain, il participe en sa compagnie à des réunions des cercles catholiques qui se sentent menacés par le courant laïque. Il rencontre ainsi l'abbé Maurice Le Sage d'Hauteroche d'Hulst qui, de deux ans son aîné, n'en possède pas moins une solide volonté de créer une Université Catholique. Il promet donc à Branly qu'un laboratoire sera mis à sa disposition, et qu'il pourra y travailler en toute liberté. En trois mois, les autorisations sont obtenues et la nouvelle université créée.

Edouard Branly inaugure ainsi la nouvelle chaire de physique et installe son nouveau laboratoire dans une salle dont on ne savait que faire, une situation "provisoire" qui va durer cinquante cinq ans.

Une découverte.

Depuis la Sorbonne, Branly étudie les différentes actions de l'électricité : calorifiques, chimiques, magnétiques, etc... Travaillant plus particulièrement sur la conductibilité des corps soumis aux effets d'un courant électrique, il a déjà observé le phénomène suivant : une source de lumière que produit un arc électrique fait varier la conductibilité d'un circuit composé d'une pile, d'une lame de verre argenté et d'un galvanomètre. En interposant un écran entre l'arc et le circuit, il remarque que cette variation s'effectue indépendamment de la lumière reçue par la plaque. Il note à ce sujet que : " *J'avais observé les premiers phénomènes, très variables d'ailleurs, sur des lames de verre platiné. Après de longs tâtonnements, ils se sont accentués et orientés dans un sens constant sur les plaques d'ébonite couvertes avec pression de cuivre porphyrisé. Je suis arrivé ensuite aux limailles métalliques.*" Il ne peut cependant formuler aucune loi sur ce qu'il appellera les radioconducteurs jusqu'aux années 1888-1889. Il lui faut séparer les éléments à accroissement de résistance de ceux qui sont à augmentation pour obtenir des effets réellement sensibles. En 1890, il procède aux expériences capitales dans son laboratoire et peut définir le radioconducteur comme suit : " *Un radioconducteur est un contact imparfait, d'une nature spéciale, entre les substances plus ou moins conductrices. Il a pour caractère d'offrir une énorme résistance à un courant de faible voltage, et de perdre sa résistance, d'une manière persistante, quand il a été parcouru par des courants induits que fait naître dans son circuit une étincelle de décharge de condensateur qui éclate dans le voisinage. Un choc lui rend sa résistance. Le nom de radioconducteur, donné à ce contact imparfait, rappelle sa propriété de devenir conducteur quand il est exposé à l'action rayonnante d'une étincelle.*"

La communication qu'il rédige en avril 1891 pour la Société Physique reprennent la description d'un récepteur à tube de limaille, dont la construction et l'usage consistent en une transmission de signaux. Entièrement tourné vers l'étude, comblé par son seul travail de laboratoire, c'est en toute modestie qu'Edouard Branly revendique ses travaux sans chercher un enrichissement autre qu'intellectuel. Ses travaux et leurs applications pratiques dans les procédés de télégraphie sans fil seront pourtant à l'origine de ses développements futurs, tant techniques que commerciaux.

P. Rytter