

PETITE HISTOIRE DE L'ATOME

(2e partie)

Les théories visant à expliquer la nature du monde matériel pour les Grecs se répartissent en deux courants.

Le premier considérait la matière comme continue (c'est-à-dire sans limite quelle que soit sa petitesse), ce qu'illustre la théorie d'Empédocle (500-430 av. J.C.) qui voyait un monde constitué des quatre éléments: l'eau, l'air, la terre et le feu.

Le second, avec Leucippe en 450 av. J.C. puis Démocrite son élève, présente la matière comme un assemblage de particules invisibles et indivisibles, ce que signifie justement **atome** en grec.

Ce fut cependant l'idée de continuité qui domina longtemps l'ensemble des recherches sur la matière, et le fait que des techniques de transformation par le feu furent développées très tôt n'y est sans doute pas étranger. En effet, des métaux comme le plomb ou l'étain constituaient une branche importante du commerce des Phéniciens et des Carthaginois, car ils étaient utilisés pour l'affinage de l'or et de l'argent.

LES ALCHEMISTES

Les connaissances des Egyptiens dans le domaine de la purification de certains métaux et, plus spectaculairement, leur technique d'embaumement des momies furent à la base de l'hypothèse selon laquelle le mot chimie dériverait de Chem ou Chim, qui désignait l'Egypte. C'est cependant Alexandre d'Aphrodisie, célèbre commentateur d'Aristote qui, vers le IV^e siècle, parle le



suite p 24

UNE BOUGIE MAGIQUE

PAGE 7

Une bougie s'allume avec une flamme présentée auprès de sa mèche; il en sera de même pour notre bougie magique. Pour l'éteindre, il suffira de souffler la flamme, toujours comme pour une vraie bougie...

1. LES CLES DU MYSTERE

Deux composants sont essentiellement à la base de ce prodige: une CTN et un microphone miniature. La première détecte l'élévation de température causée par la flamme d'une allu

mette ou d'un briquet, quant au second, son rôle consistera à donner une suite adéquate au bruit de souffle en provenance des lèvres du... magicien opérateur. La flamme sera simulée par une ampoule classique de 3,5V du type lampe de poche.

Le montage sera alimenté par une source de 6V pouvant provenir de quatre piles R6 montées en série ou encore d'une

alimentation issue du secteur en cas d'utilisation à poste fixe.

2. L'ANALYSE DU FONCTIONNEMENT

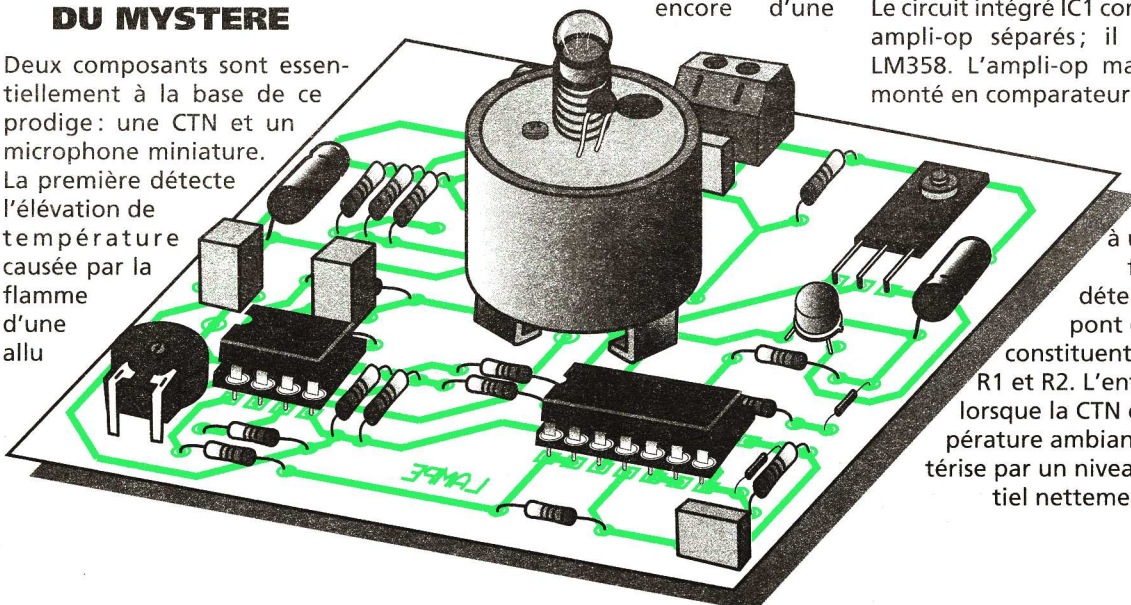
(fig. 1)

a) Allumage de la bougie

Le circuit intégré IC1 comporte deux ampli-op séparés; il s'agit d'un LM358. L'ampli-op marqué A est monté en comparateur de potiel.

Son entrée inverseuse est soumise à un potentiel fixe de 3,8V, déterminé par le pont diviseur que constituent les résistors R1 et R2. L'entrée directe, lorsque la CTN est à la température ambiante, se caractérise par un niveau de potentiel nettement inférieur.

suite p 3



N° 12 OCTOBRE 1994

SOMMAIRE

- 1 - PETITE HISTOIRE DE L'ATOME
- 2 - J'EXPERIMENTE : L'ELECTRICITE DYNAMIQUE
- 3 - UNE BOUGIE MAGIQUE
- 4 - QU'EST-CE QUE C'EST ? COMMENT ÇA MARCHE ? LA MEMOIRE VIVE
- 6 - UN ORGUE A TOUCHES SENSITIVES
- 8 - TECHNOLOGIE : LE TUBE IMAGE
- 9 - UNE LIAISON INFRAROUGE
- 10 - UN ANTIVOL DE TIROIR
- 13 - LOGIQUE 12
- 16 - LES CALCULATRICES
- 18 - LES AOP
- 20 - COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?
- 22 - UN TESTEUR D'AOP
- 23 - ABONNEMENTS

Génération ELECTRONIQUE

PROJETS, INITIATION, ENSEIGNEMENT

PUBLICATIONS GEORGES VENTILLARD
S.A. au capital de 5 160 000 F
2 à 12, rue Bellevue, 75019 PARIS
Tél. : 44.84.84.84 - Fax : 42.41.89.40 Telex : 220 409 F

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

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

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

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

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

Inspection des Ventes :
Société PROMEVENTE, M. Michel IATCA
11, rue de Wattignies, 75012 PARIS
Tél. : 43.44.77.77 - Fax : 43.44.82.14

Publicité : Société Auxiliaire de Publicité
70, rue Compans, 75019 PARIS
Tél. : 44.84.84.85 - CCP Paris 3793-60
FAX : 42.41.89.40

Directeur commercial : Jean-Pierre REITER
Chef de publicité : Pascal DECLERCK
Assisté de : Karine JEUFRUAULT

Abonnement : Marie-Christine TOUSSAINT
Voir nos tarifs en dernière page
Préciser sur l'envoie :

"SERVICE ABONNEMENTS" MENSUEL
Tél. : 44.84.85.16

Prix de vente au numéro : 12 F
Commission paritaire n° 74699
Membre inscrit à DIFFUSION CONTROLE (OJD)
Distribution : Transport Presse

L.S.N. 1248

« Loi n° 49-956 du 16 juillet 1949 sur les publications destinées à la jeunesse. » Octobre 1994.

T 1767 - 12 - 12,00 F



RETRONIK.FR 2023

L'ELECTRICITE DYNAMIQUE

Jusqu'à présent, nous n'avons abordé dans cette rubrique que des expériences ayant trait à l'électricité statique. Dans le cours de l'histoire des sciences, l'étude des phénomènes liés à l'électrisation des corps par frottement intéressa les penseurs et savants de l'Antiquité jusqu'à la fin du XVIII^e siècle.

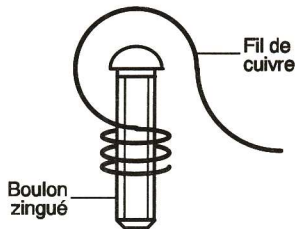


Fig 1

Mais ce n'est qu'à partir des expériences menées par Benjamin Franklin en particulier celles sur la foudre en 1752 que l'électricité allait quitter le domaine des curiosités scientifiques pour pénétrer dans celui de l'étude physique des phénomènes qui lui sont liés.

C'est à partir d'un soir de 1780, alors qu'il procédait avec quelques élèves à des expériences sur l'irritabilité nerveuse des animaux à sang chaud que Galvani se lança dans une série d'observations sur ce qu'il baptisera l'électricité animale. Le hasard faisant que, dans la même pièce, on effectuait des expériences d'électricité statique, c'est sans intention particulière que Galvani déposa la planche sur laquelle il procédait à la dissection d'une grenouille sur la table où se trouvait une machine électrostatique.

Prenant sa relève, un de ses élèves qui entreprenait la séparation des nerfs cruraux toucha l'un d'eux avec la pointe de son scalpel en même temps qu'une étincelle était créée. La contraction de la grenouille qui en résulta créa une certaine émotion dans le groupe.

Lucia Galvani, constatant après plusieurs essais que la contraction était liée à l'apparition d'un arc électrique, s'empessa de prévenir son mari qui, intrigué, renouvela l'expérience.

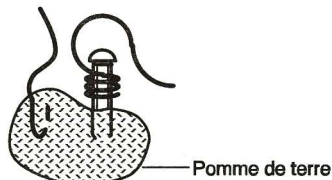


Fig 2

Par la suite, Galvani répéta l'expérience avec tous les corps, bons ou mauvais conducteurs, puis avec les sources d'électricité alors connues: positive, négative, provenant d'une bouteille de Leyde (condensateur) ou d'un électrophore.

Ayant utilisé toutes les sources d'électricité artificielle, Galvani se tourna vers l'électricité naturelle

qu'est la foudre.

Dans tous les cas, hormis les éclairs de chaleur, les constatations faites sur la contraction de la grenouille étaient les mêmes.

Finalement, c'est le 20 septembre 1786 que Galvani fit une expérience décisive.

Etudiant l'influence de l'électricité atmosphérique par temps calme, il suspendit la grenouille à la balustrade de fer après avoir passé un crochet de cuivre dans la moelle épinière du batracien.

Ses observations ne donnant rien, il décida de décrocher la grenouille et, se faisant, frotta le crochet de cuivre contre le fer de la balustrade. La contraction qui suivit, alors qu'il n'y avait aucun orage aux alentours, l'intrigua au point qu'il chercha à déceler sans résultat la présence d'électricité dans l'atmosphère.

Soupçonnant la présence d'une charge résiduelle contenue dans le fer de la balustrade, Galvani réitéra l'expérience dans son laboratoire en utilisant une lame de fer dont la surface était nette et brillante. Dès que le cuivre du crochet auquel était suspendue une autre grenouille fut mis en contact avec la lame de fer, la contraction apparut à nouveau.

Galvani, qui supposait déjà l'existence d'une électricité animale, décida alors d'entreprendre de nouvelles expériences tendant à montrer que « le corps des animaux est une bouteille de Leyde organique », donc qu'il contient de l'électricité. Il exposa ses découvertes dans les « Mémoires de l'académie de Bologne » (*De viribus electricitatis in motu musculari commentarius*).

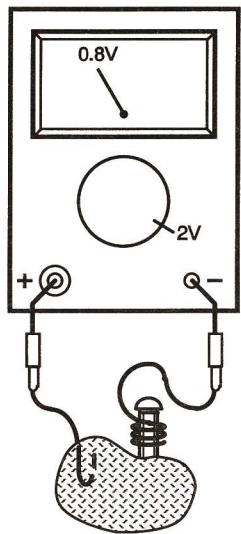


Fig 3

siècle car, pour la première fois, l'électricité dynamique (l'électricité en mouvement) était révélée par des observations.

Il s'en suivit un foisonnement de recherches en Europe qui débouchèrent sur la polémique célèbre qui opposa Galvani à Volta, ce dernier affirmant que « lorsque deux métaux différents sont en contact l'un avec l'autre, par suite de ce contact, par l'effet de cette hétérogénéité de nature, il y a développement d'électricité ».

Volta qualifia d'électricité métallique ce que Galvani désignait comme de l'électricité animale.

En fait, si Galvani commit l'erreur d'assimiler la cause à l'effet, Volta fit une erreur théorique sans pour autant tomber dans la confusion expérimentale.

Si maintenant nous savons que l'écoulement de l'électricité est entretenu par la régénération qu'entraîne une réaction chimique dans la pile de Volta (voir le *Génération Electronique* n°7 pour la fabrication d'une pile à couronne de tasse de Volta), qu'en serait-il si nous étions nous-mêmes confrontés à de telles observations pour la première fois ?

LES EXPERIENCES

Nous allons reproduire les expériences que fit Galvani en utilisant non pas des grenouilles mais des fruits ou des légumes du jardin.

Pour la première expérience, commencez par préparer une vis en acier zingué sur laquelle vous fixerez une longueur de 20 cm de fil de cuivre (fig. 1).

En commençant par une pomme de terre, faites entrer la vis et un deuxième fil de cuivre comme indiqué sur la figure 2.

En branchant le voltmètre (fig. 3), vous constatez une déviation de l'aiguille qui indique environ 0,8V. Prenez maintenant d'autres légumes ou des fruits (pomme, citron, orange) et mesurez la tension obtenue.

Que constatez-vous ? Peut-on en déduire qu'il existe une électricité au sein des fruits et des légumes ?

En fait, nous avons créé un élément de pile, à la différence près qu'au lieu d'une

solution acide ou salée, nous utilisons le jus acide du citron ou de la pomme en guise d'électrolyte du couple cuivre-zinc. C'est donc bien une réaction chimique qui est à l'origine d'une différence de potentiel aux bornes de chaque élément.

SECONDE EXPERIENCE

En vous aidant du tableau, utilisez les matériaux indiqués puis ceux que vous aurez à disposition afin d'effectuer de nouvelles mesures.

TROISIEME EXPERIENCE

En utilisant des éléments à base de pomme de terre, construisez une pile à couronne.

Combien faut-il d'éléments pour que la diode électroluminescente s'allume ?

P. RYTTER

NOMENCLATURE

- Des fruits, des légumes
- 2,5 m de fil de cuivre rigide de 1,5 mm de diamètre
- 6 boulons en acier zingué de 5 x 40 mm
- 1 diode électroluminescente rouge
- 1 voltmètre
- Autres matériaux (voir tableau)

Tableau de relevés

+	-	Fruits/légumes	Volts
Cuivre	Zinc	Pomme de terre	0,8V
Cuivre	Zinc	Citron	
Cuivre	Zinc	Pomme	
Cuivre	Zinc	Orange	
Cuivre	Fer	Pomme de terre	
Cuivre	Fer	Citron	
Cuivre	Aluminium		
Aluminium	Zinc		

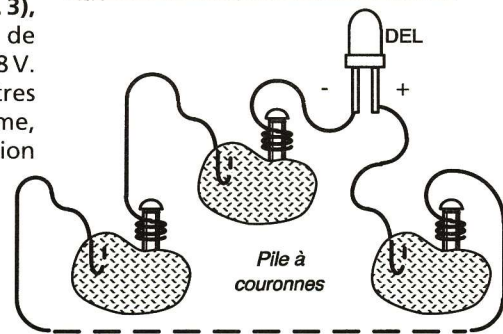


Fig 4

UNE BOUGIE MAGIQUE

Rappelons qu'une CTN est un résistor à « coefficient de température négatif » qui présente sa résistance ohmique nominale pour une température de 25 °C. Si la température augmente, la résistance ohmique diminue de façon très sensible. Du fait que la CTN constitue un second pont diviseur avec R₃, si l'on présente directement une flamme vive auprès de la CTN, le potentiel de l'entrée directe de l'ampli-op croît très rapidement et dépasse la valeur de 3,8 V de l'entrée inverseuse. La sortie de

toute impulsion positive sur l'entrée 13 entraîne l'état bas sur la sortie de la bascule.

b) Un surcroît de réalisme : l'allumage progressif

Dès que la bascule R/S présente un état haut sur sa sortie, la capacité C₆ se charge progressivement à travers R₅. Les transistors T₂ et T₃ forment un Darlington suiveur de potentiel, réalisant une forte amplification du courant. Grâce à ces dispositions, le potentiel aux bornes de l'ampoule

collecteur est à l'état bas.

En revanche, en cas de détection du bruit de souffle, la capacité C₅ se charge à travers R₁₁ de façon progressive. Il est nécessaire que le bruit de souffle ait une durée d'au moins une seconde pour noter sur la cathode de D₃ un niveau de potentiel significatif et supérieur à la demi-tension d'alimentation.

Cette précaution basée sur la charge de C₅ a pour objet de ne pas prendre en compte des bruits non soutenus

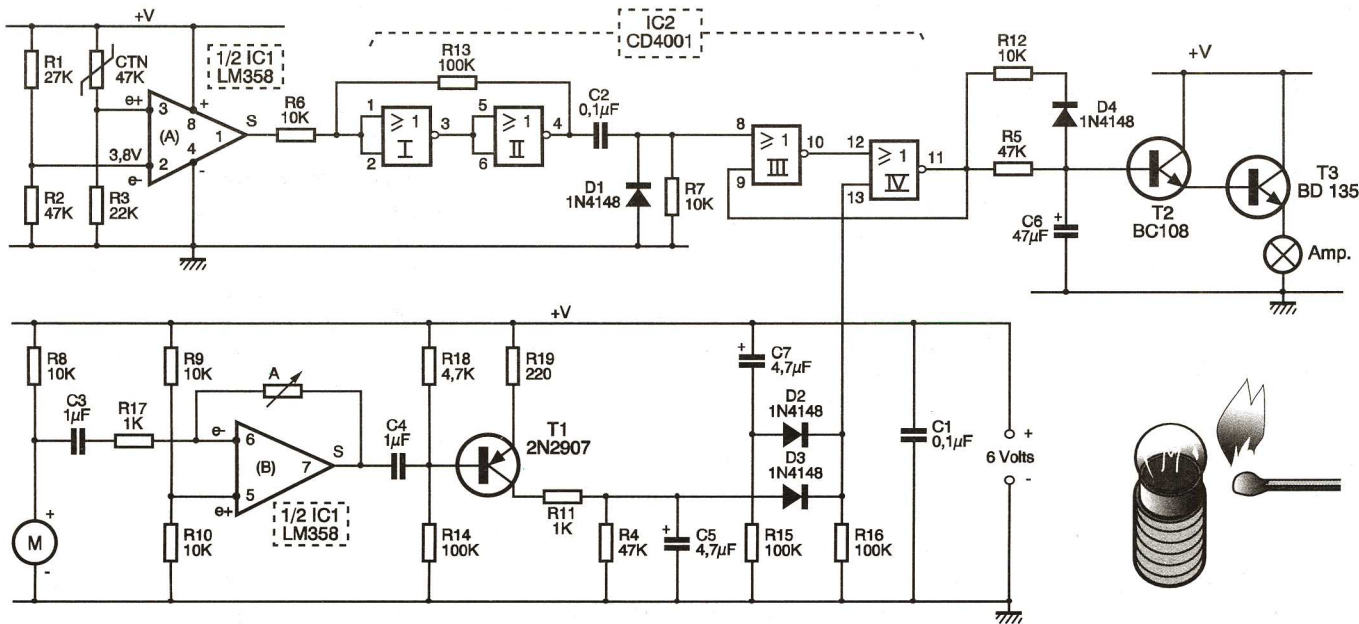


Fig 1

Schéma de principe.

l'ampli-op, précédemment à l'état bas, passe alors à l'état haut. Les portes NOR I et II de IC₂, avec les résistors R₆ et R₁₃, constituent un trigger de Schmitt qui délivre sur sa sortie un front ascendant très raide. Ce dernier est alors pris en compte par le dispositif dérivateur formé par C₂, R₇ et D₁. En particulier au niveau de la cathode de D₁, on enregistre une brève impulsion positive due à la charge de C₂ à travers R₇.

Les portes NOR III et IV de IC₂ forment une bascule du type R/S (Reset/Set) pour laquelle :

- toute impulsion positive présentée sur l'entrée 8 a pour conséquence le passage de la sortie à l'état haut permanent;

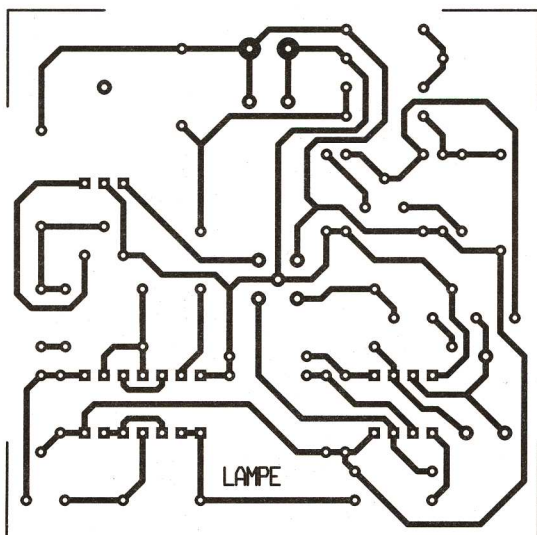
augmente graduellement, si bien que le filament n'atteint sa brillance maximale qu'au bout de quelques secondes, ce qui simule assez bien les débuts de l'allumage d'une bougie.

c) L'extinction de la bougie

L'ampli-op repéré B de IC₁ est monté en étage amplificateur de potentiel. A l'état de repos, la sortie présente un potentiel continu de 3 V déterminé par le pont diviseur R₉/R₁₀. Lorsque le micro-électret détecte un bruit de souffle, on enregistre sur la sortie de l'ampli-op des signaux de fréquence et d'amplitude diverses qui sont aussitôt acheminés vers la base du transistor PNP T₁. Ce dernier est monté en émetteur commun et se caractérise par une polarisation telle qu'en l'absence de signaux le

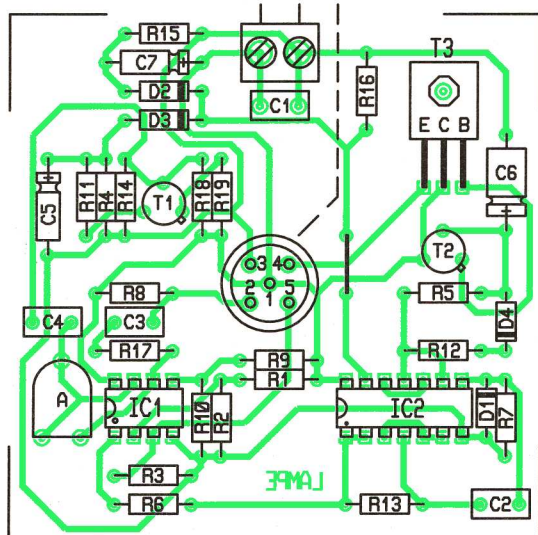
tels que des claquements de mains par exemple.

L'état haut alors disponible sur l'entrée 13 de la bascule R/S fait basculer celle-ci sur son état bas de repos. La capacité C₆ se décharge alors assez rapidement à travers D₄ et R₁₂, ce qui a pour conséquence l'extinction en douceur de l'ampoule.



Tracé à l'échelle du circuit imprimé.

Fig 2



Mise en place des composants.

Fig 3

NOMENCLATURE

- 1 strap
- R₁ : 27 kΩ (rouge, violet, orange)
- R₂ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
- R₃ : 22 kΩ
- R₄ et R₅ : 2 x 47 kΩ (jaune, violet, orange)
- R₆ à R₁₀ : 5 x 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R₁₁ et R₁₇ : 2 x 1 kΩ (marron, noir, rouge)
- R₁₂ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R₁₃ à R₁₆ : 4 x 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R₁₈ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
- R₁₉ : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
- A : ajustable 220 kΩ
- CTN de 47 kΩ (montage hors module)
- D₁ à D₄ : 4 diodes-signal 1N4148, 1N914
- M : micro-électret 2 broches (montage hors module)
- C₁ et C₂ : 2 x 0,1 µF, milfeuillet
- C₃ et C₄ : 2 x 1 µF, milfeuillet
- C₅ et C₇ : 4,7 µF/10 V, électrolytique
- C₆ : 47 µF/10 V, électrolytique
- T₁ : 2N2907 (PNP)
- T₂ : BC 108, BC 109, 2N2222 (NPN)
- T₃ : BD 135, BD 137 (NPN)
- IC₁ : LM 358 (2 ampli-op)
- IC₂ : CD 4001 (4 portes NOR)
- 1 support 8 broches
- 1 support 14 broches
- Bornier soudable 2 plots
- Douille pour ampoule 4,5 V (montage hors module)
- Ampoule 4,5 V (montage hors module)

On remarquera qu'au moment de la mise sous tension du montage la capacité C₇ se charge à travers R₁₅. Il en résulte une impulsion positive d'initialisation forçant la sortie de la bascule R/S à zéro.

3. LA REALISATION PRATIQUE

La figure 2 illustre le tracé du circuit imprimé, qui est d'ailleurs relativement simple. L'implantation des composants est indiquée en figure 3. Attention au respect de l'orientation des composants polarisés. La bougie peut être imitée par un cylindre creux de couleur blanche. A la partie supérieure on prévoiera une fermeture sous la forme d'un disque circulaire supportant la douille de l'ampoule, la CTN et le micro. Ces deux derniers composants seront logés le plus discrètement possible. Il ne reste plus qu'à passer aux essais. La sensibilité au bruit de souffle peut être réglée grâce au curseur de l'ajustable A. Le module peut être introduit dans un boîtier plat de forme circulaire ayant la configuration d'un bougeoir. L'illusion sera alors parfaite...



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

LA MEMOIRE VIVE

Les machines que nous utilisons, que ce soit une calculette ou un ordinateur, effectuent des opérations logiques dont les résultats ou les valeurs transitent par une mémoire.

Comme il est inconcevable de conserver indéfiniment l'ensemble des données, résultats intermédiaires et finaux des calculs que nous effectuons, la mémoire doit pouvoir se vider des données traitées afin d'accueillir de nouveaux éléments d'information.

Cette fonction de conservation « volatile » des informations est assurée par la mémoire vive, la RAM (Random-Access Memory).

MEMOIRES D'UNE RAM

L'évolution de ce composant a suivi celle de l'informatique car la quantité de mémoire disponible ainsi que la vitesse d'accès influe sur les performances qu'on est en droit d'attendre du processeur chargé d'effectuer les opérations de traitement.

Les mémoires électroniques vont donc voir le jour avec les premiers calculateurs numériques qui, à la base, ne comprennent que le langage binaire, son alphabet ne comportant que deux caractères, le 0 et le 1.

Une unité élémentaire d'information, le BIT (Binary digIT) peut donc s'écrire 0 ou 1. Le MOT consiste en un assemblage de BITS dont la longueur est fixée à 2, 4, 8, 16, 32...

C'est avec une machine comme l'ENIAC, dont la construction démarra en juin 1943 à la More School de l'université de Pennsylvanie (USA), que furent définis les principes directeurs des générations d'ordinateurs qui lui succédèrent. Fonctionnant avec des tubes, cette machine disposait de systèmes d'entrée et de stockage de l'information tout à fait rudimentaires. Alors que la représentation d'un nombre nécessitait environ 550 tubes électroniques, certaines informations étaient mémorisées en actionnant des rangées de commutateurs.



Fig 1

Ce système de stockage provisoire d'un 0 ou d'un 1, en ouvrant ou en fermant un circuit (fig. 1), fut abandonné très rapidement car peu pratique et surtout incompatible avec

les vitesses de traitement exigées. La première mémoire vive digne de ce nom, qui supplanta les systèmes mécaniques, fut créée par William Shockley au début des années 40. La ligne à retard acoustique (fig. 2) consistait en un tube de verre rempli de mercure. Un quartz disposé à l'une des extrémités transformait une impulsion électrique en une onde se propageant dans le mercure environ 200 000 fois plus lentement que le courant, avant d'être resti-

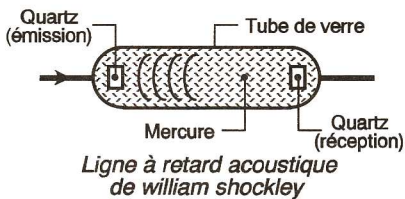


Fig 2

tuee par le quartz récepteur sous sa forme électrique.

Les informations étaient donc stockées sous une forme séquentielle dans la ligne à retard, effectuant inlassablement une boucle jusqu'à leur exploitation. Leur lenteur alliée à une fiabilité toute relative limitèrent l'exploitation de ces lignes.

En 1949, An Wang breveta la mémoire à tore magnétique (fig. 3). Un tore est constitué d'un alliage de fer qui se magnétise dans la direction du champ dont l'orientation dépend du sens du courant qui traverse un fil passant en son centre. C'est donc l'orientation du champ résultant de la magnétisation qui détermine la valeur (0 ou 1) attribuée à la cellule mémoire.

Les mémoires de Wang étaient traversées par un fil de lecture et un fil d'écriture sur lesquels circulaient les impulsions électriques. Pour lire l'information, il suffisait d'envoyer une impulsion correspondant au 0 ou au 1 sur le fil d'écriture, le fil de lecture renvoyant un courant si la magnétisation était inverse.

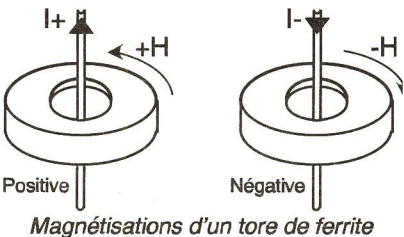


Fig 3

La perte de la magnétisation résultant de la lecture obligeait cependant la réécriture des informations lues.

Le procédé mis au point par Jan Rajchmann et Jay Forrester permet de palier la démagnétisation en permettant un accès sélectif aux tores disposés en matrice. Les tores étaient donc traversés par quatre fils : les fils de sélection horizontale et verticale, le fil de lecture et le fil d'écriture (fig. 4).

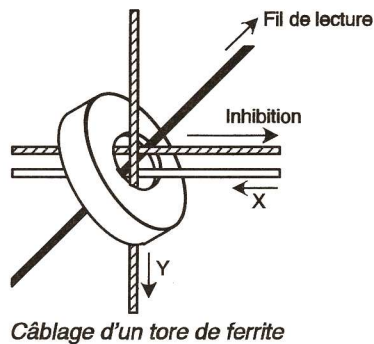


Fig 4

L'écriture s'effectuait en un temps grâce à la magnétisation produite à l'intersection du fil de ligne et de colonne du tore sélectionné (fig. 5). Le fil de lecture traverse tous les tores de la matrice en diagonale.

Pour lire, il suffisait alors de forcer à zéro le tore sélectionné. On ne récupère rien sur le fil de lecture si un 0 est mémorisé ou une impulsion si c'est un 1.



Cette lecture effaçant l'information, suit automatiquement une phase de restauration.

La durée d'un cycle de lecture d'une cellule (lecture plus restauration) était de l'ordre de la microseconde (un millionième de seconde) pour les mémoires performantes.

Chaque cellule d'une matrice est repérée par une adresse. L'accès simultané aux 8 bits d'un mot mémoire codé sur un octet implique l'utilisation de « plans mémoire » que nous représentons superposés dans le but de faciliter la compréhension. Ces plans (fig. 6) ne correspondent pas à une réalité physique puisque les mémoires sont disposées l'une à côté de l'autre.

L'accès simultané à la cellule 255 sur les 8 plans a pour effet de nous donner le contenu du MOT de 8 BITS (8 BITS = 1 OCTET). La sélection des 8 cellules s'effectue de manière identique pour chaque plan, c'est-à-dire grâce à l'adresse binaire (voir fig. 5).

Ce bloc étant composé de matrices 64 x 64 = 4 096 tores, sa capacité d'enregistrement serait de 4 096 caractères de 8 bits, soit 4 096 octets, qui correspondent à la dénomination 4 Ko (4 kilo-octets).

Si l'arrivée en force des transistors et surtout des circuits intégrés annonça le déclin des mémoires à tores au début des années 70, les principes d'adressages, les notions de cellule, de plan et de capacité restent les mêmes bien que les techniques de fabrication évoluent.

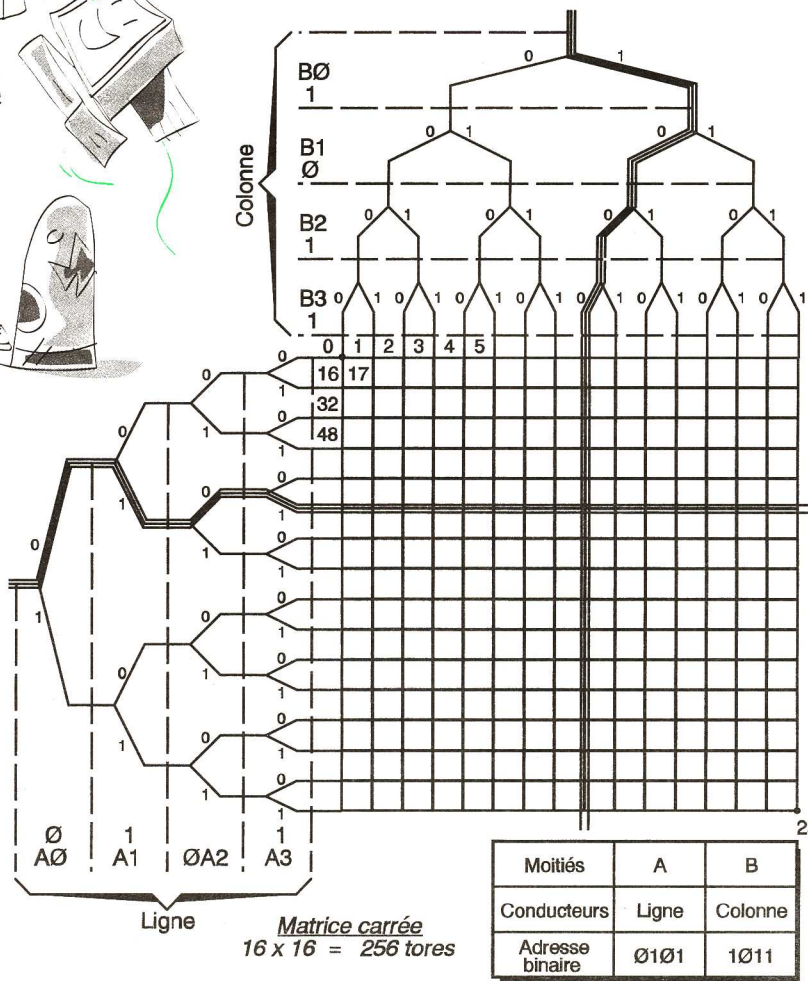


Fig 5

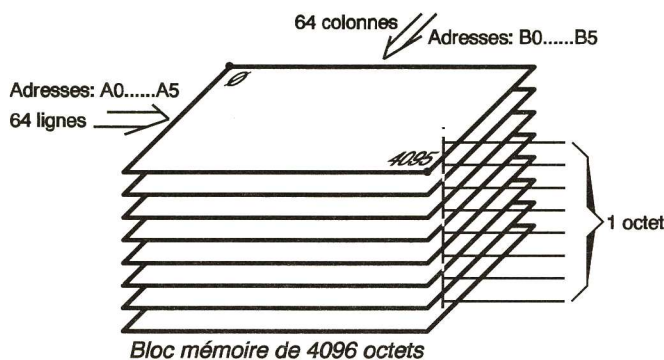


Fig 6

MAINTENANT

Les capacités des mémoires actuelles s'envolent au fur et à mesure que sont repoussées les limites de l'intégration. La possibilité de graver des milliers de transistors sur une portion de silicium de plus en plus réduite permet d'intégrer directement de la mémoire aux microprocesseurs afin d'accroître leurs performances. Il reste cependant quelques distinc-

laisse aucun doute quant à sa simplicité de fabrication et ses possibilités d'intégration. Il faut cependant savoir que la donnée est mémorisée grâce au transistor qui fonctionne comme un interrupteur et au condensateur qui ne peut maintenir sa charge de manière parfaitement fiable au-delà d'un délai de quelques millisecondes.

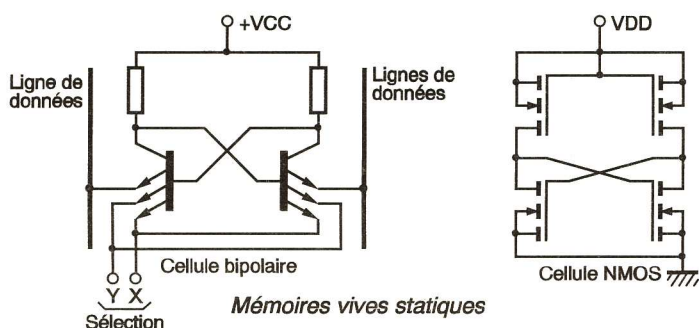


Fig 7

tions au niveau des mémoires vives, la plus importante résidant dans la manière dont sont conservées les informations.

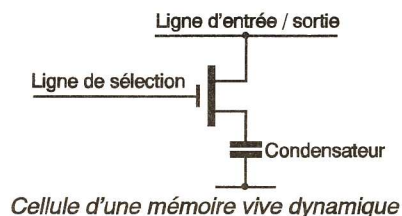


Fig 1

LES MEMOIRES VIVES STATIQUES

Les cellules de ces mémoires sont essentiellement des bascules qui conservent l'information. Les schémas typiques de mémoires vives statiques donnés sur la figure 7 représentent deux technologies employées actuellement. La cellule bipolaire, bien que simple en apparence, se révèle assez complexe à la fabrication, car les transistors bipolaires s'étendent sur une surface plus grande de silicium que les transistors MOS. De plus, la gravure des quatre transistors MOS (deux d'entre eux faisant office de résistance) se révèle être une opération plus simple que la gravure des deux transistors bipolaires accompagnés de leurs résistances. C'est en fait le temps d'accès qui constitue le critère de choix pour l'une ou l'autre de ces technologies, les cellules bipolaires étant les plus rapides.

LES MEMOIRES VIVES DYNAMIQUES

La cellule d'une mémoire vive dynamique représentée sur la figure 8 ne

Chaque condensateur doit être rechargé toutes les 2ms (délai typique), cette opération s'appelant le rafraîchissement. Ces mémoires nécessitent donc des circuits annexes de multiplexage d'adresse et de rafraîchissement, et leur temps d'accès est moindre que celui des RAM statiques.

GLOSSAIRE

Cellule mémoire: dispositif qui stocke un seul bit (0 ou 1).
Mot: ensemble de bits groupés selon un format donné et qui correspondent à des instructions ou des données.
Octet: mot formé de 8 bits.
Capacité: caractérise le nombre de bits ou d'octets mémorisables par un circuit mémoire ou un système en général. Elle s'exprime en Koctets (kilo-octets) ou Mcoctets (Mégaoctets).
Adresse: valeur numérique qui permet de localiser précisément une cellule mémoire ou un mot. Temps d'accès: correspond au temps nécessaire pour effectuer une opération de lecture.

P. RYTTER

2 POINTS DE VENTE

PANTIN D.G. ELEC PARIS

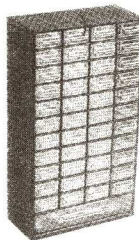
146, av. du Général-Leclerc - 93500 PANTIN
 en face du cimetière parisien
OUVERT DU LUNDI AU SAMEDI
 de 9 h à 12 h 30 et de 14 h 30 à 19 h
TÉL. : (1) 49.42.97.76 - FAX : (1) 48.40.94.78

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

UNIQUE A PARIS Pour tout achat d'un kit électronique Velleman ou OK Kit atelier de montage à votre disposition sur stations de soudage Weller ou JBC et démonstration d'utilisation de la gamme.

PROMOTIONS

Résistances de 1 Ω à 10 MΩ, 5%, 1/4 W toutes valeurs confondues 0,05 F l'unité	Diodes LED Ø 3 mm ou 5 mm rouge ou verte ou jaune, 0,25 F l'unité	Trimmer Multitours de 100 Ω à 2 MΩ 5 F pièce	Résistances ajustables verticales et horizontales de 100 Ω à 1 MΩ 0,80 F pièce	Fusibles verre - Ø 5 x 20 mm de 100 mA à 6,3 A, 0,30 F pièce Ø 6 x 30 mm de 1 A à 10 A 0,50 F pièce
Connecteurs sub-D à souder 9 points mâle ou femelle, 1,50 F capot 2 F 25 points mâle ou femelle 2 F capot 3 F	Transformateur de ligne 600 Ω pour téléphone 20 F pièce	Ponts de diodes ronds 1,5 A, 600 V 1,20 F pièce	Gaines thermo-rétractables en 1,20 m de Ø 1,2 mm jusqu'à 10 mm 12 F pièce	Transistors BC 547 0,25 F BC 557 0,25 F BC 327 - 25 0,40 F
Plaques époxy présensibilisées 16/10* 100 x 160 7,50 F pièce 200 x 300 28 F pièce	Forêts carbure réaffûtés Ø 1 mm 1,05 mm - 1,10 mm - 1,15 mm 6 F pièce La boîte de 10 50 F stock limité	Perchlorure de fer en litre normal ou suractivé 18 F le litre	Condensateurs céramiques de 1 PF à 10 NF 0,25 F pièce	Condensateurs chimiques de 1 µF à 100 µF 0,25 F pièce



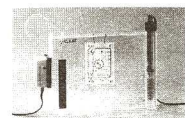
MB 45
129 F TTC



45 Tirroirs pour ranger tous vos composants électroniques ! DG Elec vous propose les «Bricorangs». Esthétiques, pratiques, solides, conçus en matière plastique robuste, ils peuvent se fixer au mur ou être posés. Dimensions : H 540 mm x L 300 x P 140 mm. Pas de correspondance. Uniquement au comptoir.

CIRCUITS IMPRIMES

OFFRE SPECIALE LABO COMPLET CIF



La graveuse DP 41
Verticale - Format utile 270 x 160 mm
- Fournie avec pompe, diffuseur d'air et résistance thermostatée.



L'insolseuse DP 42
Machine à insoler compacte 4 tubes. Format utile 260 x 160 mm
- Fournie en valise.

FORFAIT PORT 48 F
= 759 F TTC

EN CADEAU (pour tout achat d'un labo complet) un logiciel PAD'S permettant la saisie de schéma et le routage automatique à 100 %. Version 2.10 - format 3 1/2" + manuel en français. Valeur 500 F. (Offre valable dans la limite des stocks disponibles).



Forfait port 48 F

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



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

FERS A SOUDER Weller

- SPI 16 - Alim. 220 V 15 W 95 F TTC
- SPI 27 - Alim. 220 V 25 W 95 F TTC
- SPI 41 - Alim. 220 V 40 W 95 F TTC
- SPI 81 - Alim. 220 V 75 W 95 F TTC
- Tresse à dessouder le rouleau de 1,50 m... 7 F
- Soudure BILITON 10/10* les 500 gr 45 F
- Soudure BILITON 7/10* les 500 gr 55 F
- mini rouleau de soudure 10/10* ~ 30 gr 8 F

Distributeur de soudure 1 étage
Permet l'utilisation d'une bobine de soudure de 500 g ou de 1 kg sur le plan de travail ou associé à l'avance-soudure SFM.
Prix : 199 F

Pince à dénuder le câble
Prix : 49 F

Support de CI 320 F
Format : « Double Europe » 160 x 235 mm. La carte peut être basculée sur 360° de 15° en 15°. Réglage continu en fonction des dimensions de la carte.
Blocage par vis hexagonales. Pieds caoutchouc anti-dérapants. Bras articulés avec mousse pour maintenir les composants. Pinces ajustables maintenant la carte en place. Ressort de pince. Clé de serrage.

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

VENTE PAR CORRESPONDANCE
Métropole forfait port : 38 F
Etranger + DOM.TOM : N.C.

MULTIMETRES

- ITC 582.
Multimètre digital LCD 3 1/2 digit AC/DC, ohmètre 2 MΩ, test transistor. Prix : 109 F
Housse de transport 15 F
- ITC 957.
Multimètre digital LCD 3 1/2 digit AC/DC, ohmètre 2 MΩ, bip, test continuité, transistor et diodes. Prix : 209 F
Housse de transport 20 F
- ITC 500.
Multimètre digital 10 MΩ, AC/DC ohmètre 20 MΩ, test transistor et diodes. Prix : 249 F
- ITC 990.
Multimètre digital 10 MΩ, AC/DC ohmètre 200 MΩ, capacité gamme température, test transistor et diodes. Auto power off. Prix : 349 F

Plaques d'essais
730 contacts
Promo ! 40 F

CATALOGUE 94

D.G.



ELEC

146, av. du Général-Leclerc
93500 PANTIN
Tél. : (1) 49.42.97.76 - Fax : (1) 48.40.94.78
60, av. Daumesnil
75012 PARIS
Tél. : 43.40.41.02 - Fax : (1) 43.40.41.06

Bon de commande par correspondance du catalogue DG Elec 94.

20 F Franco

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

Nom
Prénom
Adresse
Ville.....

Ci-joint 20 F par chèque à l'ordre de DG-Elec.

UN ORGUE A TOUCHES SENSITIVES

I semble difficile d'imaginer un instrument de musique plus simple que cet orgue monodique grâce auquel l'amateur électronicien que vous êtes deviendra mélomane... De plus, ce montage ne nécessite aucun réglage fastidieux de l'accord des notes.

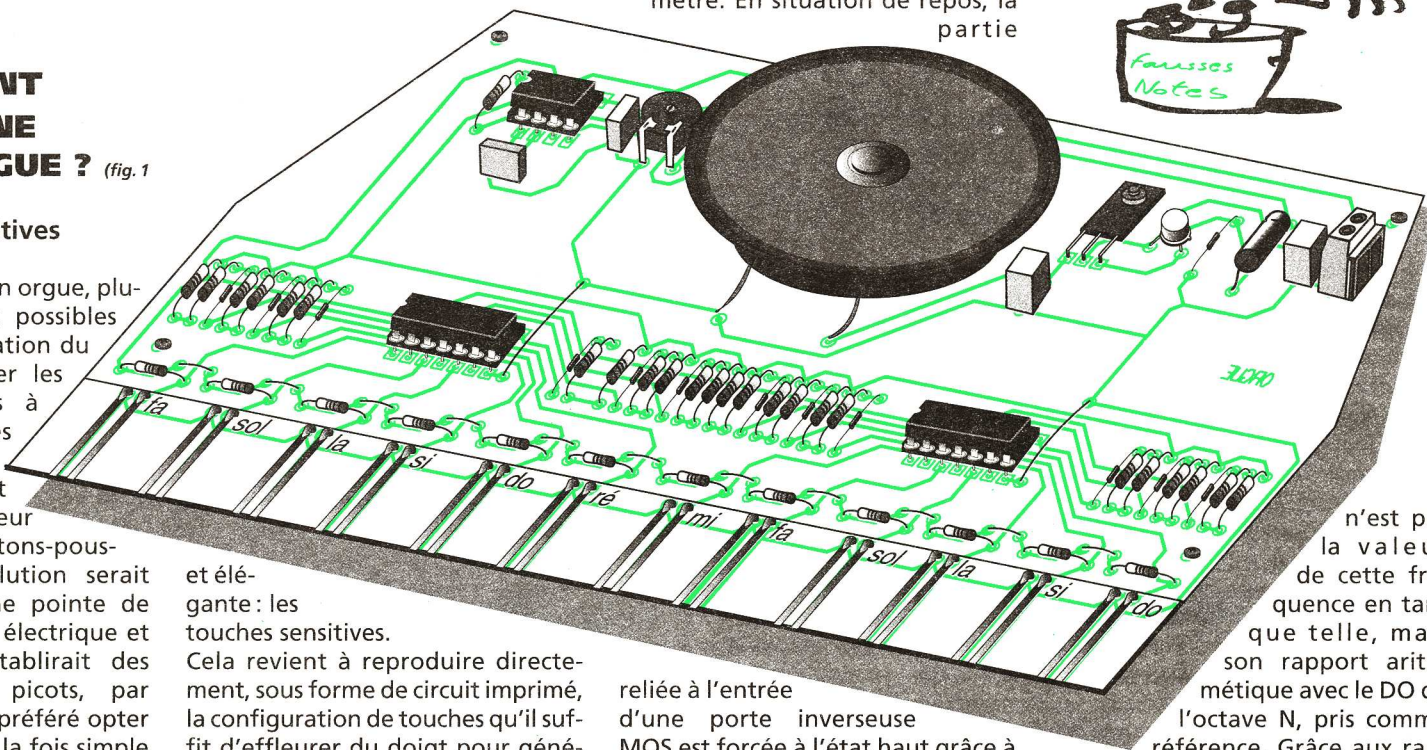
I - COMMENT FONCTIONNE NOTRE ORGUE ? (fig. 1 et 2)

a) Les touches sensibles

Dans la réalisation d'un orgue, plusieurs solutions sont possibles quant à la matérialisation du clavier. On peut citer les contacts mécaniques à l'image des touches d'un synthétiseur. Ces dernières pourraient être simplifiées en leur substituant des boutons-poussoirs. Une autre solution serait d'avoir recours à une pointe de touche reliée à un fil électrique et avec laquelle on établirait des contacts avec des picots, par exemple. Nous avons préféré opter pour une technique à la fois simple

et élégante: les touches sensibles. Cela revient à reproduire directement, sous forme de circuit imprimé, la configuration de touches qu'il suffit d'effleurer du doigt pour géné-

rer aussitôt le son correspondant. Douze touches ont ainsi été prévues. Elles sont matérialisées par des bandes parallèles en cuivre, isolées par un espace de l'ordre du millimètre. En situation de repos, la partie



n'est pas la valeur de cette fréquence en tant que telle, mais son rapport arithmétique avec le DO de l'octave N, pris comme référence. Grâce aux rap-

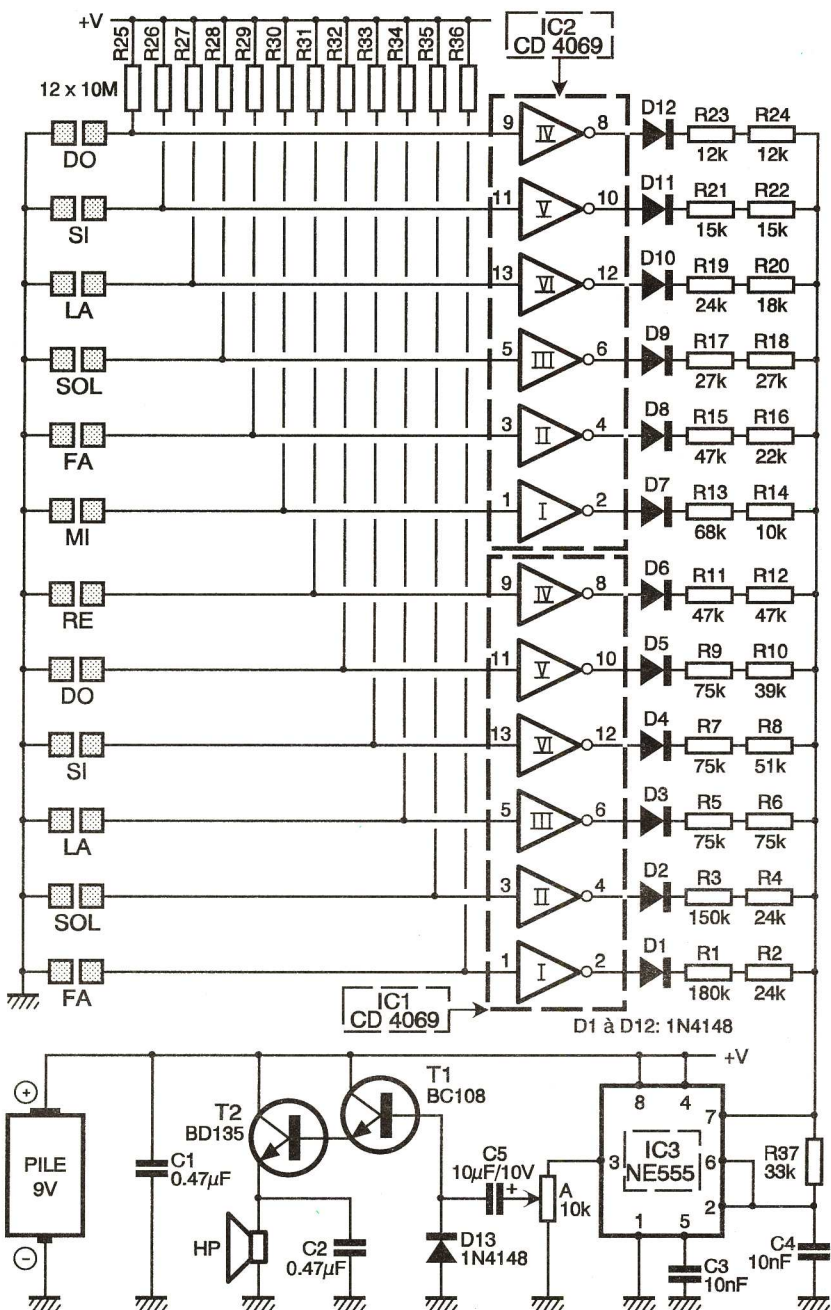


Schéma de principe.

Fig 1

reliée à l'entrée d'une porte inverseuse MOS est forcée à l'état haut grâce à un résistor de valeur importante (10 MΩ). L'autre armature de la touche est reliée directement au « moins » de l'alimentation. En touchant du doigt les deux contacts, la résistance électrique qui les sépare chute à une valeur nettement inférieure à celle du résistor précédemment évoqué. Il en résulte le basculement de la porte inverseuse dont la sortie passe à l'état haut.

b) Les notes prévues

L'orgue comporte douze touches sensibles dont les sorties correspondent à celles de douze portes inverseuses contenues dans deux boîtiers CD 4069. La note la plus basse est le FA d'une octave N - 1, tandis que la note la plus aiguë correspond au DO de l'octave N + 1, comme l'indique le tableau de la figure 2.

Cette disposition permet à l'utilisateur d'interpréter un maximum d'airs connus, sans se trouver « à court » de touches pour les chansons dépassant le cadre d'une octave.

c) La génération des notes

Le cœur du montage est un circuit intégré très courant. Il s'agit en effet du fameux « 555 », le timer à tout faire. Ce dernier délivre sur sa sortie des créneaux dont la période dépend essentiellement des valeurs des résistors périphériques qui assurent la charge et la décharge de C₄. Ainsi, lorsque l'on sollicite la touche sensible correspondant au « MI » de l'octave N, la période du signal délivré s'exprime au moyen de la relation:

$T_{MI} = 0,7 (R_{13} + R_{14} + R_{37}) C_4$
En effectuant les calculs, on trouve ainsi $T_{MI} = 1,008$ ms, ce qui correspond à une fréquence de l'ordre de 992 Hz. En fait, le plus important

* Réf. - rence	Note	Rapport Fréquences Note DO	Rapport Périodes Note DO
Octave N - 1	FA	2/3	3/2
	SOL	3/4	4/3
	LA	5/6	6/5
	SI	15/16	16/15
Octave N	DO*	1	1
	RE	9/8	8/9
	MI	5/4	4/5
	FA	4/3	3/4
	SOL	3/2	2/3
Octave N + 1	LA	5/3	3/5
	SI	15/8	8/15

Fig 2

$$T_{FA} = \frac{R_{15} + R_{16} + 2 R_{37}}{R_9 + R_{10} + 2 R_{37}} = \frac{3}{4}$$

$$4 (R_{15} + R_{16}) = 3 (R_9 + R_{10}) + 6 R_{37} - 8 R_{37}$$

$$= (3 \times 114) - 2 \times 33$$

$$= 276$$

$$R_{15} + R_{16} = 69 \text{ k}\Omega$$

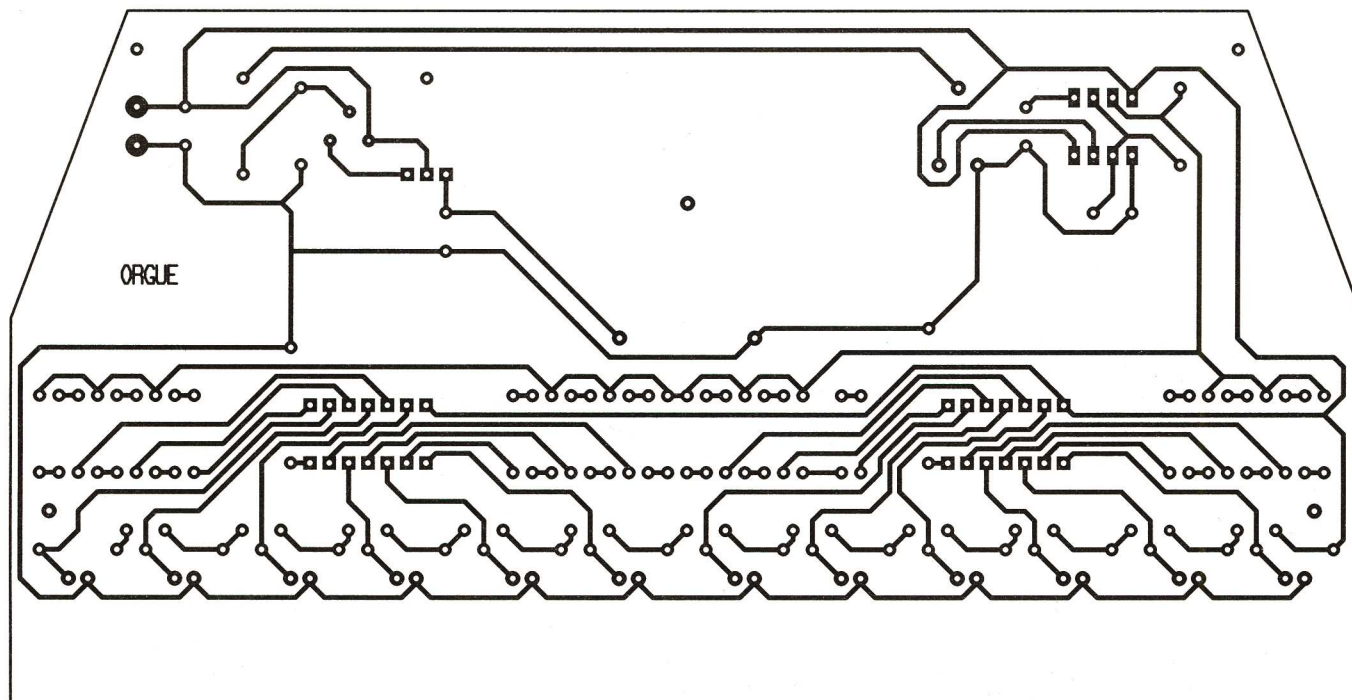
Nous choisissons alors, parmi les valeurs normalisées :

$$R_{15} = 47 \text{ k}\Omega$$

$$R_{16} = 22 \text{ k}\Omega$$

d) Amplification

Grâce à l'ajustable A, il est possible de prélever une fraction plus ou moins importante de l'amplitude des créneaux délivrés par IC₃. Les signaux sont alors injectés dans le Darlington que constituent les transistors T₁ et T₂. Un tel montage réalise une forte amplification du cou-



rant. Sur sa sortie, on note la présence d'un haut-parleur chargé de la diffusion des sons générés. La puissance est réglable en agissant sur le curseur de l'ajustable.

■ II - LA REALISATION

(fig. 3 et 4)

Afin d'éviter la mise en œuvre d'un circuit imprimé double face, il est nécessaire de réaliser deux circuits imprimés séparés : un module principal et un module « clavier ». Ce dernier a été collé sur le module principal, cuivre du côté apparent, pour l'accès direct aux touches. Les deux modules sont ensuite reliés électriquement grâce à des straps. Attention à l'orientation des composants polarisés et au montage des bons résistors à la bonne place, sous peine d'aboutir à un orgue qui générerait des canards...

L'orgue fonctionne avec une pile de 9V.

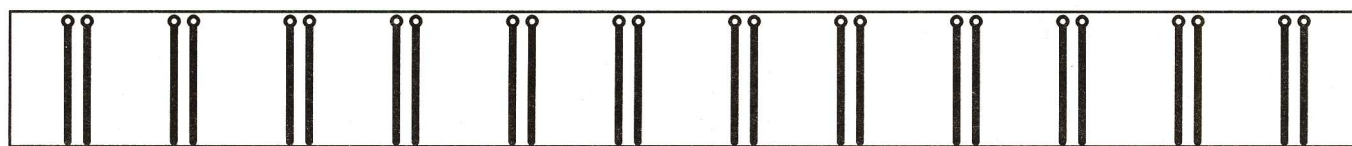
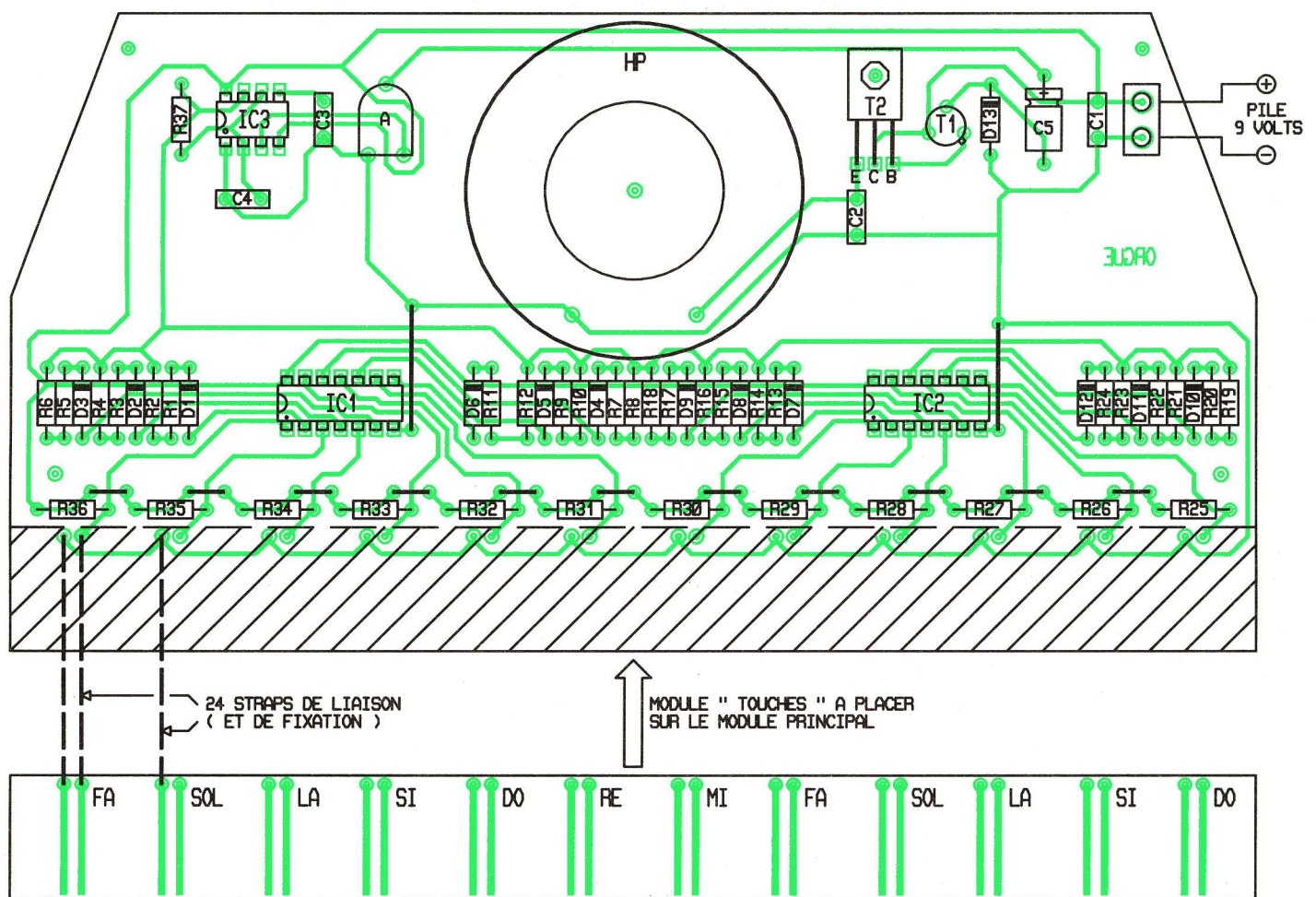


Fig 1

Tracés des circuits imprimés.



Implantation des composants.

Fig 1

■ NOMENCLATURE

13 straps (11 horizontaux, 2 verticaux)
 R₁ : 180 kΩ (marron, gris, jaune)
 R₂, R₄, R₁₉ : 24 kΩ (rouge, jaune, orange)
 R₃ : 150 kΩ (marron, vert, jaune)
 R₅ à R₇, R₉ : 75 kΩ (violet, vert, orange)
 R₈ : 51 kΩ (vert, marron, orange)
 R₁₀ : 39 kΩ (orange, blanc,

orange)
 R₁₁, R₁₂, R₁₅ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
 R₁₃ : 68 kΩ (bleu, gris, orange)
 R₁₄ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
 R₁₆ : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
 R₁₇, R₁₈ : 27 kΩ (rouge, violet, orange)
 R₂₀ : 18 kΩ (marron, gris, orange)
 R₂₁, R₂₂ : 15 kΩ (marron, vert,

orange)
 R₂₃, R₂₄ : 12 kΩ (marron, rouge, orange)
 R₂₅ à R₃₆ : 10 MΩ (marron, noir, bleu)
 R₃₇ : 33 kΩ (orange, orange, orange)
 A : ajustable 10 kΩ
 D₁ à D₁₃ : diodes signal 1N4148, 1N914
 C₁, C₂ : 0,47 μF, milfeuil
 C₃, C₄ : 10 nF, milfeuil
 C₅ : 10 μF/40 V, électrolytique

T₁ : BC108, BC109, 2N2222
 T₂ : BD135, BD137
 IC₁, IC₂ : CD4069 (6 inverseurs)
 IC₃ : NE555 (timer)
 2 supports 14 broches
 1 support 8 broches
 1 HP 4/8 Ω, Ø 50
 1 bornier soudable 2 plots



LE TUBE IMAGE

I - LE TUBE MONOCHROME POUR MONITEUR

Technologie

La constitution d'un tube monochrome est donnée sur la **figure 1**. Un tel tube comprend :

- **Le canon électronique** contenant :
 - Le filament chauffe la cathode (K) qui émet les électrons.
 - La grille de commande (G1) entoure la cathode, elle est percée d'un petit trou qui contrôle le flux électronique. La grille de commande doit être négative par rapport à la cathode. En général, G1 est réunie à la masse et la modulation positive est réunie à la cathode, ce qui revient au même. La tension positive maximale arrête le flux électronique et correspond au noir, tandis que la tension positive minimale correspond au blanc.
 - La première anode (G2) est portée à un potentiel positif de quelques centaines de volts, elle constitue la première lentille électronique.
 - L'électronique de concentration (G4) est portée à une tension égale à environ 30 % de la très haute tension (THT).
 - La seconde anode (G3-G5) se poursuit par la métallisation de la face interne du cône du tube, jusqu'à la prise THT, le masque et la métallisation de l'écran. Elle est portée à une tension de 12 kV pour les petits tubes monochromes, jusqu'à 30 kV pour les tubes trichromes télévision et 40 kV pour certains moniteurs.

- **L'ampoule de verre** comprenant :

- **L'écran**, qui est une dalle de verre de qualité optique épaisse, presque plate et à coins carrés, doit supporter la pression atmosphérique. L'écran est cerclé par une ceinture métallique qui le comprime et évite la dispersion des débris de verre, lors d'une implosion. On dit que le tube est autoprotégé.
- **Le cône**, qui détermine l'angle d'ouverture de la diagonale de l'écran, soit 70°, 90° ou 110°.
- **Le col**, qui contient le canon électronique, reçoit à l'extérieur les bobines de déviation et les aimants de cadrage.

- **L'écran cathodoluminescent** Il est déposé sur la face interne de l'écran. Il est composé de poudres, les luminophores qui émettent des

photons lorsqu'elles sont bombardées par des électrons; selon leur composition, on obtient les couleurs de radiation désirées.

L'écran des moniteurs monochromes est aluminisé pour le protéger.

- **Le déviateur électromagnétique**

Le déviateur monté sur le col du tube assure la déviation électromagnétique du faisceau d'électrons en fonction des signaux en dents de scie délivrés par les bases de temps verticale et horizontale. Les deux bobines verticales contre le col du tube assurent la déviation horizontale; elles sont généralement en forme de selle.

Les deux bobines horizontales montées sur une bague ferrite et déposées sur les bobines verticales produisent la déviation verticale; elles sont soit en forme de selle, soit en forme de tore.

L'énergie à leur fournir est proportionnelle au diamètre du col du tube, à la valeur de la THT et à l'angle de déviation maximal.

Le déviateur pour tube monochrome comprend également les aimants de cadrage et ceux pour la correction de l'effet de coussin de l'image.

II - LE TUBE TRICHROME POUR MONITEUR

C'est le tube à masque RCA qui est adopté. La vision trichrome est fondée sur la synthèse additive des trois couleurs fondamentales: rouge,

Ce dessin schématique ne respecte pas les proportions réelles

vert, bleu. Le tube superpose les trois images correspondant à chacune des couleurs primaires sur un même écran, au moyen de faisceaux issus de trois canons électroniques le balayant simultanément. Ce tube comprend (fig. 2) :

- **Trois canons électroniques** Ces canons sont basés sur le même principe que celui qui a été décrit pour le

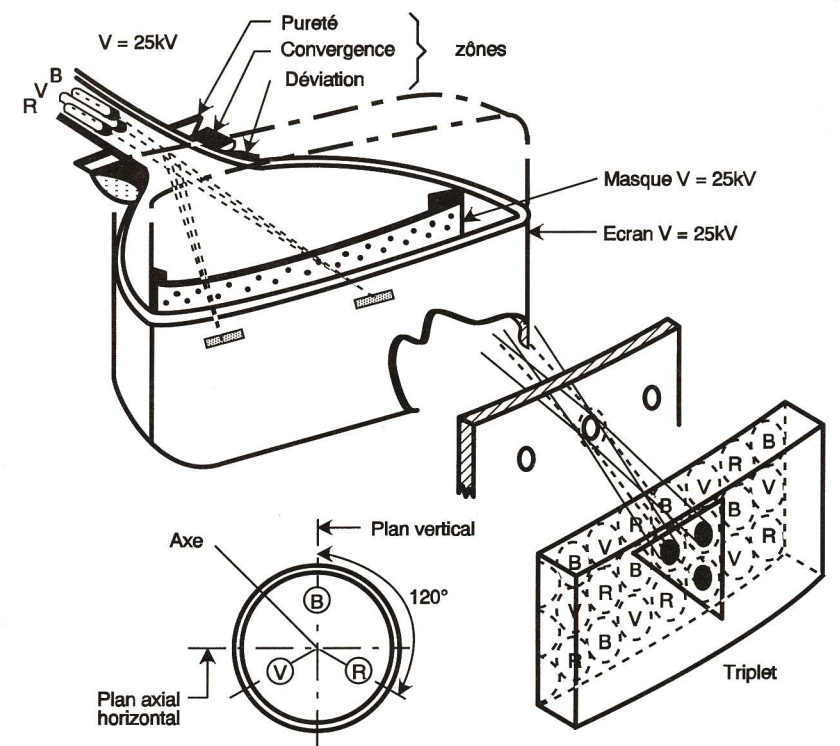


Fig 2

tube monochrome.

Ils sont distincts et identiques placés à l'intérieur du col, au sommet d'un triangle équilatéral centré sur l'axe du tube, ce sont des **canons en delta**. Les axes de ces trois canons convergent vers le centre de l'écran. Le canon bleu est situé au-dessus de l'axe du tube, le canon rouge à droite et le canon vert à gauche, en regardant le tube par l'avant.

- **Un écran trichrome**

Cet écran est formé de luminophores circulaires s'illuminant respectivement en rouge, en vert et en bleu. Ces pastilles sont déposées selon un triangle équilatéral dont le centre correspond au point d'impact virtuel d'un faisceau d'électrons émis dans l'axe du tube.

- **Un masque perforé**

Ce masque est situé à 15 mm devant l'écran. Il sélectionne les couleurs de façon que les électrons émis par chaque canon n'atteignent que les luminophores correspondant à cette couleur, à l'exception de deux autres. Dans ces tubes à haute résolution, le pas des trous dans le masque est de 0,28 ou 0,29 mm, ce qui permet une définition de 1 200 lignes.

C'est ainsi qu'on obtient la trichro-

mie additive qui permet de créer toutes les couleurs y compris le blanc.

- **Les ensembles de déviation et de correction**

- **Le déviateur** remplit les mêmes fonctions qu'en monochrome. En plus, il faut faire circuler dans les bobines de courants additionnels de forme convenable pour corriger les défauts de l'image en forme de coussin.
- **Les aimants de pureté** corrigent les tolérances de fabrication du tube. Ils permettent l'alignement rigoureux des canons avec le masque et les luminophores correspondants. On les règle pour obtenir une couleur pure sur l'écran.
- **Les unités de convergence** assurent le croisement des trois faisceaux dans les mêmes trous du masque. Avec des aimants sur le col du tube on obtient la convergence statique au centre de l'écran.

Une correction dynamique est nécessaire pour obtenir une bonne convergence sur toute la surface de l'écran. Les bobines sur le col du tube reçoivent des courants de forme parabolique superposés au courant en dents de scie.

- **Détermination de la fréquence de balayage ligne**

En informatique, le balayage de l'écran en lignes est progressif, c'est-à-dire que les lignes sont balayées les unes après les autres progressivement.

La fréquence ligne dépend du nombre de lignes et du nombre de trames adoptés.

Ainsi, pour 1 200 lignes et une fréquence de 25 images par seconde, on obtient : $1\ 200 \times 25 = 30\ 000$ Hz ou 30 kHz.

Si l'on préfère 50 images par seconde la fréquence ligne est de : $1\ 200 \times 50 = 60$ kHz.

On a vu que certains tubes associés à leur déviateur admettent une fréquence ligne maximale de 85 kHz. Le fabricant d'appareils choisit la fréquence ligne qui lui convient.

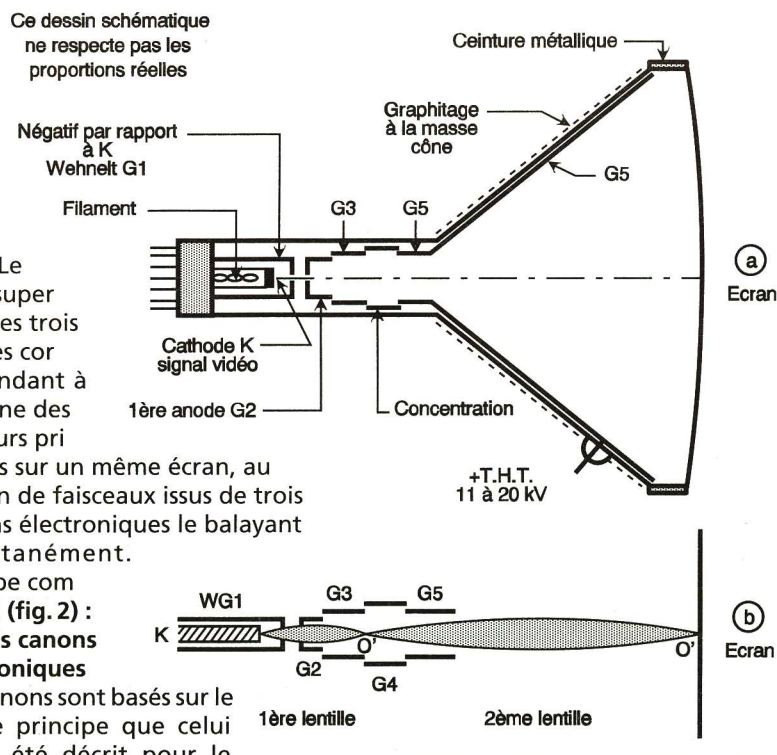


Fig 1

UNE LIAISON PAR INFRAROUGE

Avec cette réalisation d'une simplicité étonnante, vous pourrez effectuer une liaison sonore sans fil par l'intermédiaire du rayonnement infrarouge. Outre le casque sans fil, une application de ce montage est de pouvoir communiquer à travers une vitre, le verre étant transparent aux rayons infrarouges.

■ A PROPOS DES INFRAROUGES

Le soleil nous envoie ce que l'on appelle de la lumière blanche, à savoir un mélange de toutes les couleurs de lumière. Chaque couleur est caractérisée par une longueur d'onde bien précise. L'œil humain perçoit les longueurs d'onde comprises entre 0,4 et 0,8 micromètres, c'est-à-dire respectivement du violet au rouge en passant successivement par toutes les couleurs de l'arc-en-ciel.

En dessous de 0,4 μm , les ondes lumineuses sont appelées les ultraviolets (UV), et le domaine de l'infrarouge (IR) se situe au-delà de 0,8 μm . La diode d'émission transforme le courant qu'elle reçoit en lumière infrarouge dont la longueur d'onde est d'environ 0,9 μm , elle est donc invisible à l'œil.

La photodiode réceptrice reçoit ces ondes lumineuses et les transforme en courant. Mentionnons que la

émettent aussi des ondes dans l'IR. Elles sont sources de parasites pour les télécommandes comme pour notre montage. Il faudra donc veiller à éloigner le récepteur des ampoules et tubes fluorescents.

■ LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le schéma de principe de l'émetteur est proposé en figure 1. Les ondes

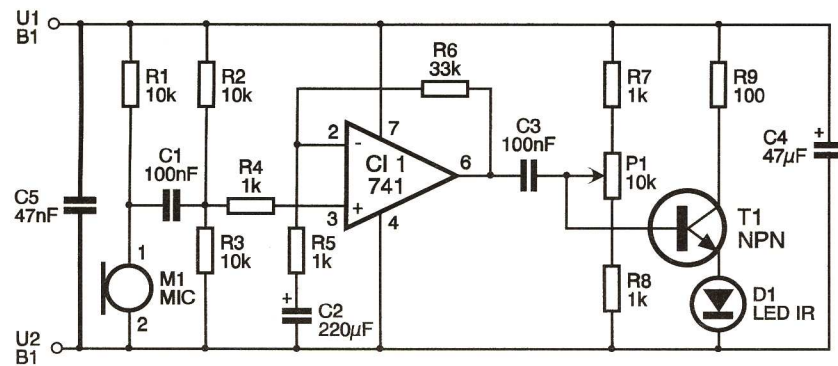


Fig 1

photodiode a une grande sensibilité dans le domaine de la lumière visible et est donc sensible aux perturbations extérieures.

De plus, les sources lumineuses telles que les ampoules à incandescence

sonores sont captées par le micro et transformées en courant suivant les variations. Pour la voix, la fréquence sonore s'étale de 300 Hz à 3 kHz environ. Les variations de courant sont transformées en variations de lumière infrarouge, un peu comme

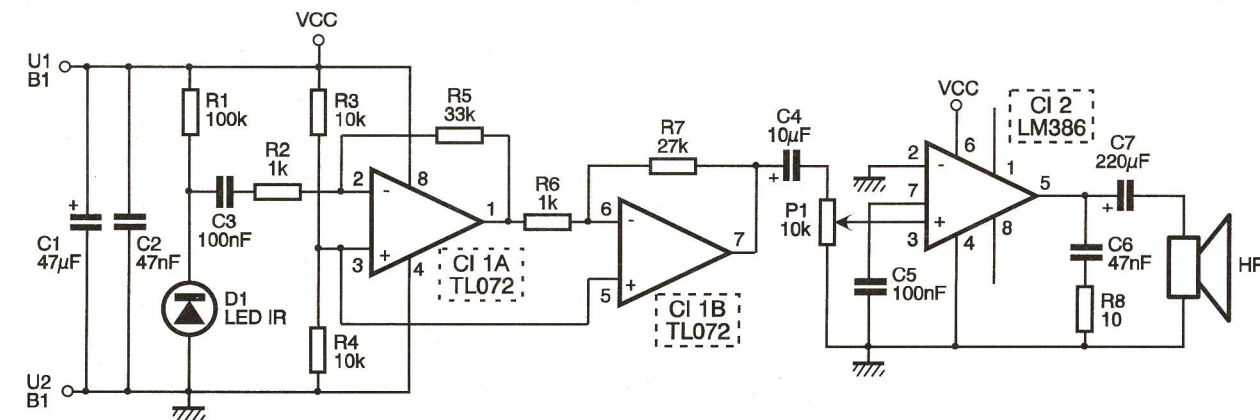


Fig 2

le ferait un modulateur de lumière au rythme de la musique.

Le récepteur

La photodiode transforme les signaux IR en courant dont les varia-

tions sont converties en tension. Puis cette tension est amplifiée pour être exploitable par un petit ampli de puissance afin de rendre le son audible à travers le haut-parleur.

■ ANALYSE DE L'EMETTEUR

Le micro, polarisé par R_1 , envoie les variations de courant à l'ampli opérationnel CI_1 . Cet amplificateur fournit à sa sortie une tension modulée au rythme de la parole, qui est envoyée sur la base du transistor T_1

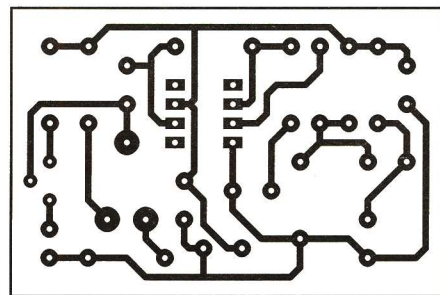


Fig 3

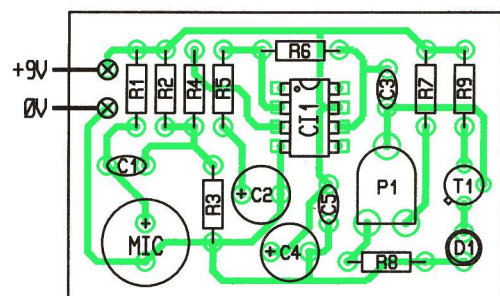


Fig 4

Diode infrarouge et LED

Photo-diode

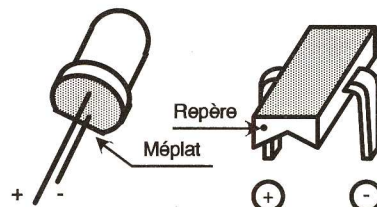


Fig 7

via C_3 . Enfin, T_1 amplifie le courant dans la diode d'émission IR, ce dernier étant limité par R_9 .

Le pont diviseur R_7, P_1, R_8 sert à polariser le transistor pour que le signal (Suite page 11)

■ NOMENCLATURE

Emetteur

- R_1, R_2, R_3 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
- R_4, R_5, R_7, R_8 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
- R_6 : 33 k Ω (orange, orange, orange)
- R_9 : 100 Ω (marron, noir, marron)
- P_1 : 10 k Ω ajustable horizontal
- C_1, C_3 : 100 nF
- C_2 : 220 $\mu\text{F}/10$ V radial
- C_4 : 47 $\mu\text{F}/16$ V radial
- C_5 : 47 nF
- T_1 : 2N1711, 2N1613
- CI_1 : 741
- D_1 : diode d'émission IR Micro-électret

UN ANTIVOL POUR TIROIR

Voici un petit montage d'initiation, mi gadget mi utilitaire, essentiellement destiné aux débutants.

Avertir de l'ouverture d'un tiroir, tel est le but de cette réalisation. Quelle différence, vu de l'intérieur, entre un tiroir ouvert et un tiroir fermé... La lumière. C'est donc la lumière qui est utilisée comme «déclencheur» pour notre antivol. Ainsi il peut être directement utilisé dans n'importe quel tiroir sans avoir à mettre en place de micro-contact ou tout autre dispositif de détection d'ouverture. De plus cette particularité permet d'utiliser ce montage dans un but utilitaire. En effet il est parfaitement possible de le placer à l'intérieur d'un réfrigérateur. Il évite alors d'oublier la porte ouverte.

Ceci dit, voyons comment fonctionne cette réalisation. En fait elle associe deux sous ensemble interconnectés. Le premier sous-ensemble est chargé de réagir à la lumière, le second de générer un «bip».



■ La détection de la lumière:

La clé de ce sous-ensemble est une cellule L.D.R. (Light Driven Resistor). Il s'agit d'une résistance dont la valeur varie en fonction de l'éclairement. Sa valeur évolue entre quelques dizaines d'ohms, en plein soleil, à plusieurs centaines de kilohms dans l'obscurité. Donc si l'on alimente ce composant par l'intermédiaire d'une résistance, la tension au point commun de la résistance et de la L.D.R. est directement liée à la lumière que reçoit cette dernière. Dans notre cas la résistance est remplacée par un potentiomètre ajustable. Ceci permet d'ajuster la sensibilité du montage afin de l'adapter au mieux aux conditions d'utilisation souhaitées. Un transistor fixe le seuil de déclenchement; il est utilisé en «commutation» c'est à dire un peu comme un relais. A sa sortie la tension passe donc brusquement de

0 volt à pratiquement la tension de la pile dès que le seuil d'éclairement est franchi. C'est cette tension qui commande le générateur de «bip».

■ Le générateur:

Son but est de transformer les 9 volts continus de la pile en une tension alternative. Celle-ci, une fois appliquée à un petit haut-parleur, permet d'obtenir le «bip». Ici un circuit intégré est utilisé. Du type NE 555, ce composant permet de réaliser, très simplement et avec un nombre limité de composants auxiliaires, un oscillateur; De plus le NE 555 est particulièrement bien adaptée à notre réalisation puisqu'il possède une patte permettant de commander sa mise en route (la patte numéro 4) et que la puissance qu'il délivre permet d'alimenter directement un petit haut-parleur.

Afin que le «bip» soit audible nous avons fixé, par câblage, la fréquence d'oscillation du NE 555 aux alentours de 1 000 Hz (1 000 oscillations par seconde). C'est la valeur du condensateur soudé entre sa broche numéro 6 et la masse associée à celle des résistances connectées sur ses broches 6 et 7 qui fixent cette fréquence. Si, pour vous amuser, vous souhaitez modifier la note émise par le haut-parleur, il suffit donc de modifier soit la valeur du condensa-

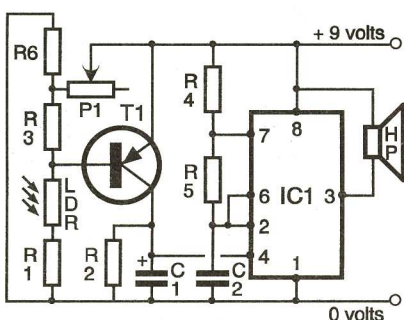
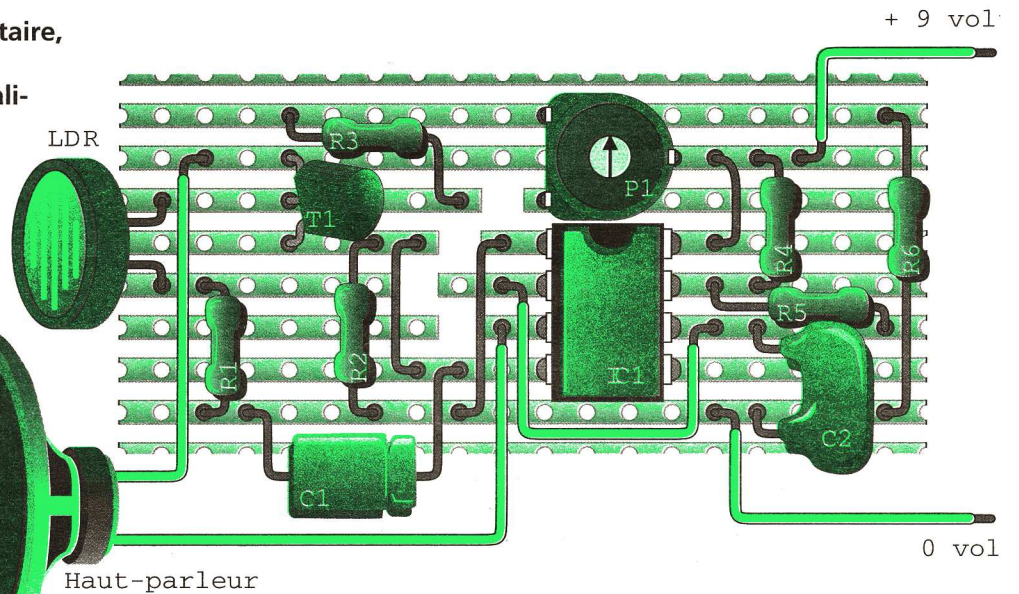


Schéma de principe

Fig 1



Implantation des éléments, les pistes cuivrées sont vues par transparence.

Fig 3

teur, soit celle de l'une des résistances.

Enfin, l'alimentation électrique de cet antivol est assurée par une pile 9 volts. En «veille» il ne consomme que très peu. La pile possède donc une autonomie dépendant essentiellement du nombre et de la durée des bips émis.

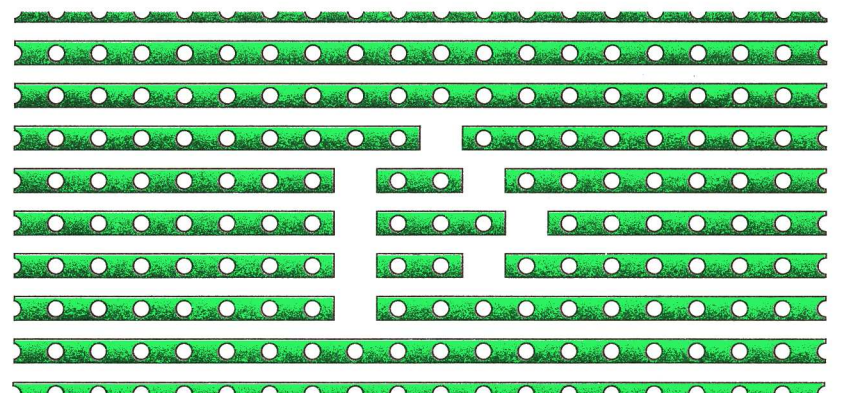
■ La réalisation pratique:

D'une manière générale, dans cette rubrique d'initiation, les montages proposés seront réalisables avec un équipement extrêmement réduit. Au total un fer à souder, de la soudure et un foret constitueront l'équipement de base indispensable. En effet il semble que bien des débutants soient rebutés par le matériel indispensable au tirage d'un circuit imprimé. Nous avons résolu ce problème en proposant un câblage sur une plaquette pré-perforée munie de bandes conductrices. Ces plaquettes sont disponibles chez la plupart des revendeurs de composants. diverses dimensions sont proposées mais ce point n'a, dans notre cas, que peu d'importance. Il suffit de choisir un plaque d'une surface au moins égale à celle du montage. La première opération consiste à préparer la plaquette. En premier lieu la plaquette doit être taillée aux dimensions du montage. Pour cela il

suffit de placer la plaquette sur le bord d'une table qui comporte un bord à angle vif. Il suffit alors d'appuyer sur la partie de la plaquette dépassant de la table pour que celle-ci «casse» suivant la ligne souhaitée. Éventuellement, pour obtenir une découpe parfaite, on peut marquer la coupe à l'aide d'un Cutter.

Une fois la plaquette taillée il faut reporter, côté bandes cuivrées, les coupures. Cette opération est aussi simple que la découpe de la plaquette. Ici c'est le foret qui est utilisé. Nous vous conseillons d'utiliser un foret à métaux d'un diamètre de 6 mm. Pour réaliser une coupure de bande il suffit de caler la pointe du foret sur un trou et de le faire tourner, à la main et sans trop appuyer, d'un ou deux tours. Il faut bien vérifier que la bande est sectionnée sur toute sa largeur (la marque du forage doit dépasser de la largeur de la bande) et qu'aucun copeau métallique n'est resté accroché. Il risquerait de venir établir un court-circuit avec la bande adjacente. Le dessin de la plaquette, vue côté bandes conductrices, permet de reporter ces coupures. Le dessin est volontairement agrandi pour une meilleure lisibilité, mais en fait les trous sont au pas de 2,54 mm.

Une fois la plaquette préparée, le soudage des composants peut commencer. Sur notre dessin, afin de vous guider dans le positionnement des divers éléments, nous avons représenté les bandes comme si elles



Préparation des pistes cuivrées.

Fig 2

étaient vues par transparence. Il est très important de bien respecter le brochage et la polarité des composants. Si les résistances, comme la L.D.R., ne présentent pas de polarisation il n'en est pas de même pour le condensateur chimique, le transistor et le circuit intégré. Pour le condensateur chimique un étrangement indique la connexion à relier vers les tensions positives. Pour le transistor un méplat permet de repérer son brochage. Enfin, en ce qui concerne le circuit intégré, une encoche est placée entre la patte numéro 1 et la 8. Celle-ci permet d'orienter convenablement le circuit lors de son câblage.

Enfin il est également très important de respecter la polarité d'alimentation du montage. Toute inversion de polarité provoque la destruction immédiate de NE 555. Afin d'éviter une inversion, le coupleur pour pile 9 volts est équipé de deux fils de couleur différente. Le fil rouge correspond au + 9 volts.

La mise en service de cet antivol est extrêmement simple. Dès sa mise sous tension le «bip» doit retentir et s'interrompre lorsque le montage est placé dans l'obscurité. Il suffit alors d'ajuster le potentiomètre de manière à obtenir la sensibilité désirée pour que le montage soit prêt à l'emploi. Il est possible de l'habiller d'un petit boîtier. Le plus simple est d'utiliser une petite boîte en plastique transparent où quelques trous seront ménagés devant le haut-parleur.



NOMENCLATURE

- R1= 470 ohms (jaune, violet, brun)
- R2= 10 kilohms (brun, noir, orange)
- R3= 470 ohms (jaune, violet, brun)
- R4= 10 kilohms (brun, noir, orange)
- R5= 47 kilohms (jaune, violet, orange)
- R6= 10 kilohms (brun, noir, orange)

- LDR= cellule photorésistive
- P1= ajustable 4,7 kilohms

- C1= 10 microfarads 12 volts
- C2= 10 nanofarads

Ic1= NE 555

T1= 2N 3906 ou équivalent

Haut-parleur diamètre 50 mm 50 ohms

1 coupleur pour pile 9 volts

Une plaquette "Veroboard" au pas de 2,54 mm

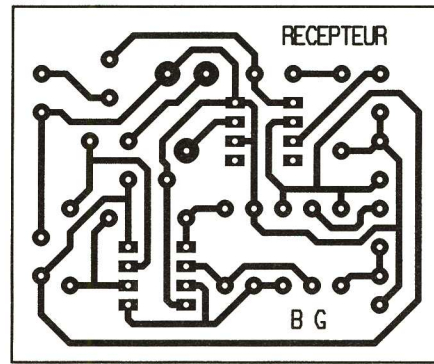


Fig 5

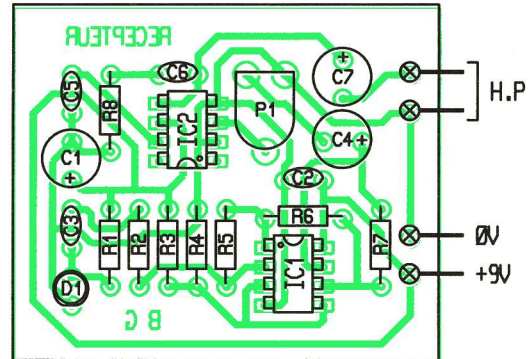


Fig 6

provenant de l'AOP puisse avoir la plus grande amplitude avant d'être écriété. Le condensateur C₄ sert de réservoir pour les appels de courant à travers la diode.

sinon on entendra l'effet Larsen dans le haut-parleur qui se traduit par un sifflement strident. Ce bruit est dû à la boucle du son qui se crée entre le micro et le haut-parleur. On réglera le potentiomètre de l'émetteur pour avoir la meilleure qualité sonore, et le volume se règle sur le récepteur.

ANALYSE DU RECEPTEUR (fig. 2)

La photodiode D₁ est polarisée en inverse par R₁. Les signaux reçus sont ensuite amplifiés par les deux AOPs montés en cascade. En effet, il faut un gain d'environ 1 000 pour exploiter le signal. Avec un seul AOP, la bande passante serait limitée à 1,5 kHz à cause de la constance du produit Gain x Bande passante (voir *Génération Electronique* n° 11). Les deux amplificateurs ont ici un gain de 33 et 27, soit un gain total de 900, et une bande passante de 50 kHz, ce qui est plus que suffisant.

Ces modules peuvent s'alimenter par une pile de 9V malgré leur consommation d'environ 50 mA chacun. Pour limiter la consommation de l'émetteur, on peut augmenter R₉, mais la portée sera réduite. On peut aussi modifier la sensibilité du micro en agissant sur R₆ de l'émetteur.

Le haut-parleur pourra bien entendu être remplacé par un casque. La portée de l'ensemble atteint 5 mètres sous un éclairage normal.

B. GODET

Afin d'être exploitable par le haut-parleur, le signal est amplifié en puissance par le fameux LM386, amplificateur pouvant fournir jusqu'à 150 mW avec seulement quelques composants discrets. Le niveau sonore est réglable par P₁ qui détermine l'amplitude du signal injecté dans le LM386.

REALISATION ET MISE AU POINT

(fig. 3 et 4)

Les deux circuits imprimés sont assez aérés, attention tout de même à l'orientation des composants polarisés (fig. 4 et 6) et en particulier aux deux CI du récepteur qui ne sont pas montés dans le même sens.

Les deux montages sont prêts à fonctionner. Lors des essais, on prendra garde à ne pas trop les rapprocher,

NOMENCLATURE

Récepteur

- R₁: 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R₂, R₆: 1 kΩ (marron, noir, rouge)
- R₃, R₄: 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R₅: 33 kΩ (orange, orange, orange)
- R₇: 27 kΩ (rouge, violet, orange)
- R₈: 10 Ω (marron, noir, noir)
- P₁: 10 kΩ ajustable horizontal
- C₁: 47 μF/16 V radial
- C₂, C₆: 47 nF
- C₃, C₅: 100 nF
- C₄: 10 μF/10 V radial
- C₇: 220 μF/10 V radial
- CI₁: TL072
- CI₂: LM 386
- D₁: photodiode IR
- Haut-parleur 8 à 50 Ω

**MONTAGES ET COMPOSANTS
MEDELOR
1994
ELECTRONIQUES**

**CATALOGUE DE KITS ET COMPOSANTS
OPPORTUNITES, ROBOTIQUE ET AUTOMATISMES
CONTRE 7 FRANCS EN TIMBRES POSTE.**

**MEDELOR SA
42800 TARTARAS**

Tél : 77 75 80 56

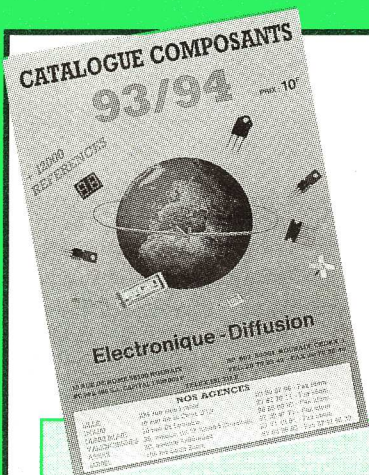
**Professeurs , Enseignants ,
le NOUVEAU CATALOGUE ECOLE *
94 / 95
EST ARRIVÉ !**

**56 PAGES
TOUT EN COULEUR**

*Il est
Gratuit**



*Réservé aux établissements scolaires il sera envoyé gratuitement sur simple demande



**TOUJOURS DISPONIBLE
LE CATALOGUE COMPOSANTS ACTIFS**

+ de 12000 Références - 136 Pages

de C.I Transistors , diodes , triacs , thyristors , opto , etc ... etc....

10 F ttc * Gratuit pour les Professionnels

NOS 8 POINTS DE VENTE

59100 **ROUBAIX** - 15 Rue de Rome
59000 **LILLE** - 234 Rue des Postes
59500 **DOUAI** - 16 Rue de la Croix d'Or
59300 **VALENCIENNES** - 39 Avenue de Saint-Amand
59140 **DUNKERQUE** - 19 Rue du Dr Lemaire
62000 **ARRAS** - 50 Avenue Lobbedez
69008 **LYON** - 45 Rue Maryse Bastié
34400 **LUNEL** - 155 Boulevard Louis Blanc

TEL : **20 70 23 42** - FAX : 20 70 38 46
TEL : **20 30 97 96** - FAX : 20 30 97 96
TEL : **27 87 70 71** - FAX : 27 87 70 71
TEL : **27 30 97 71** - FAX : 27 30 97 71
TEL : **28 66 60 90** - FAX : 28 59 27 63
TEL : **21 71 18 81** - FAX : 21 71 18 81
TEL : **78 76 90 91** - FAX : 78 00 37 99
TEL : **67 83 26 90** - FAX : 67 71 62 33

Electronique - Diffusion

*S'installe
à Paris*

au 43, rue Victor-Hugo
(anciens Ets. Béric)
B.P. 4 - 92240 MALAKOFF
Tél. : (1) 46.57.68.33 - Fax : (1) 46.57.27.40

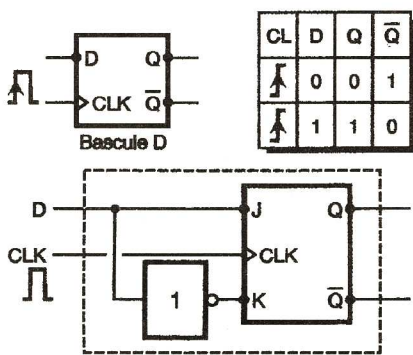
LOGIQUE 12

« C'est un terrible avantage de n'avoir rien fait, mais il ne faut pas en abuser ».

Rivarol (Maximes et pensées)

■ RETOUR SUR LA BASCULE D

Nous avons en effet déjà abordé ce sujet dans G.E. n° 7; cette bascule ne possède qu'une entrée de commande synchrone, appelée D comme Données (ou Datas). Son fonctionnement est fort simple: la

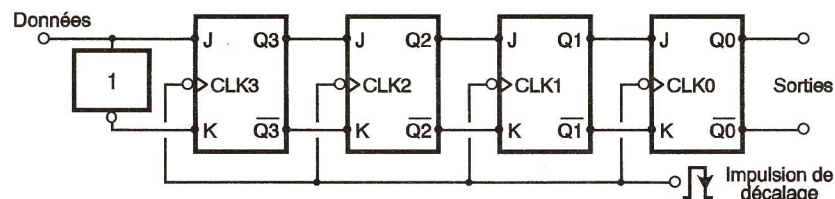


Retour sur la bascule D

Fig 1

sortie Q prend l'état logique présent sur l'entrée D à l'instant même du front montant (ou descendant, selon le circuit choisi) appliqué à la borne Clock (CLK). Il s'agit véritablement d'une mise en mémoire de l'information dans ce type de bas-

culé, qui possède par ailleurs une borne de mise à un (=SET) et une autre de mise à zéro (=RESET), prioritaires toutes deux et agissant sur la sortie Q seule. La sortie Q/ prend à chaque fois l'état inverse. Pour mémoire, le circuit CMOS 4013 contient deux bascules de ce type, déclenchées par le front montant de l'horloge.



Registre à décalage de 4 bits

Fig 2

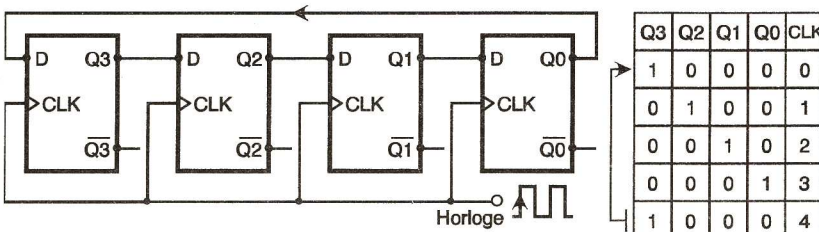
culé, qui possède par ailleurs une borne de mise à un (=SET) et une autre de mise à zéro (=RESET), prioritaires toutes deux et agissant sur la sortie Q seule. La sortie Q/ prend à chaque fois l'état inverse. Pour mémoire, le circuit CMOS 4013 contient deux bascules de ce type, déclenchées par le front montant de l'horloge.

Pour réaliser facilement une bascule de type D, il suffit par exemple de transformer une bascule maître-esclave JK en lui adjoignant un inverseur logique.

■ LE REGISTRE A DECALAGE

La manipulation d'une simple calculatrice nous a déjà fait observer que les chiffres introduits au clavier se déplacent au fur et à mesure de la

Si les sorties des diverses bascules sont disponibles, on peut récupérer les données en parallèle, après un certain nombre d'impulsions de



décalage. Le circuit intégré CMOS 4015 comporte deux registres indépendants à 4 bits, qu'il est aisé d'associer pour disposer de 8 bits. On peut aussi se demander à quoi peuvent bien servir encore les registres de ce type? Un micro-ordinateur traite les données par blocs de 8, 16 ou 32 bits simultanément, c'est-à-dire en parallèle. Les liaisons ou BUS auront le même nombre de fils. Pour transmettre ces valeurs binaires sur

deux fils seulement, on devra les faire transiter par un registre à décalage à entrées parallèles et sortie série. Le fonctionnement inverse est bien entendu possible. Il existe aussi des registres à double sens de décalage, fort intéressants pour le traitement arithmétique des données binaires. Voici un exemple: écrivez l'équivalent binaire du nombre décimal 8 sur une feuille de papier: on trouve bien entendu 1000. En déplaçant 1 vers la droite, on écrit 0100,

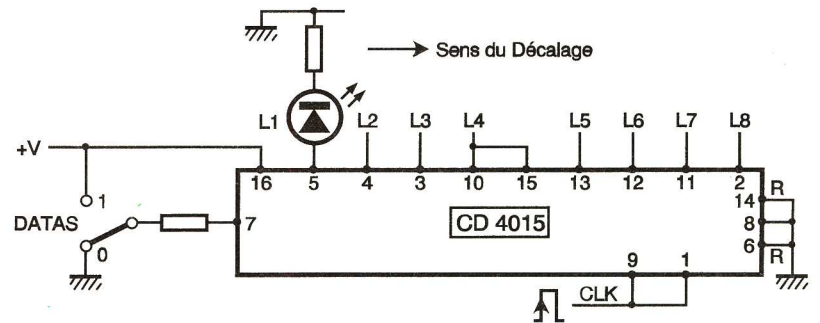


Fig 3 Le CD4015 comporte deux registres indépendants à 4 bits.

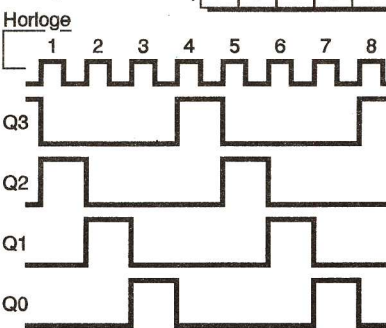
soit 100 en binaire ou 4 en décimal: nous venons d'opérer une division par 2 par un simple glissement à droite. En ayant effectué un glissement à gauche, on récupère la valeur 10000, soit 16 en décimal, qui représente bien une multiplication par 2.

montées en série on peut obtenir un compteur en anneau Modulo-N. On remarquera en passant que le compteur binaire déjà étudié nécessite moins de bascules que ce modèle-ci: avec trois bascules, on obtient déjà 2 puissance 3 = 8 sorties.

ATTENTION, un compteur en anneau de ce type ne fonctionne bien qu'à la condition que l'une des bascules soit à l'état 1 et toutes les autres à l'état 0; Il faut veiller à provoquer ces états logiques, dès la mise sous tension de l'ensemble de comptage, par une impulsion d'initialisation manuelle ou automatique.

■ UN AUTRE COMPTEUR: LE COMPTEUR JOHNSON

Dans ce type de compteur particulier, la sortie complémentée de la dernière bascule est raccordée à l'entrée D de la première. On trouvera en figure 5 un tel compteur Modulo-6, dont les sorties Q₀, Q₁ et Q₃ présentent des états binaires successifs (voir tableau de vérité), mais différents de la progression binaire habituelle.



Compteur cyclique Modulo-4.

Fig 4

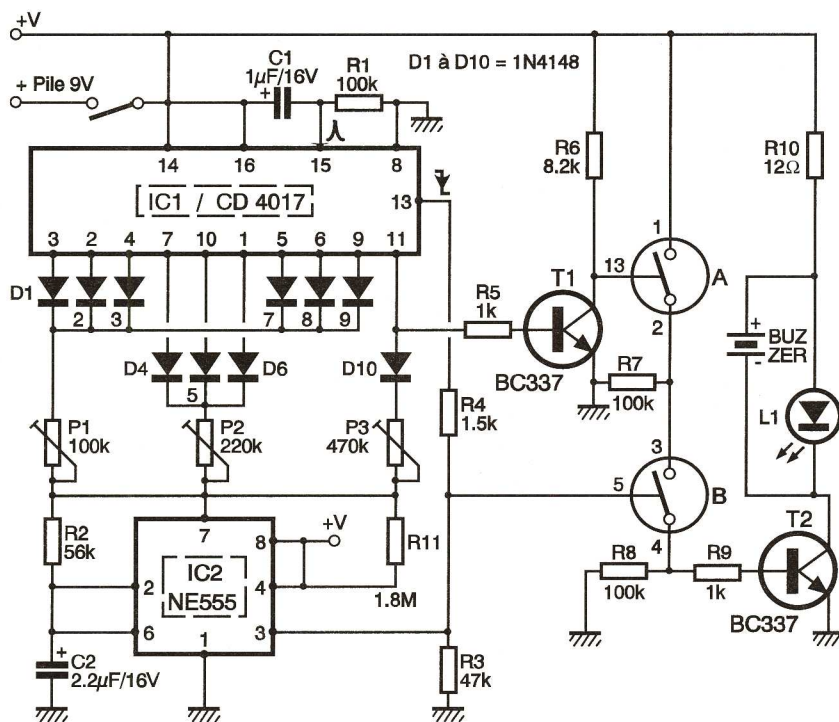
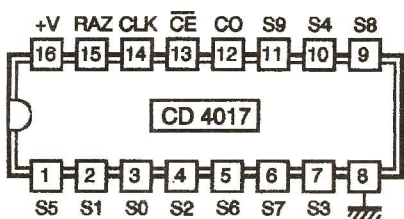


Schéma de principe du générateur de code Morse.

Fig 7

On notera que :

- la forme du signal délivré par chaque bascule est une onde symétrique, dont la fréquence est une réduction de la fréquence d'horloge, dans le rapport du Modulo ;

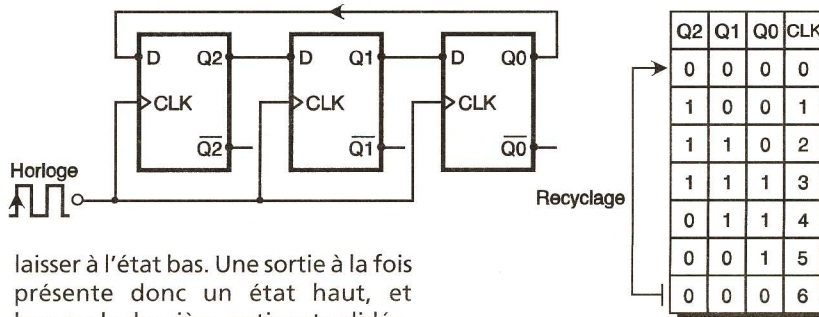


Brochage 4017.

Fig 6

- précisément, le Modulo de ce type de compteur est toujours égal au double du nombre de bascules. Ainsi, avec cinq bascules, on obtient un compteur Johnson Modulo-10.
- le circuit intégré CMOS 4017 contient un tel montage, fort pratique et très utilisé dans bon nombre de montages électroniques ;
- toutefois, si moins de bascules sont nécessaires, il nous faut préciser qu'il est indispensable de procéder à un véritable décodage des sorties. Des portes logiques à deux entrées sont souvent suffisantes.

de remise à zéro est active si elle reçoit une impulsion positive ; pour permettre l'avance régulière de l'une des dix sorties (en fait, son passage à l'état haut), il convient de la



laisser à l'état bas. Une sortie à la fois présente donc un état haut, et lorsque la dernière sortie est validée, il y a recyclage de l'ensemble à la

onzième impulsion d'horloge. Un comptage inférieur à 10 pas est possible en reliant l'entrée de RAZ à la première sortie « inutile ». On peut également associer plusieurs circuits pour atteindre des comptages supérieurs.

CONSTRUIRE UN GENERATEUR DE S.O.S. : HISTORIQUE

Vers 1857, Morse, un peintre paysagiste américain, réalise une simplification de l'alphabet en vue de la transmission de l'information. Il utilise des traits et des points, et son code est encore en service de nos jours ! Quelques règles du code Morse :

- la durée d'un trait est triple de celle d'un point ;
- l'intervalle entre un point et un trait ou entre deux points d'un même signe à la longueur d'un point,

- l'intervalle entre deux lettres, chiffres ou signes à la longueur de trois points ;

En 1906, à la conférence radiotélégraphique de Berlin, on adopta le signal de détresse international, formé par les codes des trois lettres SOS (de l'anglais *Save Our Souls* = sauvez nos âmes). Il consiste en trois points, le S, puis trois traits, le O, puis à nouveau trois points pour le S. Ce signal est émis sans discontinuer, avec un léger silence après les trois lettres.

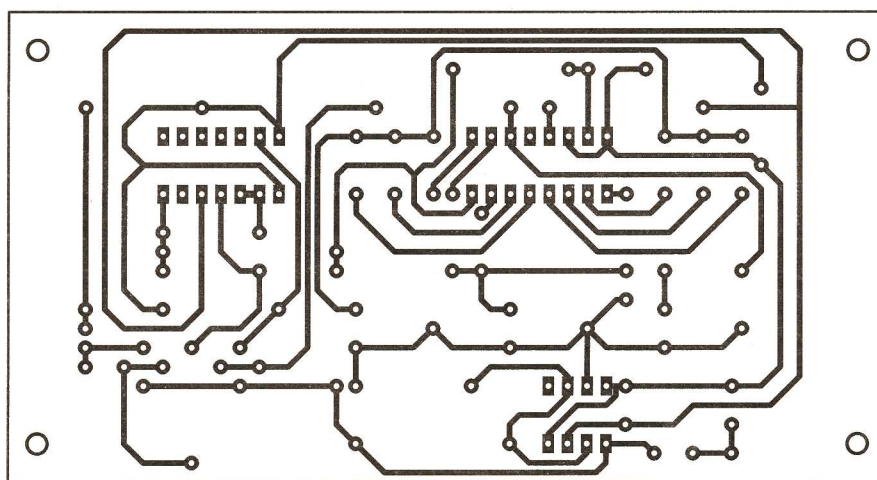
REALISATION

A l'aide d'un compteur Johnson à 10 pas, nous allons générer un tel signal, puisque 10 pas exactement sont nécessaires pour ce faire. Le schéma de principe est donné à la figure 7.

A la mise sous tension du montage, le condensateur C₁ se comporte comme un court-circuit et applique un très signal positif sur la borne 15 de remise à zéro. Le circuit IC₁, notre compteur 4017, met à 1 sa première sortie (broche 3). On trouve une diode de blocage D₁ qui transmet ce niveau haut à travers l'ajustable P₁ vers l'oscillateur astable IC₂, le classique circuit intégré NE555. Le front descendant du signal produit sur la broche 3 de IC₂ est utilisé ici pour actionner l'entrée horloge 13 du compteur. Cette entrée sert habituellement de validation, mais nous pouvons l'utiliser également en reliant la borne 14 au pôle positif.

Compteur Johnson Modulo-6.

Fig 5

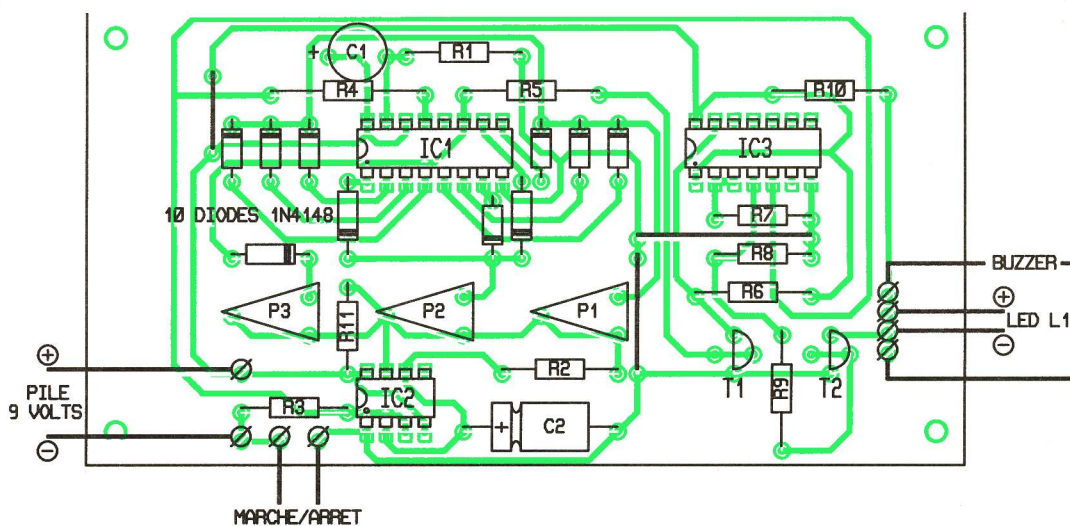


Tracé du circuit imprimé à l'échelle.

Fig 8

LE CELEBRE CIRCUIT 4017

Il est commercialisé par bon nombre de fabricants. Il comporte bien entendu les bascules nécessaires et les portes de décodage des dix sorties qu'il propose : on l'appelle d'ailleurs parfois le compteur décimal. Il est très simple d'emploi : s'alimentant en technologie CMOS entre 3 et 15 V entre les bornes 8 et 16, il avance au rythme des fronts montants appliqués sur son entrée horloge (broche 14), à la condition que sa broche de validation 13 reste soumise à un état bas. La broche 15



Implantation des éléments.

Fig 9

L'ajustable P₁ détermine la fréquence exacte des trois premiers points, à partir des trois premières sorties 3, 2 et 4 du compteur. Les trois suivantes doivent produire des traits, donc une fréquence trois fois plus basse, tâche confiée à l'ajustable P₂ à travers les diodes D₄, D₅ et D₆. Puis le circuit génère à nouveau trois impulsions courtes, correspondant au dernier S. La dernière sortie du compteur décimal (broche 11) sera utilisée pour le silence entre deux SOS. Les interrupteurs logiques A et B forment une porte AND car ils sont montés en série. Le signal issu

du générateur astable ne pourra parvenir à l'étage de sortie si la borne 11 est validée, en raison de l'inversion apportée par le transistor T₁. La durée du silence dépend entièrement du réglage de l'ajustable P₃, associé il est vrai à l'unique condensateur C₂. Le transistor T₂ est chargé, quant à lui, d'illuminer une simple diode électroluminescente, aux bornes de laquelle il est possible de raccorder un petit buzzer pour entendre le signal de détresse tant convoité.

Une simple pile de 9V suffit à cette maquette.

NOMENCLATURE

IC₁ : compteur décimal CMOS 4017
 IC₂ : oscillateur NE555
 IC₃ : quadruple inter analogique CMOS 4016 ou 4066
 D₁ à D₁₀ : diodes commutation 1N4148
 T₁, T₂ : transistor NPN BC337 ou équivalent
 Diode électroluminescente haute luminosité
 R₁, R₇, R₈ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
 R₂ : 56 kΩ (vert, bleu, orange)
 R₃ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
 R₄ : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
 R₅, R₉ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
 R₆ : 8,2 kΩ (gris, rouge,

rouge)
 R₁₀ : 12 Ω (marron, rouge, noir)
 R₁₁ : 1,8 MΩ (marron, gris, vert)
 P₁ : ajustable horizontal 100 kΩ (points)
 P₂ : horizontal 220 kΩ (traits)
 P₃ : ajustable horizontal 470 kΩ (silence)
 C₁ : condensateur tantale ou vertical 1 μF/16 V
 C₂ : condensateur chimique horizontal 2,2 μF/16 V
 Support à souder 16 broches
 Support à souder 14 broches
 Support à souder 8 broches
 Picots à souder
 Inter ou poussoir de mise en marche
 Eventuellement buzzer 6 V

Composants TERAL

FOURNISSEUR DE L'ENSEIGNEMENT DEPUIS 1950 !

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



Toute la gamme de fer à souder JBC

LES NEWS DU MOIS

- Lot de 10 cordons croco-test 23 F
- Pompe à désouder métal 25 F
- Compresseur 12V : gonfler 198 F 140 F
- Mini-testeur 25 F
- Pochette 8 tournevis isolés 1000V 60 F
- Pochette 4 pinces Brucelles 51 F
- Pochette 4 pinces électroniques isolées plier/couper 60 F
- Multitesteur digital 3,5 digit LCD, AC/DC etc. 99 F
- Multitesteur digital 20A - AC/DC - HFE - etc. 195 F

26

RUE TRAVERSIERE

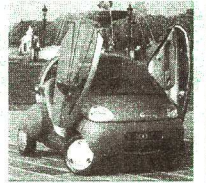
PARIS 12^e - MÉTRO : GARE DE LYON
 TEL. : 43.07.87.74 + FAX : 43.07.60.32
 HEURES D'OUVERTURE : le lundi de 13 h 30 à 19 h
 du mardi au samedi SANS INTERRUPTION de 9 h 30 à 19 h

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

PROMO ! Pochette de 1000 résistances 1/2 W panachées 4,85 F

SEMAINE DINGUE du 14 au 19 Novembre !

Journées Portes ouvertes Spéciales Kits HP. Équipement Sono pour voiture et Home-Theater



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

Generation ELECTRONIQUE

PROJETS, INITIATION, ENSEIGNEMENT

Sommaires des anciens numéros disponibles !

12^F
le numéro

frais de port gratuit !

GENERATION ELECTRONIQUE N° 1 - 2 - 3 - 4 EPUISES

Cochez les cases désirées (expédition en franco de port)

☐ GENERATION ELECTRONIQUE N° 5 janvier 1994

Au sommaire : Petite histoire des technologies : l'informatique - Système d'alarme - Technologie : les relais - Qu'est-ce que c'est ? Les périphériques - Les deux électroniques - Logique 5 - Base de temps à quartz - Générateur de signaux - Emetteur/récepteur IR - Le coin de la mesure : l'oscilloscope - Additionneur analogique et logique - Programmons nos calculatrices - Diapason - J'expérimente : l'électrophore de VOLTA - Métromètre - Algorithme et électronique.

☐ GENERATION ELECTRONIQUE N° 6 février 1994

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

☐ GENERATION ELECTRONIQUE N° 7 mars 1994

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

☐ GENERATION ELECTRONIQUE N° 8 avril 1994

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

☐ GENERATION ELECTRONIQUE N° 9 mai 1994

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

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

Au sommaire : Petite histoire des technologies : l'informatique - J'expérimente : le paratonnerre - Un chenillard bicolore - Jouez avec votre calculatrice - Qu'est-ce que c'est ? La souris - Technologie : les condensateurs au tantale - Un arbitre électronique - Comment calculer ses montages ? Applications des bobines - Logique 10 - Les codes à barres - Un capacimètre - Le coin de la mesure : générateurs de tension et de courant - Adaptation fréquence-mètre - Testeur de diode Zener - Un indicateur de chiffrage téléphonique - Un minuteur digital.

☐ GENERATION ELECTRONIQUE N° 11 septembre 1994

Au sommaire : Petite histoire de l'atome - J'expérimente : l'électricité statique - Le lecteur CD-ROM - Un détecteur de métaux - Le coin de la mesure : les AOP - Un chiffreur téléphonique - Technologie : les haut-parleurs - Comment calculer ses montages - Logique 11 - Les calculatrices - Adaptateur milli-ohmmètre - Détecteur d'électricité statique, etc.

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

BON DE COMMANDE

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

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

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

Veillez me faire parvenir les n° suivants x 12 F
 quantité x = somme totale

Nom Prénom

Adresse

..... Ville

..... Signature :

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

Soyez branchés !

CONNECTEZ-VOUS sur ELECTRONIQUE PRATIQUE de Novembre (n° 186) toutes les rubriques habituelles + DOSSIER "CONNECTIQUE"

AU SOMMAIRE DE CE DOSSIER :

❖ connecteurs et adaptateurs audio, vidéo, informatique, radio/TV et accessoires (jacks, bananes, RCA, DIN, MINI-DIN, BNC, Type "N", Type "F", SMB/SMC, UHF, XLR, Multicontacts, d'alimentations, HF, Coaxiaux, Péritels, Sub-D, Centronics, IDC, etc.)

En vente chez tous les marchands de journaux
 PARUTION le 21 octobre 1994 - 24 F

ELECTRONIQUE PRATIQUE



LES CALCULATRICES

Calculatrices : A vos TI graphiques !

La sélection de programmes que nous vous proposons vous permettra d'exploiter encore mieux les capacités de votre calculatrice graphique Texas Instruments TI-81, TI-82 ou TI-85. Ces programmes seront une aide réelle pour les lycéens des sections scientifiques ou techniques.



TI-81 : tracer la fonction dérivée

```
:Disp "X MIN"
:Input A
:Disp "X MAX"
:Input B
:(B-A)/96→G
:0,000001→N
:Lbl 0
:A→X
:Prgm 0
:Y→Z
:A+N→X
:Prgm 0
:Y→R
:(R-Z)/N→P
:PtChg(A,P)
:A+G→A
:If A≤B
:Goto 0
:End
```

Soit une fonction cartésienne qui à x associe f(x). Ce programme représente f'(x). Commencez par saisir les abscisses des extrémités de l'écran, au besoin, allez consulter leurs valeurs dans le menu RNG accessible par [VARS]. La fonction f sera préalablement placée dans le programme Prgm 0 sous la forme f(x)→Y. Ainsi, si f est telle que f(x)=sin x, Prgm 0 contient :

```
:sin X → Y
```

Si nécessaire, ce programme pourra facilement être adapté aux TI-82, TI-85 et aux calculatrices graphiques de Casio.

TI-81 : Rechercher les extrema

```
:Disp "X MINI"
:Input A
:Disp "X MAXI"
:Input B
:Disp "NB INTERV."
:Input C
:(B-A)/C→D
:A→X
:Prgm 0
:Y→E
:Y→F
:Lbl 0
:A→X
:Prgm 0
:If Y<E
:Y→E
:If Y>F
:Y→F
:A+D→A
:If A≤B
:Goto 0
:Disp "MINIMUM"
:Disp E
:Disp "MAXIMUM"
```

```
:Disp F
:End
```

Soit une fonction cartésienne qui à x associe f(x). Ce programme calcule le minimum et le maximum de la fonction sur un intervalle déterminé. La fonction f sera placée dans le programme Prgm 0 comme nous l'avons déjà fait pour le programme précédent.

Saisissez la borne inférieure de l'intervalle puis sa borne supérieure. Introduisez ensuite le nombre de sous-intervalles de calcul. Plus ce nombre sera important, plus les résultats seront précis.

Si nécessaire, ce programme pourra facilement être adapté aux autres calculatrices graphiques (Texas Instruments, Casio, etc.).

TI-82 : symétrie centrale

```
:Disp "SYMETRIE"
:Disp "DE CENTRE"
:Prompt A
:Prompt B
:Disp "POINT"
:Prompt X
:Prompt Y
:-X+2*A→C
:-Y+2*B→D
:Disp "IMAGE"
:Disp "X1"
:Disp C
:Disp "Y1"
:Disp D
```

Ce programme calcule les coordonnées (x1,y1) de l'image d'un point de coordonnées (x,y) par une symétrie centrale dont le centre est de coordonnées (a,b).

TI-82 : rotation

```
:Disp "ROTATION"
:Prompt θ
:Prompt A
:Prompt B
:Disp "POINT"
:Prompt X
:Prompt Y
:(X-A)*cos θ-(Y-B)*sin θ
+A→C
:(X-A)*sin θ+(Y-B)*cos θ
+B→D
:Disp "IMAGE"
:Disp "X1"
:Disp C
:Disp "Y1"
:Disp D
```

Ce programme calcule les coordonnées (x1,y1) de l'image d'un point de

coordonnées (x,y) par une rotation d'angle θ (attention au mode courant de mesure d'angle) dont le centre est de coordonnées (a,b). Appuyez sur [MODE] pour modifier l'unité de mesure d'angle.

TI-85 : tracer une section conique

```
:ClLcd
:Pol
:Degree
:DrawLine
:FnoFF
:0→θMin
:360→θMax
:360/50→θStep
:(- )5→XMin
:5→XMax
:1→XSc1
:(- )3→YMin
:3→YMax
:3→YSc1
:G=D cos θ + E sin θ
:H=A(cos θ)²+B cos θ sin θ
+C(sin θ)²
:r1=(√(G²/H²-4F/H)-G/H)/2
:Prompt A,B,C,D,E,F
:DispG
:Pause
:Radian
:Func
:FnoFF
:ClLcd
:Return
```

Une section conique a pour équation $Ax^2+Bxy+Cy^2+Dx+Ey+F=0$.

Il vous suffit de saisir les six coefficients A, B, C, D, E et F. Ce programme ne trace que les "vraies" coniques telles que l'ellipse, l'hyperbole et la parabole. Les coniques dégénérées ne sont pas traitées.

TI-82 : tracer une section conique

```
:2→K
:Func
:Degree
:FnoFF
:PlotsOff
:Prompt A,B,C,D,E,F
:ClrDraw
:0→θ
```

```
:Lbl 1
:sin θ →S
:cos θ →T
:DT+ES→G
:AT²+BTS+CS²→H
:If H=0
:Goto 9
:(√|I-G/H|)/2→R
:Goto 3
:Lbl 2
:If G=0
:Goto 9
:(- )F/G→R
:Lbl 3
:P>Rx(R,θ)→X
:P>Ry(R,θ)→Y
:Pt-Chg(X,Y)
:Lbl 9
:θ+K→θ
:If θ<360
:Goto 1
:Return
:End
```

Ce programme fonctionne selon le même principe que le précédent.

TI-82 : produit scalaire

```
:Disp "VECTEUR 1"
:Disp "(A,B,C)"
:Prompt A
:Prompt B
:Prompt C
:Disp "VECTEUR 2"
:Disp "(D,E,F)"
:Prompt D
:Prompt E
:Prompt F
:A*D+B*E+C*F→G
:Disp "PRODUIT SC."
:Disp G
```

Ce programme calcule le produit scalaire (c'est un réel) de deux vecteurs de coordonnées (A,B,C) et (D,E,F). Si ces vecteurs sont des vecteurs du plan, saisissez C et F nuls.

TI-82 : produit vectoriel

```
:Disp "VECTEUR 1"
:Disp "(A,B,C)"
:Prompt A
:Prompt B
:Prompt C
:Disp "VECTEUR 2"
:Disp "(D,E,F)"
:Prompt D
:Prompt E
:Prompt F
:BF-CE→X
```



```

:-AF+CD→Y
:AE-BD→Z
:Disp "PRODUIT VEC."
:Disp "X"
:Dis p X
:Disp "Y"
:Disp Y
:Disp "Z"
:Disp Z

```

Ce programme calcule le produit vectoriel de deux vecteurs de coordonnées (A,B,C) et (D,E,F). Si ces vecteurs sont des vecteurs du plan, saisissez C et F nuls. Le résultat est un vecteur de coordonnées (X,Y,Z).

TI-82 : symétrie axiale et projection orthogonale

```

:Disp "POINT"
:Disp "(X,Y)"
:Prompt X
:Prompt Y
:Disp "DROITE"
:Disp "Y=A.X+B"
:Prompt A
:Prompt B
:(A*Y-A*B+X)/(A^2+1)→C
:(A^2*Y+A*X+B)/(A^2+1)→D
:2*C-X→E
:2*D-Y→F
:Disp "SYMETRIQUE"
:Disp "X1"
:Disp C
:Disp "Y1"
:Disp D
:Pause
:Disp "PROJETE ORTHO."

```

```

:Disp "X2"
:Disp E
:Disp "Y2"
:Disp F

```

Soient une droite D et un point P(X,Y) du plan, ce programme calcule :

- les coordonnées du projeté orthogonal du point sur la droite,
- les coordonnées de l'image du point par la symétrie d'axe D.

La droite D a pour équation $Y=AX+B$ alors que le point P est de coordonnées (X,Y). Vous devrez saisir A, B, X et Y. Appuyez sur [ENTER] pour passer de l'affichage des coordonnées du symétrique à celles du projeté orthogonal.

TI-85 : deux méthodes pour une intégrale

```

:ClrLCD
:Input "a=",A
:Input "b=",B
:Input "n=",N
:(B-A)/N→H
:A→X
:Y1→R
:Ans→C
:For (I,2,N)
:X+H→X
:Y1+R→R
:End
:B→X
:R+Y1-C→T1
:Disp "INTEG. (RECT.)",R*H
:H*(R+T1)/2→W
:Disp "INTEG. (TRAP.)"
:Disp W
:Return

```

La TI-85 dispose d'une fonction intégrée pour le calcul d'une intégrale. Cette fonction utilise la méthode dite "des rectangles" puisqu'elle consiste en une somme de surfaces de rectangles.

Une autre méthode de calcul d'une intégrale consiste en une somme de surfaces de trapèzes.

Ces deux méthodes donnent des résultats sensiblement différents (la méthode des trapèzes est souvent plus précise). La fonction dont l'intégrale est calculée est à placer en mémoire de fonction Y1 avant l'exécution du programme.

Saisissez d'abord la borne inférieure de l'intervalle [a,b] sur lequel on calcule l'intégrale puis sa borne supérieure. Introduisez ensuite le nombre n de subdivisions de cet intervalle (100 subdivisions semble être un compromis intéressant).

Le programme renvoie d'abord le résultat par la méthode des rectangles puis par la méthode des trapèzes.

TI-85 : diagramme "camembert"

```

:ClrDrw
:Degree
:Func
:-17→Xmin
:17→Xmax
:1→Xscl
:-11→Ymin
:9→Ymax
:1→Yscl
:Input "EFFECTIF TOTAL",T
:0→F
:Clrcl(0,0,8)

```

```

:Lbl 0
:Input "EFFECTIF CLASSE",E
:F+E→F
:F*360/T→D
:E*360/T→C
:Disp "ANGLE CLASSE",C
:Disp "TOTAL ANGLES",D
:Disp "EFFECTIFS CUMULES",F
:8cos D→X
:8sin D→Y
:Line(0,0,X,Y
:If D<360
:Then
:Goto 0
:End
:If D>360
:Then
:Disp "TOTAL ANGLES"
:Disp "TROP GRAND"
:End
:If D==360
:Disp G

```

Utile en statistiques, ce programme permet de représenter graphiquement les classes d'un effectifs à l'aide d'un disque découpé en segment (c'est alors d'un "camembert" qu'il s'agit). Introduisez l'effectif total puis les effectifs de chaque classe.

A chaque saisie de l'effectif d'une classe, l'angle correspondant au segment de représentation de la classe, la somme de ces angles et la somme des effectifs des classes sont affichés. Certains de ces programmes sont tirés du livre "TI-82/85 pour le bac" par L. Fieux et H. Lemberg (Dunod).

Donnez-nous votre avis concernant cette rubrique grâce à la boîte aux lettres G.E. sur le service télématique 3615 CALCULATOR qui propose par ailleurs plus de 12000 écrans pour toutes les calculatrices graphiques.

Loïc Fieux.

RENTRÉE DES CLASSES

Assurez-vous une année de totale réussite avec votre calculatrice graphique Texas Instruments et ces cours d'entraînement intensif :

3 LIVRES INDISPENSABLES POUR UNE ANNÉE EXEMPLAIRE :

Voici les outils les plus performants pour développer et optimiser vos calculatrices graphiques TI-81, TI-82 et TI-85. Ces ouvrages ont été réalisés en collaboration avec des professeurs spécialistes des matières traitées de la seconde à l'université.

Bonne rentrée à tous.

Pour plus d'informations sur tous les livres **Texas Instruments**, renvoyez ce coupon à :
TEXAS INSTRUMENTS, Librairie Technique
 BP 5 - 06271 Villeneuve Loubet Cedex.

Nom _____

Prénom _____

Adresse _____

Code Postal _____

Ville _____

Duocom - Rentrée des classes 94 - GÉNÉRATION ÉLECTRONIQUE

LES AMPLIFICATEURS OPERATIONNELS

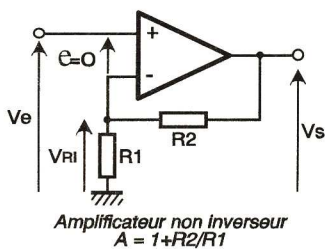
(2^e PARTIE)

MONTAGES FONDAMENTAUX EN REGIME LINEAIRE

La première partie de cet article nous a permis de définir la notion d'AOP parfait. Dans cette seconde partie, nous allons utiliser cette notion et les simplifications qui en découlent pour étudier théoriquement quelques montages fondamentaux. Nous en profiterons pour vérifier expérimentalement que les résultats théoriques sont bien en accord avec la pratique.

I - MONTAGES AMPLIFICATEURS FONDAMENTAUX

La présence de deux entrées permet d'envisager deux structures d'amplificateur suivant que les signaux seront appliqués sur l'entrée « e⁺ » ou sur l'entrée « e⁻ ». Les montages typiques sont représentés à la figure 1. Dans ces deux montages, nous utilisons des résistances dont l'une au moins relie la sortie de l'AOP à son entrée inverseuse « e⁻ ». On dit dans ce cas que l'on effectue une réaction négative (ou encore une contre-réaction). Sans cette contre-réaction, la tension différentielle d'entrée ε pourrait prendre des valeurs qui entraîneraient la sortie vers la saturation. On déduit de cette remarque que l'un des moyens simples permettant de savoir si un AOP fonctionne ou non en régime linéaire consiste à vérifier s'il y a bien réaction (par un composant ou un simple fil) de la sortie vers l'entrée inverseuse.



Amplificateur non-inverseur
 $A = 1 + R_2/R_1$ Fig 1 a

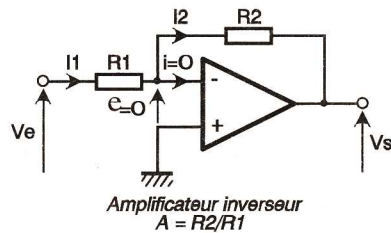
A - Amplificateur non inverseur

1) Calcul de l'amplification

On se souvient que pour un AOP parfait, la tension différentielle ε est nulle ($A_d = \infty$); en conséquence, on retrouve la tension V_e aux bornes de R_1 . Comme aucun courant n'est dérivé par l'entrée « e⁻ » de l'AOP (résistances d'entrée infinies), nous pouvons appliquer la loi des diviseurs de tension pour exprimer d'une autre façon la tension V_{R1} , ce qui donne $V_{R1} = V_s R_1 / (R_1 + R_2) = V_e$. Nous en déduisons que le rapport $A = V_s / V_e$ vaut: $A = (R_1 + R_2) / R_1 = 1 + R_2 / R_1$.

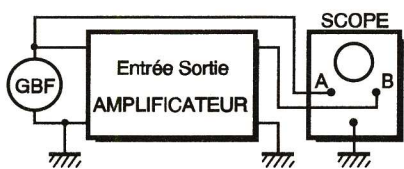
2) Remarques

Pour réaliser un amplificateur par 100, il faut choisir $R_2 = 99 R_1$. Dans la pratique, sauf pour les circuits de

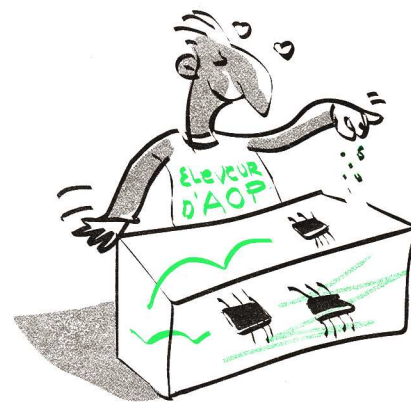


Amplificateur inverseur $A = R_2/R_1$ Fig 1 b

mesuré pour lesquels la précision est capitale, on prend $R_2 = 100 R_1$ (par exemple, $R_1 = 1\,000\ \Omega$ et $R_2 = 100\ \text{k}\Omega$), soit $A = 101$ au lieu de 100, ce qui, pour un amplificateur, est absolument sans conséquence. Compte tenu de la précision relative des composants, il est même possible que cette modification corresponde exactement à $A = 100$, aussi retiendrons-nous la simplification envisagée chaque fois que cela n'aura pas de conséquences néfastes sur les performances du montage réalisé. Le résultat $A = 1 + R_2/R_1$ est positif, ce qui signifie que les signaux V_s et V_e sont en phase. Cette affirmation peut être vérifiée expérimentalement si l'on dispose d'un scope et d'un GBF. La figure 2, dans laquelle nous avons schématisé l'amplificateur réalisé par un bloc rectangulaire d'entrée V_e et de sortie V_s , indique comment procéder. Le GBF délivre un signal sinusoïdal d'amplitude 50 mV de fréquence 1 kHz. Le montage amplificateur est alimenté par une tension symétrique de $\pm 15\ \text{V}$ et nous avons pris $R_1 = 1\ \text{k}\Omega$, $R_2 = 100\ \text{k}\Omega$, l'AOP est un TL081. On connecte les deux voies du scope sur l'entrée et la sortie de l'amplificateur. La figure 3a montre que pour $F = 1\ \text{kHz}$, les tensions V_s et V_e sont bien en phase. Si l'on augmente la fréquence jusqu'à 20 kHz on va s'apercevoir que la tension V_s prend du retard sur V_e (fig. 3b). Ce phénomène est dû à la bande passante du montage qui, pour $A = 100$, vaut environ 15 kHz (produit AB = 1,5 MHz pour notre AOP). On se souviendra de ce phénomène et on retiendra que pour que les signaux d'entrée et de sortie soient



Principe de mesure Fig 2

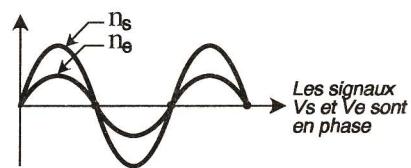


en phase, il faut que la fréquence des signaux ne dépasse pas le dixième de la bande passante de l'amplificateur.

Les curieux pourront observer avec le scope la tension sur l'entrée inverseuse de l'AOP (patte 2) et ils s'apercevront que celle-ci est bien identique à V_e , ce qui prouve que ε est bien nulle, ou tout au moins négligeable.

3) Variante : l'amplificateur suiveur (fig. 4)

On obtient un tel amplificateur lorsque $R_1 = \infty$ (pas de résistance) et $R_2 = 0$ (un simple fil), ce qui donne $A = 1$. Ce montage, qui n'amplifie absolument pas, sert d'adaptateur



Les signaux V_s et V_e sont en phase. Fig 3 a

d'impédance (abaisseur d'impédance). On l'utilise chaque fois que la charge d'un montage risque de réduire la tension délivrée par celui-ci.

B - Amplificateur inverseur (fig.1b)

1) Calcul

L'entrée non inverseuse étant réunie à la masse du montage et la tension ε négligée, on peut considérer que la tension d'entrée V_e se retrouve aux bornes de R_1 et que le courant I_1 vaut par conséquent $I_1 = V_e / R_1$. L'AOP étant parfait, aucun courant n'entre par l'entrée inverseuse et le courant I_1 se retrouve intégralement dans R_2 , soit $I_2 = I_1$. La tension aux bornes de R_2 est égale à V_s puisque $\varepsilon = 0$ et l'application de la loi d'Ohm nous donne $V_s = -R_2 I_1 = -R_2 V_e / R_1$, relation qui conduit à $A = V_s / V_e = -R_2 / R_1$.

2) Remarques

L'amplification de l'étage est cette fois négative. Dans la bande passante, les signaux d'entrée et de sortie seront en opposition de phase (fig. 3c).

Comme pour le montage précédent, l'amplification de l'étage ne dépend que des composants externes R_1 et R_2 , ce qui fait que l'on peut remplacer un AOP par un autre (de même référence) sans que cela ne change les caractéristiques du montage, ce qui est très intéressant par rapport

à des montages amplificateurs à transistors pour lesquels il faut souvent s'occuper de la valeur du β du transistor remplaçant si l'on veut retrouver les mêmes performances.

C - Amplificateur de différence

Nous pourrions aussi dire amplificateur différentiel mais il y aurait risque de confusion avec la structure à deux transistors qui entre dans la réalisation même des AOP.

Le schéma d'un tel amplificateur est représenté à la figure 5. L'expression de V_s en fonction des signaux V_1 et V_2 se détermine de façon suivante. La tension présente sur l'entrée non inverseuse « e⁺ » se calcule en appliquant la loi des diviseurs de tension puisqu'aucun courant n'est délivré par le diviseur résistif R_1, R_2 . Donc $e^+ = V_1 \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$.

Pour l'entrée e⁻, il faut appliquer le théorème de superposition, ce qui conduit à :

$e^- = V_2 \cdot R_4 / (R_3 + R_4) + V_s \cdot R_3 / (R_3 + R_4)$. L'AOP étant parfait, $\varepsilon = 0$ et $e^+ = e^-$, relation dont nous tirons :

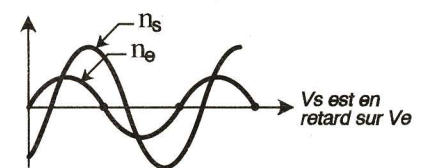
$$V_s = \frac{R_3 + R_4}{R_3} \left(V_1 \frac{R_2}{R_1 + R_2} - V_2 \frac{R_4}{R_3 + R_4} \right)$$

(exp a)

Dans le cas général, c'est-à-dire pour des résistances de valeurs quelconques, cette relation ne présente pas un grand intérêt. En revanche, si nous nous arrangeons pour que $R_1 + R_2 = R_3 + R_4$, celle-ci se simplifie et devient $V_s = V_1 \cdot R_2 / R_3 - V_2 \cdot R_4 / R_3$ (exp b).

On peut encore simplifier cette expression si $R_2 = R_4$ car, dans ce cas, $V_s = R_2 / R_3 (V_1 - V_2)$ (exp c), qui montre que la tension de sortie V_s est proportionnelle à la différence des tensions V_1 et V_2 amplifiée par le coefficient R_2 / R_3 .

On obtient une dernière simplification lorsque $R_2 = R_3 = R_1 = R_4$, qui

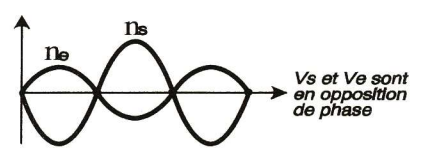


V_s est en retard sur V_e . Fig 3 b

conduit à $V_s = (V_1 - V_2)$ et qui montre de toute évidence que la sortie V_s est égale à la différence des tensions d'entrée.

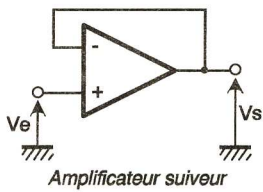
On pourra adopter, suivant les besoins, l'une ou l'autre des configurations que nous avons passées en revue.

Ce montage permet par exemple de supprimer la composante continue



V_s et V_e sont en opposition de phase. Fig 3 c

d'un signal dont on s'intéresse uniquement à la composante variable sans toutefois limiter sa bande passante vers les basses fréquences, ce qu'un condensateur ne permettrait pas de réaliser.



Amplificateur suiveur. **Fig 4**

D - Additionneur

Le schéma de la figure 6 donne une solution permettant de réaliser l'addition de deux signaux V_1 et V_2 . Comme pour les montages précédents, il faut calculer les tensions sur chaque entrée de l'AOP et écrire que celles-ci sont égales.

$$e^+ = V_1 \cdot V_2 / (R_1 + R_2) + V_2 \cdot R_1 / (R_1 + R_2)$$

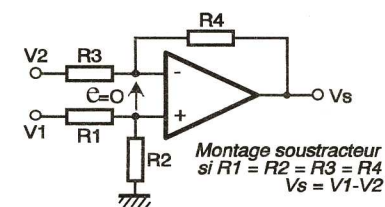
$$e^- = V_s \cdot R_3 / (R_3 + R_4)$$

qui donnent $V_s = (R_3 + R_4) / R_3 \cdot [V_1 \cdot R_2 / (R_1 + R_2) + V_2 \cdot R_1 / (R_1 + R_2)]$. La fonction additionneur simple est obtenue lorsque les quatre résistances ont la même valeur R car alors $V_s = V_1 + V_2$.

On pourrait augmenter le nombre d'entrées en ajoutant des ensembles V_n, R_n , mais les calculs permettant d'obtenir l'expression de V_s se compliquent passablement, sauf dans des cas extrêmement simples. Nous préférons dans ce cas faire appel au montage suivant.

E - Additionneur inverseur

Le schéma de celui-ci est donné à la figure 7. Nous avons représenté trois entrées, mais nous aurions pu en prendre un nombre quelconque. L'expression de V_s s'obtient facilement en remarquant que le courant



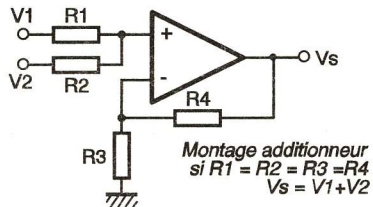
Montage soustracteur. **Fig 5**

I_r est la somme des courants I_1, I_2, I_3 , soit $I_r = I_1 + I_2 + I_3$. Or ces courants sont respectivement égaux aux tensions d'entrée divisées par les résistances respectives puisque la tension différentielle d'entrée ϵ est nulle, soit $I_1 = V_1 / R_1, I_2 = V_2 / R_2$, etc. Comme $I_r = -V_s / r$, il vient $V_s = -(V_1 \cdot r / R_1 + V_2 \cdot r / R_2 + V_3 \cdot r / R_3)$.

Si toutes les résistances du montage sont égales, $V_s = -(V_1 + V_2 + V_3)$. Nous avons là un moyen simple de réaliser un additionneur, éventuellement coefficienté par chaque entrée. Si le changement de signe est gênant, il suffit d'ajouter un étage inverseur à la sortie de l'additionneur.

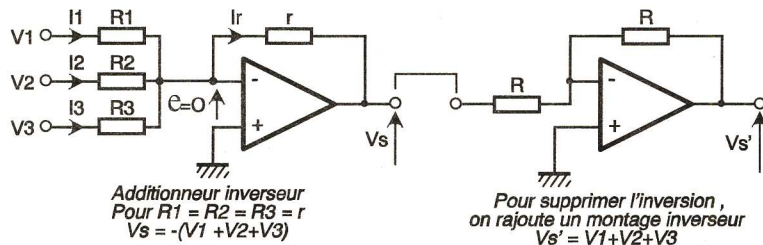
Ce montage peut servir, comme le précédent d'ailleurs, à superposer une composante continue à un signal sinusoïdal afin d'obtenir un point de polarisation donné.

Les montages que nous venons d'étudier fonctionnent aussi bien avec des signaux continus qu'avec



Montage additionneur. **Fig 6**

des signaux variables, comme des sinusoïdes, des carrés, etc. Chacun d'entre eux constitue un élément que l'on peut associer aux autres comme un mecano.



Additionneur/inverseur. **Fig 7**

Les applications des AOP ne se limitent pas à ces quelques montages. Ceux que nous allons étudier maintenant vont avoir un effet sur la forme des signaux qui leur seront appliqués, car leur action ne sera pas la même suivant leur fréquence. On dit dans ce cas que les montages agissent sur le spectre des signaux.

II - MONTAGES INTEGRATEUR ET DERIVATEUR

A - Montage intégrateur

Ce montage, dont la figure 8 donne le schéma, délivre sur sa sortie un signal qui est la primitive du signal présent sur son entrée. Il peut par conséquent être utilisé pour générer un signal triangulaire à partir d'un signal carré.

Comme pour les montages précédents, on obtient l'expression de v_s en écrivant que le courant « i » qui traverse la résistance R et le condensateur C sont égaux, soit $i = V_e / R$ et $i = -C dv_s / dt$, dont on tire $dv_s / dt = -V_e / RC$, soit $V_s = -1 / RC \int V_e dt$.

Nous ne nous attarderons pas sur cette relation, mais en faisant appel aux souvenirs du cours de mathématiques, nous savons que la primitive d'une constante (a) est une rampe (at), ce qui explique que le signal de sortie du montage soit formé de segments obliques lorsque le signal d'entrée est constant (horizontal). On remarque par ailleurs que lorsque l'entrée est à l'état haut, le signal de sortie diminue. Cela est dû à la présence du signe « - » dans la relation entre V_s et V_e .

Si l'on réalise le montage comme le suggère la figure 8 on a toutes les chances qu'il ne fonctionne pas correctement en raison de la tension d'offset de l'AOP qui risque d'entraîner la sortie en saturation. On peut remédier à cela en mettant en parallèle sur C une résistance R_p de forte valeur (100 k Ω par exemple).

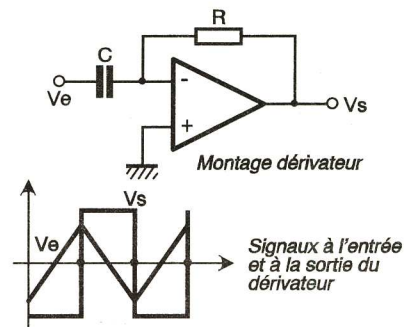
Vous pourrez essayer ce montage en lui appliquant des signaux carrés de fréquence 1 000 Hz, d'amplitude

± 2 V en prenant $R = 10$ k Ω , $C = 100$ nF et $R_p = 100$ k Ω .

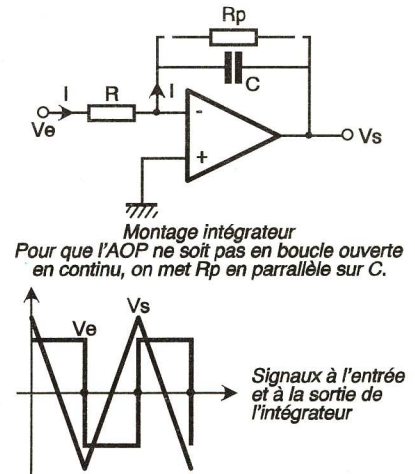
B - Montage dérivateur (fig. 9)

On passe du montage intégrateur au montage dérivateur en intervenant simplement les éléments R et C . La présence de R_p ne se justifie plus dans ce cas. La relation entre V_s et V_e est $V_s = -RC dV_e / dt$, expression qui correspond bien à la dérivation de signaux d'entrée à la constante RC près.

Si nous appliquons à l'entrée de ce montage des signaux triangulaires,



Montage dérivateur. **Fig 9**



Montage intégrateur. **Fig 8**

nous trouverons sur sa sortie des signaux carrés puisque l'effet d'un dérivateur est inverse de celui d'un intégrateur. Avec des signaux carrés en entrée, nous obtenons en sortie une succession d'impulsions positives et négatives correspondant aux fronts du signal carré, alors que pendant les paliers (hauts ou bas) le signal de sortie est nul (dérivée d'une constante).

Pour étudier expérimentalement ce montage, vous pourrez prendre les mêmes composants que pour l'inté-

grateur et les mêmes caractéristiques pour les signaux d'entrée. Essayez aussi un signal sinusoïdal et vous obtiendrez une cosinusoïde, c'est-à-dire une sinusoïde déphasée. Nous consacrerons notre prochain article à d'autres applications des AOP qui déboucheront sur la réalisation de montages que nous aurons l'occasion d'utiliser par la suite en différentes circonstances.

Vient de paraître ... CATALOGUE ENSEIGNEMENT

Une sélection de produits destinés aux laboratoires de physique, d'électronique, d'électrotechnique, de thermique et de chimie :

- Alimentations
- Générateurs
- Multimètres
- Oscilloscopes
- Pincès ampèremétriques
- Rhéostats
- Wattmètres ...

Au service de l'Enseignement

94-95

PRÉSENT À EDUCATEC STAND G 401

FRANCAISE D'INSTRUMENTATION

Envoi sur simple demande

FRANCAISE D'INSTRUMENTATION
1 RUE E. PIAT - 10000 TROYES
Tél. : 25.79.90.04 Fax : 25.74.11.88

CIF ça fait mal !

LABO 1 FACE Graveuse verticale
Format utile 200 x 300

BASSE TENSION 48 VOLTS (alimentation comprise)

LIVRÉ AVEC :

- 3 litres de perchlore suractif
- 1 détachant pour perchlore
- 1 bac de développement
- 10 gants jetables
- 2 révélateurs
- 5 époxy présensibilisées à 1 face 100 x 160

Format utile 200 x 400 avec contact de sécurité à l'ouverture

Promo **2686 TTC** 2265 HT Prix catalogue **3505 TTC**

OBJECTIF SÉCURITÉ

LABO CONFORME AUX NORMES NFC 15-100 CONSEILLÉ POUR LES COLLÈGES

11 rue Charles Michels - 92220 BAGNEUX
Tél : (1) 45 47 48 00 - Fax : (1) 45 47 16 14

C.I.F. CIRCUIT IMPRIMÉ FRANÇAIS

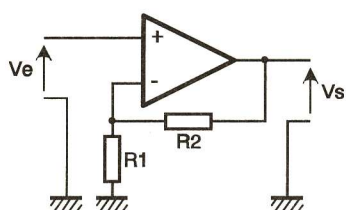
COMMENT CALCULER SES MONTAGES ?

(5^e partie)

Lorsque l'on commence à utiliser des amplificateurs opérationnels, comme nous l'avons fait dans notre précédent numéro, on s'aperçoit très vite qu'un certain nombre de montages « de base » reviennent régulièrement. Il est donc très utile de les connaître et de savoir réaliser les calculs les concernant, afin de ne même plus avoir besoin de réfléchir lorsqu'on les rencontre. Rassurez-vous, ces calculs seront très simples, comme cela a été le cas pour le montage inverseur.

L'AMPLIFICATEUR NON INVERSEUR

Il est tout aussi répandu que l'amplificateur inverseur vu le mois dernier et son schéma est pratiquement aussi simple comme vous pouvez le constater à l'examen de la **figure 1**. La tension d'entrée est cette fois-ci appliquée sur l'entrée non inverseuse de l'amplificateur, tandis qu'une fraction de la tension de sortie est ramenée sur l'entrée inverseuse.



L'amplificateur non inverseur. **Fig 1**

Le gain d'un tel montage se calcule très facilement en tenant le raisonnement suivant : comme le gain de l'amplificateur opérationnel supposé parfait est infini, la différence de potentiel entre les entrées + et - doit être voisine de zéro.

La tension sur l'entrée + n'est autre que la tension d'entrée V_e , tandis que la tension sur l'entrée - est une fraction de la tension de sortie, fraction dépendant du diviseur à résistances R_2 et R_1 dont vous connaissez maintenant l'expression sur le bout du doigt. On peut donc écrire :

$$V_- = V_s \times R_1 / (R_1 + R_2)$$

ou encore

$$V_s = V_- (1 + R_2/R_1)$$

et comme V_- est égal à V_+ , qui est lui-même V_e , il vient :

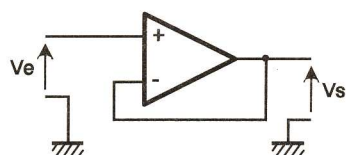
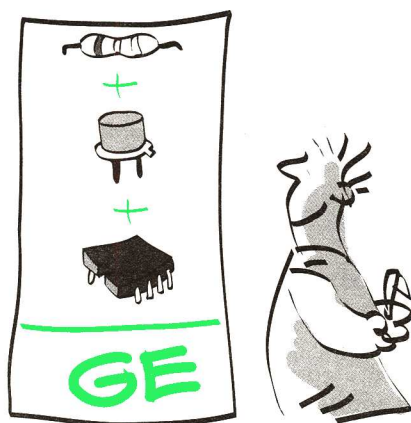
$$V_s = V_e (1 + R_2/R_1)$$

et le tour est joué.

UN AMPLIFICATEUR QUI N'AMPLIFIE PAS

Cela étant vu, examinez quelques instants la **figure 2** qui vous présente le schéma d'un montage très répandu appelé amplificateur suiveur. Le moins qu'on puisse dire est qu'il est difficile de faire plus simple !

Le gain de cet amplificateur un peu particulier peut être obtenu immédiatement par raisonnement ou par



Un curieux amplificateur. **Fig 2**

déduction de la relation que nous venons d'établir. Procédons des deux manières pour le plaisir.

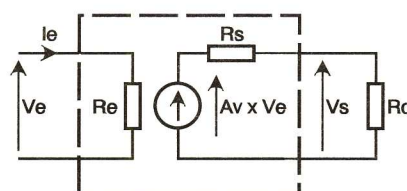
Par raisonnement, c'est très simple. Comme la différence de potentiel entre les deux entrées doit être quasi nulle, la tension sur l'entrée - doit être égale à celle sur l'entrée +. L'une vaut V_e et l'autre vaut V_s , donc : $V_s = V_e$; notre curieux amplificateur a un gain de un.

Par le calcul, c'est tout aussi facile. Ce montage est en effet un amplificateur non inverseur, tel celui que nous avons vu en **figure 1**, mais où R_1 est une résistance infinie (circuit ouvert) et R_2 une résistance nulle (court-circuit). La formule du gain devient donc :

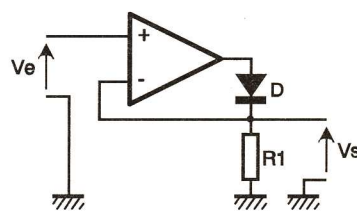
$$V_s = V_e (1 + 0)$$

ce qui donne bien à nouveau $V_s = V_e$.

C'est ce gain unitaire qui vaut à ce montage le nom de suiveur. La tension de sortie « suit » en effet exactement la tension d'entrée. Mais alors, nous direz-vous, quel est



Mise en évidence de la notion d'impédance d'entrée et de sortie. **Fig 3**



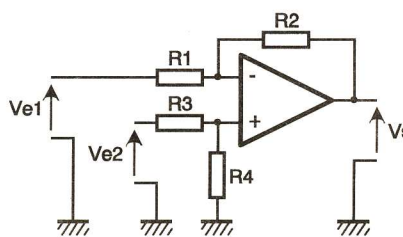
Une diode sans seuil, c'est possible. **Fig 4**

l'intérêt d'un tel montage ? Nous allons le découvrir tout de suite.

OU IL EST QUESTION D'IMPÉDANCE

Comme vous le savez très certainement, le gain en tension n'est pas la seule caractéristique importante d'un amplificateur. Ce qui compte, c'est en fait son gain en puissance et donc également son gain en courant puisque la puissance n'est autre que le produit de la tension par le courant.

Si l'on peut assez facilement exprimer le gain en courant d'un amplificateur, on préfère bien souvent faire appel aux notions d'impé-



L'amplificateur différentiel. **Fig 5**

dances d'entrée et de sortie, plus « parlantes » au plan pratique.

Comme le montre schématiquement la **figure 3**, l'impédance d'entrée d'un amplificateur (ou de tout autre quadripôle d'ailleurs), que nous assimilerons pour le moment à une résistance, est justement la résistance vue de l'extérieur entre les bornes d'entrée de ce dernier.

C'est donc bien elle qui impose le courant d'entrée de l'amplificateur puisque la simple application de la loi d'Ohm nous donne :

$$i_e = V_e / R_e$$

En d'autres termes, c'est elle qui consomme de la puissance sur l'élément connecté à l'entrée de l'amplificateur. C'est pour cela que dans certains appareils de mesure, tels que les voltmètres ou les oscilloscopes par exemple, on souhaite avoir une impédance d'entrée très élevée. On ne consomme ainsi quasiment aucune puissance sur la grandeur mesurée et on réalise donc une mesure aussi exacte que possible.

L'impédance de sortie, quant à elle, est aussi schématisée **figure 3**. Elle est parfois un peu plus difficile à

appréhender que l'impédance d'entrée du fait de son mode de représentation. Comme le montre la figure, elle diminue en fait le gain en tension de l'amplificateur en formant avec la résistance de charge de ce dernier un diviseur de tension.

Ainsi, l'amplificateur de la **figure 3** non chargé, c'est-à-dire sans rien de connecté à sa sortie, a un gain en tension égal à A_v . Si maintenant on le charge par une résistance R_c , son gain en tension devient, par simple application de la loi d'Ohm :

$$A_{v\text{chargé}} = A_v \times R_c / (R_c + R_s)$$

Ce gain diminue donc d'autant plus que R_s est forte, d'où l'intérêt d'avoir une impédance de sortie aussi faible que possible dans la majorité des applications.

Revenons donc à nos montages amplificateurs, inverseur, non inverseur et suiveur, afin d'évaluer leurs impédances d'entrée. Nous nous occuperons des impédances de sortie ultérieurement.

Si vous examinez la **figure 8** de notre précédent numéro, vous constaterez que le courant d'entrée est donné par la relation $i_e = V_e / R_1$. L'impédance d'entrée de notre amplificateur inverseur est donc égale tout simplement à R_1 .

Cela présente l'avantage de pouvoir facilement régler celle-ci, ce qui peut être intéressant dans certaines applications. En revanche, cela pose vite des problèmes lorsque l'on souhaite réaliser un amplificateur à forte impédance d'entrée et gain relativement important. En voici la démonstration.

Supposons que nous voulions réaliser un amplificateur inverseur d'impédance d'entrée égale à $1 \text{ M}\Omega$ (ce qui n'est pas une valeur extraordinaire de nos jours) et de gain en tension égal à 50. R_1 doit donc être égale à $1 \text{ M}\Omega$ et la relation démontrée le mois dernier nous indique que R_2 doit être égale à $50 \text{ M}\Omega$, ce qui est une valeur de résistance quasiment introuvable et hautement instable (des composants réputés isolants pouvant présenter une telle valeur de résistance dès que l'air est un peu humide).

A ce titre, l'amplificateur non inverseur est beaucoup plus intéressant ; en effet, le seul courant absorbé par le montage est le courant d'entrée de l'amplificateur opérationnel qui se chiffre en centaine de nA pour les plus vieux amplificateurs bipolaires et en pA pour les modèles à effet de champ tel que le classique TL 081 par exemple. L'impédance d'entrée de l'amplificateur non inverseur est donc très élevée.

Ainsi, pour un amplificateur devant admettre des tensions d'entrée de l'ordre du volt, réalisé avec un TL 081 archi courant, on obtient une impédance d'entrée de :

$$R_e = 1 / 0,000\ 000\ 000\ 003$$

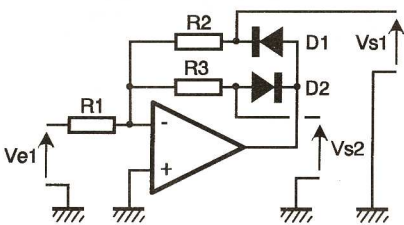
soit 300 000 MΩ, ou 300 GΩ si vous préférez!

Comme on n'a pas toujours besoin de gain dans un montage mais seulement parfois d'une impédance d'entrée élevée, on fait alors appel à notre fameux montage suiveur dont l'impédance d'entrée est bien évidemment la même que celle de notre amplificateur non inverseur. Ce montage suiveur est donc parfois appelé aussi buffer ou tampon. Le terme buffer désigne en effet en anglais technique le fait de « muscler » un signal, c'est-à-dire de ne pas modifier sa tension mais de le rendre apte à fournir plus de courant, ce qui est bien ce que réalise notre suiveur.



■ UNE DIODE SANS SEUIL

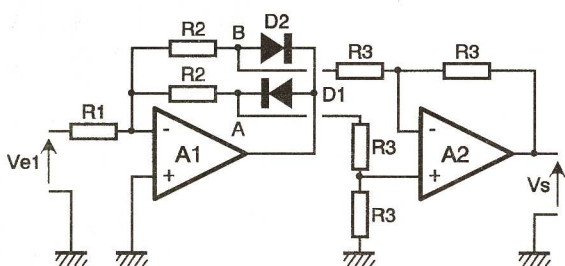
Revenons à nos moutons ou plus exactement au vu-mètre de chaîne hi-fi que nous avons en projet de réaliser. Nous avons vu qu'un des problèmes rencontrés était celui dû au seuil de la diode de redressement nécessaire et nous avons prétendu qu'avec un amplificateur opérationnel il serait possible de s'en affranchir. Nous



Premiers pas vers le redressement double alternance. **Fig 6**

ne vous avons pas menti ... Examinez le schéma présenté **figure 4**. Il constitue ce que l'on appelle une diode parfaite ou diode sans seuil. Son analyse peut être faite de deux façons : par le calcul, en utilisant les équations de la diode, ou par le raisonnement. Si vous avez déjà vu la tête de la relation liant courant et tension dans une diode, vous préférez sans doute le raisonnement, d'autant qu'il conduit au même résultat avec une excellente approximation. Comme nous sommes ici en alternatif, nous allons décomposer notre raisonnement en deux en supposant que l'on applique au montage un signal sinusoïdal centré sur zéro. Pour les alternances positives de ce signal, et toujours en vertu du principe que vous commencez à connaître la quasi nullité de la ddp entre les entrées, nous aurons bien évidemment :

$$V_s = V_e$$



Un redresseur double alternance parfait (mais si ! mais si !).

Le seuil de la diode sera « automatiquement » effacé par l'amplificateur opérationnel dont le gain augmentera seul pour les plus basses tensions d'entrée de façon à maintenir l'égalité ci-avant.

Pour les alternances négatives, en revanche, on aura tout simplement :

$$V_s = 0$$

En effet, même si l'amplificateur tente de réaliser l'égalité $V_s = V_e$, il ne peut y parvenir dans ce cas du fait de la diode qui interdit le passage vers la sortie de toute tension négative. Notre amplificateur part donc dans ce cas en saturation négative (il délivre sa tension de sortie négative maximale), ce qui est évidemment sans danger et sans conséquence.



■ DOUBLE ALTERNANCE C'EST MIEUX !

Vous en conviendrez avec nous, nous avons bien réalisé une diode sans seuil, ce qui n'est déjà pas si mal, mais nous ne savons faire avec elle que du redressement simple alternance, ce qui est un peu dommage. Un montage double alternance serait plus performant et, comme vous vous en doutez, c'est bien évidemment possible avec nos fameux amplificateurs opérationnels.

Pour pouvoir découvrir son principe, il nous faut tout d'abord faire un détour par le schéma d'un curieux amplificateur qui vous est présenté **figure 5**. Comme vous pouvez le constater, cet amplificateur dispose de deux entrées et d'une sortie. Nous allons calculer la valeur de la tension de sortie en fonction des deux tensions d'entrée en appliquant toujours le principe d'égalité des tensions présentes sur les entrées + et -.

La tension sur l'entrée + est facile à exprimer et s'obtient par la relation : $V_+ = V_{e2} \times R_4 / (R_3 + R_4)$

La tension sur l'entrée - s'obtient quasiment de la même façon en appliquant la relation du diviseur de tension aux tensions V_s et V_{e1} . Il vient :

$$V_- = V_{e1} = (V_s - V_{e1}) \times R_1 / (R_1 + R_2)$$

De ces deux relations, il est relativement facile d'extraire V_s en fonction de V_{e1} et V_{e2} en écrivant tout simplement que V_+ est égale à V_- , ce qui nous donne :

$$V_s = V_{e2} \times R_4 / (R_3 + R_4) \times (R_2 + R_1) / R_1 - V_{e1} \times R_2 / R_1$$

L'expression obtenue est toutefois assez peu lisible et d'assez peu d'intérêt, aussi allons-nous faire des hypothèses réalistes quant aux



Professeur
Berto

Nouveau !!!

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

Simple d'emploi et pédagogique !

La disquette
59,90 F TTC

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

valeurs des résistances en posant : $R_1 = R_3 = R$ et $R_2 = R_4 = kR$, où k est un coefficient multiplicateur quelconque. Dans ces conditions, on obtient :

$$V_s = k (V_{e2} - V_{e1})$$

Nous avons donc, dans ces conditions d'égalité de résistances, réalisé un amplificateur différentiel dont le gain différentiel est donné par le rapport des résistances R_2/R_1 ou R_4/R_3 . Nous pouvons donc revenir maintenant à notre diode parfaite et à notre redressement double alternance grâce au schéma présenté **figure 6**.

Nous y reconnaissons un amplificateur inverseur dans lequel deux diodes ont été ajoutées. Par ailleurs, nous voyons que nous disposons de deux sorties distinctes dont il est facile de calculer le comportement en raisonnant comme pour la **figure 4** et la diode parfaite vue ci-avant. Nous avons donc :

$V_{s1} = -V_e \times R_2/R_1$ pour les alternances négatives du signal d'entrée
 $V_{s2} = -V_e \times R_3/R_1$ pour les alternances positives de ce même signal.

Si nous rendons R_3 égale à R_2 , nous aurons bien sûr nos deux sorties 1 et 2 des signaux d'amplitudes identiques mais de polarités opposées. Nous sommes donc assez loin de notre redressement double alternance... sauf si nous faisons suivre ce montage de l'amplificateur différentiel que nous venons de réaliser. On obtient alors le schéma complet de la **figure 7** dont l'analyse est très facile vu la préparation que nous en avons faite.

En effet, nous avons, en A et B :
 $V_A = -V_e \times R_2/R_1$ pour les alternances négatives et 0 pour les alternances positives.
 $V_B = -V_e \times R_2/R_1$ pour les alternances positives et 0 pour les alternances négatives.


Notre amplificateur différentiel étant réalisé avec quatre résistances de même valeur, le coefficient k de l'expression calculée précédemment est égal à un, et l'on a donc en sortie :

$V_s = V_e \times R_2/R_1$ pour les alternances positives et

$V_s = -V_e \times R_2/R_1$ pour les alternances négatives.

On dispose donc bien en sortie de ce montage d'une tension redressée double alternance, toujours positive par rapport à la masse, et l'on peut en outre bénéficier d'un gain

ENSEIGNANTS !



L'enseignement de l'électronique de nos jours passe obligatoirement par de bons logiciels de CAO sur PC:

"CADPAK" répondra à vos besoins, car il est...

- d'un prix accessible
- facile à apprendre, avec notices en français, souris
- très efficace, produisant un travail professionnel.

"CADPAK"

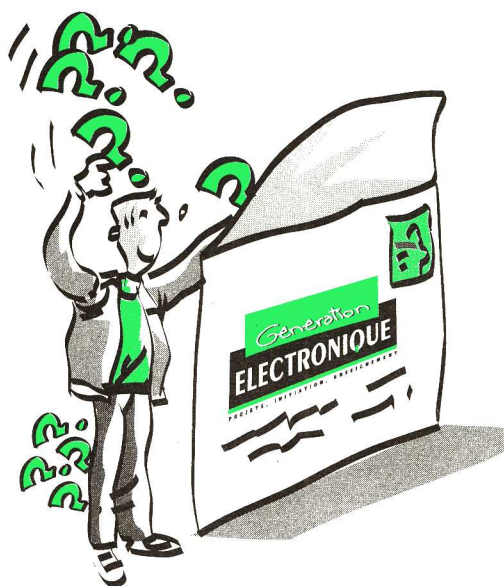
saisie de schémas ET routage de circuit imprimés avec bibliothèques standard et CMS (extensibles)

"CADPAK" a été testé et approuvé par la revue **ELECTRONIQUE PRATIQUE** (N°165 Décembre 1992)

Demandez la documentation, la disquette "demo" gratuite et le tarif "education" à :

Multipower

22 Rue Emile Boudot
91120 Palaiseau, France
Tel. +33 (1) 69 30 13 79
Fax: +33 (1) 69 20 60 41



réglable par le rapport des résistances R_2 et R_1 .

Remarquez que si l'on avait permuté les points de branchement A et B de sortie de A_1 sur l'amplificateur différentiel A_2 , le montage aurait fonctionné de la même façon, mais on aurait alors disposé d'une tension de sortie toujours négative.

Notre montage est donc tout à la fois :

- un redresseur parfait en raison de la suppression du seuil des diodes réalisé par A_1 ;
- un amplificateur de gain réglable par le rapport R_2 / R_1 toujours grâce à A_1 ;
- un redresseur double alternance de polarité de sortie réglable grâce à l'amplificateur A_2 et au choix du mode de connexion des points A et B.

■ CONCLUSION

Nous disposons maintenant de tous les éléments pour constituer notre vu-mètre et nous tenterons d'en dessiner le schéma complet le mois prochain. Ce sera alors l'occasion de parler des alimentations de nos fameux amplificateurs opérationnels car, même si on les oublie lors des calculs théoriques, elles ont tout de même leur importance.

TESTEUR D'AOP

L'amplificateur opérationnel est désormais légion et vous le retrouverez fréquemment dans bon nombre de montages en version simple comme le 741 ou double comme le MC1458. Ce testeur peut non seulement vérifier le bon fonctionnement de ces deux circuits mais également la plupart des AOP, simples ou doubles.

■ FONCTIONNEMENT DU TESTEUR

L'implantation de l'entrée inverseuse et de l'entrée non-inverseuse, ainsi que de la sortie et des entrées d'alimentation, est standardisée, que ce soit pour un amplificateur opérationnel unique ou pour un double AOP, contenu dans un boîtier DIL 8. Pour le double amplificateur opérationnel, ce constat est renforcé par la limitation du nombre de broches d'un boîtier 8 broches. Pour un ampli-op simple, des différences de brochage apparaissent d'une référence à l'autre, mais porte sur des caractéristiques particulières, concernant généralement l'offset et le slew rate. Etant donné que ces entrées ne sont pas exploitées par le test qui n'utilise que les entrées/sorties fondamentales d'un AOP, ce constat est sans importance. Cette standardisation du brochage permet d'envisager le test d'un bon nombre d'amplificateurs opérationnels, dont les plus courants sont répertoriés dans le tableau de la figure 4.

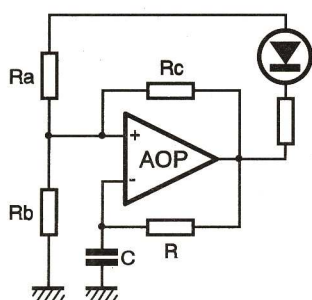


Fig 5

Quant au déroulement du test, il est simple. Inséré sur son support, l'ampli-op fonctionne en astable et commande une LED dont le clignotement atteste le bon fonctionnement du circuit testé. Pour le double AOP, le test est indépendant pour chacun des deux amplificateurs.

■ LE SCHEMA

Il est présenté en figure 1. Les amplificateurs opérationnels ne sont pas représentés puisqu'ils sont accueillis par des supports schématisés par les

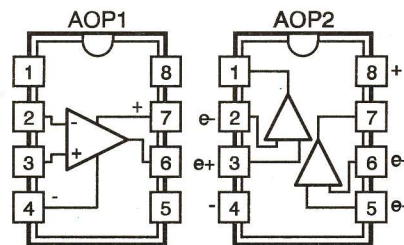


Fig 6

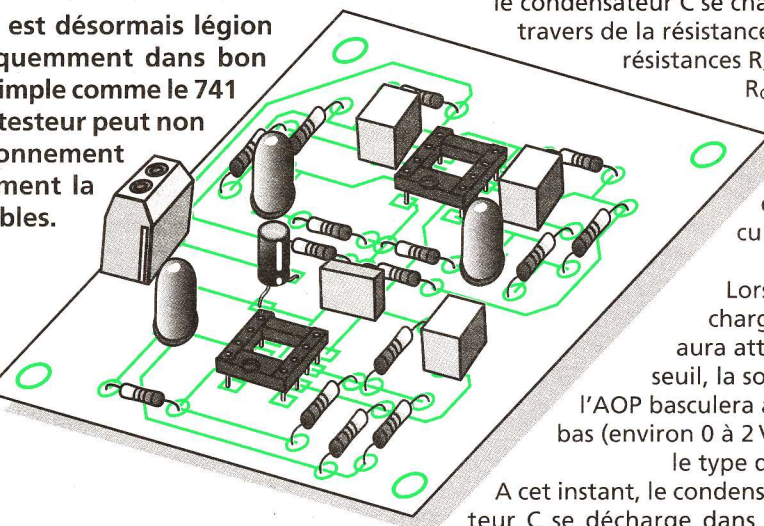


Fig 1

boîtiers AOP₁ et AOP₂. L'implantation des amplificateurs opérationnels est donnée par la figure 6 tandis que le schéma de fonctionnement de l'AOP en astable est représenté en figure 5.

Lorsque la sortie de l'AOP est à V_{cc},

le condensateur C se charge au travers de la résistance R. Les résistances R_A, R_B et R_C fixent le seuil de basculement haut. Lorsque la charge de C aura atteint ce seuil, la sortie de l'AOP basculera à l'état bas (environ 0 à 2 V selon le type d'AOP).

A cet instant, le condensateur C se décharge dans la résistance R jusqu'à attendre le nouveau seuil de bascule-

ment bas. Une fois ce seuil atteint, la sortie bascule à l'état haut (environ V_{cc}). Le cycle est alors bouclé et la LED est alternativement polarisée et bloquée à une fréquence proche du hertz.

R_A et R_B forment un pont diviseur,

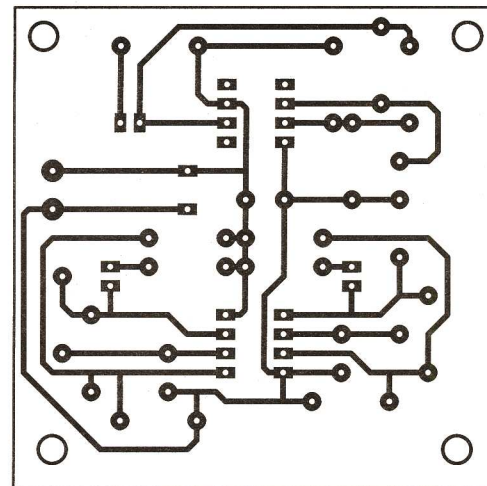


Fig 2

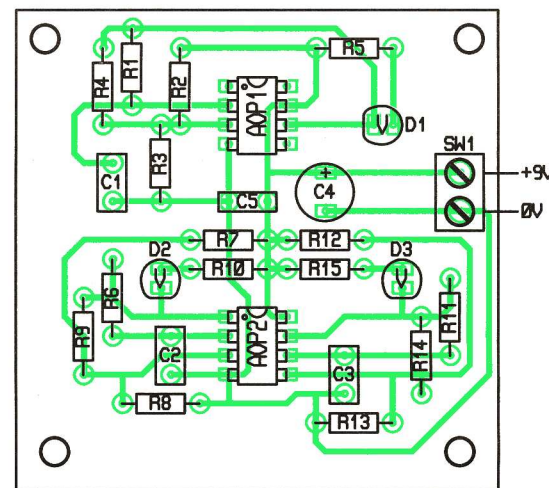


Fig 3

et R_C, tantôt en parallèle avec R_A, tantôt en parallèle avec R_B, crée ainsi l'hystérésis, différence entre les deux seuils de basculement.

■ REALISATION

Le tracé des pistes, figure 2, est sans difficulté. Il sera réalisé selon la méthode de votre choix. L'implantation de la figure 3 donne la disposition des différents composants. On veillera à utiliser des supports de qualité (des supports tulipes sont recommandés) et des LED de couleur rouge seront évitées.

Hervé CADINOT

■ NOMENCLATURE

- R₁, R₆, R₁₁ : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
- R₂, R₇, R₁₂ : 33 kΩ (orange, orange, orange)
- R₃, R₈, R₁₃ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
- R₄, R₉, R₁₄ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R₅, R₁₀, R₁₅ : 470 Ω (jaune, violet, marron)
- D₁, D₂, D₃ : LED verte
- C₁, C₂, C₃ : 470 nF
- C₄ : 10 µF/25 V
- C₅ : 100 nF
- AOP₁, AOP₂ : support tulipe 8 broches
- SW₁ : bornier 2 plots à souder

Fig 4

